

出國報告（出國類別：實習）

## AS-365N 型機模擬機訓練出國報告

服務機關：內政部空中勤務總隊

姓名職稱：徐約聘飛行員榮福、江約聘飛行員再萬

廖約聘飛行員宏文、賴飛行員彥廷

派赴國家：馬來西亞

出國期間：114 年 7 月 13 日至 114 年 7 月 19 日

報告日期：114 年 8 月 11 日

## 摘要

AS-365N 型直升機模擬機訓練為年度例行訓練，旨在磨練飛行員面對狀況時能夠即時並有效處理各項緊急程序，訓練內容區分：

- 一、正常及緊急程序：航線起降正常操作程序、重飛程序、引擎系統故障緊急操作程序、自動駕駛失效、尾旋翼失效、引擎調速器失效、電氣系統失效、液壓失效、傳動箱滑油箱異常狀況處置及夜間緊急程序處置。
- 二、海上搜救程序：海上搜索程序、海上船舶吊掛程序、緊急操作程序。
- 三、儀器飛行：正常儀器飛程序、儀器航路、進場、精確及非精確進場、迷失進場程序、低能見度天氣儀器飛行、不正常姿態改正、部分儀表失效處置及緊急操作程序。

模擬機訓練主在代替實體機操作各項緊急處置，除熟習緊急科目程序，增進飛航人員肌肉記憶，更可避免因實體機操作失慎，造成不可挽回的重大裝備損失。此次納入 AEOTQ 預防與警示邏輯驗證訓練，對於提升機組員對於扭力管理及自動駕駛保護邏輯的整體理解與實戰應用能力有實質助益。

## 目次

|                |    |
|----------------|----|
| 壹、目的.....      | 1  |
| 貳、受訓過程.....    | 2  |
| 參、專題研討.....    | 13 |
| 肆、心得.....      | 20 |
| 伍、建議事項.....    | 22 |
| 陸、模擬機訓練紀實..... | 23 |

## 壹、目的

AS365N1/N2/N3 型直升機雖已針對各項緊急操作程序進行訓練，但部分高風險的緊急程序在實際操作中稍有不慎，可能會超出飛機的操作限制，甚至造成設備損壞或人員傷亡。為此，總隊規劃飛行人員前往馬來西亞空中巴士直升機公司模擬機訓練中心，接受 AS365N 型直升機模擬訓練。本次訓練旨在透過高度擬真的模擬環境，讓飛行員反覆練習操作，熟記緊急程序的每個步驟與要領，同時強化組員間的溝通與協作，提升多組員合作訓練(Multi-Crew Cooperation, MCC)能力，達成零飛安、零事故的訓練目標，今年度並以 AEOTQ 預防作為模擬機驗證重點並納入作為報告專題。

模擬機訓練內容涵蓋從基礎飛行操作到高難度緊急狀況的應對，包括緊急程序、搜索與吊掛程序、儀器操作程序以及夜間飛行等。飛行員可在無風險的環境中多次練習高風險科目，從而強化應變能力與操作熟練度。此訓練不僅能減少實體訓練中的風險，還能全面提升飛行員在面對突發狀況時的判斷與應對能力。透過這次模擬訓練，飛行員將能在未來任務中更加迅速應變，全面提升飛行技能與應變能力，確保飛行安全。

## 貳、受訓過程

### 一、第二批出國受訓人員編組(區分二組)：

#### (一)第一組：

- 1.教官：RONNIE CHEN
- 2.學員：徐約聘飛行員榮福、賴飛行員彥廷
- 3.鑑測官：DAVID TAN CHUN MENG
- 4.翻譯老師：DESMOND

#### (二)第二組：

- 1.教官：DAVID TAN CHUN MENG
- 2.學員：江約聘飛行員再萬、廖約聘飛行員宏文
- 3.鑑測官：RONNIE CHEN
- 4.翻譯老師：JOHN

#### (三)報告編撰

- 1.主編：飛行員賴彥廷
- 2.協編：約聘飛行員廖宏文
- 3.初審：約聘飛行員江再萬
- 4.校對：約聘飛行員徐榮福

二、訓練日誌：

| 日期           | 時間                | 授課摘要與課後研討                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                |
|--------------|-------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| 07/13<br>(日) | 0845<br> <br>1600 | STARLUX AIRLINES<br>FROM TAIPEI<br>TO KUALA LUMPUR                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 由空巴公司派車接送至 SOMERSET 飯店<br>入住休息 |
| 07/14<br>(一) | 0800<br> <br>1700 | <p>一、授課教官：RONNIE CHEN</p> <p>二、課程要點：</p> <p>上午：本次地面課程著重於 AS-365 N3 型直升機的 AEOTQ (All Engine Over Torque) 預防及 MCC(Multi-Crew Cooperation) 多組員合作講解。AEOTQ 指的是直升機在特定飛行階段中，兩具引擎的總扭力超過單具引擎最大可承受持續扭力限制（如 102.5%），這會導致在單發引擎失效時剩餘引擎無法支撐當前扭力需求並可能導致破壞性結構損傷（如傳動系統損壞、主旋翼系統損壞）等傷害裝備的使用壽命。為預防 AEOTQ 飛行員需熟悉系統限制與耦合器操作邏輯、強化警示辨識與即時反應能力、落實任務前檢查與雙人監控機制、適時手動介入避免馬力過度補償。</p> <p>下午：課程針對緊急狀況的處置原則進行說明，處置程序的口訣為 FICTD。FICTD 方法能有效處理各種緊急或不正常的狀況，適用於各種機型。在訓練中，除了讓學員了解 FICTD 的基本意涵外，更重要的是讓大家掌握程序的正確順序。FICTD 代表五個步驟：</p> <p>(一) Fly（保持穩定安全的飛行）</p> <p>(二) Identify（辨識所遭遇的風險）</p> <p>(三) Confirm（確認所遭遇的風險）</p> <p>(四) Treatment（處置程序）</p> <p>(五) Decision（決定後續的處置步驟）</p> <p>運用 FICTD 方法能夠落實座艙資源管理（Cockpit Resource Management），幫助飛行員熟悉各種緊急狀況的處置流程，並快速進行正副駕駛間的雙向溝通，有效排除緊急與異常狀況，從而提升飛行安全。</p> |                                |

|              |                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|--------------|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|              |                   | <p>■課後研討與結論：</p> <p>扭力管理與限制警示理解訓練先熟悉 PWR 燈、LIMIT 燈及音頻邏輯，能於異常徵兆初期即辨識處置，人員判斷何時自動升力可能引發 AEOTQ，並採取人工介入動作避免超扭，在耦合器高度保持模式下的 AEOTQ 預防訓練，由領隊召集人員討論決定模擬機驗證科目如下：</p> <p>(一) 耦合器集體桿軸已啟用，且至少有一種集體桿模式啟動；馬力自動限制於 MCP 最大值（88%）避免超限。</p> <p>(二) 在耦合器結合 CR.HT 功能時，關掉雷高重開並觸發自測功能，集體桿主動補償馬力造成超限。</p> <p>(三) 在滯空任務結束後嘗試使用耦合器功能脫離並觀測馬力狀況：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 使用 T.UP 功能爬升指定高度</li> <li>2. 使用重飛 Go around 鍵爬升脫離</li> </ol> <p>上述驗證科目內容及結論將在專題報告內揭露。</p> |
| 07/15<br>(二) | 1300<br> <br>2300 | <p>■課程內容：</p> <p>在正常航線飛行時遭遇緊急狀況的處置，包括但不限於以下情況：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>(一) TDP 前後引擎故障</li> <li>(二) LDP 前後引擎故障</li> <li>(三) 引擎滑油溫度過高</li> <li>(四) 引擎金屬屑警告燈亮</li> <li>(五) 引擎滑油壓力過低警告燈亮</li> <li>(六) 引擎火警</li> <li>(七) 尾旋翼失效</li> <li>(八) 自動旋轉迫降</li> <li>(九) 飛行中航電系統故障排除，包括單發電機、雙發電機故障</li> <li>(十) 自動駕駛 AP (Auto-Pilot) 失效</li> </ol> <p>以上各項緊急狀況均需依照標準操作程序及 FICTD 方法迅速處置，確保飛行安全。</p>                                                      |

