

**出國報告（出國類別：考察、參訪及專題研究）**

## **飛航管制人員培訓制度**

**服務機關：民用航空局飛航服務總臺**

**姓名職稱：陳文德臺長**

**派赴國家：美國**

**出國期間：106.06.27 至 106.09.27**

**報告日期：106.11.25**

## 目錄

壹、	目的	4
貳、	過程	5
參、	美國管制員聘任制度	6
一、	招募管道	8
二、	管制員養成訓練	10
三、	FAA 管制員職涯	11
肆、	FAA 飛航管制員訓練制度	16
一、	FAA 學院訓練	16
二、	飛航管制作業單位在職訓練	17
三、	複訓	17
四、	訓練計畫設計	18
五、	投資訓練基礎建設	18
六、	訓練期程	20
伍、	FAA 飛航管制人力配置(Staffing)制度	22
一、	人力配置概述	22
二、	FAA 人力配置方式	24
三、	管制員班務排值(Scheduling)	26
四、	人力減損(Losses)	28
五、	聘任計畫	35
六、	為 NextGen 之準備訓練	38
陸、	單位參訪	40
一、	FAA 飛航管制系統控制中心	40
二、	Potomac 近場臺	48
三、	Metron Aviation Company 參訪	50
四、	The Weather Company – An IBM Bussiness 參訪	51
柒、	課後心得	57
一、	「航空安全人為因素」	57
二、	「航空安全管理系統」	72
捌、	心得與建議事項	78
一、	臺北飛航情報區飛航管制員分流制度建議	78
二、	飛航管制人力配置建議	86
三、	管制員訓練課程	87
玖、	參考資料	88
附錄 1	2016 年 FAA 各航管單位人力配置範圍	90

## 表目錄

表 3-1	FAA 飛航管理作業單位類型表 .....	7
表 3-2	未加上地域加給之薪資表.....	13
表 3-3	最低地域加給之薪資表.....	14
表 3-4	最高地域加給之薪資表.....	14
表 4-1	FAA 各航管作業單位訓練目標及平均完成訓練時間 .....	21
表 5-1	FAA 第 3 類(含塔臺及近場臺)航管單位之管制員訓練階段 .....	24
表 5-2	FAA 2016 至 2025 年之人力減損預測 .....	28
表 5-3	因離職、免職或死亡造成之管制員減損表.....	33
表 5-4	無法通過在職訓練之管制員人力減損表.....	33
表 5-5	無法通過 FAA 學院課堂訓練所造成之管制員人力減損表 .....	33

## 圖目錄

圖 3-1	USAJOBS 所開出之管制員職缺 .....	12
圖 4-1	FAA 學院桌上模擬管制(Tabletop)訓練課程 .....	17
圖 4-2	FAA e 化學習管理系統(eLMS) .....	19
圖 4-3	FAA 高仿真塔臺模擬機系統 .....	20
圖 5-1	OPAS 工作流程圖 .....	27
圖 5-2	OPAS 產生之班型表 .....	27
圖 5-3	OPAS 設定視窗 .....	28
圖 5-4	FAA 自 2002 年至 2025 年間實際及預測之退休人數 .....	29
圖 5-5	2015 年 FAA 管制員年齡分布圖 .....	30
圖 5-6	FAA 現有及 2025 年前符合退休資格人數 .....	31
圖 5-7	管制員於符合退休資格第 N 年後辦理退休之比例 .....	32
圖 5-8	退休人數預測圖 .....	32
圖 5-9	因晉升及調職造成之人力減損圖 .....	34
圖 5-10	FAA 未來十年總管制員人力減損預估圖 .....	35
圖 5-11	FAA 管制員聘用計畫 .....	36
圖 5-12	學員與合格專業管制員比例 .....	37
圖 5-13	學員與合格專業管制員比例的歷史資料及預測資料 .....	38
圖 6-1	飛航管制系統控制中心及 Potomac 近場臺 .....	40
圖 6-2	控制中心簡報室資訊牆 .....	41
圖 6-3	FAA 飛航管制空域圖 .....	42
圖 6-4	控制中心作業室 .....	43
圖 6-5	控制中心作業室席位分布圖 .....	44
圖 6-6	FAA 網頁上之控制中心之航班延誤資訊 .....	46
圖 6-7	芝加哥中途國際機場之即時延誤資訊 .....	46
圖 6-8	Potomac 管制室 .....	49
圖 6-9	ARTS III E 系統 .....	50
圖 6-10	Harmony 應用之發展架構圖 .....	51
圖 6-11	The Weather Company 氣象作業室 .....	52
圖 6-12	iPad 上所顯示之 WSI Pilotbrief .....	53
圖 6-13	Hubcast 系統 .....	54
圖 6-14	WSI Total Turbulence 系統 .....	55
圖 6-15	WSI Fusion 系統 .....	55
圖 8-1	現行我國航管分流制度 .....	79
圖 8-2	建議三大分流制度 .....	84

## 壹、 目的

我國飛航管制員任用及訓練制度，早期為參考 FAA 制度而設立，經過數十年的運行，我國及 FAA 在有關管制員任用、訓練及職涯發展早已與設立之初有著很大的改變，加上航空產業在這數十年內同樣有著巨大之變革，不論是航行量、助導航設備、飛航管制自動化系統等，都已經歷了數個世代的演進。

尤其近年來，東亞地區之經濟及航空環境快速成長，對於身處於東亞核心樞紐的臺北飛航情報區而言，須隨時提升飛航服務之各項軟硬體，才能跟得上航空產業變化的腳步。我國飛航管制員之升遷及職務異動制度未曾有過調整，塔臺管制員無法長期固定於同一作業地點，他們面臨須參加飛航管制進階訓練，完訓後分發到近場臺或區域管制中心，職涯才算確立及穩定。面對航空業高度專業化及快速成長的環境下，塔臺（機場管制）亦面臨到無長期固定之第一線作業人員，此一問題也同樣在全球各地發生。本次研究即希望能有機會至美國聯邦航空總署(FAA)，深入瞭解 FAA 管制員現行之升遷及訓練制度，以為我國相關制度改革之參考。以下即為本次專題研究之主要目的：

- 研究美國飛航管制員招募及考試之方式，瞭解 FAA 如何選用航管人員，及如何提昇後續訓練及完訓後之飛航安全及服務品質。
- 研究美國訓練新任管制員之方式，包含訓練期程設計、訓練進行方式，俾做為我國擬定與調整訓練方式之參考。
- 研究美國飛航管制員中長期人力之規劃方式，藉以比較我國目前區管中心、近場臺及各塔臺管制人力配置之規劃方式是否合宜。
- 調整本區飛航管制員培訓制度，研議各類檢定證分流之可行性，以降低因管制員進階訓練衍生之訓練成本浪費及人員異動；除可減少人力流失外，管制經驗亦得以累積延續。
- 檢視飛航管制員於作業單位進行在職實務訓練方式，研議將安全管理及航空安全人為因素概念導入訓練系統。

## 貳、 過程

本次研究專案核定後，即自 105 年 12 月起開始與 FAA 駐日本辦公室連絡窗口連繫派員至美國 FAA 相關單位進行本研究專案之相關事宜，經過數個月之電子郵件往返及電話連繫，才確認了本次研究專案之內容及相關細節。尤其 FAA 對於參訪其聯邦政府設施及辦公室之外國人士有安全上之顧慮，行前依 FAA 規定填寫個人背景安全審查表後，才順利成行。

原規劃至 FAA 設立於奧克拉荷馬州專門訓練飛航管制人員之 FAA 學院(FAA Academy)參加其國際教官訓練(International Instructor Training)課程，以進一步瞭解其管制員與教官之訓練內容，惟行前獲 FAA 通知，該課程因報名人數不足而無法開課。爰臨時變更計畫至美國加州南加州大學工程學院參加與飛航安全相關之「航空安全人為因素」及「航空安全管理系統」課程。

另也透過 FAA 總部辦公室及其他連絡人之安排，到與飛航服務相關之私人單位進行參觀，以瞭解美國於飛航服務作業之相關發展。以下即為本次專案研究所到訪之單位：

- 至美國華盛頓哥倫比亞特區(Washington D.C.) FAA 總部辦公室進行專案研究
- 至維吉尼亞州參訪 FAA 飛航管制系統控制中心(Air Traffic Control System Command Center, ATCSCC)
- 至維吉尼亞州參訪 FAA Potomac 終端近場管制中心(Terminal Radar Approach control, TRACON)
- 至維吉尼亞州參訪 Merton Aviation 公司
- 至麻塞諸塞州參訪 IBM - The Weather Company 公司
- 至加州參加南加州大學工程學院「航空安全人為因素」及「航空安全管理系統」課程

### 參、 美國管制員聘任制度

美國飛航管制員(以下稱管制員)屬於美國聯邦政府聘用之公務人員，其主要工作內容及分類與我國相似，工作內容分為塔臺管制員、終端管制員及航路管制員三大主要類別，FAA 另設置一全國性之航空管制系統控制中心，由各地資深之流量管理協調員擔任。各類別其主要負責工作簡述如下：

- 塔臺管制員：於機場塔臺上作業，引導跑、滑道上之航空器及車輛並確保其隔離，確認飛航計畫，頒發起飛及落地許可予飛行員，主要以目視管制空側活動。許多大型機場如華盛頓杜勒斯國際機場、波士頓愛德華勞倫斯羅根將軍國際機場等另設有機坪管制塔臺，分別由機場權責單位或航空公司自行管理停機坪區域之地面航情管制。
- 終端管制員：類似於我國近場臺雷達管制員，主要負責航機於機場起飛後到達航路或離開其終端空域前，及到場航機下降離開航路空域後進入機場空域前之飛航管制作業。主要使用雷達裝備來監控及管制航機，在美國這類的飛航管制單位叫做終端雷達進場管制中心(Terminal Radar Approach Control Center, TRACON)。
- 航路管制員：監管離開終端雷達進場管制中心或塔臺空域後之航機，他們於各地之航路管制中心(Air Route Traffic Control Center, ARTCC)作業。
- 流量管理管制員：於全美唯一之航空管制系統控制中心(Air Traffic Control System Command Center, ATCSCC)作業，在這裡工作的管制員不需直接與飛行員通話，而是與各主要機場、TRACON 及 ARTCC 單位內的流量管理協調員進行航情及流量管理之協調作業，掌管全美國國家空域系統(National Airspace System, NAS)內之所有航行流量、地面流管等作業。

2014 年全美共有約 24,500 名管制員，所有管制員分布在前節所述的 4 大類飛航管制單位，部分不同性質的單位共同設置在同一地點作業，如塔臺與 TRACON，ARTCC 則為獨立之單位且基本上不會設立在機場內，航空管制系統控制中心則與 Potomac TRACON 設立在同一個地點。

表 參-1 FAA 飛航管理作業單位類型表為 FAA 所設立之 9 種不同飛航管理作業單位類型：

類別	名稱	數量	說明
1	無雷達之塔臺	1	使用直接目視，主要提供目視飛航(VFR)航機飛航管制服務之機場終端管制單位。通常設置在機場內管制性能較低之航空器。
2	終端雷達進場管制 (TRACON)	24	提供主要或週邊機場之離到場航機，或過境該終端空域之航機所需雷達管制服務之飛航管制終端單位。
3	雷達進場管制及有雷達之塔臺	130	提供主要或週邊機場之離到場航機，或過境該終端空域之航機所需雷達管制服務之飛航管制終端單位。這個單位分為兩區域：近場臺及塔臺，這兩個區域設置在同一地點或非常鄰近之處，管制員需同時於近場臺及塔臺輪值班務。
4	無雷達進場管制及無雷達塔臺	2	機場設置無雷達服務塔臺之終端飛航管制單位，提供飛航管制服務予該機場儀器飛航之離到場航機。
6	綜合管制單位	4	於一個大範圍地區或空域內，對一個或多個機場提供進場管制服務，同時也提供航路之飛航管制服務(航路管制)。部分並提供塔臺機場管制服務。也包含綜合中心雷達進場(CERAP)單位。
7	有雷達之塔臺	130	於鄰近機場提供目視飛航及儀器飛航航機間航情諮詢、進場排序及隔離服務的飛航管制終端單位，同時使用直接目視及雷達以提供飛航服務。
8	航路管制中心 (ARTCC)	21	於管制空域中，在航路飛航階段提供儀器飛航航機之飛航管制服務，當工作量許可時也將提供目視飛航航機之航情諮詢及協助。
9	綜合終端單位	3	提供雷達進場服務給兩個或以上之HUB型機場，同時也服務週邊的衛星機場服務之終端飛航管制單位，此類型單位內需要大量雷達管制員來輪值為數眾多的雷達管制席位。
-	飛航管制系統控制中心	1	飛航管制系統控制中心負責全美空域內之流量管理規劃，該中心於航情擁塞、氣候不佳或有任何突發狀況時負責調整流量及機場當前容量。
總計		316	

表 參-1 FAA 飛航管理作業單位類型表



## 一、招募管道

2014 年之前，FAA 聘任管制員的管道主要有下列兩種：

- 有實際管制經驗之管制員：主要來源為軍方各軍種退役之管制員，擁有連續 52 週以上實際擔任飛航管制作業之退役軍方管制員皆可提出申請。
- 各大專院校相關飛航管制科系或學程畢業之學生：全美約有超過 35 所設有飛航管制科系或學程並經 FAA 認可之大專院校，大部分學校除於教室內教授航空及飛航管制相關基礎課程外，另設有模擬機教室，學生可在模擬機教室學習基本之飛航管制技能。完成學程後，除視所修習之學程分別授予副學士(Associate Degree)、學士或碩士學位外，並依在校成績表現，學校會給予推薦函，有推薦函的學生則可以在 FAA 公開招聘管制員時提出申請。

2014 年後，除維持原有實際管制經驗之管制員聘用管道外，另一項僅接收相關科系學生的方式則有了重大的改變，FAA 廢除了本項管制員聘用方式，改為只要年齡在 31 歲以下的美國公民都可以在 FAA 釋出招聘名額時提出申請。

以下為現行成為 FAA 管制員的基本條件：

- 必須為年滿 18 歲及未滿 31 歲之美國公民。
- 大學學歷，或相關航空工作經驗，或相關航空學歷及工作經驗達 3 年以上。
- 通過體格檢查及背景審查。
- 通過 FAA 僱員測驗，含個人簡歷評估(Biographical Assessment)。
- 通過飛航標準化能力測驗(Air Traffic Standardized Aptitude Test, AT-SAT)。
- 完成 FAA 學院(FAA Academy)之基礎訓練課程。

就上述之各項條件簡要說明如下：

### (一) 飛航標準化能力測驗

飛航標準化能力測驗為一項 8 小時，於電腦前線上作答之測驗，其測驗內容包含基礎算術、規劃能力、決斷力、優先處理判斷力、抗壓力、視覺化能力，問題解決及動作感知等等用以檢驗個人是否具備成為管制員特質的測驗，受測者需達到 FAA 所訂定之標準，才能取得赴 FAA 設立於奧克拉荷馬市 FAA 學院接受基礎訓練的資格。

