

行政院及所屬各機關出國報告

(出國類別：實習)

模擬機評估訓練

服務機關：民航局

出國人 職稱：技士、技士、約聘檢查員

姓名：林俊良、吳家珍、姚若愚

出國地區：加拿大

出國期間：90.7.28. - 90.8.6.

報告日期：90.10.23

H2/  
C09005720

公務出國報告提要

頁數: 17 含附件: 否

報告名稱:

模擬機評估訓練

主辦機關:

交通部民用航空局

聯絡人/電話:

陳碧雲/(02)23496197

出國人員:

林俊良	交通部民用航空局	飛航標準組	技士
姚若愚	交通部民用航空局	飛航標準組	約聘人員
吳家珍	交通部民用航空局	飛航標準組	技士

出國類別: 實習

出國地區: 加拿大

出國期間: 民國 90 年 07 月 28 日 - 民國 90 年 08 月 06 日

報告日期: 民國 90 年 10 月 22 日

分類號/目: H2/航空 H2/航空

關鍵詞: 模擬機, 視訊系統(VISUAL SYSTEM), 制動系統(MOTION SYSTEM)

內容摘要: 本次課程係由加拿大CAE模擬機製造廠提供之模擬機接收課程，主要依據為美國航空總署所發佈之AC 120-40B及CAE廠模擬機之接收測試指引(ATG)文件作為教材，配合模擬機各系統實地檢測操作為輔。本文介紹係由接收程序配合測試指引文件的角度的角度闡述模擬機所有重要系統的基本功能及驗證標準,此部份正是模擬機評估之重要系統功能指標.課程為模擬機之接收程序及符合性檢查之實施與確認，對本局現行及將來航空公司新進模擬機之接收及發證程序有專業上之提昇及實務之助益。

本文電子檔已上傳至出國報告資訊網

報告項目：

壹、行程摘要

貳、訓練課程摘要

參、CAE 廠模擬機系統摘要說明

肆、模擬機檢定程序

伍、綜合檢討

壹、行程摘要：

- 一、90.7.28.台北-紐約(行程)
- 二、90.7.29.紐約-加拿大蒙特婁
- 三、90.7.30.模擬機評估訓練
- 四、90.7.31. 模擬機評估訓練
- 五、90.8.1. 模擬機評估訓練
- 六、90.8.2. 模擬機評估訓練
- 七、90.8.3. 模擬機評估訓練
- 八、90.8.4. 蒙特婁-紐約
- 九、90.8.5~6.紐約-台北。

## 貳、CAE Electronics Ltd.廠簡介及模擬機訓練課程摘要：

### 一、CAE 廠簡介：

CAE 廠位於加拿大蒙特婁，該廠產品包含各類之航空及工業用之電子產品，飛航模擬機亦僅為其中之一，且該模擬機之製造及產品亦符合 FAA、JAA 及 JCAB...等全世界主要航空主管機關之驗證認可，現全世界航空公司使用 CAE 模擬機之比率依該公司說明已超過五成。

### 二、模擬機訓練課程：

本次課程係由加拿大 CAE 模擬機製造廠提供之模擬機接收課程，主要依據為美國航空總署所發佈之 AC 120-40B 及 CAE 廠模擬機之接收測試指引(ATG)文件作為教材，配合各系統實地之 OJT 檢測操作為輔。

課程之重點於模擬機之接收程序及符合標準，與我現行對航空公司新進模擬機之接收及發證程序有實務之助益。詳細之課程內容如下頁。

**SIMULATOR INSPECTION & RECEIVING TRAINING COURSE  
FOR CAA AVIATION SAFETY INSPECTOR**

		7/30 MON	7/31 TUE	8/1 WED	8/2 THU	8/3 FRI
1	0830   0920		Regulation Dr.Harden	ATG Mr.Carlo	Instruction Display Mr.Michael Chen	Test & Evaluation Capt.Fedele
	0930   1020	Welcome President Burney	Regulation Dr.Harden	ATG Mr.Carlo	Instruction Display Mr.Michael Chen	Test & Evaluation Capt.Fedele
3	1030   1120	Orientation P.M. Wee	Regulation Dr.Harden	ATG Mr.Carlo	Instruction Display Mr.Michael Chen	Test & Evaluation Capt.Fedele
	1330   1420	CAE Introduction P.M. Wee	System Design Dr.Targgat	ATG Dr.Running	Test & Evaluation Capt.Burroughs	Test & Evaluation Capt.Fedele
5	1430   1520	CAE Introduction P.M. Wee	System Design Dr.Targgat	ATG	Test & Evaluation Capt.Burroughs	Certification & Farewell Party
				Dr.Running	Capt.Burroughs	VP. Macramallah