■課後研討與結論：

一、在術科提示及歸詢過程中，教官提醒學員如何判斷尾旋翼失效與方向舵卡死的徵兆。

平飛階段：若在起飛後發現警告燈亮起、警告音或機身姿態異常，首先機長應穩定保持  $V_y$ （最佳爬升速度），並釋放起落架，然後進行三邊加速至 100 海浬。在此過程中需要延長三邊，並確保最後進入五邊時有充足的時間餘裕。當尾旋翼失效時，飛機會產生向左的偏航，並且針球偏右，此時需以較高的空速進場，才能保持機身縱軸的正直；如果是尾旋翼舵卡死，飛機則不會有明顯的左右偏航，針球會略微偏左。在進場落地速度的判斷上，可以通過調整集體桿使針球居中。當針球居中時，若扭力值讀數高於滯空扭力值，則可使用較低的空速進場；相反地，若扭力值讀數低於滯空扭力值，則需要以較快的速度進場。然而，與尾旋翼失效情況下的明顯偏移不同，尾旋翼舵卡死時的偏移較小，因此進場速度應根據針球指示情況來調整。無論是哪種情況，進場的最低速度皆不應低於 60 海浬。

二、進場階段：在進入五邊後，保持高度 500 呎，利用迴旋桿指引航向，參考跑道的精確進場路徑指示燈（Precision Approach Path Indicator, PAPI），並使用集體桿保持在兩白兩紅的下滑道上。在最後 100 呎時，確保空速不低於 60 海浬，持續進場並安全落地。

三、尾旋翼失效：高度 100 呎後開始減速，須注意減速後會造成機首向左偏離，減桿將機首回正，最後快要落地時秉持不正不落，若縱軸還不夠正直鬆一點機頭使之保持跑道方向之原則實施滾行著陸，RONNIE 教官有分享案例在美國海巡隊直升機尾旋翼失效進場空速是 100 浬，取決於機組員對姿態的掌握是否習慣這麼快的速度進場，機首不正不落為大原則。

四、尾旋翼(右)舵卡死：高度 100 呎後開始減速，可以實現 0 空速落地(右舵配置)，取決於對飛機姿態的掌握，因集體桿的行程相對較多，需特別注意落地後和緩減桿，速度低於 38 浬使用煞車，若猛然減桿會造成機首非預期偏轉不可不慎之。

|              |                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|--------------|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 07/16<br>(三) | 1100<br> <br>2100 | <p>■課程內容：</p> <p>主要內容為-航線起降、海上搜索程序、海上船舶吊掛程序、FAU 故障碼 FLOUT 引擎空中重啟、閉塞區場地偵查要領操作、直升機坪上雙發動機及單發動機失效程序、直升機坪起飛 TDP 之前與 TDP 之後 OEI 的處置、重飛程序、引擎系統故障、尾旋翼失效、引擎調速器故障：單人及雙人處置。</p> <p>■課後研討與結論：</p> <p>一、海上半自動進場及搜救程序：海上任務時提供飛行員利用耦合器協助減低工作負荷，同時保有人工監控與控制能力，先結合 HDG + CR.HT 模式，保持方向與高度，接近進場點使用 CR.HT 下降高度，到達目標區 0.2 海浬開啟 H.HT 設定高度（如 70 呎）穩定滯空實施吊掛作業，結束後使用 Go-Around (G/A) 或 T.UP 模式進行爬升脫離目標區。</p> <p>二、GOV 單人操作緊急程序中，第一個程序是選擇適合當下的 OEI 止檔，共有 30 秒(發動機系統預設)、2 分鐘及連續馬力三種模式可以選擇。當發生 GOV 失效時良好的發動機會自動將止檔預設在 30 秒(OEI HIGH)，其原因為調速器故障之發動機假設效能低落，此時基於安全考量，引擎系統會讓良好的發動機預設進入 30 秒(OEI HIGH)，接著駕駛員再依照當下的馬力需要去選擇需要的 OEI 模式。</p> <p>三、教官指出 GOV 失效時，我們需要調整失效引擎的 GOV，並將正常引擎的 GOV 輸出扭力至少 5%以上，而當調速器故障時，若其故障引擎的輸出數值卡在較高位置，而另外一具正常引擎 GOV 未能保持在扭力 5%以上位置時，若兩具引擎的綜合輸出值較高，後續很有可能在不預期的減低集體桿時，發生 NR 超轉速。另在使用紅燈亮起(故障的)油門手柄時，引擎之調速器限制在扭力 60%係因 OEI 的限制為扭力 63%，為操作及讀取方便故而取 60%為限制門檻為佳。</p> <p>四、在 GOV 失效的單人操作中，提到在三邊時，降低壞掉發動機約 5%的 NG，進入五邊時增加壞掉發動機約 5%的 NG 並將 30 秒(OEI HIGH)開啟，另外需特別注意飛行員在落地後習慣一次減桿到底，此舉易造成引擎超過其自由渦輪轉速限制，故預防的重點應將故障發動機緊急油門桿放至防止熄火卡</p> |
|--------------|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|              |                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|--------------|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|              |                   | <p>槽，以防止旋翼超轉速，落地後再緩慢減桿。</p> <p>五、而 GOV 失效的雙人操作中，在平飛到落地時 PM 使用手油門注意到扭力錶的匹配即可，此時正副駕駛要持續溝通及提醒，PF 增減集體桿時告知 PM 使用手油門匹配，落地後同樣切記不要一次減桿到底，將故障發動機緊急油門桿放至防止熄火卡槽，以防止旋翼超轉速並緩慢減桿。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 07/17<br>(四) | 1100<br> <br>2100 | <p>■課程內容：</p> <p>在儀器飛行時遭遇緊急狀況處置：法國馬賽機場儀器離到場與進場程序。低雲、低能見度天氣儀器飛行模式：標準儀器離場 SID、基本儀器飛行、轉彎、上升及下降、不正常姿態改正、Auto-Pilot 失效、OEI 進場、IMC 自動旋轉、誤失進場、儀器進場穿降，飛航過程中結合如電力系失效等緊急處置。</p> <p>■課後研討與結論：</p> <p>一、儀器離場與進場程序：需熟練儀器進場程序，特別是在低雲、低能見度條件下，養成嚴格按照標準儀器離場程序（SID）執行，確保航路高度與航向準確。</p> <p>二、基本飛行與操作：始終保持正確的姿態控制，包括穩定的上升、下降和轉彎並遵循儀表數據，確保飛行方向與高度的精確性。</p> <p>三、不正常姿態改正：當飛機姿態偏離正常範圍時，立即進行姿態修正。儘快識別不正常情況並採取適當的改正措施，避免進一步偏離。</p> <p>四、當自動駕駛系統失效時：熟悉手動操控程序，保持穩定飛行。檢查相關系統，必要時重新啟動。</p> <p>五、在儀器飛行的緊急狀況中，確保良好的資源管理（CRM），正副駕駛必須分工明確才能發揮互補功效。</p> <p>六、儀器天氣雙發動機失效自轉重新啟動發動機，對於在儀器的狀態下，必須在雲中同時控制旋翼轉速、針球、飛機姿態及空速，讓自己在雲中保持穩定姿態，難度非常高，自動旋轉重點在於保持良好的下滑道及旋翼轉速，在下滑階段需使用集體桿將旋翼轉速保持在綠線範圍，亦須配合落地區的距離調整空速。</p> |