FAA 所要求的管制員個人主要能力特質有下列各項：

- 溝通協調能力：管制員必須要能清楚且明確的頒發一個許可或指

示，確實瞭解飛行員的請求，及進行與各管制席位間及其他單位間之協調工作。

- 專注力：管制員必須能在封閉及多音源之空間中，專注於其自身所執行的工作，例如在塔臺作業室中，可能同時有多位管制員在鄰近的席位上發話，而管制員必須能持續掌握及專注在自己原本的作業上，不被環境所干擾或中斷。
- 決斷能力：管制員必須在極短的時間內完成判斷及執行後續作業，例如，當一個飛行員因為天氣因素臨時請求高度或航向的改變時，管制員須能立即快速的給予回應，才能確保航行之安全。
- 數學能力：管制員必須能夠快速及準確的進行數學計算，因為席位上常需要進行速度、時間及距離間的計算及換算。
- 組織能力：管制員必須能夠在多架航情間規劃其彼此的後續航向及高度安排，並須能決定其工作優先順序，因為可能同時有多架航機正等待管制員頒發後續指示，在無線電無法同時發話的限制下，更顯示此項能力的重要性。
- 問題處置能力：管制員必須能夠快速掌握轄下空域內的所有航情及其間的相關性，如天氣狀況改變時，其後續發展及航機偏航可能之請求，管制員要能掌握住重要之相關資訊，並能依所得之訊息進行預劃後續作業之能力。

## (二) 學經歷需求

FAA 為設有相關科系的大專院校設立了一個飛航大專院校訓練準則(Air Traffic Collegiate Initiative, AT-CTI)，做為課程設計的指導綱要。學校依照 AT-CTI 提供給準備申請 FAA 飛航管制員職務的學生 2 年到 4 年的課程。這些課程並非為標準化的內容，但須聚焦在航空工業基礎的相關知識領域，包含了航空氣象、空域、航管許可，航圖判讀、美國聯邦法規等範疇。

通常為二年制副學士學位的 AT-CTI 課程，其教學內容一般聚焦在飛航管制，但學士及碩士學位的 AT-CTI 課程其內容則擴及了航空工業、飛航管理及飛航技術等。修習副學士學位 AT-CTI 的學生，將學習航空氣象、航空法規、基本導航、基本飛行操作、飛航管制技術、雷達及人因工程等內容。

完成 AT-CTI 學程的申請者，如後續通過其他條件可進入 FAA 學院受訓練，則可以免修前 5 週之基礎課程。

FAA 也對每位申請人進行個人簡歷評估，針對人格特性測試該申請人之反應是否具備有成為管制員之特質，只有同時通過 AT-SAT 及個人簡歷評估的

申請人才能進入下一階段更高強度的 FAA 學院的訓練。

FAA 自 2014 年起開始開放給沒有相關 FAA 認可之航空學歷或曾擔任過飛航管制工作的美國公民來申請管制員職務，但需取得 4 年一般大學的學歷，或在其他航空產業有一定的經歷，或部分大學加上部分航空業經歷，但這些申請者則需自行加強 AT-CTI 及 AT-SAT 測驗之內容，才能有較高的機率通過考核，進入 FAA 學院。

### (三) 相關航空工作經歷

僅有高中學歷也能成員 FAA 的管制員，只要有數年的航空產業相關工作經驗，或部分大專院校就讀加上航空產業相關工作經驗達到 3 年，也能申請 FAA 管制員之職缺。而相關工作經歷包含了商業飛行員、導航員或航空公司簽派員，其他需要航空領域相關知識應用之工作，如氣象及航空情報等類的人員，其經歷經審查後也有可能被接受。

擁有實際飛航管制工作經驗的申請者，會自動成為合格的申請者，這些人不需要再進行 FAA 僱員測驗及學經歷評估，而這些人於進行在職訓練(On Job Training, OJT)時將被特別指派到工作難度及複雜度較高的航管單位進行訓練。

### (四) 體格檢查及背景審查

體格檢查項目主要包含視力、辨色力、聽力、心理測驗、藥物、心血管系統及神經系統等檢查項目。而背景審查主要針對個人的犯罪前科紀錄做審查。

### (五) FAA 學院及在職訓練

將於下一節「管制員養成訓練」及第肆章「FAA 管制員訓練制度」章節裡進行詳細之說明。

## 二、管制員養成訓練

大部分新聘用的管制員將先到奧克拉荷馬市的 FAA 學院受訓，FAA 將提供學員機票及受訓時之生活津貼，並開始支領聯邦政府薪水。受訓時間的長短依申請人的背景而有所不同。

所有通過 FAA 學院之職前基本訓練之學員，將會被分發到航管作業單位成為訓練管制學員(Developmental Controller)，從提供航機飛航資料及航路許可頒發等較簡易之飛航管制作業，直到他們完成所有的訓練，成為一個可以輪值該航管作

業單位內的所有第一線席位(不含流管協調席、協調席及督導席)，的合格專業管制員(Certified professional controller, CPC)。

在訓練管制學員逐一熟練各個席位，並進階往下一個複雜度及航行量更高的席位進行訓練，隨著工作責任的增加，他們的薪水也逐漸往上增加。而那些少數先前已經有飛航管制工作經驗的訓練管制學員，他們在通過各席位檢定，成為合格專業管制員的時間也相對地較短。

而未能完成 FAA 學院訓練，或在飛航管制作業單位在職訓練的申請者或訓練管制學員，大部分都將被結束他們的管制員生涯。

### 三、FAA 管制員職涯

自 2014 年起至 2024 年間，FAA 預計聘用之管制員總額數，將約下降百分之 9，因為管制員缺額現主要來自於每年預估退休之人數。FAA 目前並未計劃大幅減少或增加管制員總額，雖然目前航情量仍處於上升之趨勢，但 FAA 每年會提報其人力計畫，依照各項變動指標，如航行量、退休人數、訓練需求及未來新一代航空運輸系統之升級計畫之進度等，來規劃未來 10 年每年預計聘用人數及相關人力配置計畫。

#### (一) FAA 管制員職涯發展

當在第一個單位取得合格專業管制員資格後，可依在聯邦政府官方聘僱網站 USAJOBS 上，依各航管作業單位開出之職缺，自行申請轉調不同航管單位或更高階之流量管理協調員或督導之職缺。當然自較低飛航管制作業單位等級申請至較高等級之飛航管制作業單位或流量管理協調員、督導之職缺，將視其年資及原單位之工作表現由用人單位自所有申請者中擇優錄取。

不同單位之轉調，將視個別狀況安排調職所需的在職訓練。但流量管理協調員通常會由原單位工作年資較久之資深管制員升任，因為流量管理協調員需要由熟稔當地管制特性、天氣狀況及各協同作業單位(如機場、航空公司)之管制員來擔任。下頁圖 參-1 USAJOBS 所開出之管制員職缺。


<p><b>Air Traffic Control Specialist (CPC)</b>  <b>Federal Aviation Administration</b>            Department of Transportation            Elgin, Illinois</p> <p>Open 06/08/2017 to 06/07/2018</p>	<p>Starting at \$136,845 (AT LH)            Permanent • Full Time</p> 
<p><b>Air Traffic Control Specialist (Traffic Management Coordinator)</b>  <b>Federal Aviation Administration</b>            Department of Transportation            Peachtree City, Georgia</p> <p>Open 07/20/2017 to 08/02/2017</p>	<p>Starting at \$130,210 (AT LH)            Temporary NTE - 2-Years • Full Time</p> 
<p><b>Air Traffic Control Specialist (Traffic Management Coordinator)</b>  <b>Federal Aviation Administration</b>            Department of Transportation            Memphis, Tennessee</p> <p>Open 07/28/2017 to 08/17/2017</p>	<p>Starting at \$124,126 (AT LH)            Permanent • Full Time</p> 

圖 參-1 USAJOBS 所開出之管制員職缺

## (二) FAA 管制員薪資所得

剛被聘用受訓中之學員可支領年薪 17,803 美金，而分發到飛航管制單位通過第 1 階段考試後之訓練管制學員，依其分發單位之地域薪資加成，平約支領年薪約 37,070 美金。

FAA 將全美境內所有飛航管制作業單位劃分為 47 個級距，依其單位所在之航流量及作業複雜度，支領地域加給。地域加給的計算方式為基本薪資乘上一個地域加給百分比，這個百分比每年皆會重新計算，為一浮動變數。2017 年全美最低地域加給為百分之 15.06，最高之地域加給為加州灣區(舊金山及聖荷西)TRACON 及奧克蘭 ARTCC 之百分之 38.17。

另外，除了地域加給外，依照不同的飛航管制作業單位等級也會有不同的單位加給，FAA 將所有的飛航管制作業單位自等級代號 4 到等級代號 12 劃分為 9 個不同之等級。其劃分方式有依「全國管制員協會(National Air Traffic Controllers Association, NATCA)」與 FAA 簽定之協議內計算公式做為基準。其計算公式依空域等級、尖峰航流量、目視/儀器飛航比例及民航/軍機/普通航

空比例等因素，分別將塔臺、終端及航路分級。

- 單純塔臺之飛航管制單位，依前述計算方式自等級 4 至等級 12 劃分為 9 級。
- 近場臺及塔臺及近場臺合併之飛航管制單位自等級 5 至等級等級 12 劃分為 8 級。
- 各航路管制中心自等級 9 至等級等級 12 劃分為 4 級。
- 其他不同性質組合之飛航管制單位自等級 6 至等級等級 11 劃分為 6 級。
- 流量管理中心則直接劃分為最高之等級 12。

以下各表分別顯示未加上地域加給、最低及最高之地域加給薪資表，ATC Level 欄位為飛航管制作業單位等級，Career Level 為管制員之等級，分為受訓中管制員的 D1 至 D3 以及完成單位所有訓練後的合格專業管制員 CPC、協調員 TMC 與督導 TMS。

ATSP Pay Bands, effective January 8, 2017 - exclusive of locality pay											
		Code	Dx	Ex	Fx	Gx	Hx	Ix	Jx	Kx	Lx
		ATC Level	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Career Level											
CPC/TMC/TMS	xH	Maximum	\$67,719	\$76,860	\$84,932	\$93,851	\$103,708	\$114,593	\$131,783	\$138,699	\$145,637
		Minimum	\$50,163	\$56,934	\$62,914	\$69,520	\$76,820	\$84,884	\$97,617	\$102,739	\$107,879
D3	xG	Maximum	\$50,163	\$56,934	\$62,914	\$69,520	\$76,820	\$84,884	\$97,617	\$102,739	\$107,879
		Minimum	\$47,266	\$52,344	\$56,829	\$61,785	\$67,258	\$73,308	\$82,856	\$86,698	\$90,553
D2	xF	Maximum	N/A	N/A	\$56,829	\$61,785	\$67,258	\$73,308	\$82,856	\$86,698	\$90,553
		Minimum	N/A	N/A	\$50,744	\$54,048	\$57,697	\$61,729	\$68,096	\$70,659	\$73,228
D1	xD	Maximum	N/A	N/A	N/A	\$54,048	\$57,697	\$61,729	\$68,096	\$70,659	\$73,228
		Minimum	N/A	N/A	N/A	\$46,311	\$48,137	\$50,154	\$53,337	\$54,616	\$55,901
AG	xC		\$38,575	\$38,575	\$38,575	\$38,575	\$38,575	\$38,575	\$38,575	\$38,575	\$38,575
Note: Pay rates for FAA employees, including locality pay, are capped by law at \$187,000 — the rate for level II of the Executive Schedule (P.L. 104-264 paragraph 40122 c). NOTE: Blue Background refers to CCF Only											

表 參-2 未加上地域加給之薪資表

ATSP Pay Bands, effective January 8, 2017 - including locality pay												
										Rest of Uni	15.06%	
	Code	Dx	Ex	Fx	Gx	Hx	Ix	Jx	Kx	Lx		
	ATC Level	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Career Level												
CPC/TMC/TMS	xH	Maximum		\$77,917	\$88,435	\$97,723	\$107,985	\$119,326	\$131,851	\$151,630	\$159,587	\$167,570
		Minimum		\$57,718	\$65,508	\$72,389	\$79,990	\$88,389	\$97,668	\$112,318	\$118,211	\$124,126
D3	xG	Maximum	75%	\$57,718	\$65,508	\$72,389	\$79,990	\$88,389	\$97,668	\$112,318	\$118,211	\$124,126
		Minimum		\$54,384	\$60,227	\$65,387	\$71,090	\$77,387	\$84,348	\$95,334	\$99,755	\$104,190
D2	xF	Maximum	50%	N/A	N/A	\$65,387	\$71,090	\$77,387	\$84,348	\$95,334	\$99,755	\$104,190
		Minimum		N/A	N/A	\$58,386	\$62,188	\$66,386	\$71,025	\$78,351	\$81,300	\$84,256
D1	xD	Maximum	25%	N/A	N/A	N/A	\$62,188	\$66,386	\$71,025	\$78,351	\$81,300	\$84,256
		Minimum		N/A	N/A	N/A	\$53,285	\$55,386	\$57,707	\$61,370	\$62,841	\$64,320
AG	xC			\$44,384	\$44,384	\$44,384	\$44,384	\$44,384	\$44,384	\$44,384	\$44,384	\$44,384
Note: Pay rates for FAA employees, including locality pay, are capped by law at \$187,000 — the rate for level II of the Executive Schedule (P.L. 104-264 paragraph 40122 c). NOTE: Blue Background refers to CCF Only												

表 參-3 最低地域加給之薪資表

ATSP Pay Bands, effective January 8, 2017 - including locality pay												
										San Franci	38.17%	
	Code	Dx	Ex	Fx	Gx	Hx	Ix	Jx	Kx	Lx		
	ATC Level	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Career Level												
CPC/TMC/TMS	xH	Maximum		\$93,567	\$106,197	\$117,351	\$129,674	\$143,293	\$158,333	\$182,085	\$187,000	\$187,000
		Minimum		\$69,310	\$78,666	\$86,928	\$96,056	\$106,142	\$117,284	\$134,877	\$141,954	\$149,056
D3	xG	Maximum	75%	\$69,310	\$78,666	\$86,928	\$96,056	\$106,142	\$117,284	\$134,877	\$141,954	\$149,056
		Minimum		\$65,307	\$72,324	\$78,521	\$85,368	\$92,930	\$101,290	\$114,482	\$119,791	\$125,117
D2	xF	Maximum	50%	N/A	N/A	\$78,521	\$85,368	\$92,930	\$101,290	\$114,482	\$119,791	\$125,117
		Minimum		N/A	N/A	\$70,113	\$74,678	\$79,720	\$85,291	\$94,088	\$97,630	\$101,179
D1	xD	Maximum	25%	N/A	N/A	N/A	\$74,678	\$79,720	\$85,291	\$94,088	\$97,630	\$101,179
		Minimum		N/A	N/A	N/A	\$63,988	\$66,511	\$69,298	\$73,696	\$75,463	\$77,238
AG	xC			\$53,299	\$53,299	\$53,299	\$53,299	\$53,299	\$53,299	\$53,299	\$53,299	\$53,299
Note: Pay rates for FAA employees, including locality pay, are capped by law at \$187,000 — the rate for level II of the Executive Schedule (P.L. 104-264 paragraph 40122 c). NOTE: Blue Background refers to CCF Only												

