

出國報告（出國類別：其他/訓練）

**CAE 7000XR B787 飛行模擬機
設備檢定測試指南(QTG)訓練課程**

服務機關：交通部民用航空局

姓名職稱：林敬恆/飛航檢查員

黃圭男/適航查核員

派赴國家：加拿大

出國期間：113年5月4日至11日

報告日期：113年7月3日

摘 要

「因應國際民用航空組織之新標準、新機型或新技術之引進，民用航空局得遴派適當檢查員參加新職能訓練」。中華航空公司（下稱華航）將建置 B787 飛行模擬機及飛行訓練器，該飛行模擬機之設備檢定測試指南（Qualifications Test Guide，下稱 QTG）須符合本局模擬機檢驗作業規定要求標準，始得給證運行。

民用航空局飛航標準組亦即指派適航查核員黃圭男、飛航檢查員林敬恆等 2 員，赴加拿大蒙特婁執行 CAE 7000XR B787 飛行模擬機設備檢定測試指南（QTG）訓練課程，內容包含：Flight QTG Tuning、Sound QTG Tuning、Motion QTG Tuning、Flight Controls QTG Tuning、Flight Model Tunable Features 等五大項目。

有關航機之正常操作程序與不正常操作程序，幾不可能對每一位飛航駕駛員於真實航機中逐一進行操作訓練，更普遍且務實地做法是在飛行模擬機及飛行訓練器中進行之。因此，飛航駕駛員能否順利且有效地在模擬機與真實航機進行銜接訓練，端賴飛行模擬機與飛行訓練器模擬真實航機的聲響、動態、飛行操作與回饋、視覺效果、及特殊外部情境等仿真程度，各項參數與指標即為飛行模擬機之設備檢定測試指南（Qualifications Test Guide，QTG）訓練最主要目的，亦是本局驗證飛行模擬機與飛行訓練器的重要依據。

目 次

壹、目的.....	4
貳、訓練行程.....	5
一、出國行程.....	5
(一)參與人員.....	5
(二)行程摘要.....	6
二、CAE 加拿大蒙特婁訓練中心.....	6
三、B787 飛行模擬機 QTG 訓練課程.....	7
(一)QTG(Qualifications Test Guide)設備檢定測試指南.....	7
(二)QTG 訓練課程文件.....	9
(三)QTG 訓練課程大綱.....	9
參、心得及建議.....	15
一、心得.....	15
二、建議.....	16

壹、目的

本訓練案依據「交通部民用航空局航空安全檢查及飛航測試執行要點」第三節第九點規定：「因應國際民用航空組織之新標準、新機型或新技術之引進，民用航空局得遴派適當檢查員參加新職能訓練」辦理。因應中華航空公司（下稱華航）將建置 B787 飛行模擬機及飛行訓練器，該飛行模擬機之設備檢定測試指南（Qualifications Test Guide，下稱 QTG）須符合本局模擬機檢驗作業規定要求標準，始得給證運行。

航機的正常操作程序與不正常操作程序，幾不可能於真實航機中逐一進行飛航駕駛員訓練，更普遍且務實地做法是在飛行模擬機及飛航訓練器中進行訓練。因此，飛航駕駛員能否順利且有效地在模擬機與真實航機進行銜接訓練，端賴飛行模擬機與飛行訓練器模擬真實航機的聲響、動態、飛行操作與回饋、視覺效果、及特殊外部情境等仿真程度，各項參數與指標即為飛行模擬機之設備檢定測試指南（Qualifications Test Guide，QTG）訓練最主要的目的，亦是本局驗證飛行模擬機與飛行訓練器的重要依據。



模擬機製造商 CAE 提供華航 QTG 訓練課程，並提供本局二個訓練名額，本局飛航標準組派適航查核員黃圭男、飛航檢查員林敬恆等 2 員參加該訓練，該訓練課程於 113 年 5 月 6 日至 15 日於加拿大蒙特婁 CAE 訓練中心辦理，惟部分課程為模擬機設備軟、硬體調校，並不適用本局檢查員，爰僅參加 5 月 4 日至 9 日課程。

黃、林 2 員於取得該 QTG 訓練返國後，不僅將有助遂行華航飛行模擬機、飛行訓練器引進檢定、測試、給證等檢查作業，亦有助於執行其他已使用 B787 型機運營之本國籍航空業者之相關航務檢查作業。

貳、訓練行程

一、出國行程

(一)參與人員

單 位	組 室	姓 名	職 稱	職 級
交通部/民用航空局	飛航標準組/ 初始適航科	黃圭男	適航查核員	約聘
交通部/民用航空局	飛航標準組/ 航務科	林敬恆	飛航檢查員	技士