|              |                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                   |
|--------------|-------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| 07/18<br>(五) | 1100<br> <br>1600 | <p>■課程內容：模擬機術科檢定</p> <p>一、由 RONNIE 及 DAVID 交互進行測考。</p> <p>二、考試課目：起飛 OEI Before TDP 及起飛 OEI After TDP、IMC 不正常動作改出、手動改變高度、速度與航向，真天氣的操作、飛行中火警處置、GOV 失效處置、雙發動機失效自轉、其他系統失效如電力系、液壓系等失效處置並以手動方式執行 ILS 攔截到進場雲底約 300 呎，尾旋翼失效及舵卡死處置落地。</p>                                                                                                                                                                                                                                                             |                   |
|              |                   | <p>■課後研討與結論：</p> <p>一、複習內容聚焦於常見及高風險的緊急情境，強調應變能力與標準程序執行的正確性。</p> <p>二、IMC（儀器氣象條件）不正常動作改出：主要在考驗學員在儀器條件下能否迅速發現狀況並執行不正常姿態的改出。</p> <p>三、ILS 攔截與進場：測試學員在儀器進場程序中的手動操作與重飛決策能力。</p> <p>四、在 OEI（單發動機失效）處置：包含 TDP（決定點）前後的發動機失效處置，考驗學員在起(降)階段的快速應變能力。</p> <p>五、置重點於考驗機組員的決策與判斷，透過 MCC 強調威脅與錯誤管理、情境意識及溝通等要素，確保機組員能夠在緊急狀況下高效協作。</p> <p>六、測考課目內容全面，涵蓋儀器飛行與緊急狀況處置的核心能力。針對各種高風險情境進行實操測試，有效驗證學員的應變能力與操作熟練度。</p> <p>■結語：此次測考全面檢驗學員的飛行技能與緊急應變能力，培養學員在模擬機訓練中的飛行安全觀念。同時透過細緻的標準程序訓練及強調多組員溝通協作，為未來實際飛行任務奠定堅實的基礎。</p> |                   |
| 07/19<br>(六) | 0915<br> <br>2000 | CHINA AIRLINES<br>FROM KUALA LUMPUR<br>TO TAIPEI                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 落地後各自搭車返家並實施安全回報。 |

### 三、出國前組員所搜集問題之解答：

#### (一)如何有效預防 AEOTQ (All Engine Over Torque) ?

1. 任務前計算載重平衡及性能計算，避免飛行中因過重或重心偏移導致引擎輸出扭力過大進而超出 AEOTQ 限制。
2. 熟背扭力限制值 (MCP、MTOP、最大瞬間扭力)，並於高載重操作時主動監控雙發總扭力是否接近臨界值。
3. 操作耦合器 (H.HT / CR.HT) 前完成飛行前檢查：(1)確認耦合器各軸通道已正確結合 (尤其 Collective channel)。(2)飛行高度設定應高於雷達高度，避免觸發 FLY-UP。(3)確實設定好目標高度並由 PM 再次確認。(4)模擬 FUP、LIMIT、PWR 燈亮起時的應變程序。
4. 飛行中 PF 保持手腳接觸操縱系統，以便即時取消自動提桿，而 PM 負責監控 PWR/LIMIT 燈、雷高高度、扭力值。
5. FLY-UP 熟悉啟動條件：將 DH 設定於安全高度以上，必要時關閉 H.HT/CR.HT 切手動操作。

#### (二)依 AS365 飛行手冊，僅有單一調速器嚴重故障有明確處置程序，但若在飛行中發生雙調速器嚴重故障，應採取何種油門控制與飛程序以確保安全著陸？

1. 手油門開關 AUTO/MANU 放置 MAUN 位置。
2. 扭力表 Tq1+2 選擇 2。
3. 2 號手油門放置將 Torque 值調整至 30-30.5%作為固定值。備註：依照實際環境調整該 Torque 值，用滯空落地時用 88%下去做分配，若是滾行落地使用之馬力較小可將其固定值調整至較少的馬力。
4. 副駕駛操作 1 號油門不超過單引擎連續馬力 63%，用 1 號油門手柄來控制 NR 轉速在綠線範圍，同時跟主操作者保持協同增減集體桿時增減油門。
5. 後續操作同單引擎調速器失效方式操作。

補充：若發生嚴重調速器失效後另一顆引擎失效，嚴重調速器失效同上述方式處置，使用油門手柄將失效的引擎扭力值歸零，用失效調速器的單引擎操作，同時跟主飛操作者保持協同增減集體桿與增減油門，用油門手柄來控制將 NR 轉速在綠線範圍。

(三)請問其與 CATEGORY A 及 CATEGORY B 操作之差異及使用時機？

1. CATEGORY B 操作主要為高載重情況下使用，首先 CAT B 起飛為 DP(DEFIND POINT)決定點，在 CAT B 的 CLEAR AREA 的 DP 點皆為空速 40KT，因此在 DP 之前發生 OEI 飛行員放棄起飛，DP 點之後繼續起飛，並且將空速推至  $V_y$  (75KT)爬升至安全高度，後續進行單發動機失效處置。
2. CATEGORY A 的 CLEAR AREA 起飛前先算出 TDP ( TAKE OFF DECISION POINT )，由 SUP1.8 Figure 5 計算出  $V_{toss}$ ，獲得  $V_{toss}$  的值可推算出 MTOW ( MAXIMUM TAKE OFF WEIGHT ) 最大起飛重量，其重量低於此 MTOW 值才符合 CAT A 的操作條件，操作如下：TDP 前發生 OEI 立即落地。TDP 之後 OEI 繼續飛行將空速推至  $V_{toss}$ ，使用 2 分鐘馬力爬升至 200 呎，在將空速推至  $V_y$ ，到達  $V_y$  切換連續馬力至 1000 呎，到達 1000 呎才開始做單發動機失效處置。
3. 在 HELIPAD 的程序中，當執行 A 類 HELIPAD (直升機停機坪) 起飛前開啟 RPM365 開關，滿足技令中提及在以下兩種情形 RPM 365 開關需開啟：(1)在 A 類中，從直升機停機坪起飛。(2) 在 CAT B 中，如果滯空的高度超過氣壓高度 2000 英尺且等於或超過 10 英尺絕對高度。CAT A HELIPAD 起飛先原地爬升至 30 呎時，緩慢後退可保持落地區能自儀表面罩蓋邊緣下方被目視，同時爬升其爬升率不超過 200 呎/分；而 CAT B 不論是否為 HELIPAD 起飛，當高度限制滿足即開啟 RPM365 開關，如果執行 HELIPAD 起飛，起飛前開啟 RPM365 開關，爬升至 30 呎時，緩慢後退同時間爬升，因 CAT B 主要為高載重情況下使用，為了使其在 TDP 之前引擎失效放棄起飛後仍能夠回 HELIPAD，其起飛的角度比 CAT A HELIPAD 還陡，因此飛行員不見得能夠目視落地區，如圖 1 所示。

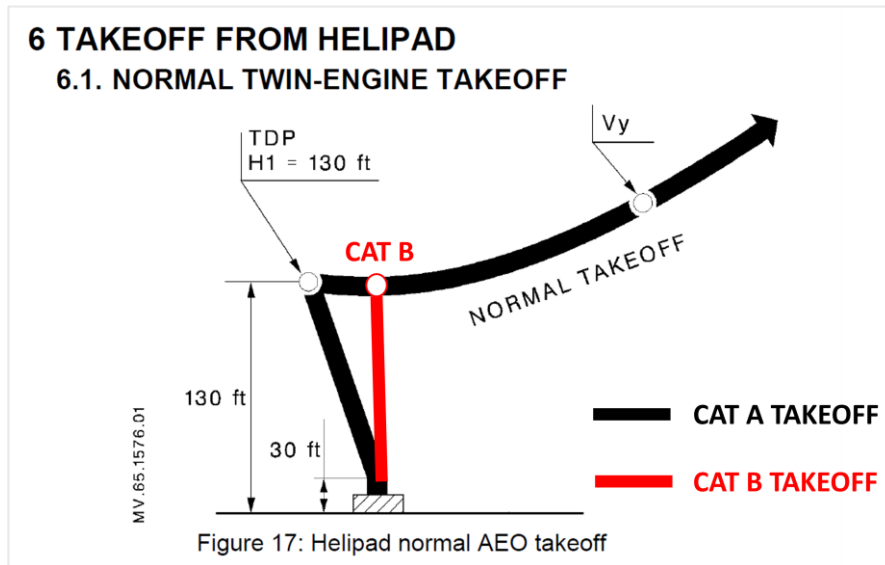


圖 1：CAT B 預期的起飛軌跡

4. CAT B 操作因高載重，其 TDP、LDP 由障礙高度決定，例如：飛機的高度隔離需比障礙物高 50 呎，以避免發生單引擎失效時無法成功越過障礙。
5. AS365 型機這類多用途直升機設計 CATEGORY A 與 CATEGORY B 兩種操作模式，是基於國際民航標準(如 ICAO、FAA)對於飛行性能與安全需求的分級規範，為符合 ICAO Annex 6 / EASA / FAA Part 29 多發直升機認證標準，CATEGORY A 模式成為必要設計，使用 CATEGORY A 則可在高風險任務中確保最大安全餘裕。