表 參-4 最高地域加給之薪資表

其 2017 年之基本薪資，以同樣合格專業管制員為比較基礎，最低的非雷達塔臺為年薪 50,163 美金，最高級別的塔臺、TRACON、ARTCC 與流管中心年薪則高達 107,879 美金，其薪資相差達兩倍以上。

完成所有訓練之合格專業管制員，根據於 2016 年度之統計，實際平均年薪為 125,692 美金，而薪資最後百分之 10 的管制員，其平均年薪為 66,780 美金，而前百分之 10 管制員的平均年薪則達 172,590 美金。第一線作業單位的督導薪資上限為 187,000 美金，2016 年支領最高薪資之管制員其年薪為 198,979 美金，全年度聯邦政付總共支付了 23.6 億美金的管制員薪資。



## 肆、 FAA 飛航管制員訓練制度

維持美國國家空域系統每日高運量安全而有序的運作基礎就是依靠一群熟稔裝備、操作、程序及系統的飛航管制員，任何新的技術、裝備或程序應用到國家空域系統前，所有飛航管制員都需要經過概念發展、學習才能將相關技術得到最佳之應用及效益，美國現在發展及逐步應用中的新一代航空運輸系統(Next Generation Air Transportation System, NextGen) 也正需要所有飛航管制員透過吸收新的概念及學習新的系統操作及程序才能完美接軌及應用。

FAA 所屬的安全及技術發展辦公室正協助所有管制員從頭開始慢慢學習其職涯的安全任務(Safety Mission)，安全、訓練及品質保證這三個強而有力的組合，強化了 FAA 其辨識、緩解及管理風險的能力，而且將其整合進入在技術學習的學程當中。飛航管制員的訓練計畫由 FAA 制定，並且經由固定每年的審視來確保計畫中的各項內容的正確性及是否符合相關的技術發展。

FAA 正面臨下列訓練的挑戰，以確保管制員能持續安全及有效率的執行作業。

- 使無經驗新人及已有相關管制經驗之人員的訓練計畫達到簡化單一且有效
- 複訓課程的安排
- 使用模擬機
- 投資挹注先進之訓練科技

### 一、FAA 學院訓練

完全無相關管制經驗的新人從到位於奧克拉荷馬市的 FAA 學院報到開始他們的管制員公務生涯，這裡是他們學習航空相關基礎知識的起點，藉由教室內的課堂課程、團隊練習、電腦化教學(Computer-based Instruction)及使用低、中、高擬真度模擬機系統來練習基本飛航管制技能。

FAA 學院為受訓學員安排通識、基礎的飛航管制原則及適用全美國全境飛航管制作業單位的通用作業程序。



圖 肆-1 FAA 學院桌上模擬管制(Tabletop)訓練課程

## 二、飛航管制作業單位在職訓練

順利完成 FAA 學院訓練課程將被指派到第一線的飛航管制作業單位進行在職訓練，在不同的作業單位依當地作業環境及作業需求進行訓練，培養其日後於該單位獨立作業所需的飛航管制技能。在職訓練階段從課堂課程開始，學習該作業單位特有之裝備，規定及作業程序，當學員達成課堂課所需之初始學習目標後，學員則進入到模擬機訓練，在一個實際可操作擬真且安全的環境下學習，最後學員則實際上線於管制席位上由教官帶領進行實務訓練，學員們的各項表現將被專業合格的教官嚴格且仔細的監控，教官也將帶領學員一步一步朝逐漸困難的階段前進。

新聘用但先前也有相關管制經驗的學員將直接進入飛航管制作業單位進行在職訓練，並依其個別不同之管制經驗，量身訂造期程較短之訓練計畫，他們與前述無相關經驗之學員皆需達到相同的各席位標準，才能成為真正合格的管制員。

所有新聘用的人員，如果通過了特定管制席位的訓練，他們就能在督導的指導下獨立的於完成訓練之席位上作業，一來可以累積經驗，另一方面則能分擔作業單位之人力配置。而所有人的最終的目標是要完成各席位的訓練，成為一個全能的「合格專業管制員」，而一個合格專業管制員則能獨立地於各個席位執行飛航管制作業。

## 三、複訓

所有管制員每六個月都必須進行由課堂課及電腦化教學的複訓課程，及選擇

性的額外附加課程，額外的複訓如「駕駛艙隨機見習」，管制員可進入駕駛艙內以飛行員的角度來進行飛航管制相關業務之學習，在 2015 年即有約 5100 人次選擇這項見習複訓，這個複訓項目提供了飛行員與管制員面對面討論各項作業問題的絕佳機會。

#### 四、訓練計畫設計

FAA 採用以訓練結果為基礎概念來設計及發展訓練模式，其策略為設計個別課程並從適任作業模型中找出其作業需求，它利用收集作業、知識、技能及能力來定義管制員作業上所需的訓練結果，所以訓練課程能夠依不同的需求，個別的來設計。這是一種將作業、知識、技能及訓練方法對映到課程內容的新穎訓練設計方式。

FAA 也同時試著增加模擬機使用於訓練的比重，現今的模擬機已經允許教官在上面重現作業上曾實際遭遇之狀況，讓學員能在一個安全的練習環境中磨練技巧。模擬機不只能讓學員知道每個狀況的原因及影響，也能避免在未來犯下重複的錯誤。管制員可能需要等數天數週甚至更久才能等到一個練習特定狀況的機會，因為真實的航情會因為天氣等因素而造成不可預期及不同之結果。FAA 將模擬機列入其課程安排來協助縮短訓練的期程，同時也增進了學員的學習效果及減少訓練成本。FAA 規定所有設有模擬機的飛航管制作業單位都要使用模擬機來做為學員訓練及實證複訓(Evidence-Based Refresher Training)。

有經驗的教官、合格專業管制員及約聘教官在 FAA 學院及各地飛航管制作業單位提供課堂及模擬機之教學，2015 年 9 月 FAA 將自 2007 年起使用的飛航管制最佳訓練方案(Air Traffic Control Optimum Training Solution)轉換成 FAA 管制員訓練合約(Controller Training Contract)來持續進行全國性的管制員訓練需求，而不論是現職或約聘擔任教學的教官，FAA 都會確保他們有足夠的專業及技能以符合新進學員教學的需要，大部分的約聘教官都是非常資深，擁有 30 年以上管制資歷的前 FAA 管制員。

FAA 也正著手對訓練教官們進行一項多年三階段的計畫來更新及修正它的訓練課程，主要目的是針對教官們在最新的技術、新程序及 NextGen 新科技等方面能維持一定的教學技能，來傳授給新一代的管制員。

#### 五、投資訓練基礎建設

為了改善訓練課程的取得，FAA 使用 e 化學習管理系統(eLearning Management System, eLMS)，對於在一些網路頻寬有限的偏遠地區，另外採用了內容傳遞網路(Content Delivery Network, CDN)，透過區域網路，利用最靠近每位

使用者的伺服器，更快地將訓練課程內容傳送給各個航管作業單位。而不需每個單位都需要較大的個別下載頻寬來進行課程內容的下載，學員於使用 e 化學習管理系統時，能夠得到較為順暢的使用體驗。

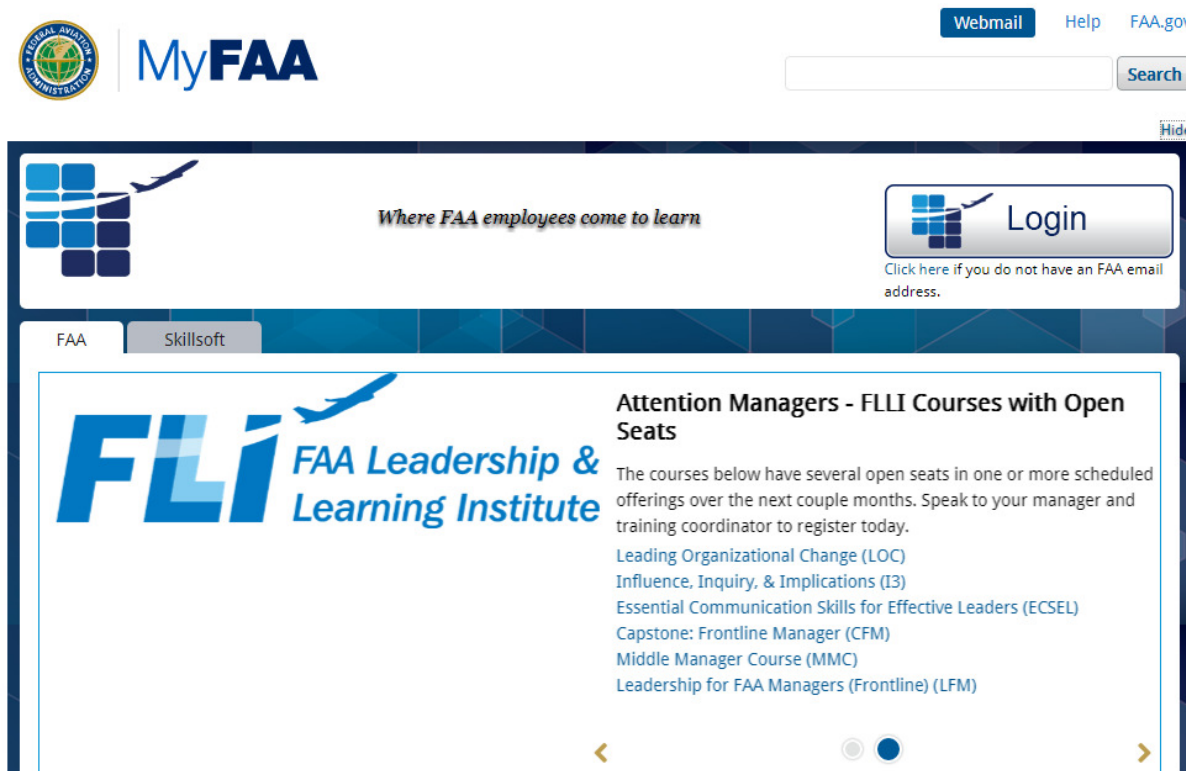


圖 肆-2 FAA e 化學習管理系統(eLMS)

內容傳遞網路節點會在多個地點，多個不同的網路上擺放。這些節點之間會動態的互相傳輸內容，對使用者的下載行為最佳化，並藉此減少內容供應者所需要的頻寬成本，改善使用者的下載速度，提高系統的穩定性。內容傳遞網路所需要的節點數量隨著需求而不同，依照所需要服務的對象大小，所需要的伺服器也不盡相同。其優點為內容傳遞網路的總承載量可以比單一骨幹最大的頻寬還要大。這使得內容傳遞網路可以承載的使用者數量比起傳統單一伺服器多。也就是說，若把有 10Gbps 處理能力的伺服器放在只有 1Gbps 頻寬的資料中心，則亦只能發揮出 1Gbps 的承載量。但如果放到十個有 1Gbps 的地點，整個系統的承載量就可以到 10\*1Gbps。同時，將伺服器放到不同地點，可以減少互連的流量，進而降低頻寬成本。另外，內容傳遞網路另外一個好處在於有異地備援，當某個伺服器故障時，系統將會調用其他鄰近地區的伺服器服務，進而提供接近 100% 的可靠度。

有了內容傳遞網路的協助，在訓練課程使用多媒體教學時，能提供更多與學員互動的機會，在 2016 年底，所有 FAA 轄下的飛航管制單位都已配置了內容傳

遞網路，來提供訓練使用。

FAA 安全及技術訓練辦公室也投入了高仿真塔臺模擬機系統(High-Fidelity Tower Simulator System, TSS)，一套極有效率的訓練設施，為管制員訓練所打造的高度擬真環境。目前共有 50 套模擬機安裝在 32 個不用的地點，這些模擬機提供了 155 個機場塔臺的訓練，並使用軸幅網路(Hub and Spoke)的概念來安排偏遠地區的管制員到鄰近的模擬機中心來使用模擬機。FAA 使用塔臺模擬機系統已經超過 10 年，更在 2016 年決定擴大在模擬機系統的投資，再逐步全面更新技術及相關如電腦主機與投影機等硬體設施。

圖 肆-3 FAA 高仿真塔臺模擬機系統



當使用模擬機確實增加訓練品質與成效後，仍然需要設計更精確的訓練情境給模擬機使用，FAA 持續發展模擬情境創造工具—Simfast，一套供終端雷達航管單位使用的工具，可以裝置在一臺獨立的個人電腦上使用，目前有超過 100 個以上的飛航管制作業單位在使用。在發展 Simfast 前，管制員需花大概 40 小時的時間來設計 1 個小時的擬真雷達模擬機題目，而使用了 Simfast 來輔助設計後類似的題目只需 2 小時就可以完成設計。

## 六、訓練期程

FAA 持續地將完訓時間及完訓人數維持在特定的標準，相關基礎 NextGen 平臺的應用，如 ERAM、TRAM 及新的訓練需求等等，都是影響管制員成為一個合格專業管制員時間長短的因素，依航管作業單位其作業複雜度和所需的受訓中的學員人數的差異，成為一個合格專業管制員的所需時間從 1 年到 3 年。

於 2007 年到 2011 年間開始受訓的學員，約有百分之 84 的人能順利的在他們的第 1 個飛航管制作業單位，依其訓練計畫完成所有訓練，成為一個合格專業管制員。其餘百分之 16 的學員則遭到汰除或延長訓練計畫繼續訓練。已經通過階段性考核但未能依計畫通過所有訓練時學員，將視狀況被汰除或調職到航情及作業複雜度較低的航管作業單位，調整訓練計畫後，繼續訓練。

下表為 2007 年到 2011 年間，FAA 依不同性質的航管作業單位的訓練目標及平均完成訓練時間。只有依訓練計畫時程內完成所有訓練及考核成為合格專業管制員的部分會被納入平均完成訓練時間的計算內，因為如將有修改原訓練計畫後延長訓練時間的部分納入的話，將使本項統計失真。

單位類別	FAA 目標	各年度實際完訓時間				
		2007	2008	2009	2010	2011
終端 4-6	1.5	1.88	2.13	2.47	2.27	1.18
終端 7-9	2	1.92	2.26	2.5	2.36	2.04
終端 10-12	2.5	2.04	2.3	2.59	2.23	2.16
航路	3	2.57	2.75	3.01	3.02	2

表 肆-1 FAA 各航管作業單位訓練目標及平均完成訓練時間

## 伍、 FAA 飛航管制人力配置(Staffing)制度

### 一、人力配置概述

FAA 轄下 316 個飛航管制作業單位開放給不同級別之合格專業管制員(CPC)申請，因航情、天氣等相關影響席位人力之因素具變動性，所以 FAA 將所有航管單位設定一個人力配置範圍。經由計算航管單位之所需人力，來配置足夠支應每日航管作業所需的人力總數。除了滿足當年度每日飛航管制作業所需之人力外，FAA 也預先配置未來 2 至 3 年因應航情預測所需增加之人力需求，用以確保各單位的新進人員有足夠之訓練時間來完成訓練。