(二)行程摘要

日期	地點	行程說明
5/4(六)	台北桃園國際機場 至 加拿大溫哥華國際機場 至 加拿大蒙特婁國際機場	中華航空 CI-032 加拿大航空 AC-314
5/4(六)-9(四)	加拿大蒙特婁 CAE 總公司訓練中心	報到 課程、場地、設施介紹 開訓
5/9(四)-11(六)	加拿大蒙特婁國際機場 至 加拿大溫哥華國際機場 至 台北桃園國際機場	加拿大航空 AC-313 中華航空 CI-031
合計：8 日		

二、CAE 加拿大蒙特婁訓練中心

加拿大航空電子設備公司（Canadian Aviation Electronics, CAE Inc.）總部位於加拿大蒙特婁，航空飛行模擬器為 CAE 成立以來的主要業務，該公司在全球 44 個培訓點擁有 210 架模擬飛行機，為全球超過 3500 家航空公司、飛機運營商、飛機製造商等提供飛行員培訓，維修技師培訓等專業服務。同時公司還對外提供飛行專業人員技術諮詢服務，每年派出近 1200 名技術人員為 50 多家航空公司提供技術支持。



三、B787 飛行模擬機 QTG 訓練課程

(一)QTG(Qualifications Test Guide)設備檢定測試指南

飛行模擬機與飛行訓練設備於初始檢定時，必需確認兩者之性能表現，以評估其是否符合訓練計畫所需。後續檢定則為確定飛行模擬機與飛行訓練設備維持初始檢定時性能基準。其檢定方式乃透過飛行模擬機之主、客觀及功能性測試，驗證其符合檢定時性能基準，提交相關文件向本局申請初始檢定，並於

取得檢定合格後，每季執行定期測試，以確保其性能表現符合主檢定測試指南，並將測試紀錄報本局備查。依我國「飛航模擬訓練設備檢定管理規則」第17條規定：管理人應將主檢驗測試指南（Master Qualification Test Guide, MQTG）永久保存。

「設備檢定測試指南（Qualifications Test Guide，QTG）」即為飛行模擬機製造廠（CAE）針對飛行模擬機與飛行訓練器之模擬性能所設計之測試。該測試用以檢驗上述兩者於不同的飛航階段、航機系統狀態、外部飛航環境、自然天候條件等情形下，全面性檢視上述兩者之模擬飛行性能表現與參考數據之間的關係。用以對照之「參考數據」乃為航空器製造廠（如：Boeing, Airbus, Bombardier, Embraer...等）所提供之原始數據，做為比較飛行模擬機飛航數據之基準，以證明飛行模擬機的性能表現符合法規所定之各項標準。

目前世界各國所依循之飛行模擬機法規與標準，主要包括下列三者：

- 1、 國際民航組織（ICAO）：Document 9625, Issue 3, Manual of Criteria for the Qualification of Flight Simulators.
- 2、 美國（FAA）：14 CFR Part 60, Flight Simulation Training Device Initial and Continuing Qualification and Use.
- 3、 歐洲航空安全組織（EASA）：CS-FSTD(A)及 CS-FSTD(H), Certification Specifications for Aeroplane Flight Simulation Training Devices.