(四)針對耦合器 CDV-155 的功能設定與使用為何？

1. CDV155 可透過單一面板快速選擇自動駕駛的多項功能(如高度保持、航向鎖定、垂直速度控制等)，使飛行員可專注於監控與決策，降低人為操控壓力，透過耦合器功能四軸控制提升飛行穩定性與精確度。
2. 強化自動保護功能，透過結合 CDV155 的耦合器高階模式(Upper Modes)，可執行扭力限制保護、自動 FLY-UP(防止過低觸地)、重飛功能(Go Around)。
3. 耦合器模式的正確結合順序對於飛行穩定性與安全性極為重要：先結合高度相關鍵(如 V/S、ALT、CR.HT、G/A) → 再結合速度鍵 A/S(airspeed) → 最後才是航向 HDG(Heading)。在結合 A/S 或 HDG 時，飛行器可能無法穩定於某一高度，導致系統需

要頻繁調整馬力，增加不必要的動力負載，甚至可能觸發 AEOTQ 或 NR OVERSPEED，其次航管在隔離航空器時大部分是使用高度進行隔離因此優先到達或保持高度為首要優先。尤其在低空或任務作業區（如搜救），先確保穩定高度避免不慎下降至危險區域，為系統提供高度參考座標基準。結合 A/S 模式後系統會根據目標速度分配俯仰角與輸出扭力，若尚未建立穩定高度會導致姿態與功率分配混亂。最後，航向轉彎時會產生傾斜與尾舵動作，若先結合 HDG，系統會開始引導橫向變化，增加負荷，若此時高度與空速未穩定，容易造成非預期的轉彎率過大或超過限制。

#### 4. 耦合器功能中較不常使用的結合鍵說明及使用時機：

- (1) G/A GO AROUND MODE：空速必須大於 35 海浬，G/A 功能操作前必須確認耦合器 COLLECTIVE 與 PITCH 功能已結合，否則無法有效執行爬升與姿態控制。空速錶視窗跳出數位碼顯示指示空速到達 75 海浬並爬升率 500 ft/min，持續爬升高度直到飛行員解除，注意到此時方向的控制與保持仰賴飛行員用腳舵來保持。
- (2) CH.RT MODE：設定值由飛行員在耦合器面板透過「CR.HT」旋鈕設定（100~2500 ft），透過雷達高度表（Rad Alt）來保持高度因此僅能在海面上使用（地形不規則或陸地無法使用），高度的精準度較高，搭配 FLY-UP 功能，自動爬升避免進入危險高度。與 ALT 高度功能鍵相比 ALT 是使用氣壓高度表（Baro Alt）作為高度參考，適用於所有飛行情境（含陸地與海面），無 FLY-UP 功能，需飛行員保持地形警覺。
- (3) H.HT MODE：H.HT 功能鍵可使耦合器接管集體桿控制，根據雷達高度參數自動保持預設的滯空高度，在滯空操作時，可讓飛行員更專注於水平定位與任務執行，而不必手動維持垂直高度。高度設定範圍：40 呎至 300 呎，設定高度必須高於目前雷高表高度，若高度持續低於設定高度，會觸發 FLY-UP 功能自動補桿爬升。

## 參、專題研討：有關耦合器對於 AEOTQ 之系統控制與分析策略

AEOTQ (All Engine Over Torque) 是指雙發動機運轉下，單一引擎所承受的扭力負荷超過其操作限制，在過去的實際案例中，我們可以將 AEOTQ 粗略分為兩大類：手動導致扭力失控進入 AEOTQ 以及耦合器模式下未設定適當高度或不熟悉系統邏輯，導致自動提桿補償過度引發馬力過限。而這次的專題內容及驗證項目將會聚焦在後者，首先瞭解 AS365N3 型機之耦合器 CDV-155 的系統邏輯並導入海上救援程序(Search and Rescue, SAR)中 CR.HT (Cruise Height Hold) 及 H.HT (Hovering Height Hold) 模式，運用 H.HT 與 CR.HT 模式實施課目操作前，除須確實依照飛行手冊完成啟動前檢查表，並充分瞭解進入 AEOTQ 前，POWER 燈、LIMIT 燈與警告音頻運作邏輯，以便在獲得相關警示後，能迅速實施處置，防範狀況持續惡化，終至造成 AEOTQ 狀況發生，並依照原廠飛行手冊的程序及參數進行彙整並進入模擬機進行驗證，觀測相關參數及真實反應。

AS365N3 型機配備高性能四軸自動飛行控制系統，所謂四軸飛行即具備縱向、橫向、航向及集體控制軸，具備長時間姿態保持、飛行操作模式、導航/進場模式等高階功能。其中 AS365N3 型機的 CDV-155 的 H.HT 與 CR.HT 功能，提供在低空與巡航狀態下穩定高度的能力，此兩項模式對於提升海上任務（如搜救、盤旋）之安全性與精準性具有重要意義。

### 一、耦合器 CDV-155 中 FLY-UP(馬力自動補償功能)邏輯及條件：

FLY-UP 功能說明：當飛行高度低於所設定的最低雷達高度限制(Decision Height, DH)時，若同時耦合器集體桿功能已結合且「H.HT」或「CR.HT」模式啟動，系統會自動啟動 FLY-UP 功能。此時耦合器會向集體桿發出自動提升指令，使飛機高度回到安全範圍。銀幕上會亮起「FUP」指示燈，並點亮雷高表之「DH」警示燈。若飛行員手動抵銷集體桿上升指令，則該功能會解除。

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>“FLY-UP”</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <p>Safety function activated automatically, without any pilot action.</p> <p>Conditions :</p> <p>This function is active when the following three conditions are met :</p> <ul style="list-style-type: none"><li>the collective pitch is coupled.</li><li>the "H.HT" or "CR.HT" coupler mode is active;</li><li>the radio altimeter height is lower than the greater of the safety heights selected using the marker of the pilot's and copilot's radio altimeter indicators.</li></ul> |
| <p>Activation of the function :</p> <p>When the "FUP" safety function is activated :</p> <ul style="list-style-type: none"><li>the "DH" warning light of the radio altimeter indicator illuminates</li><li>the "FUP" light on the annunciator panel illuminates.</li><li>the collective pitch lever receives an order to climb up to high pitch position.</li></ul> | <div></div>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <p>De-activation of the function :</p> <ul style="list-style-type: none"><li>manually counteract the loads or use the release control on the collective lever.</li><li>the "FUP" light extinguishes.</li><li>the "climb" order is canceled.</li></ul>                                                                                                               | <div></div>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

|                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>“FLY-UP”</p>                                                                                                                                                 | <p>無飛行員指令，安全功能會自動啟動。</p> <p>狀況:</p> <p>當下列三種情況都符合，此功能就會啟動:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>耦合器集體桿功能結合。</li><li>“H.HT” 或 “CR.HT” 模式結合。</li><li>正、副駕駛雷高表高度低於雷高表所設定的 “DH” 高度。</li></ol> |
| <p>此功能啟動:</p> <p>當FUP安全功能被啟動時:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>雷高表 “DH” 警告燈會亮。</li><li>在儀表板狀態顯示欄會顯示FUP 燈。</li><li>耦合器集體桿功能收到爬升指令會自動提桿以爬升高度。</li></ul> | <div></div>                                                                                                 |
| <p>取消此功能:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>手動抵銷集體桿上升。</li><li>FUP燈燈滅。</li><li>爬升指令被取消。</li></ul>                                                       | <div></div>                                                                                                 |