FAA 使用下列 4 種資料來源計算人力配置範圍，其中 3 種為數據資料，另 1 種為作業單位之判斷。

- (一) 人力配置標準：依管制員工作負荷及航情，使用數學模式產出參考標準值。
- (二) 服務單位建議：由航管單位依過往席位作業及單位特殊之作業需求提出相關參考建議。
- (三) 歷史生產力：管制員總數需符合該單位之歷史最佳管制生產力值。生產力之定義為個別管制員之作業量。最佳單位生產力使用過去 10 年期間之作業量及管制員數量計算而得，但若任一年度之數值超過或低於 10 年之平均值之百分之 5，則該年度數值將被從分析資料中捨棄，剩餘各年度中之最高值即為最佳生產力。
- (四) 同級(Peer)生產力：管制員總數需符合同級群組之生產力值。FAA 之飛航管制作業單位常依類別、等級等性質分組，而其各別之生產力將分別計算。如單位生產力一致地高於或低於同級之生產力，則該值不會被使用在計算全體平均值或分析。

平均配置人數其上下百分之 10 即為其人力配置範圍，特殊狀況及特別高或低之數值將不予納入計算之母數，再經由分析及計算剩餘之資料後，來產出各位航管單位之人力配置範圍。2016 年 FAA 所核定的各航管單位之人力配置範圍如附錄 1。

一般而言，FAA 努力地將每個飛航管制單位內的合格專業管制員(CPC)及訓練中的合格專業管制員(CPC-ITs)人數保持在一定的數量，以保持班務排值的彈性，因為大部分的班務需由合格專業管制員來完成，其餘班務由還在訓練中的合格專業管制員或已完成部分席位考核的訓練中管制員來輪值。

在許多單位中，實際當班的管制員人數可能超過這個 FAA 所核定的人力配置

範圍，因為這些單位現有實際當班人數中包含了大量還在進階席位訓練中的管制員，部分的單位為了因應後續的人力缺口，會預先規劃人力，以致於帳面上造成管制員人數超過範圍。

長期而言，新聘用的管制員人數將會逐漸下降，因為過去十年間預期將用來補足退休人力的訓練中管制員，將逐漸變成合格專業管制員。在過不久，主要的管制員都將會是合格專業管制員，大部分的單位人力分配也將趨於所核定的範圍內。

下頁表 5-1 說明了一個大型的第 3 類航管單位席位訓練階段，包含了雷達進場管制及包含雷達的塔臺作業單位(TRACON)內，管制員須同時於塔臺及近場臺輪值班務。要在這樣的管制單位裡成為一位合格專業的管制員(CPC)，須通過塔臺及近場臺成所有席位的考核。

學員在完成塔臺部分席位之考核後，將獲得 D1 管制員的資格，同時也獲得薪資上之調整，學員後續的訓練強度也將慢慢地增加。

當受訓中管制員(developmental controllers)完成 D1 等級的考核後，他們就能獨立在已通過考核的席位(許可頒發席、地面管制席及機場管制席)上獨立輪值席位而不需教官在旁協助。當通過穿越跑道協調席考核後，受訓中管制員將能在塔臺上任何席位獨立的作業，但他們還未獲得 D2 等級的考核。然而，當繼續通過下一階段近場臺部分席位(到場資料席、離場資料席及兩個五邊席)考核後，才能成為 D2 等級之管制員，此時薪資將再進一步向上調整，並往下一階段的訓練前進。只有完成塔臺及近場臺所有席位考核的管制員才能成為一位合格專業管制員。

隨著後續更繁重的訓練階段，受訓中的受訓管制學員能逐漸地勝任可那些他們可以獨立作業的席位，經驗上，FAA 安排這些受訓中管制員輪值他們可以勝任的席位，而合格專業的管制員則負責輪值難度較高、航情較複雜的席位。

當航管作業單位內合格專業管制員人數佔大多數後，對於該單位之班務安排將變更相對容易，合格專業管制員能輪值所有他們所被指派的席位，而 D1 至 D3 的訓練管制學員則需由班務督導安排輪值特定之席位，而使用排班軟體將能簡化這些席位指派作業。



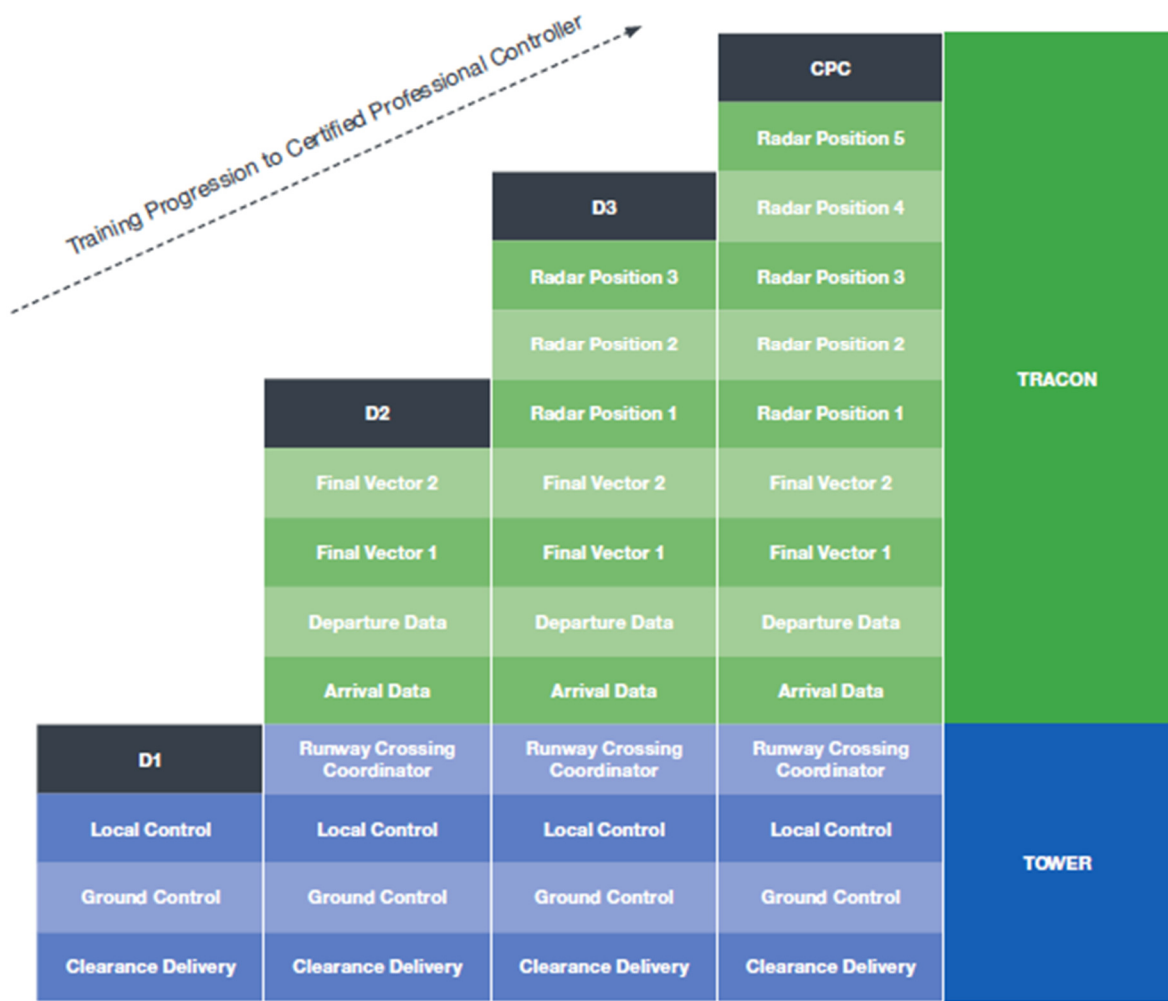


表 伍-1 FAA 第 3 類(含塔臺及近場臺)航管單位之管制員訓練階段

## 二、FAA 人力配置方式

FAA 自 1970 年代起即開始使用飛航管制人力標準來協助決定管制員之人力配置。FAA 將轄下各單位分為終端單位(提供機場飛航管制服務，包含機場鄰近空域)及航路單位(使用整合監視技術的自動化的航管系統來提供高高度飛航管制服務)。終端單位又可進一步分為塔臺及近場臺，這些終端單位可能會設置在同一地點，也有可能各自獨立，他們的人力配置需求則各別計算。

FAA 人力配置方式(Model)包含下列相關之元素

- (一)、 每季收集及處理管制員活動資料，即其執行之工作類別。
- (二)、 管制員席位工作量與航行量之關係，相關需求將輸入至排班演算法中。
- (三)、 各單位以第百分之 90 或第 37 忙碌之航行量日來預測未來數年之席位工作量與航行量之關係，人力配置需求滿足該單位整年第百分之 90

或第 37 忙碌之日航行量為基準。

(四)、 需備額外之人力以應付如休假、訓練或其他臨時性人力之缺口。

所有的人力配置方式反應了人力配置與航情之變動性，管制員之人力配置需求可以是按日或按年度計。各類型航管單位之人力配置方式簡述如下：

- (一)、 塔臺部分：FAA 針對塔臺人力配置方式採用迴歸分析(Regression Analysis)來建構人力配置與工作量之關係，此種迴歸分析將管制員人力配置需求與航情加以關連，然後將其關連性應用於未來預測之航行量，產出未來人力配置需求之標準。
- (二)、 近場部分：與塔臺相同
- (三)、 航路部分：由 FAA 資助，MITRE 公司所執行的研究與發展中心，發展了一個模式(model)來產生 FAA 建立人力配置方式所需的資料，如塔臺與近場臺的標準人力配置方式，這個方式加入了實際航情及更多各單位特有之資料。

FAA 人力配置方式加入了塔臺、近場臺及航路依班務排值演算法所得出之工作量模型，另也將人員休假時間、輪休時間及人員訓練等因素列入考量。最重要的將航情成長預測納入各單位年度人力配置標準範圍內。

FAA 為飛航管制作業單位之人力配置標準已經發展及應用了超過 50 年，這在期間許多獨立的第三方單位如運輸研究委員會(Transportation Research Board, TRB)已經對 FAA 所使用的方式進行詳細的審視。運輸研究委員會曾就對 FAA 先前所使用人力配置方提出不能使用單一方式來套用到所有飛航管制作業單位的觀察建議，同時認為每一個航管單位都需要依其單位特性來發展其人力配置方式。另一個更近期的例子為 TRB 對航路管制作業單位所使用來產生人力配置標準的工作複雜度模型已經過於落後，建議需加以更新以符合現況。

在 2014 年 7 月美國國家科學院邀集學術、顧問單位及現役與退役之管制員進行一項對現行有關管制人力配置的討論及審視，委員會大抵發現各個終端管制作業單位於發展初步估算管制航情所需之管制員人數需求時，所使用的 FAA 人力配置標準尚稱合理。然需對航路單位所使用於建立人力需求的數學模型之有效性有所疑慮。也因此該委員會無法決定 FAA 不平衡的人力配置是否正確與合適，以協助確認其人力配置是否兼具成本與效益考量。

隨後 FAA 持續與美國國家科學院之委員會共同合作討論及驗證管制員人力配置方式，也同時共同檢視前述之 2014 年該委員會所進行之審視報告內之發現與建議。

### 三、管制員班務排值(Scheduling)

最佳化管制員之班務排值方式是一項對有效率安排人力的重要方式，因為飛航管制作業單位無效率的班務排值將會造成過多的人力配置及加班成本的上升。目前 FAA 尚無一套統一且自動化的工具來協助飛航管制作業單位發展最佳化的班務及分析長期性的人力計畫需求。

FAA 的各飛航管制作業單位目前分別使用不同的非標準化方法來排值班務。而這些方法未完整納入現存的複雜管理需求。

為了滿足各航管作業單位班務排值的需求，FAA 使用了一套現有之商用排班系統「off-the-shelf」，將 FAA 所需的基本班務排值需求，如國家勞工合約條款內的各項需求，設定至排班系統內，成為「FAA 作業計劃與排班」(The FAA's Operational Planning and Scheduling, OPAS)系統。FAA 將這套系統提供給航管作業單位使用，它能依航情、現有人力配置、作業需求及管制員的執照級別等參數，為 FAA 各航管單位提供一個共通有效率地發展及維護最佳化班務排值的方法。同一系統也同時在其他各種飛航服務單位及知名企業間被使用。

更進一步地，FAA 預見了這項工具能被用來創造及分析最佳化的班務排值方式，並於各個不同的時間點上，如每日、每週、每月、每季及每年進行預先檢視。

這套系統具有下列之功能：

- 依需求、限制、管制員執照級別需求及可能之人力等條件，於特定期間(日、月、年及支薪期)內產生最佳化的班表。
- 計算最佳化班務起始時間及相關的需求以支援全國性或區域性的協議條件。
- 以最高效率之方式，提出不同的班表來滿足班務所需。
- 能依班表、班務區段及個人來預測“上席位”(管制員實際於席位上管制航情)時間來進行人力配置。
- 進行“如果(What-if)”分析。
- 協助指派有效率的加班。
- 自動的空班需求，換班及其他班務相關工作。

OPAS 主要的功能分成長期(季或年)、中期(產生班表)及短期(每日作業)，基本的工作流程如下圖 5-1。在長期的部分主要為確認航情與人力之需求關係，產生基本班型，並且接受同仁的預先班務需求，接著中期部分為產生每月或每半月之班表，短期的部分為每日班務席位人力之調整及建議。



圖 伍-1 OPAS 工作流程圖

OPAS 決定了管制航情所需最低的管制員人數，其管制之航情為一個可輸入的需求曲線，這個需求曲線提供每一週以 15 分鐘為區間的原始人力配置需求。不同需求曲線能從 1 到 52 週的範圍內被使用。例如，一個需求曲線能提供從 1 月到 2 月或從 2 月到 5 月期間供做使用。如果夏季是一個特別忙的時段，就能分別使用兩個不同的需求曲線。

OPAS 使用數學演算法先決定各個班務開始的時間及依每日航情基準的作業需求，訂出該班務所需的管制員人數下限，參考此人數下限，作業單位可以決定是否同意請假，或需要由其他班務別(中班或夜班)調派人員支援，以符合航情及作業需求。

下圖 5-2 展示了 OPAS 使用 15 分鐘需求(綠色方塊)來產生下半部的班型表。

OPAS 可以使用不同的需求曲線來產生不同的班務角色(不同級別的管制員，如管制員、協調員、督導等)，以產出一份適合該單位的最佳化班型。綠色方塊上方的藍色線條為 OPAS 依需求產生之班型所能涵蓋之管制能量。