## 參、模擬機檢定程序

模擬機主要為訓練及考驗飛行組員之裝備用途。模擬機提供比真飛機更複雜及高真實度之環境模擬及飛行員之操作行為訓練，可提高訓練之效率、安全的飛航操作及降低飛行操作成本。

依據我國法規及 FAR 之規定，對飛航駕駛員之訓練、複訓及考驗(CHECKING)均有強制之要求，在我國發佈之模擬機檢定手冊及 FAR 61、121 的 APPENDIX 內亦規範使用飛航模擬裝備之程序及標準；模擬機之設備等級標準亦與航空業者對飛航駕駛員所施與之訓練或考驗科目相關，其駕駛員使用模擬機最後之訓練成效亦直接與第一線飛航之操作風險密切相關。因此 FAA 在對模擬機之評估檢定亦成立國家模擬機評估部門(NATIONAL SIMULATOR EVALUATION PROGRAM) NSPM，訓有模擬機評估人員(SIMULATOR EVALUATION SPECIALIST)專責訂定有關模擬機之政策、法規及管理美國境內及其航空業者需使用之模擬機之檢定發證事宜。

欲使用模擬機達成飛行員訓練、考核之目的，必須確保模擬機之性能，模擬機基本上包含下述範疇：

- 一、橫向、縱向之反應，起飛、爬昇、巡航、進場、降落等之性能，以及其他視模擬機等及複雜度或特定之需求，諸如動感及目視系統。
- 二、為確保模擬機能維持被主管機關認可之性能標準，特定之模擬機檢定程序，乃為必要。
- 三、模擬機之檢定程序分為兩個主要部分：
  - 1、 接受確認測試
  - 2、 功能/主觀測試
- 四、上述之測試包含了由民航主管機關在該機種具有合格資格之飛行員來作模擬機之品質認定，確認測試用於客觀的比較模擬機與飛機之資料，以確認二者皆在一定限度之誤差範圍內。

- 五、功能/主觀測試適用來確保模擬機用於正常訓練期間，模擬機能力之基準，並確認模擬機操縱系、儀表及各系統的正確操作。
- 六、若測試結果某些項目不合標準，但不嚴重影響其等級評鑑，主管機關可以有條件性的核可該模擬機，並指定一特定時間要求申請機構解決此問題；若該確認測試結果在此等級中具有決定性之影響，或為絕對必須之要求，主管機關得以較低等級及限制某些動作之方式來核可此模擬機。

本局於 81.8.15 已依參考 1991.7.31.FAA 頒行之 AC120-40B 文件訂定「飛行模擬機檢定手冊」，並發與國內備有飛行模擬機之華航及長榮航空參考運用，該項 AC 之版期迄今仍使用中。



## 肆、模擬機系統摘要說明

### 一、模擬機裝備等級：

現行飛行模擬訓練所使用之輔助裝備種類主要可分為視訊(VISUAL)及非視訊(NONVISUAL)之靜態或動態二大類，其中飛行模擬機(FLIGHT SIMULATOR)及飛行訓練設備(FLIGHT TRAINING DEVICE)分為其代表。

本文中之模擬機依據 FAR 及 JAR 之定義為對一特定序號之型別機型飛機所模擬之一全尺寸之飛行駕駛艙，包含其中所有的裝備以及必要的電腦或計算程式來展現該飛機在地面及飛行中之所有操作情況；模擬系統包含一視訊系統(VISUAL SYSTEM)提供駕駛艙窗外之視覺顯示，以及一個制動系統(MOTION SYSTEM)。

依據模擬機之各項功能，在 FAR 121 APPENDIX 及 AC 120-40B 中分為 LEVEL A、B、C 及 D 四級，其主要之功能差異要求簡述如下：

#### 1. LEVEL A：

- (2)最基礎之模擬機，為一封閉之全尺寸之飛機駕駛艙，包含模擬之所有系統、儀表、導航裝備、通訊、提醒及警告系統。
- (3)除駕駛座位外，尚需包含考試教官(INSTRUCTOR)及檢查員/觀察員之座位。
- (4)基礎之 MOTION、VISUAL 以及 SOUND 系統。
- (5)VISUAL 系統需提供每位飛行員水平 45 度，垂直 30 度之視角。