圖 2：FLY-UP 指令飛行手冊 9.22 Page 18

## 二、CR.HT 及 H..HT 模式啟動前檢查表：

參考 CR.HT 模式啟動前檢查表(飛行手冊 9.22 p.12)，啟用條件：耦合器 PITCH 功能皆已結合，僅能於飛越海面時使用，不得用於陸地飛行。操作方式使用耦合器控制面板「CR-HT」按鈕開關功能，設定高度（100 呎至 2500 呎）並可隨時調整。

|                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                 |
|--------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| <div>“CR.HT” mode</div> <div>CR.HT</div> <div>ON</div> | <p>Acquisition and hold of the radio height in cruising flight.</p> <p>This mode cannot be engaged unless the collective channel is engaged.</p> <p>It can be used only when flying over the sea.</p> <p>This mode is engaged or disengaged using the "CR-HT" pushbutton on the coupler control unit.</p> <p>Prior to engaging this mode the crew must select the final height using the "100 ft to 2500 ft" potentiometer on the coupler control unit.</p> <p>The pilot may modify the final height selection at any time using the display potentiometer.</p> | <div>GSPD</div> <div>CRHT</div> <div>C</div> <div>&gt;   </div> |
|                                                        | <p><b>NOTE</b></p> <p>The excessive deviation arrow head appears to indicate a deviation of <math>\pm 40 \text{ ft} + 10 \%</math> of the height between the coupler reference height and the radio altimeter height.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <div>C</div> <div>&gt;   </div>                                 |

|                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                 |
|--------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| <div>“CR.HT” mode</div> <div>CR.HT</div> <div>ON</div> | <p>巡航模式中雷達高度的擷取與保持</p> <p>此模式僅能在耦合器集體桿與迴旋桿通道功能已啟用的情況下使用。</p> <p><b>僅限於在海面上飛行時使用，不得於陸地上使用。</b></p> <p>此模式的啟用或關閉，是透過自動駕駛耦合器控制面板上的「CR-HT」按鈕進行操作。</p> <ul style="list-style-type: none"><li>在啟用本模式之前，機組人員必須透過耦合器控制面板上的電位器旋鈕，選擇欲保持的高度（範圍為 100 呎至 2500 呎）。</li><li><b>機組員必須選擇低於雷高表高度的安全高度。</b></li><li>飛行員在飛行中可隨時使用電位器旋鈕，修改 “CR.HT” 高度設定值。</li></ul> | <div>GSPD</div> <div>CRHT</div> <div>C</div> <div>&gt;   </div> |
|                                                        | <p><b>【注意事項】</b></p> <p>若自動駕駛耦合器參考高度與電達高度錶所示高度<b>偏差超過正負40呎+參考高度的10%</b>，則會出現一個<b>**偏差警示箭頭**</b>以提醒飛行員。</p>                                                                                                                                                                                                                                     | <div>C</div> <div>&gt;   </div>                                 |

圖 3：CRHT 模式飛行手冊 9.22 Page 13

參考 H.HT 模式啟動前檢查表(飛行手冊 9.22 p.12)，啟用條件：耦合器 PITCH 功能皆已結合，操作方式透過耦合器控制面板上的「H.HT」按鍵啟用或解除，須預先以電位器設定欲保持之高度（範圍為 40 至 300 呎），設定高度「DH」值應低於當前雷達高度表指示值，若飛機高度低於設定值，「FLY-UP」功能自動啟動以提升高度。

### 三、飛機馬力限制與 AEOTQ 數值紀錄：

| 座艙的扭力表                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                | 空巴 AEOTQ 維修技令                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                   |                     |                   |         |               |                |                                                                                                                                                 |               |               |                                                                                                                                                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-------------------|---------|---------------|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <div><div>OUTER RING<br/>(TWIN-ENGINE)</div><div><div><div>0 to 88 %<br/>Continuous range</div><div>88 to 100 %<br/>Takeoff range<br/>(IAS &lt; Vy)</div><div>100 %<br/>Max takeoff<br/>(IAS &lt; Vy)</div><div>107 %<br/>Max transient torque<br/>for yaw control<br/>in hover</div></div><div></div></div></div> |                                                                                                                                | <table><tr><th>I.A.S.<br/>condition</th><th>Max. tq condition</th><th>Storage</th></tr><tr><td>I.A.S. &lt; 75kt</td><td>Max. tq &gt; 107%</td><td>1. Max. torque value (engine torque value in %)<br/>2. Number of exceedances<br/>3. Total exceedance time in seconds<br/>4. Discrete set to "0000"</td></tr><tr><td>I.A.S. &gt; 75kt</td><td>Max. tq &gt; 96%</td><td>1. Max. torque value (engine torque value in %)<br/>2. Number of exceedances<br/>3. Total exceedance time in seconds<br/>4. Discrete set to "0001"</td></tr></table> |                                                                                                                                                                                   | I.A.S.<br>condition | Max. tq condition | Storage | I.A.S. < 75kt | Max. tq > 107% | 1. Max. torque value (engine torque value in %)<br>2. Number of exceedances<br>3. Total exceedance time in seconds<br>4. Discrete set to "0000" | I.A.S. > 75kt | Max. tq > 96% | 1. Max. torque value (engine torque value in %)<br>2. Number of exceedances<br>3. Total exceedance time in seconds<br>4. Discrete set to "0001" |
| I.A.S.<br>condition                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Max. tq condition                                                                                                              | Storage                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                   |                     |                   |         |               |                |                                                                                                                                                 |               |               |                                                                                                                                                 |
| I.A.S. < 75kt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Max. tq > 107%                                                                                                                 | 1. Max. torque value (engine torque value in %)<br>2. Number of exceedances<br>3. Total exceedance time in seconds<br>4. Discrete set to "0000"                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                   |                     |                   |         |               |                |                                                                                                                                                 |               |               |                                                                                                                                                 |
| I.A.S. > 75kt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Max. tq > 96%                                                                                                                  | 1. Max. torque value (engine torque value in %)<br>2. Number of exceedances<br>3. Total exceedance time in seconds<br>4. Discrete set to "0001"                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                   |                     |                   |         |               |                |                                                                                                                                                 |               |               |                                                                                                                                                 |
| <div>■在雙引擎狀態下扭力表</div> <div>■0-88%為連續馬力(綠線範圍)</div> <div>■88-100%為起飛最大馬力(IAS&lt;Vy)，100%為最大限制值</div> <div>■107%為滯空時偏航控制的最大瞬間扭力</div>                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                | <div>■空速 Vy 以下，達 107%時方造成 AEOTQ 狀況</div> <div>■紀錄數據如下：</div> <div>最高峰值的扭力值(%)</div> <div>超限次數</div> <div>超限時間(秒)</div> <div>超限狀態(Vy 以下計 0000；Vy 以上計 0001)</div>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                   |                     |                   |         |               |                |                                                                                                                                                 |               |               |                                                                                                                                                 |
| 小結                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 圖表說明空速 Vy 以下，雖許可起飛馬力限制在 100%，惟到達 107%時方造成 AEOTQ 狀況，並被記錄於 FAU 中。<br>飛機空速在 Vy 以上，雖許可連續馬力限制在 88%，惟到達 96%方造成 AEOTQ 狀況，並被記錄於 FAU 中。 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                   |                     |                   |         |               |                |                                                                                                                                                 |               |               |                                                                                                                                                 |
| 馬力狀況                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                | 啟動條件                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 警告燈/圖示                                                                                                                                                                            |                     |                   |         |               |                |                                                                                                                                                 |               |               |                                                                                                                                                 |
| <div>■扭力表 1+2 指針大於 102.5%</div> <div>■空速（IAS）大於 50 節</div>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                | <div>■不限定耦合器集體桿軸已啟用</div>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <div>■啟動 Limit 燈與警告音頻（飛行手冊 3.1 p.2）</div> <div><div>LIMIT</div><div>+</div><div></div></div> |                     |                   |         |               |                |                                                                                                                                                 |               |               |                                                                                                                                                 |
| <div>■扭力表 1+2 指針大於 88%</div> <div>■空速（IAS）大於 50 節</div>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                | <div>■耦合器集體桿軸已啟用，且至少有一種集體桿模式啟動</div> <div>■功率自動限制於 MCP 額定值避免超限</div>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <div>■「PWR」警告燈持續亮「PWR」警告燈開始閃爍（飛行手冊 9.22 p.19）</div> <div><div>PWR</div></div>                                                                                                     |                     |                   |         |               |                |                                                                                                                                                 |               |               |                                                                                                                                                 |

|                                         |                                                                                                                                            |                                                                                                                                |
|-----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ■扭力表 1+2 指針小於 87%<br>■空速 (IAS) 大於 50 節  | ■馬力監控功能重新啟動                                                                                                                                | ■「PWR」警告燈熄滅「PWR」警告燈開始閃爍(飛行手冊 9.22 p.19)<br> |
| ■扭力表 1+2 指針大於 100%<br>■空速 (IAS) 小於 50 節 | ■不限定耦合器集體桿軸已啟用                                                                                                                             | ■「PWR」警告燈開始閃爍(飛行手冊 9.22 p.19)<br>           |
| 小結                                      | 根據綜上耦合器 CDV-155 中 FLY-UP(馬力自動補償功能)、CR.HT 及 H.HT 模式、雙引擎狀態扭力表限制、空巴 AEOTQ 維修技令、最大連續馬力(MCP)與最大起飛馬力(MTOP)警示限制下，在理論及技令基礎下進入模擬機進行驗證，並檢驗參數及飛機真實反應。 |                                                                                                                                |