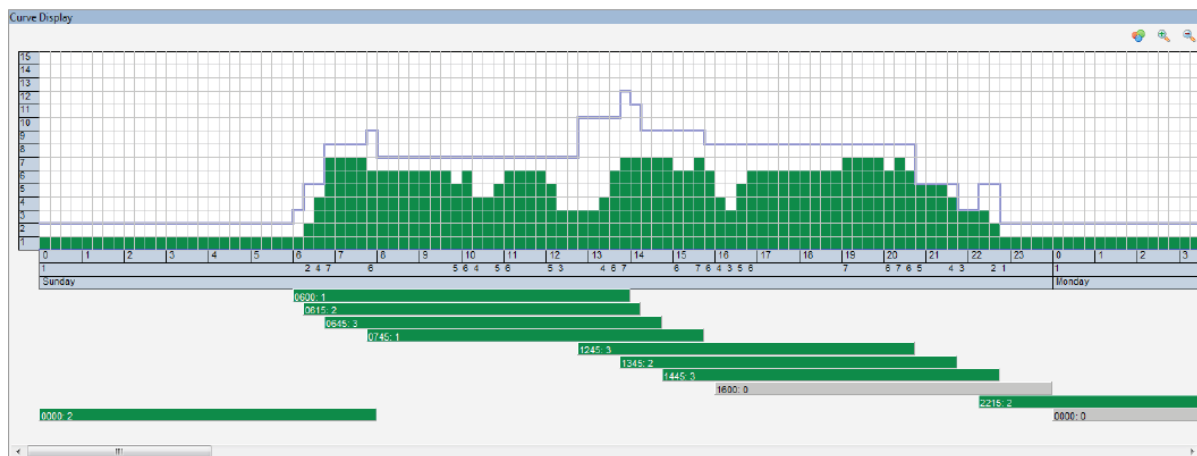


圖 伍-2 OPAS 產生之班型表

下圖 5-3 左邊窗格顯示最佳化班表的類別、姓名及起始時間，包含了三個主要班務類別(早、中及晚班)。最後兩個窗格則顯示了滿足班務之最低需求，在這個範例中選擇星期日，所以最後一個窗格顯示了星期日當日各班務最低的需求數。

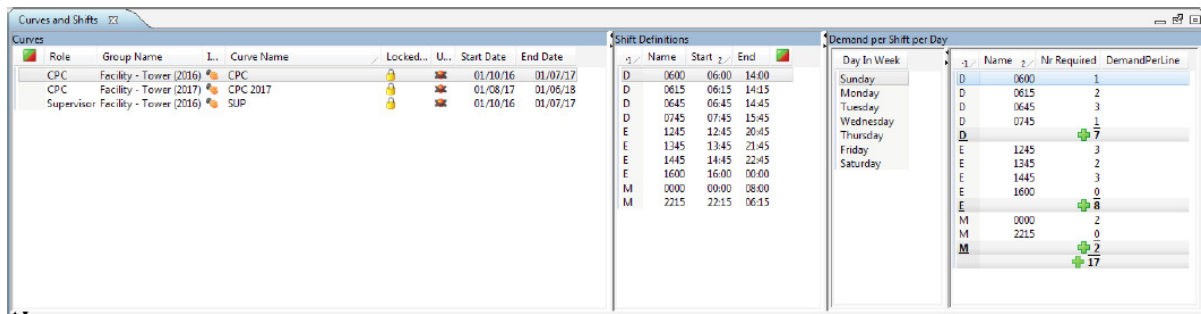


圖 伍-3 OPAS 設定視窗

美國國家科學院認為 FAA 使用之 OPAS 軟體有下列之優點：

- 提供一個最小化或可減輕與疲勞相關之安全風險之一致性班務排值基準。
- 確保各種不同性質之所有飛航管制作業單位皆能產生一個有效率的班表。
- 對 FAA 管制人力配置之發展及各個飛航管制作業單位班表之產生提供一致性之相關資訊。

美國國家科學院更認為班務排值對管制人力有著重大且明顯的影響，FAA 應該將持續發展來改善排班工具，使其更有效率及納入疲勞緩解策略視為其優先要務，也需與飛航管制員協會就實務上如何減少因疲勞所可能產生的風險危害及改善排班的能力進行密切之合作。

#### 四、人力減損(Losses)

FAA 於 2016 年預期該年度因退休、擢昇與其他人力減損將超過 1600 人，其他管制人力的減損因素包含了調職、離職、死亡，受訓等等原因。所以 FAA 預先僱用及訓練新進人力以補充前述之人力減損。

下頁表 5-2 為 FAA 對自 2016 年到 2025 年，十年間之人力減損預測。

減損類別	2016-2025預計減損人數
退休	4,050
離職及死亡	493
無法通過在職訓練	1,590
無法完成FAA學院課程	3,101
升職及轉任	2,709
總計	11,943

表 伍-2 FAA 2016 至 2025 年之人力減損預測

### (一) 退休

FAA 長期對其人力進行分析及規劃，FAA 即準確的預測於 2007 年即將因一批於 1980 年代初期任用的管制員將於 2007 年面臨一波退休潮，經過這一波退休潮後，未來十年內退休的人數將可預期的穩定減少。

下圖 5-3 顯示了 FAA 自 2002 年至 2025 年間實際及預測之退休人數，實線部分為 2002 年至 2016 年間實際退休人數，虛線部分為 2017 年至 2025 年間之預估退休人數。

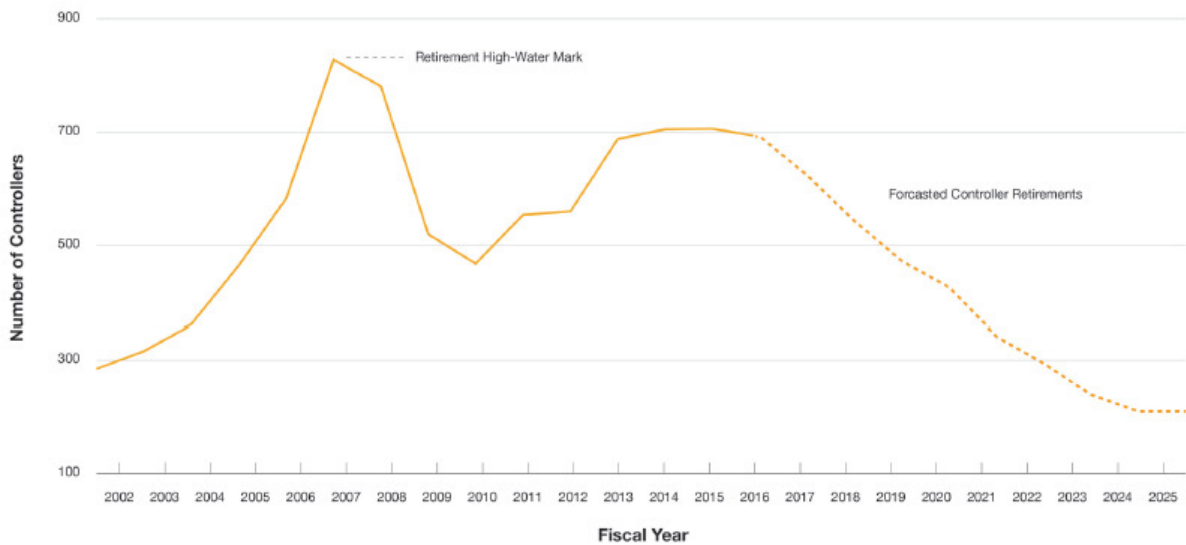


圖 伍-4 FAA 自 2002 年至 2025 年間實際及預測之退休人數

#### 1、管制人力年齡分布

FAA 於 1981 年間所發生的管制員大罷工後，聘任一批為數不少的新任管制員，也造成前一段所敘述的 2007 年大退潮，在 2005 年 9 月，管制員年齡分布的最高峰超過 1900 人，而當時的高峰群到了現今已經降到了不超過 800 人，因為 2007 年大退潮所減損的退休人力已經被新進人力所取代。

FAA 的僱用策略為當有需要時即招聘新任管制員，下圖 5-5 為 2015 年中 FAA 所做的管制員年齡分布分析，縱軸為人數，橫軸為年齡區間，圖型上方灰色虛線代表為因應 2007 年大退潮所於當時大量聘用的管制員人數及年齡分布。可以看出兩個明顯的年齡分布群，在過去幾年所聘用管制員集中在 24 到 37 歲，分布區間為 14 年；另一群則為 1981 年罷工事件後所聘用但尚未退休的管制員，年齡在 46 到 55 歲，分布區間為 10

年。近年所招聘的管制員年齡分布區間較寬，離退休年限尚遠。

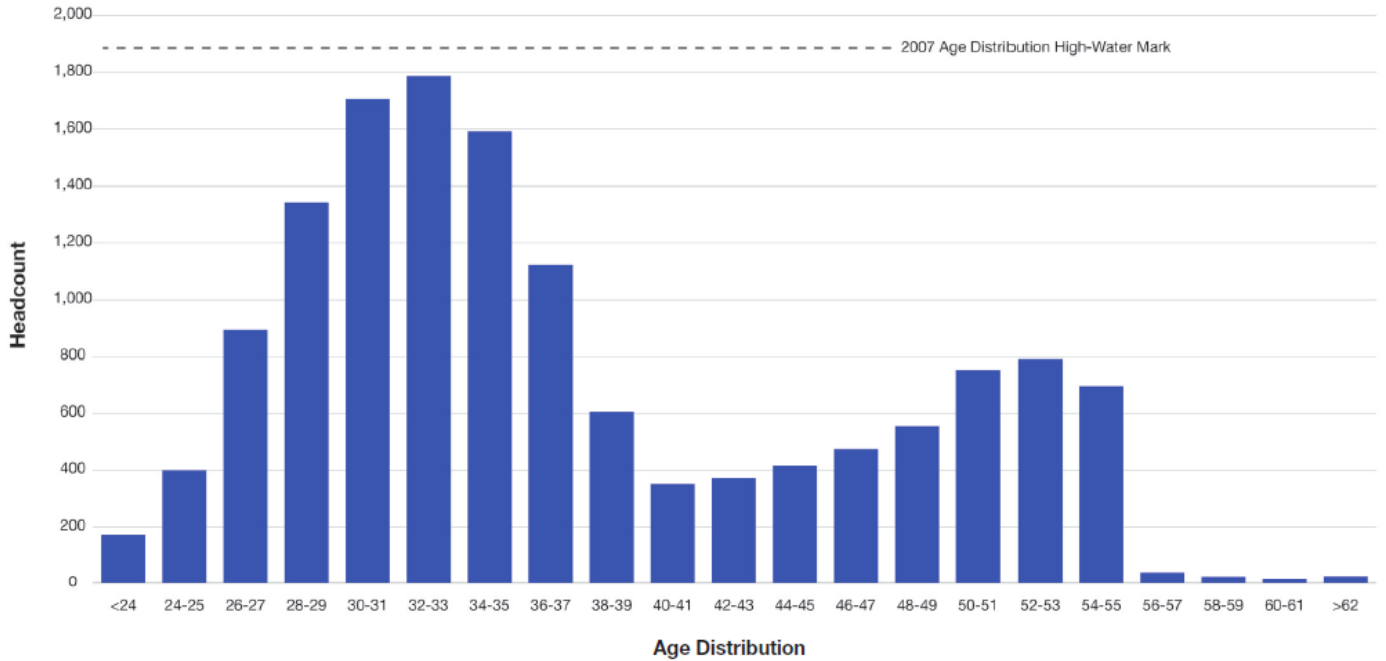


圖 伍-5 2015 年 FAA 管制員年齡分布圖

## 2、符合退休資格管制員

與一般民間服務退休標準不同，FAA 管制員有其特殊之退休標準，服務滿 20 年且年屆 50 歲或服務滿 25 年即達到退休標準，但只要年滿 56 歲即需強制退休。

依照各種退休標準計算出最早可退休日期，FAA 將其表列如下圖 5-6，此表顯示至 2015 年 9 月為止符合退休資格的人數，以及預計至 2025 年前，每年所新增符合退休資格之人數。於 2016 年新增符合退休資格人數為 298 人，並自 2016 之後數年，每年新增符合退休人數將逐漸減少。

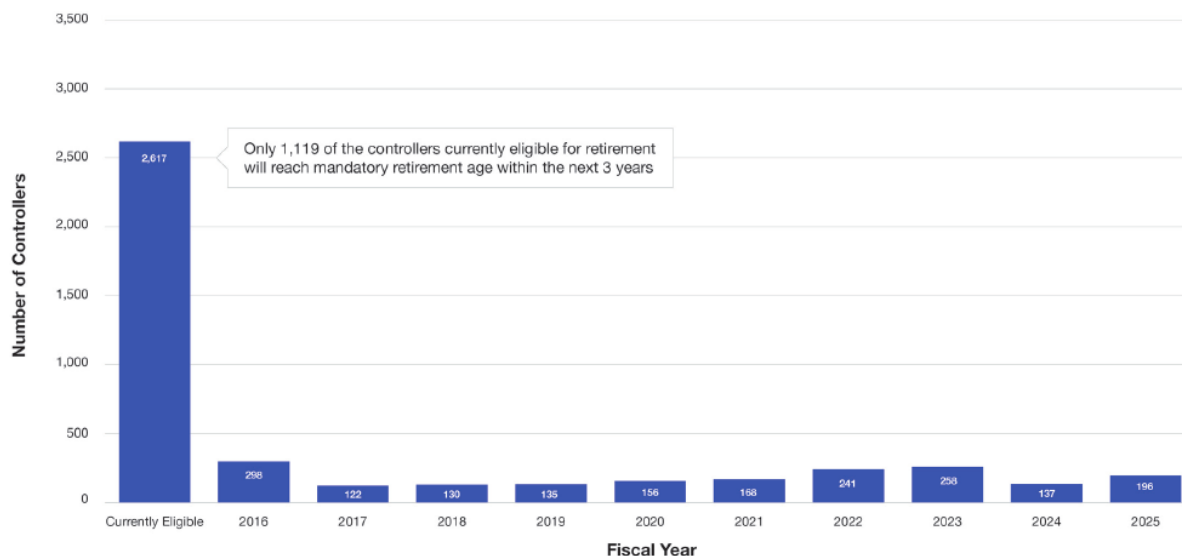


圖 伍-6 FAA 現有及 2025 年前符合退休資格人數

上圖顯示至 2015 年 9 月為止符合退休資格的人數，以及預計至 2025 年前，每年所新增符合退休資格之人數。於 2016 年新增符合退休資格人數為 298 人，並自 2016 之後數年，符合退休人數將呈現平穩的數量。

因為掌握了退休人數，因而 FAA 預先進行補充人力的聘用，亦滿足了現有退休人力減損所可能帶來的影響。且 FAA 努力透過分析退休人員趨勢及預先之規畫將退休、聘用及訓練之人數儘量維持平穩，減少峰值的產生。

### 3、管制員退休模式(Pattern)

依據歷史資料顯示，並非所有管制員符合退休資格即立刻辦理退休，在 2015 年僅有百分之 15.9 的管制員於符合退休資格即真正辦理退休。因為 2008 年呈現下滑的經濟趨勢，FAA 也觀察到許多符合退休資格的管制員延後辦理退休，直到接近 56 歲強制屆齡退休時方辦理退休，雖然大部分管制員於 50 歲時即符合退休資格，但大部分管制員還是選擇了屆齡退休。

下圖 5-7 顯示了管制員退休之趨勢，有 1 成 5 左右的管制不會選擇在符合退休的第 1 年即辦理退休，另約有 2 成的管制員選擇屆齡退休，屆齡退休為最多 FAA 管制員之選擇。