#### 2. LEVEL B：

- (1)除 LEVEL A 要求外，需使用飛機實際飛行性能數據作為模擬性能及系統反應之特性。
- (2)另需加入地面模擬項目(GROUND EFFECT REACTION AND HANDLING)。

3. LEVEL C :
  - (1)除 LEVEL B 要求外
  - (2)VISUAL 系統需具模擬昏暗/夜晚 DUST/NIGHT 之功能，並提供每位駕駛員至少 75 度之視角。
  - (3)MOTION 系統應為六軸平台控制系統。
  - (4)SOUND 系統應模擬重要之飛機聲響，如 CRASH LANDING。
  - (5)應可模擬側風(WINDSHEAR)情況。
  
4. LEVEL D :
  - (1)應具 LEVEL C 之要求標準。
  - (2)應具全 DAYLIGHT/DUSK/NIGHT 之 VISUAL 系統及具真實之飛機聲響及振動等模擬反應。

本次訓練以 B747-400F FULL FLIGHT SIMULATOR 為模擬機，該模擬機預定檢定為符合 FAR LEVEL D 之模擬機標準，設計為每天操作 20 小時為基準，可靠度可達 99%。

## 二、模擬機簡介：

1. 模擬飛機：模擬機所模擬之機型(A/C MODEL)、製造序號及尾號(SERIAL/TAIL NUMBER)以及國籍登記號碼(RIGISTRY NUMBER)。
2. 性能標準符合 FAR-121 APPENDIX H 及 AC-120-40B 之要求。
  - (1)視訊系統(VISUAL SYSTEM)：本機之視訊系統為 CAE 公司之規範所製作，主要為一 IMAGE GENERATOR(IG)系統(有 3 CHANNELS)、顯示系統(DISPLAY SYSTEM)(包含三組 PROJECTORS、模擬機螢幕)及一電腦工作站所組成，簡要組織如附件。

- (2) 資料庫整合：包含視訊資料與主控電腦(HOST)之整合、  
    視訊高度之回溯(FEEDBACK)及視訊系統與制動系統  
    (MOTION SYSTEM)之控制等。
- 3. 可轉換不同之模擬機型(CONVERSION)
  - (1) 貨機與全客機機型之轉換。
  - (2) 差異性：
    - 軟體：
      - i. 環控系統(ECS)
      - ii. 貨艙火警偵測(CARGO FIRE PROTECTION)
      - iii. 發動機型別
      - iv. 空調系統
      - v. 客艙廣播系統
    - 硬體：相關系統操作面版

### 三、模擬機系統主要裝備介紹

- 1. 飛行艙及電力系統
  - (1) 機身結構：包含整個駕駛艙前側區域、座椅及斷電器 CB  
(CIRCUIT BREAKER) 面版，外部之強化玻璃纖維、控制  
    柵欄及踏版等，整個結構需有防音及防外部燈光之要求。
  - (2) 真實性部份：包含使用與實機相同之硬體組件、儀表、控  
    制面表及顯示系統、內部燈光、斷電器、窗戶玻璃及座椅  
    等。
  - (3) 飛行組員使用通道：包含一般及緊急時之裝備。
  - (4) 操作特性：對電源起動及液壓系起動之電腦模擬特有規範  
    要求。
  - (5) 空調部份：需保持內部環境在 20°C(外部為 27°C 以上)，內  
    部空氣需於 2 分鐘內循環更換。另為其餘裝備冷卻之要  
    求。
  - (6) 緊急系統：駕駛艙內需有偵煙系統、緊急斷電、斷液壓系  
    統，另原實機內之緊急裝備如滅火瓶等亦需裝配。
  - (7) 電力系統：需有直流電(DC)供電及保護系統、400Hz 交流  
    電發電機、備用電源給特定操作系統、緊急電源等功能。