#### 四、模擬機驗證科目：

- (一)使用耦合器結合集體桿軸功能是否能限制 MCP 並觸發扭力保護機制。
- (二)在耦合器結合 CR.HT 功能時，關掉雷高重開並觸發自測功能，集體桿主動補償馬力造成超限。
- (三)在滯空任務結束後嘗試使用耦合器功能脫離並觀測馬力狀況：
  1. 使用 T.UP 功能爬升指定高度
  2. 使用重飛 Go around 鍵爬升脫離
- (四)條件設定：飛機總重 4000 公斤，氣溫 30 度，靜風，巡航期間測試項目(一)及(二)，結束後使用 AS365 型機半自動程序進場，海上吊掛程序滯空 100 呎，準備脫離目標區測試項目(三)。

#### 五、模擬機驗證科目內容及結果：

| 項次  | 驗證項目               | 操作條件與流程                         | 飛機反應                                | 扭力數據          | 備註                    |
|-----|--------------------|---------------------------------|-------------------------------------|---------------|-----------------------|
| (一) | 耦合器集體桿軸限制 MCP 是否生效 | - 四軸啟用<br>- 人為設定增加集體桿           | 超過 MCP 自動限制爬升率                      | 約 88-100%     | 超過 MCP 附近會亮 LIMIT 燈提醒 |
| (二) | CR.HT 模式下雷高關閉→重開   | - CR.HT 結合<br>- 關閉→重開雷高電源(觸發自測) | - 判定高度過低啟動 FLY-UP<br>- 自動提桿補償瞬間扭力上升 | 最高可至 105-110% | 常見 AEOTQ 觸發原因之一       |

|      |                |                      |                                            |             |                             |
|------|----------------|----------------------|--------------------------------------------|-------------|-----------------------------|
| (三)A | 使用 T.UP 功能脫離滯空 | - 啟用 T.UP 爬升至 300 ft | - AP 控制爬升率約 400 – 500 ft/min<br>- 緩升但仍明顯加力 | 最高可至 90-97% | 若 T.UP 設定太高仍可能超扭            |
| (三)B | 使用 G/A 鍵執行重飛脫離 | - 任務結束後按下 G/A 鍵      | - 快速爬升轉向<br>- 馬力瞬間拉高                       | 最高可至 90-97% | 低於 35 海涅觸發 T.UP 功能條件同項次(三)A |

(一)使用耦合器結合集體桿軸功能是否能限制 MCP 並觸發扭力保護機制。

1. 操作流程：啟動 AP 控制面板結合集體桿軸與迴旋桿軸功能（四軸），使用 MCP 馬力設定飛機維持巡航高度。人為施加上升操縱指令（例如增加 CR.HT 高度或增加集體桿的使用量），觀察系統反應。
2. 真實反應：系統透過耦合器 UPPER MODE 計算所需爬升馬力，自動增加扭力至維持爬升要求。當 MCP 設定已達馬力限制（如 88%），耦合器將自動限制爬升速率以避免扭力超限。若爬升指令過急或設定高度過高、爬升率太大，扭力將接近或觸發 LIMIT 警示還是會造成超扭。

(二)在耦合器結合 CR.HT 功能時，關掉雷高重開並觸發自測功能，集體桿主動補償馬力造成超限。

1. 操作流程：在 CR.HT 結合狀態下穩定飛行於 1000ft，將雷高電源關閉重開觸發自測，系統感知高度丟失高度瞬間回報為「低於設定」，啟動 FLY-UP 功能集體桿自動補償爬升至設定高度。
2. 真實反應：在雷高初始回復時參考高度偏移過大 CR.HT 自動認定高度過低。飛行顯示燈 FUP 燈亮，自動補償集體桿上升，若此時未即時手動介入飛機在短時間內會快速爬升，馬力激增至近上限觸發 AEOTQ 門檻，LIMIT 燈與音頻警報同時啟動。

(三)在滯空任務結束後嘗試使用耦合器功能脫離並觀測馬力狀況：

1. 使用 T.UP 功能爬升指定高度：設定 T.UP 爬升目標為 300ft，AP 自動控制爬升（約 400 – 500ft/min）。馬力自動調整爬升初期扭力為 90 – 97%，若總重較高（如超過 4200kg）或溫度超過 35°C 扭力易超過 100%。

2. 使用重飛 Go around 鍵爬升脫離：預設為全馬力上升需飛行員使用腳舵配合航向改變，因空速小於 35 海浬將會啟動 T.UP 模式。

#### 六、有關 AEOTQ 的預防及改正：

- (一) 飛行前準備：熟悉馬力限制參數，熟記 MCP(最大連續馬力)、MTOP(最大起飛馬力)、OEI 限制扭力值。完整執行性能計算，根據任務重量、氣象、溫度等條件，確認是否可能超出引擎負載限制。
- (二) 飛行中操作注意：使用耦合器四軸自動控制可提供自動保護與限制，留意警示燈與音頻提示，避免過快拉升集體桿並謹慎使用自動模式（例如：雷高重啟自測、H.HT/CR.HT 錯誤設定或誤觸 FLY-UP 都可能瞬間補償造成超扭），在飛行中操縱員手腳保持控制位置，能第一時間壓制耦合器補償動作（如 FLY-UP 爬升）。
- (三) AEOTQ 發生後的改正程序：若發生 AEOTQ（扭力值上升 + LIMIT 燈亮 + 警告音）立即減少集體桿，平緩回收馬力，避免驟減導致高度損失或 NR 下降，確認是否單發動機異常，評估是否執行 OEI 操作程序，檢查 FLY-UP、CR.HT/H.HT 設定是否觸發補償並關閉不必要的高度保持、自動補償功能，保持馬力在 MCP 以內並監控油溫、壓力參數。

#### 七、結論

AEOTQ 雖屬極端馬力輸出狀況，但實際上在任務飛行中極易因設定疏忽、操作誤判或系統自動補償而被觸發，尤其在使用自動高度模式（如 H.HT、CR.HT）或耦合器控制飛行時，若操作員對其邏輯理解不完全，極可能因雷高設定錯誤或誤觸 FLY-UP 而導致馬力瞬間暴增，觸發超扭風險。本次的驗證結果可知 AS365 型機在同級雙發動機中型直升機中馬力輸出性能相較稍顯保守，且在實務上當吊掛滯空或起飛重量接近臨界值，馬力餘裕較少容易接近扭力限制，尤其在高溫、高海拔（如台灣盛夏、山區）任務中，會明顯感覺到爬升率下降、提桿限制明顯，建議在操作時預留 5-10% 的裕值作彈性調整。

經由本次模擬機訓練與報告彙整可知，預防 AEOTQ 的關鍵不在於單一環節，而是必須結合完整的飛行前性能評估、操作中儀表監控、正確系統理解與即時人機協同處置。此

外，強調「多組員合作」與「任務分工清楚」亦是有效因應 AEOTQ 的最後一道防線。

作為飛行員，唯有持續精進對自動駕駛系統邏輯的掌握、強化危機應變的反應訓練，並在日常飛行中養成主動監控及持續溝通的良好習慣，才能確保任務執行的最大安全，並將飛行風險降到最低。