因此，QTG 應包含「飛行模擬器性能測試數據」及「航空器製造廠原廠數據」兩項主要文件，以證明飛行模擬器與飛行訓練器之性能表現，足以符合國際法規與標準。

(二)QTG 訓練課程文件

QTG 訓練課程文件包括 CAE 和供應商手冊、原理圖和圖紙，以及專門製作的適用訓練材料。CAE 提供每位學員文件包，課程文件包括：

- 1、 提供培訓資料的 PDF 文檔
- 2、 訓練講義
- 3、 飛行模擬機上實作練習綱要

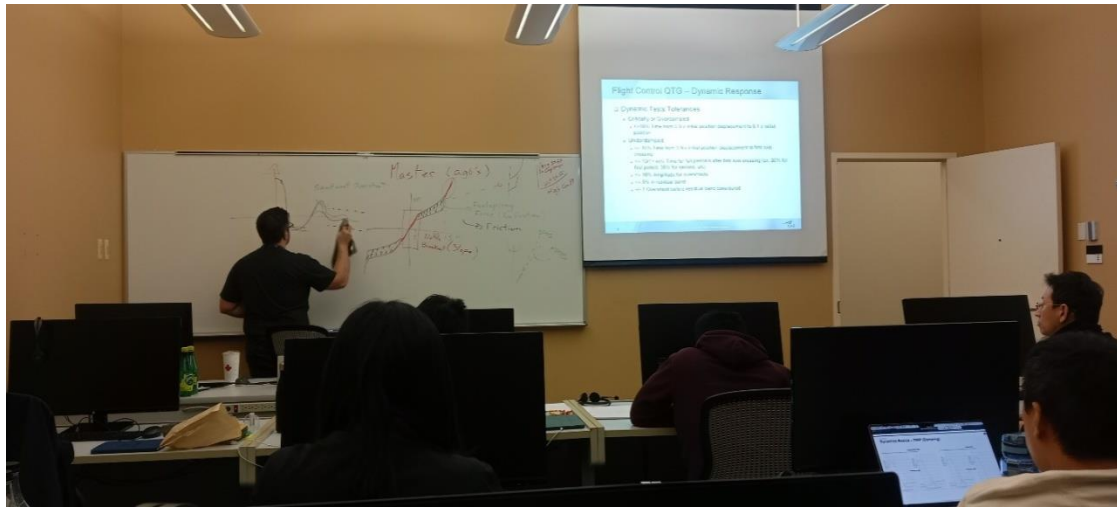


(三)QTG 訓練課程大綱

QTG 訓練課程內容包含五大項目(Session)：

- 1、 Flight QTG Tuning
- 2、 Sound QTG Tuning
- 3、 Motion QTG Tuning
- 4、 Flight Controls QTG Tuning
- 5、 Flight Model Tunable Features

	Flight QTG Tuning		
Session 1	Part 1	QTG Overview	In Classroom
	Part 2	QTG CTS Scripts	In Classroom
	Part 3	QTG Tuning	In Classroom
	Part 4	In Vivo Training	In Simulator



Session 2	Sound QTG Tuning		
	Part 1	Sound QTG Overview	In Classroom
	Part 2	Sound QTG Tuning	In Classroom
	Part 3	In Vivo Training	In Simulator

音效系統 QTG 測試項目包含：量測模擬機背景雜音、量測模擬機喇叭輸出在各頻率之迴響，並與所模擬飛機之三個地面階段及五個飛行階段情況進行比較，分別為：

1、三個地面階段（Ground Phases）：

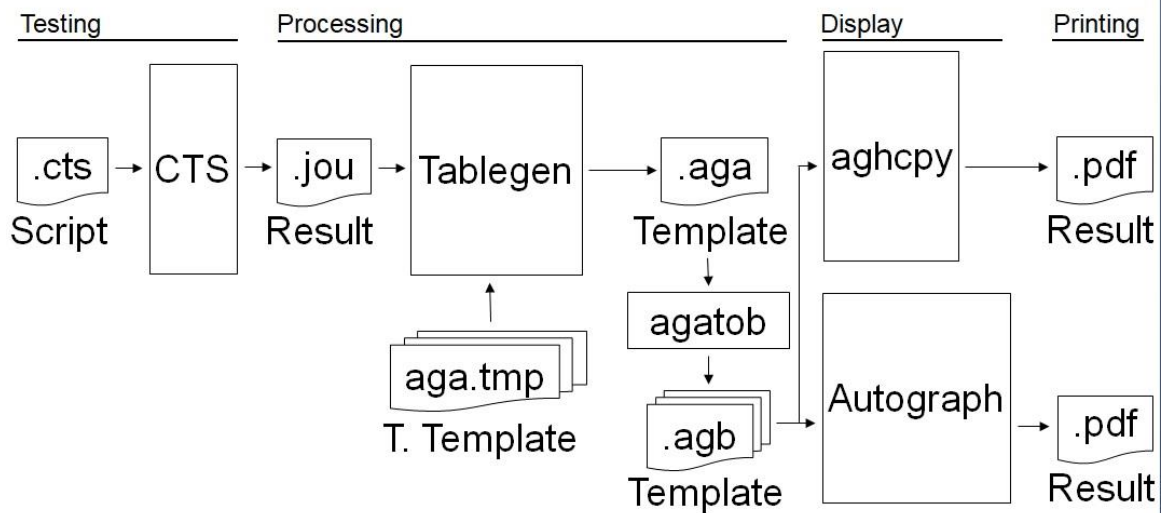
- (1) 發動機啟動前（Ready for Engine Start）
- (2) 所有發動機怠速時（All Engines at Ground Idle）
- (3) 所有發動機在剎車時最大推力（All Engines at Maximum Allowable Thrust on Brakes）