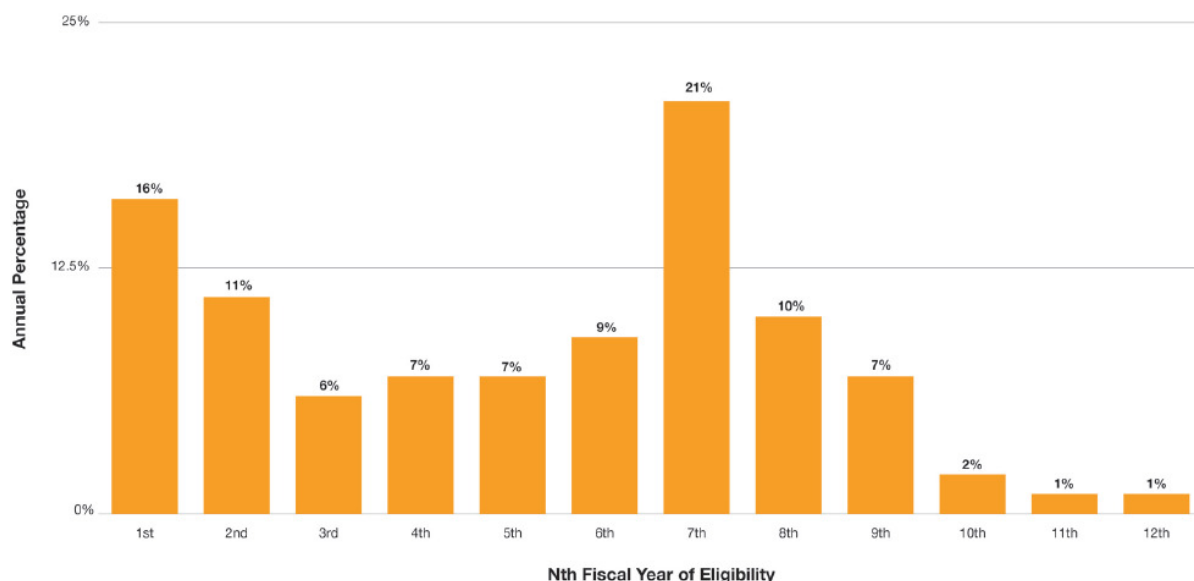


圖 伍-7 管制員於符合退休資格第 N 年後辦理退休之比例

#### 4、因退休造成之管制人力減損

為擬定最新之人力規畫，FAA 將 2015 年退休人數相關資料加入以作為未來退休人數之分析。過去幾年 FAA 利用符合退休標準之人數及前一段所述之退休模式，來預測未來退休人數。下圖 5-8 顯示了 FAA 預測自 2016 年到 2025 年間，各年度退休人數(以最早符合退休之資格計算)。



圖 伍-8 退休人數預測圖

註：2015 年為已實際辦理退休之人數。

#### (二) 離職、免職或死亡造成之管制人力減損

FAA 以歷史資料來預估因離職、免職或死亡造成之管制人力影響如下表

2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
60	48	49	49	49	49	49	50	50	50	50

表 伍-3 因離職、免職或死亡造成之管制員減損表

註：2015 年為已實際發生之因離職、免職或死亡造成之管制員人力減損。

### (三) 無法通過在職訓練所造成之人力減損(Developmental Attrition)

在 2015 年 FAA 聘用之新進管制員人數低於預期之規畫，也造成後續 2016 年至 2018 年數年間對新進管制員需求之上升。而 FAA 也將前述新增加之聘用人力納入 2016 年到 2020 年間，新聘用管制員於在職訓練階段因無法通過訓練所造成之人力影響，相關預測如下表 5-4。

2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
85	136	238	226	211	170	134	121	120	118	116

表 伍-4 無法通過在職訓練之管制員人力減損表

註：2015 年為已實際發生因無法通過在職訓練而造成之管制員人數減損

### (四) 無法通過 FAA 學院課堂訓練所造成之人力減損(Academy Attrition)

新任管制員皆需至奧克拉荷馬市的 FAA 學院進行 2-4 個月之課堂訓練課程，如果無法完成訓練的學員，將被中止訓練。FAA 學院統計了相關課堂訓練結果的歷史資料，提供予進行未來人力規劃的預測，下表 5-5 為 2016 至 2025 年間對無法通過奧克拉荷馬市 FAA 學院課堂訓練課程人數之預測。

因自 2014 年起 FAA 對招聘管制員之方式，由原先需經由全美 30 多所大專院校相關科系畢業且被推薦才得以成為管制員之方式，改為公開對符合一般條件之公民即可申請，而造成最近幾年無法通過 FAA 學院課堂訓練課程人數相較以往大為增加。FAA 也將對此現象是否會對管制人力規劃造成影響持續進行觀察，如有需要將調整未來之相關預測數值。

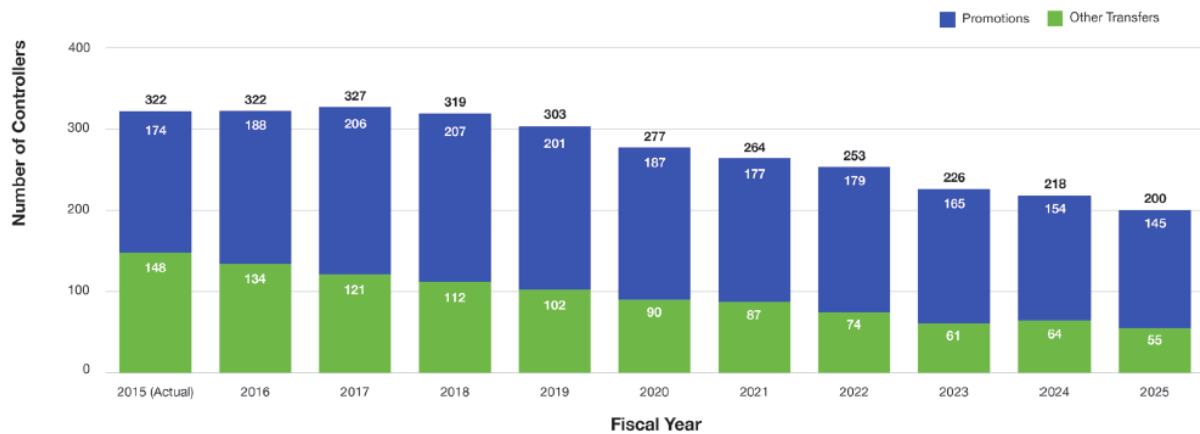
2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
359	408	428	454	384	285	244	233	227	221	217

表 伍-5 無法通過 FAA 學院課堂訓練所造成之管制員人力減損表

註：2015 年為已實際發生因無法通過課堂訓練而造成之管制員人數減損

### (五) 晉升及調職造成之人力減損

管制員因內調行政職(如行政支援及流管協調員)，及晉升作業線上督導或主管職務亦會影響第一線航管人力之減損，過去幾年 FAA 觀察到每年平均有 160 個資深合格的管制員升任督導職位，以補齊因退休而流失之督導缺額。其預估之晉升及調職造成人力分析如下圖 5-9，藍色為升職、綠色為調職



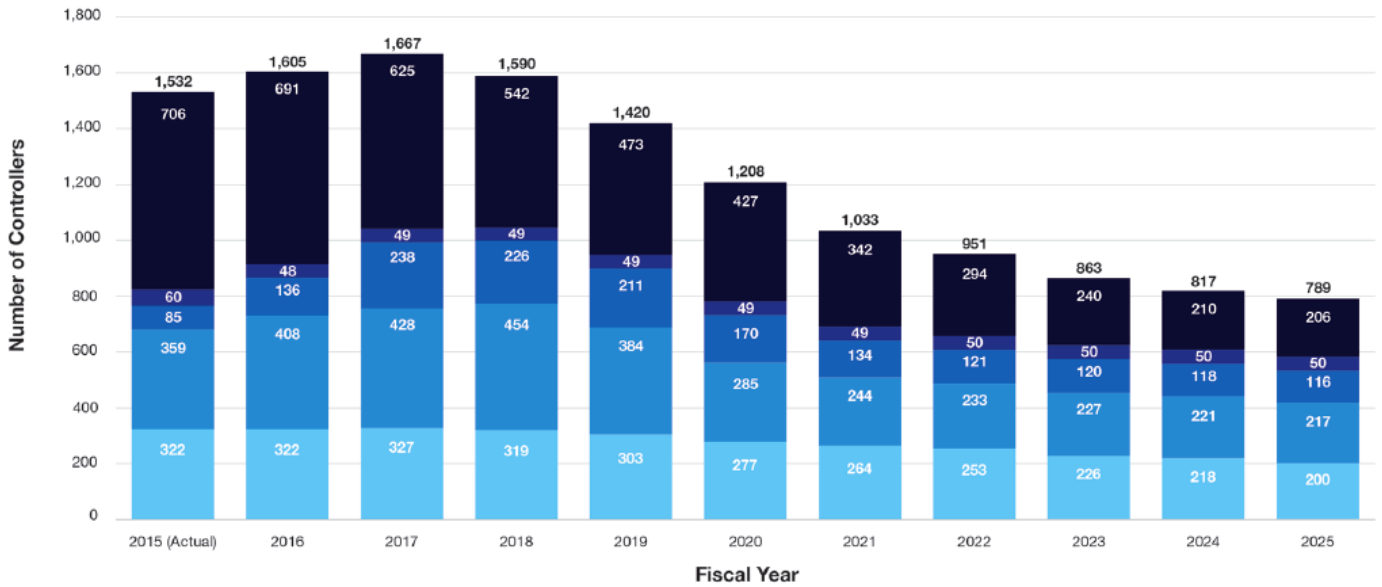
之人數。

圖 伍-9 因晉升及調職造成之人力減損圖

註：2015 年為已實際發生之晉升及調職造成之管制員人數減損

### (六) 總管制員人力減損

FAA 預測未來 10 年總管制員人力減損為 11,943 人，如下頁圖 5-10。



- 退休
- 離職、免職或死亡
- 無法通過在職訓練
- 無法通過 FAA 學院課堂訓練
- 晉升及調職

圖 伍-10 FAA 未來十年總管制員人力減損預估圖

## 五、聘任計畫

FAA 憑藉著專業人員、科技及應用標準化作業程序來安全地運作國家空域系統(Nation Airspace System, NAS)，這個使每日數以萬計航機載送旅客安全抵達目的地的國家空域系統。配置訓練精良且高素質的管制員人力則在這個系統裡扮演了一個相當重要的角色。FAA 現今的新管制員聘用計畫為聘用管制員以滿足其需求，亦即在適當的時間配置適當的管制員人數在適當的飛航管制作業單位。FAA 依航情及管制人力的改變來設定其年度管制人員聘用計畫。

FAA 提早於充裕的時間點前即依飛航管制作業單位之人力需求，及可預見之因退休、晉升等人力減損狀況，聘用及訓練新進管制員，而配合前項預先聘用以補充人力缺口成功的關鍵在當航情及人力減損改變時，能彈性的配合執行其年度聘用計畫。如果未妥善安排非全區管制員之訓練期程，或適時自其他單位調任資深管制員，則可能會發生個別飛航管制作業單位內人力不足，致加班或非全區管制員減少訓練時數拉長訓練時程以增加席位值班人力應因之情況。

FAA 終年地持續監控人力配置計畫，也隨時依單位之人力水準調整其人員聘用規畫，以應因航行量及人力減損之動態變化。在美國數以千計有潛質的優秀的人材被 FAA 所吸引等著加入管制生職涯，FAA 也透過其雙軌制的管制員聘用程序，來獲得其聘用計畫裡所需用之人數。

### (一) 管制員聘用人數

FAA 自 2015 年起的聘用及預計聘用人數表如下圖 5-11，綠色為預計聘用人數，藍色為預估之管制員人力減損。比較起原規劃聘用 1,772 名管制員，FAA 於 2015 年僅聘任了 1,345 人，這造成了需用人力的累積及未來數年需聘用更多的管制員來補足 2015 年所缺遺之聘用人數。也因為 FAA 持續監控及調整人力配置計畫，所以 FAA 便重新調整其 2016 年至 2018 年間之的聘用計畫，將 2015 年短缺之人數分散到前述的 3 年期間之中，分散成數年的原因主要為減少訓練學院及航管單位之作業上的過大變動及減輕相關人員工作負荷。

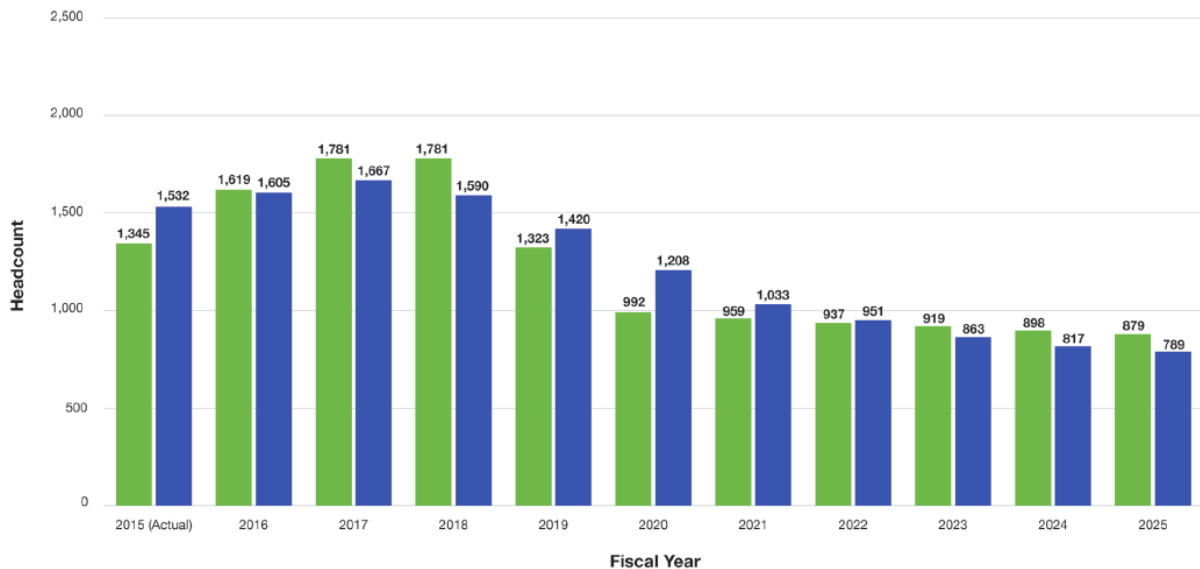


圖 伍-11 FAA 管制員聘用計畫

### (二) 學員與合格專業管制員比例

FAA 的聘用計畫中允許保持一適當比例之學員(含受訓中管制員及調職訓練中之合格專業管制員)人數，FAA 努力將該比例保持在百分之 35 以下，此一比例適用在所有不同的航管作業單位。