## 肆、心得

本次模擬機訓練由 RONNIE 和 DAVID 兩位教官精心設計，課程內容環繞發動機失效、調速器失效、空中火警、尾旋翼失效、自動旋轉及各項系統失效等核心課題並加入 AEOTQ 驗證項目，並針對起飛、巡航、降落、海域吊掛以及儀器真天氣等各飛行階段，模擬可能發生的緊急狀況。訓練中強調飛行員應飛在飛機的「前面」，提早預想後續的飛行操作、細心觀察和快速應變處置，學員需時刻保持警覺，熟悉檢查清單並迅速進行正副駕駛雙向溝通以解決問題。通過不斷重複練習，學員將精準辨識各種故障徵兆，將操作程序熟練至肌肉記憶層次，養成良好的操作習慣。這樣能確保在實際任務中遇到緊急情況時，飛行員能冷靜應對並採取正確行動，從而提升整體飛行安全性。

### 一、模擬機的操作量有助於實機飛行：

模擬機的操作參數依據技令與飛行手冊設計，能準確模擬飛行性能的臨界條件，其全動態反應提供了高度擬真的訓練環境。在操作時，飛行員需柔和控桿以避免超過操作限制，特別是在地面效應（IGE）滯空狀態下，由於模擬機具有高靈敏的特性，若飛行員在操作上有不足（如晃桿等），將容易被放大，另外過度的操作甚至可能導致飛機失控，特別在設定 4300 公斤及外界溫度高溫環境在起飛階段須非常柔和操作不然會產生 AEOTQ。這種訓練方式非常適合幫助飛行員改善操作技巧，對提升實機操控的精準度與穩定性有顯著效果，堪稱提升操作細膩度與飛行安全不可或缺的重要工具。

### 二、模擬機可以隨停、隨用、反覆使用：

模擬機訓練具有隨時暫停、隨時使用及反覆練習的特點，可補足實機訓練中難以重複操作的需求。例如在 CAT B 放棄起飛及自動旋轉訓練中，教官可透過多次操作重複上一動作的方式，指導學員掌握轉速與姿態的精準控制點，從而建立穩定的飛行姿態及軌跡，確保平穩著陸的能力。模擬機廣泛適用於緊急操作程序的訓練，並可逐步增加難度與複雜性，涵蓋單引擎操作、多系統故障等模擬情境，最終延伸至各類飛行任務場景。對資淺飛行員而言，模擬機有助於建立標準操作程序；對經驗豐富的飛行員，則能改善操作習慣並強化

肌肉記憶。這些記憶在緊急情況下，能幫助飛行員迅速辨識徵兆並作出正確處置，具有深遠的價值和廣泛的效益。

### 三、模擬機訓練使飛行知識能知其所以然：

模擬機是一個結合學理與技術驗證的平台，此次在術科開始前由領隊召集成員進行驗證科目的想定，組員間彼此討論激盪腦力並拿出飛行手冊翻閱研討，而此次的驗證項目皆結合實際飛行中所遭遇的問題，透過模擬機飛行員可以模擬各種理想與非理想的情境，將實際任務中可能遇到的問題融入訓練，逐步探索解決方法，精進對自動駕駛系統邏輯的掌握、強化危機應變的反應訓練，並在日常飛行中養成主動監控。

### 四、訓練側重多組員合作訓練(MCC)：

經過此次模擬機訓練後，感覺明顯提升了個人的應變能力和飛行技能，尤其是在面對緊急情況時，都能保持冷靜的態度，查閱操作手冊及按照標準操作程序處置，而非單純依賴記憶。透過這次的課程訓練，更深入理解 MCC 的重要性，並學會在緊急情況下如何與機組成員合作，確保每個操作步驟的要領與正確性。另外針對不同的緊急狀況，如單發動機失效(OEI)、GOV 失效和尾旋翼失效等，在模擬機訓練中都能熟練應對，也培養快速反應的能力，在整體的操作技巧與應變能力也都有了顯著提升，在此特別感謝本次教學的 RONNIE 及 DAVID 二位優秀模擬機教官，相信在未來實際的飛行中面對問題都能從容且處之泰然。

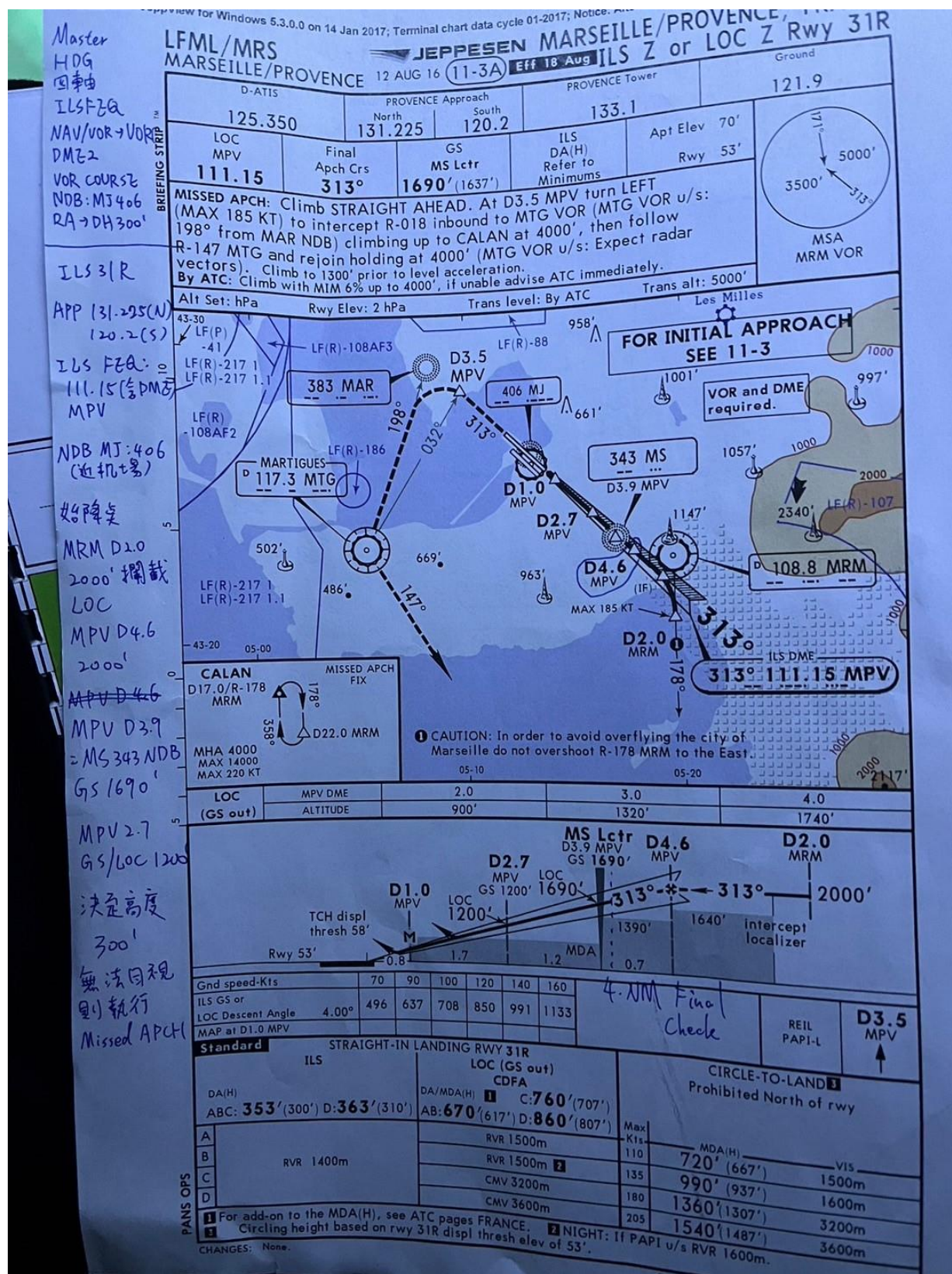
## 伍、建議事項

模擬機派訓梯次人員組成宜適度配置經驗比例：

目前空勤總隊執行模擬機出國訓練通常每梯次派遣四名飛行員，建議未來在人員編組上應盡量避免同梯次中包含過多新進飛行員，以維持訓練過程中經驗傳承與互相提醒的效果。建議原則上每梯次應至少配置一至兩名具有實機豐富經驗之飛行員，以利模擬機訓練中針對複雜緊急狀況進行有效討論與經驗分享。