(8) 煙霧產生系統：煙霧為模擬電器火警及空調煙霧情況，其可為從空調出口產生，煙霧成份組成有其規範，需為無害人體及無殘留。

## 2. 飛機系統模擬

- (1) 空調艙壓系(ATA21)：實際艙壓無需模擬，但調節面版、洩壓閥及相關指示仍可運作。
- (2) 自動飛行控制系(ATA22)：自動飛行軟體模擬功能可由電腦替代，但控制面版及訊號顯示均需與飛機相同。自動駕駛(AUTOPILOT)及飛行指令(FLIGHT DIRECTOR)之核准資料(APPROVED DATA)需為與實機相同之合法性。
- (3) 通訊及音響系(ATA23)：模擬機內組員席位之飛機通訊系統必須被模擬，駕駛員及教師通話使用之耳機、麥克風亦同。
- (4) 電力系(ATA24)：所有電力系統的開關、控制以及顯示都必須被模擬且應具有與實機相同之效果。電力必須供應到所有使用電的系統。電壓、頻率及負載必須被計算以正確反映系統之狀態且能正確地呈顯於適當的儀表或顯示器上。
- (5) 防火系(ATA26)：包含飛機、發動機及 APU 之防火及偵測均需模擬。
- (6) 飛行控制(ATA27)：可模擬飛機之操控面，如鼻輪轉向、水平操控面調整(TRIM)、襟翼、擾流版、燃油系統之控制(包含 BOOST、TRANSFER、DUMP、EJECTOR)及其油溫、壓力、流量及結冰之指示。
- (7) 液壓系(ATA29)：配合控制面版之各項指示及邏輯程序。
- (8) 除/防冰(ATA30)：配合控制面版之各項指示及邏輯程序。
- (9) 警告系(ATA31)：配合控制面版之各項指示及邏輯程序，包含視覺、聽覺及震動效果。
- (10) 起落架及剎車(ATA32)：配合控制面版之各項指示及邏輯程序。
- (11) 導航系(ATA34)：

- i、極高頻(VHF)導航系統(VOR、ILS、DME、Marker)：  
極高頻導航系統之模擬應包含極高頻多向導航(VOR)/  
儀器降落系統(ILS)/信標台(Maker beacon)等接收機、測  
距儀(DME)收發射機以及相關之天線與控制系統等。
- ii、自動歸尋(Automatic Direction Finding)：自動歸尋之  
模擬應藉由與儲存之無線電台資料庫連結而達成，所  
有操作模式與適當的接收機增益特性將被模擬。
- iii、空中交通管制循答機(ATC Transponder)：空中交通管  
制系統模擬將包括個別收發射機之操作以及相關之天  
線系統，控制面板顯示器將響應組員之行動。本模擬  
系統被賦予任何操作模式之能力。
- iv、飛航儀表(Flight Instrument)：飛航儀表系統被模擬且  
將包括開關切換之作用、匯流排電力分配、斷路器以  
及其他確認旗幟等。
- v、空中防撞系統(Traffic Alert and Collision Avoidance  
System, TCAS)：第二代空中防撞系統 7.0 版處理器由  
主電腦模擬，提供必要的介面去驅動空中防撞系統顯  
示單元、聲音之提醒警示(Traffic Advisory)及影像之導  
引警示(Resolution Advisory)。
- vi、整合的顯示系統(Integrated Display System)：當儘可  
能地減低真實的航電裝備使用後，整合的顯示系統模  
擬應提供高精確度之飛機系統所有作業狀況。模擬情  
況應符合供應商及飛機製造商被核准之資料(Approved  
Data)以及檢定依據之品質標準。
- vii、飛航管理系統(Flight Management System, FMS)：  
飛航管理系統應包括飛航管理電腦(FMCs)以及正/副駕  
駛之複合式控制及顯示單元(MCDUs)。飛航管理系統  
主機應具備性能管理、導引、導航以及顯示用於飛機  
上之資料程序。
- viii、加強型接近地面警告系統(Enhanced Ground  
Proximity Warning System, EGPWS)：加強型接近地面

警告系統使用飛機上之硬體，模擬包含測試之所有使用於飛機上之操作模式。由加強型接近地面警告系統主導自動地切換至系統本身或氣象雷達與由電子飛航儀表系統(EFIS)控制面板由人工控制一樣須被模擬。

ix、慣性導航系統(Inertial Reference System, IRS)：慣性導航系統由 IRS 模式選擇裝置、慣性參考裝置(IRU)(由主電腦模擬)以及電池裝置(由主電腦模擬)等模擬。此模擬提供飛機之角速度、加速度、姿態、方位、速度以及目前位置等顯示於電子飛航儀表系統，並用於位置之保持/導引。