下圖 5-12 為 FAA 至 2025 年前之航路及終端管制單位之學員與合格專業管制員比例，綠色線代表航路管制單位，橘色線則代表終端管制單位。

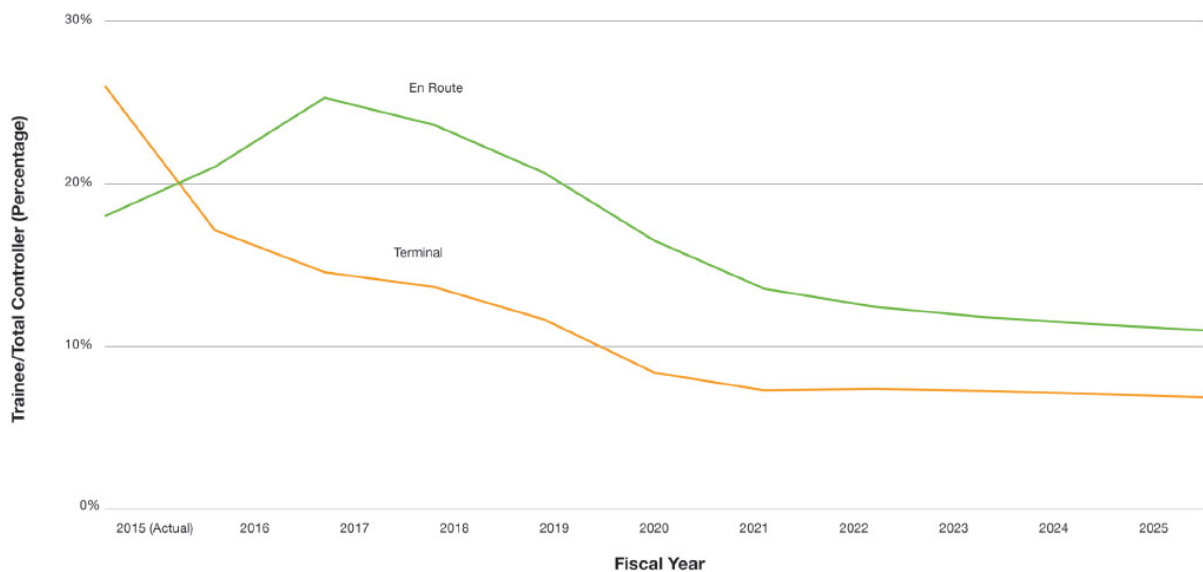


圖 伍-12 學員與合格專業管制員比例

上圖中顯示，終端管制作業單位之比例呈現一路下滑，但航路在 2017 年前有一小波之上升趨勢，來消化其較多之學員。基本上終端及航路單位的學員與合格專業管制員比例皆維持在一個可接受之水準，唯航路的比例皆高於終端，這是因為在美國資深航路管制員的養成時間較終端為長。

在 1981 年美國管制員大罷工前，FAA 的學員比例約在百分之 23 到 44 範圍間，接著罷工事件後，到 FAA 重新聘用到足額管制員的 1992 年間，這個比例上升到了百分之 24 到 52 間，FAA 歷經了 10 年才將合格專業管制員人數補充到可以接受之水準，而學員與合格專業管制員比例方始呈現下降的趨勢。當 1980 年代初期所大量聘任的管制逐漸成熟為合格專業管制員後，自 1993 年到 2006 年間，後續聘用新進管制員的需求明顯的下降，也使得學員比例降到以往的較低水準。

下圖 5-13 為 1969 年起至 2025 年間(缺少 1984 至 1986 年間之資料)，美國 FAA 學員與合格專業管制員比例的歷史資料及預測資料，中間藍色虛線為代表 FAA 所設定之目標值--百分之 35，而 1981 年之最高峰則為因美國管制員大罷工事件，FAA 當時大量增補管制員，以致學員比例超過百分之 50，並直至 1986 年才消彌了大罷工事件所造成的巨大影響。

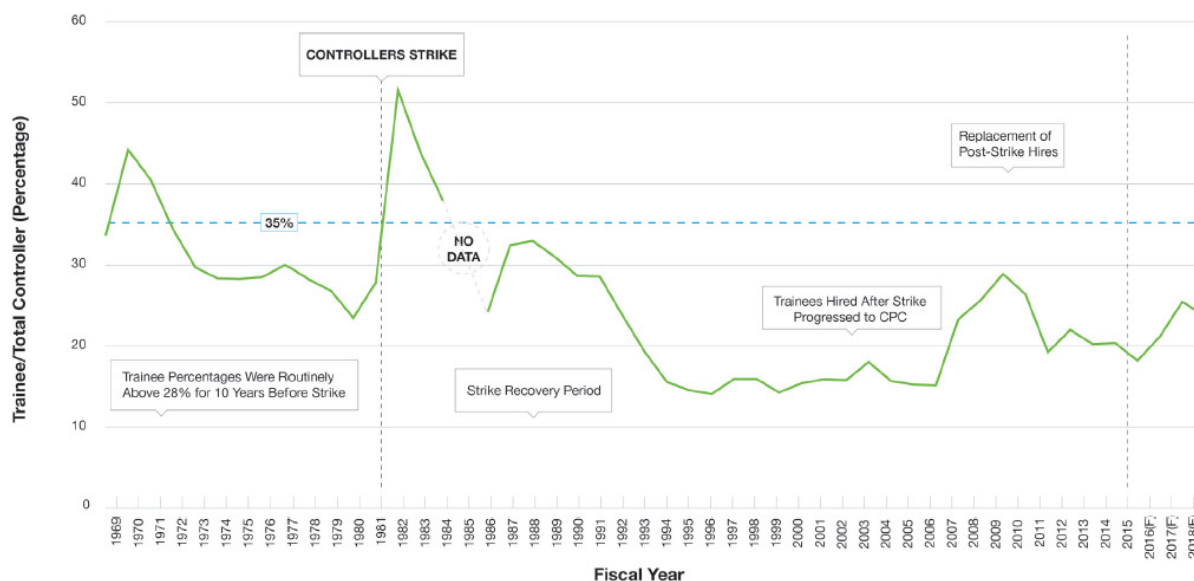


圖 伍-13 學員與合格專業管制員比例的歷史資料及預測資料

FAA 使用多種工具來管理學員的數量，航管作業單位評量訓練需求，使與可能相關的變動因素產生時能隨之調整，這些因素包含作業裝備的升級，新增的跑滑道及現有合格專業管制員的複訓等。航管作業單位的訓練能以多種方式來達成，如聘用約聘教官，使用模擬機，預先安排加班人力等等。

實際的學員人數不能顯示在其個別訓練計畫中的進度，或代表他們所能提供的在職訓練教學及支援線上作業的額外效用。航管作業單位評估其訓練成效的關鍵指標為學員是否於預定期程內完成訓練，終端航管單位的完訓目標期程為 1 至 1 年半，而航路則為 3 年。FAA 藉由改善訓練、增加模擬機使用及以 FAA 的全國訓練資料庫追蹤管制員訓練的方式努力完成上述目標。

## 六、為 NextGen 之準備訓練

當 FAA 轉移到新一代航空運輸系統時，如何持續提供安全、可靠及有效率的飛航管制服務仍舊沒有太大的改變：純熟的技術、訓練精良及專業的管制員。安全及技術訓練辦公室必須維持訓練課程來確保逐步穩定的邁向 NextGen，訓練方式的現代化，將新科技及新技術納入訓練之中，過程中並收集完整的相關資料加以分享使用。FAA 的訓練團隊專家們正在加緊評估 NextGen 如何改變飛航管制作業環境及未來作業人力的能力需求水準。

FAA 對於人力需求及配置長期以來有著嚴謹的計畫及科學的統計分析，這也讓 FAA 在眾多航管作業單位人力的運用上得以有著從容的餘裕可運用預先聘用、開放職

缺申請等方式來提早補充各級航管作業單位之人力缺額，除了 1981 年的管制員大罷工外，FAA 在人力配置及調整上的確有值得借鏡之處。



## 陸、 單位參訪

本次專案除了與 FAA 總部進行本次研究主題之研究外，另安排下列 4 個與航空相關之單位進行參訪：

- FAA 飛航管制系統控制中心(ATCSCC)
- Potomac 近場臺(TRACON)
- Metron Aviation Company
- The Weather Company – An IBM business

### 一、 FAA 飛航管制系統控制中心

在 FAA 的安排下，有幸至離華盛頓特區約 1 個小時車程，位於維吉尼亞州 Herndon 的 FAA 飛航管制系統控制中心(以下稱控制中心)及 Potomac 近場臺 (TRACON)參觀。所在地為美國聯邦政府財產，於二戰時因鄰近華盛頓特區五角大廈，所以當時為做為美軍的通訊指揮中心，近年才改建為供 FAA 使用。圖 6-1 為該園區之正面照，右側建築物即為控制中心，左側建築物則為 Potomac 近場臺。



圖 陸-1 飛航管制系統控制中心及 Potomac 近場臺

### (一)、業務簡報

本次參訪分為兩個部分，上午 9 點至 11 點為參訪控制中心，由原任職波士頓機場塔臺資深管制員退休後轉任控制中心行政管理職的 Tom Nielson 先生負責接待及說明，另由 FAA 總部裡負責亞洲區中國、港澳及我國相關事務的 Chad Kirk 先生亦全程陪同。

大門由警務執法人員負責安檢任務，所有訪客及隨身物品皆須經過 X 光機進行檢查，並連絡內部人員帶領始得更換訪客證件後進入 FAA 相關機構，進入 FAA 總部辦公大樓時亦同。在 Nielson 先生帶領下，進入控制中心行政辦公區，首先經過一簡報室，每天所有在控制中心上班的管制員都會在這裡由當班主管(Manager)進行一天兩次的固定接班前簡報，簡報內容主要針對全美管制空域內之天氣現況、預報及各機場狀況進行班務前說明。



圖 陸-2 控制中心簡報室資訊牆

參觀完簡報室，接著繼續帶領我們前往小會議室進行參訪簡報，走道上經過了另一個品質管制部門辦公室，Nielson 停留在門口做了簡單的說明，這個部門主要負責收集、檢視並分析每日控制中心針對各種狀況所做成的各項

流量管理措施，以確認每一流管措施之成效，並檢討是否有改善空間，以做為爾後遭遇類似狀況時處置之參考依據。

接下來即至會議室由 **Nielson** 為我們進行參訪簡報，簡報內容主要介紹 **FAA** 飛航管制架構、控制中心負責之業務及席位配置等基本資訊，完成簡報後，針對簡報內容進行了簡短的 **Q&A**。在小會議室裡使用個人電腦進行簡報前注意到 **Nielson** 先把個人證件插入晶片讀卡中，才開始使用電腦及存取檔案，經詢問表示這是控制中心的安控機制，每部電腦的使用及檔案的存取皆需透過個人工作證件的認證及紀錄後才可以使用。

以下介紹 **FAA** 飛航管制架構及控制中心主要提供的服務及業務，全美共分為 **22** 個航路管制空域，**248** 個終端管制空域及超過 **500** 個以上的塔臺，但只有 **1** 座協調全美國管制空域流量的控制中心。在控制中心當班的管制員不需要直接與航機上的飛行員對話，主要是與各個飛航管制作業單位、機場及航空公司進行協調。

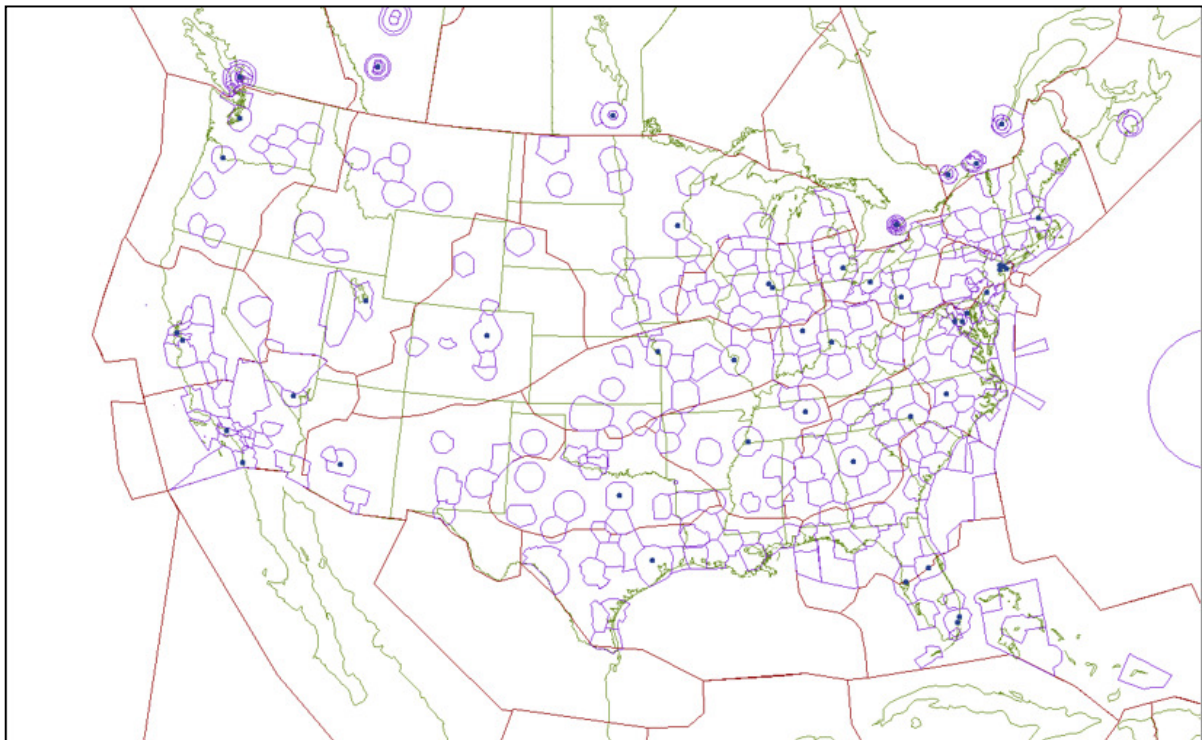


圖 陸-3 FAA 飛航管制空域圖

由於控制中心最主要的任務是負責全美飛航管制空域內的流量管理，所以當班的管制員都是各地塔臺、近場臺或是航路管制中心的資深流量管理協調員來擔任，這些人都必需對各地天氣狀況、航情特性、助導航系統、飛航程序、機場及空域特性等有相當程序之瞭解。而流量管理措施最主要之功能

就是平衡航情需求與容量，是故，所有的流量管理措施都一定會對航空公司及旅客造成不同程度之影響，所以控制中心對流量管理措施的政策一向是資訊透明、溝通協調及最後才是考慮對航情進行限制。

所以控制中心的管制員更需要具備以下的特質，良好的溝通協調能力及對各種可能造成流量影響事件或潛在因素的敏感性。

## (二)、作業室參訪

在對控制中心業務進行完簡報及對內容簡要的 Q&A 後，Nielson 接著便帶領我們至控制中心作業室進行參觀及說明。在進入作業管制室前，所有通訊及攝影器材皆需關機，以免影響控制中心之作業。

下圖 6-4 為控制中心之管制作業室，作業室大小約有北部飛航服務園區管制作業室的 1.5 倍大小，席位前方牆壁上則有 6 組超過百吋的投影幕，上面顯示各式管制中心內所需的資訊。