2、五個飛行階段（In-flight Phases）：

- (1) 爬升（Climb）
- (2) 巡航（Cruise）
- (3) 釋放減速板（Speed Brake Deployed）
- (4) 初始進場階段（Initial Approach）
- (5) 最終進場階段（Final Approach）

Running a QTG Test - Static

Applicable to tests which only require a snapshot of flight parameters at a given time



Note - On older simulators, .pdf are created from .ps in an extra step

Motion QTG Tuning			
Session 3	Part 1	Motion QTG Overview	In Classroom
	Part 2	Motion QTG Tuning	In Classroom
	Part 3	Motion Special Effects Tuning	In Classroom
	Part 4	In Vivo Training	In Simulator

CAE 7000XR B787 飛行模擬機之動態系統 (Motion System)，乃採用 Electro-Hydrostatic Hexapod 電動液壓六柱系統。該系統於測試時，多以系統自我測試為主。

執行初始檢查時，則由飛航駕駛員執行主觀性測試，由工程師於後台藉著調校動感系統，使飛行模擬機之性能表現，更貼近飛航駕駛員操作真實飛機時之航機特性與手感。



測試項目包含：

- 1、 Motion Safety Test
- 2、 Frequency Response
- 3、 Leg Balance
- 4、 Turnaround Bump
- 5、 Motion Effect
- 6、 Motion Repeatability
- 7、 Motion Cueing
- 8、 Performance Signature
- 9、 Characteristic Motion Vibrations

10、 Transport

11、 Delay...等計約有 34 項測試。

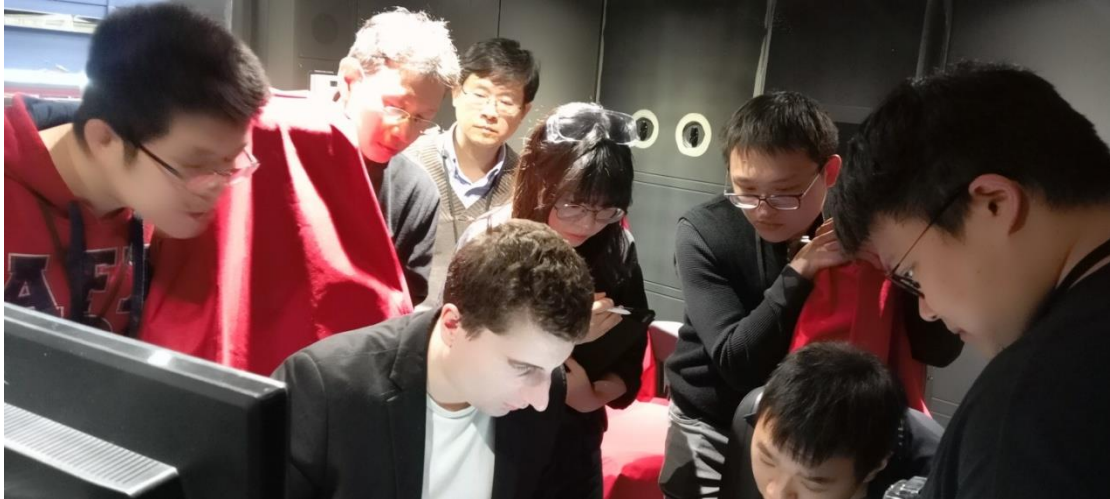
Session 4	Flight Controls QTG Tuning		
	Part 1	Flight Controls QTG Overview	In Classroom
	Part 2	Flight Controls QTG Tuning	In Classroom
	Part 3	In Vivo Training	In Simulator

飛操控制測試包含靜態及動態飛操控制測試項目，分別驗證模擬機控制靜態及動態特性，是否符合飛機真實數據。

1、 靜態測試包括：

- (1) Pitch 俯仰
- (2) Roll 滾轉
- (3) Yaw 偏航
- (4) Nose Gear Turning 鼻輪轉向
- (5) Rudder Pedal 方向舵踏板
- (6) Pitch Indicator 俯仰調整指示
- (7) Pitch Adjust Rate 俯仰調整率
- (8) Brake Pedal 剎車踏板