x、全球定位系統(Globe Positioning System, GPS)：全球定位系統提供資訊用於顯示及保持飛機本身位置之需求。

xi、自動油門系統(Autothrottle System)：自動油門系統必須被模擬。

xii、氣象雷達(Weather Radar)：氣象雷達模擬是基於使用儲存的天氣圖相在軟體的控制下被掃描以達成代表天氣系統逼真的雷達顯示。

(12) 氧氣系：氧氣面罩、置放及其內之通話需與實機模擬一致。

(13) 氣源系(ATA) 配合控制面版之各項指示及邏輯程序。

(14) 維護系統(CENTRAL MAINTENANCE SYSTEM CMS)：包含維護顯示指示、測試及 EICAS 顯示功能。

(15) APU 系：配合控制面版之各項指示及邏輯程序。

(16) 推進系(ATA)：包含推進發動機之性能特性、動靜態性能、起動、附屬特性(如滑油變化、震動及隔艙溫度等)及發動機之儀表指示等之模擬。

(17) 未模擬事項：為避免多餘模擬造成複雜之誤解或有導致不一致之結果，仍有多項原飛機之系統或功能不需或不必要模擬之要求，如雨刷、CVR、DFDR...等。

### 3. 環境模擬

- (1) 大氣環境：外部環境之溫度及大氣壓力值之設定，以模擬不同之海拔高度及標準天天氣；跑道情況設定如濕滑、結冰、wet-on-rubber 等情況；積雪、跑道風速、風剪(WINDSHEAR)及亂流之設定。
  - (2) 聲響系統：如發動機起動及加減速及反推力器使用、飛機各系統運作包含液壓系及 APU 及斷電器(RELAY)、起落架相關機構運作、異常聲音、墜毀、雷雨及冰雹、機場及其它相關之聲響等。
  - (3) 制動系統：透過六軸控制平台運作，模擬飛機所有之動作包含線性(X、Y、Z)三軸及其旋轉(ROLL、YAW、PITCH)等以及特別之飛機抖動(BUFFET)包含高速、反推力器使用、起落架收放及滑行或爆胎等。
4. 導航及通訊模擬：
- (1) 導航系統：無線電導航地面電台是以實際存在之參數為基礎，以導航資料庫之名包含於主電腦內一系列之檔案資料中，該資料包含全世界的範圍。
  - (2) 通訊系統：基於通訊電台之數量過於龐大，購買者將僅指定使用較頻繁之電台。通訊電台在規範的頻率內是可調整的。除此之外；教師席可以在任何頻率及距離環境下建立雙向溝通之能力。
5. 模擬機教師操作系統(INSTRUCTOR OPERATOR SYSTEM)
- (1) 硬體：包含椅座及二個觸控式操作螢幕、模擬機控制、通訊裝備、列印及維護雙向通話等裝備。
  - (2) 軟體：包含模擬機之控制及情況顯示(Simulator control/Condition display)、教學說明(Help)、異常設定(Malfunctions)、航路/航行圖(Map plots)、示意圖(Graphic plots)及科目計畫(LESSON PLAN)等。
6. 制動及控制系統(Motion and Control Loading System)
- (1) 制動及控制二系統分別為利用液壓 Actuator 及數位之電子訊號來推動模擬機平台。

- (2) 控制系統之中樞為一數位式之主電腦(Digital Control Cabinet)，經由嚴謹之計算及邏輯判斷，來送出適切之電子訊號至液壓動力機(Hydraulic Power Supply)來推動制動系統。
- (3) 制動系統包含六個液壓 Actuator 及平台，其動作性能及規格請參閱 TECHNICAL SPECIFICATION。



## 伍、綜合檢討

- 一、 模擬機係現行最有效之飛航訓練工具，經過多年來之科技提昇及數位化之整理，模擬機所能模擬之飛航情況，幾乎可說是與真實情況並無二致，多數之飛航考驗均採用模擬機來執行，且具有真飛機無法執行之緊急情況訓練能力，乃現行民航主管機關認可之有效訓練方式。
- 二、 為確保模擬機飛航訓練之有效性，模擬機經常保持適航適必要的，但模擬機之設計運作方式與真飛機不同，無法以真飛機之適航檢定方法來執行適航檢定，也因此模擬機之適航檢定必須另有規範。
- 三、 本局自 20 年前華航建立模擬機訓練能量以來，一直係以委託授權航空公司檢定而未能建立相關之檢定能量，且每兩年收取新台幣六千元之檢定費，然對於模擬機檢定總仍力有未逮之感。現本局已有人員派訓，雖仍是起步，後續若仍可對世界各主要模擬機機型之檢定可持續完成訓練時，應可大步趕上主要國家之檢定標準。
- 四、 本國航空業者主要使用之飛航模擬機有中華航空及長榮航空二家，使用之模擬機製造廠亦在二家以上，後續本局在模擬機檢定人員之資格提昇及保持，應可採分散製造廠或不同民航主管機關(FAR 或 JAA 系統)接受訓練之方式辦理。