| DAY<br>DATE | MONDAY<br>14-Jul-25 | TUESDAY<br>15-Jul-25   | WEDNESDAY<br>16-Jul-25 | THURSDAY<br>17-Jul-25  | FRIDAY<br>18-Jul-25    |
|-------------|---------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
|             |                     |                        |                        |                        |                        |
| 0800        |                     |                        |                        |                        |                        |
| 0900        | GROUND<br>COURSE    | UAE                    | UAE                    | UAE                    | UAE                    |
| 1000        |                     |                        |                        |                        |                        |
| 1100        |                     |                        | 1115 - 1315<br>BATCH 1 | 1115 - 1315<br>BATCH 1 | 1115 - 1315<br>BATCH 1 |
| 1200        |                     | UAE                    | MAJ GOV                | IFR                    | SKILL TEST             |
| 1300        |                     |                        |                        |                        |                        |
| 1400        |                     | 1415 - 1615<br>BATCH 1 | 1415 - 1615<br>BATCH 1 | 1415 - 1615<br>BATCH 1 | 1330 - 1530<br>BATCH 1 |
| 1500        |                     | OEI                    | LOFT                   | REVISION               | SKILL TEST             |
| 1600        |                     |                        | 1630 - 1830<br>BATCH 2 | 1630 - 1830<br>BATCH 2 |                        |
| 1700        |                     | 1715 - 1915<br>BATCH 1 |                        |                        |                        |
| 1800        |                     | TAIL ROTOR             |                        | IFR                    |                        |
| 1900        |                     |                        | 1930 - 2130<br>BATCH 2 | 1930 - 2130<br>BATCH 2 |                        |
| 2000        |                     | 1930 - 2130<br>BATCH 2 | LOFT                   | REVISION               |                        |
| 2100        |                     | OEI                    |                        |                        |                        |
| 2200        |                     |                        |                        |                        |                        |
| 2300        |                     | 2230 - 0030<br>BATCH 2 |                        |                        |                        |
| 2359        |                     | TAIL ROTOR             |                        |                        |                        |
| 0100        |                     |                        |                        |                        |                        |

圖 4：模擬機訓練課程表



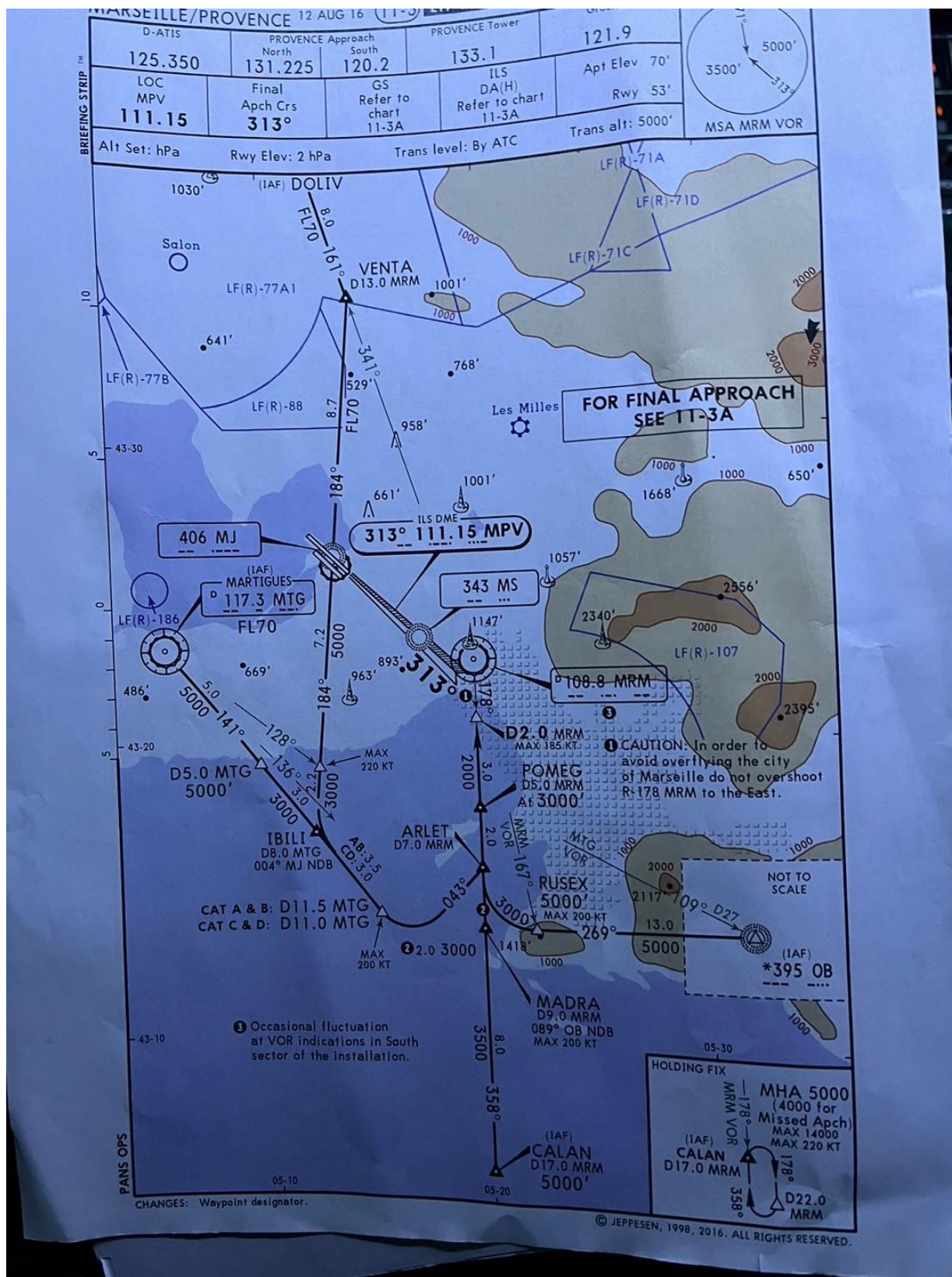


圖 6：馬賽機場到場程序



圖 7：地面學科課程紀實



圖 8：飛行後歸詢紀實

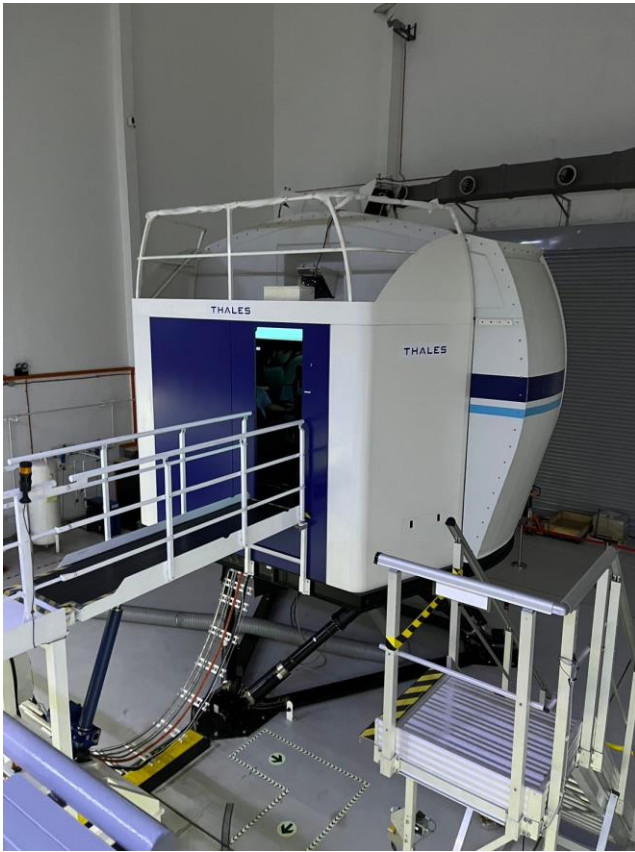


圖 9：本次術科訓練之模擬機機艙



圖 10：114 年第二梯次人員完訓照片