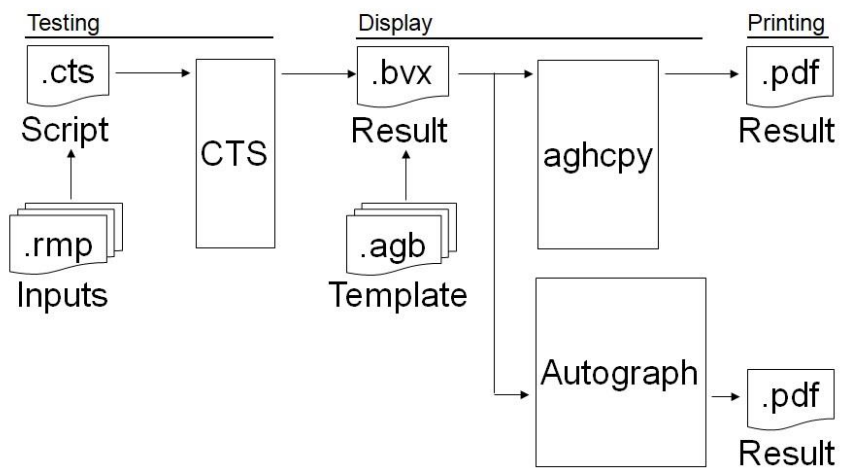
2、 動態測試包括：起飛、落地、巡航等不同飛航階段之俯仰（Pitch）、滾動（Roll）、偏航（Yaw）等動態測試。



Session 5	Flight Model Tunable Features		
	Part 1	Turbulence Model Tuning	In Classroom
	Part 2	Windshear Model Tuning	In Classroom
	Part 3	Pushback Model Tuning	In Classroom
	Part 4	In Vivo Training	In Simulator

Running a QTG Test - Dynamic

Applicable to most tests which need a time history of flight parameters



Note - On older simulators, .pdf are created from .ps in an extra step

參、心得及建議

一、心得

本訓練案配合華航 B787 飛行模擬機及飛行訓練器引進，派黃、林 2 員赴加拿大蒙特婁執行 CAE 7000XR B787 模擬機設備檢定測試指南（QTG）訓練課程，前後為期 8 日。

飛航駕駛員在飛行模擬機及飛行訓練器所進行之訓練，相較以往操作傳統飛機更為重要，為了提供飛航駕駛員貼近真實飛機的聲響、動態、飛行操作與回饋、視覺效果、及特殊外部情境，透過飛行模擬機之設備檢定測試指南

（Qualifications Test Guide，QTG），針對飛行模擬機及飛行訓練器的設定、調校、測試、檢驗認證，才得以協助飛航駕駛員能更有效且安全地銜接至真實航機。

國籍航空業者運營之 B787、B777、A350 等第四代（4th Generation）機型皆為「線傳飛控系統（Fly-by-Wire）」之飛機設計理念，相較於早年設計之民用航空機型有著完全不同的飛行控制系統（Flight Control System）架構與飛行特性。因此，相較先前機種，得以有著更高效率的飛航參數，更多飛行包線防護

（Flight Envelope Protections）、更高的安全性；相對的，也有著更複雜的系統設計。飛航駕駛員需要更瞭解隱藏在系統背後的運作邏輯及其限制，明瞭當某些系統失效時，與該系統互動之相關系統會產生哪些連帶作用，及其對後續飛航有何影響。

有關航機之正常操作程序與不正常操作程序，幾不可能對每一位飛航駕駛員於真實航機中逐一進行操作訓練，更普遍且務實地做法是在飛行模擬機及飛行訓練器中進行之。因此，飛航駕駛員能否順利且有效地在模擬機與真實航機

進行銜接訓練，端賴飛行模擬機與飛行訓練器模擬真實航機的聲響、動態、飛行操作與回饋、視覺效果、及特殊外部情境等仿真程度，各項參數與指標即為飛行模擬機之設備檢定測試指南（Qualifications Test Guide，QTG）訓練最主要目的，亦是本局驗證飛行模擬機與飛行訓練器的重要依據。

二、建議

鑑於目前國籍航空業者已有長榮航空公司以 B787 進行商業運營，華航預計將於 2025 年引入該公司第一架 B787 型機，俟其通過本局驗證及許可授權後，即將投入商業運營。隨著其他舊型機種的汰除、退租與封存、以及逐年攀高的國際油價、節能減碳的環保意識、與國際碳稅的加徵，在可預見的未來，省油且低噪的 B787 型機將逐步躍升成為主要商業運營的機種之一，國內也將會有更多 B787 型機加入商業運營及更多操作該機型之模擬機工程師與飛航駕駛員投入運營任務。

建議在經費許可情形下，持續指派適切之檢查員進行國籍航空公司使用之機種型別訓練及檢定，並取得該機種之模擬機檢驗資格，以利本局未來執行檢查業務之需。