圖 陸-4 控制中心作業室

## (三)、席位配置

下頁圖 6-5 為控制中心作業室之席位配置圖，可以概略將整個作業室略分為三個部分，上面為氣象及 GPS 信號監視作業區，中間部分為主要管制作業區，下半部則為助導航系統監控及航空公司派駐代表作業區，接著將就各

作業區內之主要席位作簡要說明。

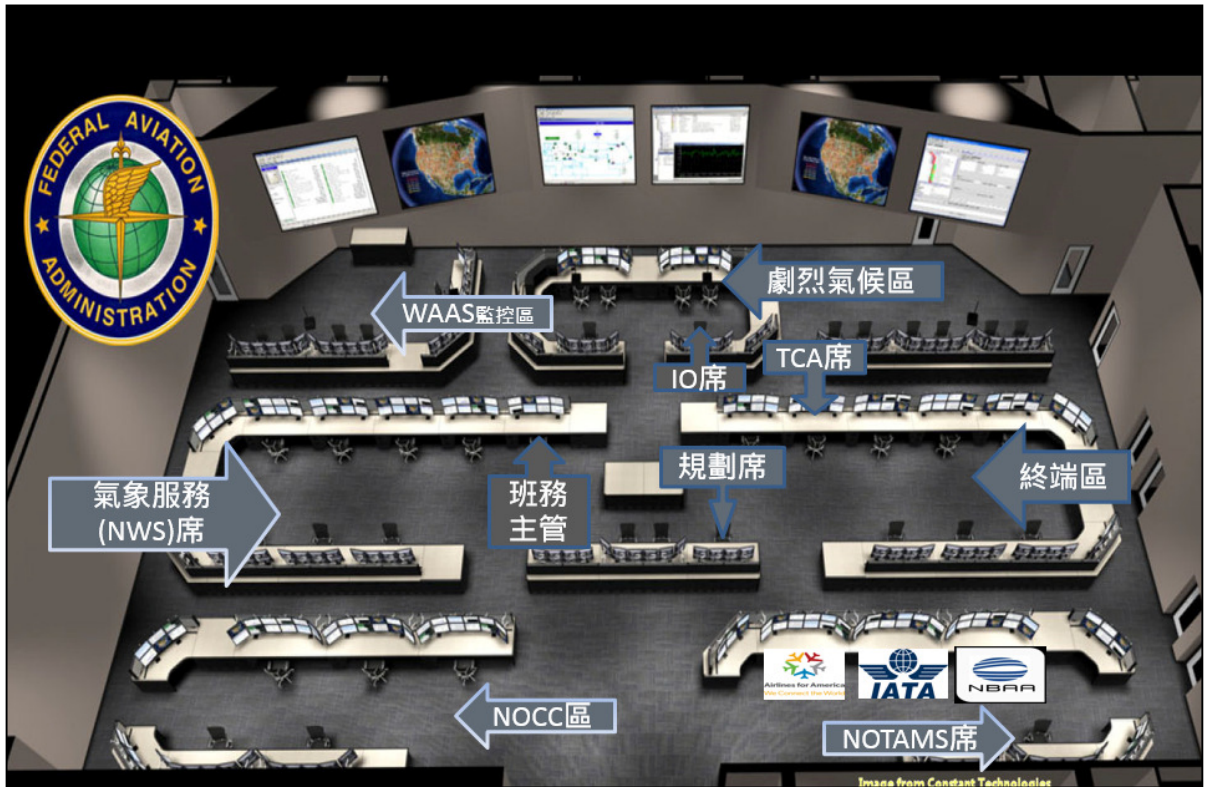


圖 陸-5 控制中心作業室席位分布圖

### 1、班務主管 (National Operations Manager, NOM)

主管整個作業室之運作，監管全區所有流量管理措施之規劃及執行。為該單位最資深之人員擔任。各作業區另設有班務督導 (Supervisor)，負責管理各分區之作業。Nielson 講解時跟我們講了一段小故事，911 事件發生當時，當天的班務主管為新升任之主管，那天是他升任班務主管職後的第 1 個班務，當確認為發生劫機恐怖攻擊事件後，是該名主管與國防部五角大廈直接連繫，當下並直接做出所有在空機儘速落地之決定，甚至連 FAA 總部都是事後才受到通知。果斷的決策對緩和了當日的情況及阻止了後續可能的恐怖攻擊行動。

作業的入口處懸掛了兩面獎章，其中一面就是美國聯邦政府表彰控制中心在 911 事件中所給予的協助及表現；而另一面則是表揚控制中心在 2014 年 9 月 FAA 芝加哥航路管制中心因員工惡意縱火，致該航管作業單位當日緊急疏散所有員工，致當日近 2 千個航班受影響，後續芝加哥航路中心因為機房設備受損導致需停止作業超過 20 天，期間所有航情由鄰近之近場臺及航路中心接管，而該中心因為協調航情得宜，以致沒有造成過大之航情影響。

## 2、氣象服務席(National Weather Service, NWS)

氣象服務席主要任務為協同收集及發送航空氣象資訊，至全國各地需要該資訊之單位，同時提供了控制中心內各終端及航路區所需之氣象資訊，以預做規劃。FAA 22 個航路管制中心內都設有中央氣象服務單位 (Center Weather Service Units, CWSU)提供機場氣象告警、機場預報 (Terminal Aerodrome Forecasts, TAF)、航路氣象預測及告警(SIGMETS 及 AIRMETS)、航空區域氣象預測及如亂流及火山灰之在空飛航諮詢等服務。

## 3、規劃席(Planning)

所有流量管制策略及措施皆由此席位負責發展及規劃，在所有策略發展的初期，該席位會利用電話會議方式，協調各地機場、飛航管制作業單位、軍方、氣象單位及相關航空公司召開「策略規劃會議」，使相關資料能傳遞到所有可能受影響單位，也讓各單位能充分表達意見，以獲得最佳之流量管理策略及措施之共識。確認相關措施及可能之延誤後，再將相關結果發布在網頁上，下頁圖 6-6 即為發布在 FAA 網站之相關機場流量管理及航情延誤資訊，亦可針對各區域或單一機場進行查詢，下頁圖 6-7 為芝加哥中途國際機場之即時延誤資訊。

VIP 飛航的相關資訊亦由此席位進行協調及通報。

ATCSCC Home | Products | What's New | Site Map | ATCSCC FAQ | Diversion Forums | Text-Only Version

View by Region: Select a Region [v] [▶]

Search by Airport: Airport Lookup [v] [▶]  
(Enter city, airport code, airport name)

View by Major Airport: Select a Major Airport [v] [▶]

圖 陸-6 FAA 網頁上之控制中心之航班延誤資訊

**AIRPORT STATUS INFORMATION**  
provided by the FAA's Air Traffic Control System Command Center

Chicago Midway Airport (MDW) Real-time Status

The status information provided on this site indicates general airport conditions; it is not flight-specific. [Check with your airline](#) to determine if your flight is affected.

**Delays by Destination:**

- Due to WEATHER / LOW CEILINGS, departure traffic destined to **Seattle-Tacoma International Airport, Seattle, WA (SEA)** is currently experiencing delays averaging **41 minutes**.
- Due to WEATHER / LOW CEILINGS, departure traffic destined to **San Francisco International Airport, San Francisco, CA (SFO)** is currently experiencing delays averaging **52 minutes**.

**General Departure Delays:** Traffic is experiencing gate hold and taxi delays lasting 15 minutes or less.

**General Arrival Delays:** Arrival traffic is experiencing airborne delays of 15 minutes or less.

圖 陸-7 芝加哥中途國際機場之即時延誤資訊

#### 4、TCA 席

TCA 全名為 Tactical Customer Advocate，此席位為一連絡官角色，主要為評估、協調及處理航空公司之臨時性需求，如臨時有某班機因地面延誤，可能造成機組人員超時，此時航空公司便會直接與此席位協調讓該班機取得較高之優先權，以避免後續可能衍生之問題。

#### 5、WAAS 席

WAAS 全名為 Wide Area Augmentation System，即廣域增強系統，為 GPS 助導航之一部，此席位為負責監視全美管制空域內之 WAAS 信號之完整性及可靠性。

#### 6、IO 席

IO 為 International Operations 之縮寫，此席位對外負責國際相鄰 FIR 間之飛航管制作業單位連繫與協調，對內於可能有劇烈天氣影響(如颶風)時，則負責組織與發起劇烈氣候席、各個終端席、各地飛航管制作業單位、TCA 席及航空公司駐地代表間之電話協調會議。

#### 7、劇烈氣候席(Severe Weather Area)

此區各席位主要負責控制全美管制空域內，發生劇烈天氣變化時，規劃航路偏航計畫及替代航路，並協調各地飛航管制作業單位及各航空公司有關航路偏航資訊。相關席位除須與規劃席持續協調外，並須與各地飛航管制作業單位就空域與機場之需求/容量、氣候造成之飛航程序/路徑相關影響以及異常狀況等議題保持密切之訊息傳遞。

#### 8、NOCC 席

NOCC 全名為 National Operations Control Center，即全國作業管制中心，作業性質類似我國北部飛航服務園區內所設之系統監控席。此區各席位負責監控全美各地助導航設施之服務與作業狀況，同時也負責控制中心所有雷達監視、通訊及助導航系統之運作。

#### 9、NOTAM 席

NOTAM 席負責所有飛航公告之發布、收集及維護，並傳送與飛航管制空域相關之飛航公告予相關席位及單位。NOTAM 席由 NOTAM 官輪值，該職位不僅負責民航之相關公告，同時也負責處理國防部及國際相



關之飛航公告。

## 10、民航相關單位派駐管制中心代表

在 NOTAM 席旁另有三個位置是由美國航空促進會(Airlines for America, A4A)、國際航空運輸協會(International Air Transport Association, IATA)及全美商業航空協會(National Business Aviation Association, NBAA)三個單位派駐於控制中心之代表所使用。當有相關因天候、助導航設施或其他突發狀況需要協調航空公司時，皆可直接與前述各組織派駐之代表面對面的溝通。

FAA 航空管制控制中心為統合全美國管制空域流量管理的飛航管制作業單位，對可預期發生之天候、惡劣天氣、軍方演訓等因素，及不可預期的如跑道臨時關閉或助導航設備故障等事件，儘早擬定相關策略及措施，以平衡航情需求及容量限制，並且經由與各航空公司、機場單位及飛航管制作業等相關單位進行協同決策(Collaborative Decision Making)，來達到分散及最小化延誤的目標。要達成這樣的目標須要靠多年的實務經驗累積，並隨時檢視每次的決策及執行過程，才能達到現今的規模。Nielson 告訴我們，中國大陸在參觀過他們中心後，也想照樣複製一套到中國大陸施實，但是一個流量管制中心的成功，靠得不只是硬體設備，整個協調、策略擬定、共同決策及流管措施的有效執行才是整個系統成功的關鍵。

## 二、Potomac 近場臺

### (一)、業務簡報

參觀完控制中心後，緊接著到隔壁棟建物參觀 Potomac 近場臺，尤於同一時間另有兩個單位安排在同一時段參訪，爰 Potomac 近場臺統一安排進行業務簡報。因另兩個參訪單位約共有十餘人，且為非相關飛航管制單位，其簡報內容僅為一般入門之飛航管制作業介紹。完成簡報後，所以參訪人員分為兩組交替至模擬機及航管作業室進行參觀。

Potomac 近場臺於 2002 年底成立，管制員人力配置範圍為 136 人至 166 人之間，編制人力全為近場雷達管制員，不需負責鄰近塔臺班務。為第 11 級之飛航管制作業單位，地域加給為百分之 24.22。



圖 陸-8 Potomac 管制室

## (二)、管制空域

Potomac 主要負責華盛頓特區及維吉尼亞州週邊華盛頓杜勒斯國際機場 (Washington Dulles International Airport)、華盛頓國家雷根機場(Washington National Airport)、巴爾的摩－華盛頓瑟古德塔馬歇爾國際機場 ( Baltimore-Washington International Thurgood Marshall Airport ) 及里奇蒙國際機場 ( Richmond International Airport)四座民用機場及附近終端空域之飛航管制作業。

Potomac 終端空域主要劃分為下列四區域

- 1、MTV：杜勒斯國際機場及其以西空域。
- 2、SHD：國家雷根機場及安德魯聯合基地及其週邊空域。
- 3、CHP：巴爾的摩國際機場及其以北空域。
- 4、JRV：里奇蒙國際機場及其以南空域。

## (三)、航管自動化系統

Potomac 近場臺所使用的航管自動化系統為洛克西德馬汀(Lockheed Martin)公司所提供的終端雷達自動化系統(Automated Radar Terminal System, ARTS) ，與我國前代所使用的航管自動化系統為同一系列產品。FAA 轄下終端近場臺所使用的 ARTS 系列航管自動化系統已經使用超過 30 年以上，最新一代的系統型號為 III E。III E 型的 ARTS 系統可同時支援 15 個監視訊號來源，並同時處理超過 1 萬個以上之航跡，現佈署在 8 個大型之近場臺，而前一代的 ARTS IIE 系統僅能支援 2 個監視訊號來源與處理 512 個航跡。



圖 陸-9 ARTS III E 系統

### 三、Metron Aviation Company 參訪

#### (一)、前言

Metron Aviation 公司為一家創立於 1995 年，專注於飛航流量(Air Traffic Flow Management, ATFM)及共同決策(Collaborate Decision Making, CDM)及空域設計的系統及顧問公司，它是空中巴士公司之投資企業。Metron 公司與 FAA 就飛航流量管理及共同決策系統部分有著長期合作的密切關係，FAA 飛航管制系統控制中心內有關飛航流量管理之系統即由 Metron 公司所提供。Metron 同時也在亞洲許多國家如新加坡、南韓、馬來西亞等國協助改善其飛航流量管理系統。

於赴 FAA 飛航管制系統控制中心參訪前，經介紹至 Metron 公司參觀及瞭解其所發展之飛航流量管理系統，提供了接觸與認識美國飛航產業中與航管相關之管理系統的一個難得之機會。

#### (二)、飛航流量管理工具 – Harmony

Metron 公司自 1995 年起就共同決策系統這個領域與 FAA 展開合關係，後續 Metron 公司依其與 FAA 於流量管理作業之合作，開發了一套飛航流量管理系統 – Harmony，這套系統可視為 FAA 於流量管理作業實踐之具體化工

具，專門給飛航服務提供單位(Air Navigation Service Provider, ANSP)使用。目前這套系統在南非、澳州及哥倫比亞等國家所使用，南韓及新加坡也正在建置當中，新加坡現在正在發展的東南亞區域流量管理(Southeast Asia Regional ATFM Concept)，即是使用 Metron 公司之 Harmony。

這套系統能將流量管理所需之相關資料，如航情需求、航路或機場容量、氣象、空域狀況等，經整合後顯示於一共同使用平臺，讓所有需求的單位一同分享資訊及討論，並能將所共同決策之流管措施引進系統進行模擬，進一步得到影響結果，決策單位可再依模擬之結果，再予修正，直到得到最佳之流量管理措施。圖 6-10 為 Harmony 系統應用之發展架構圖。

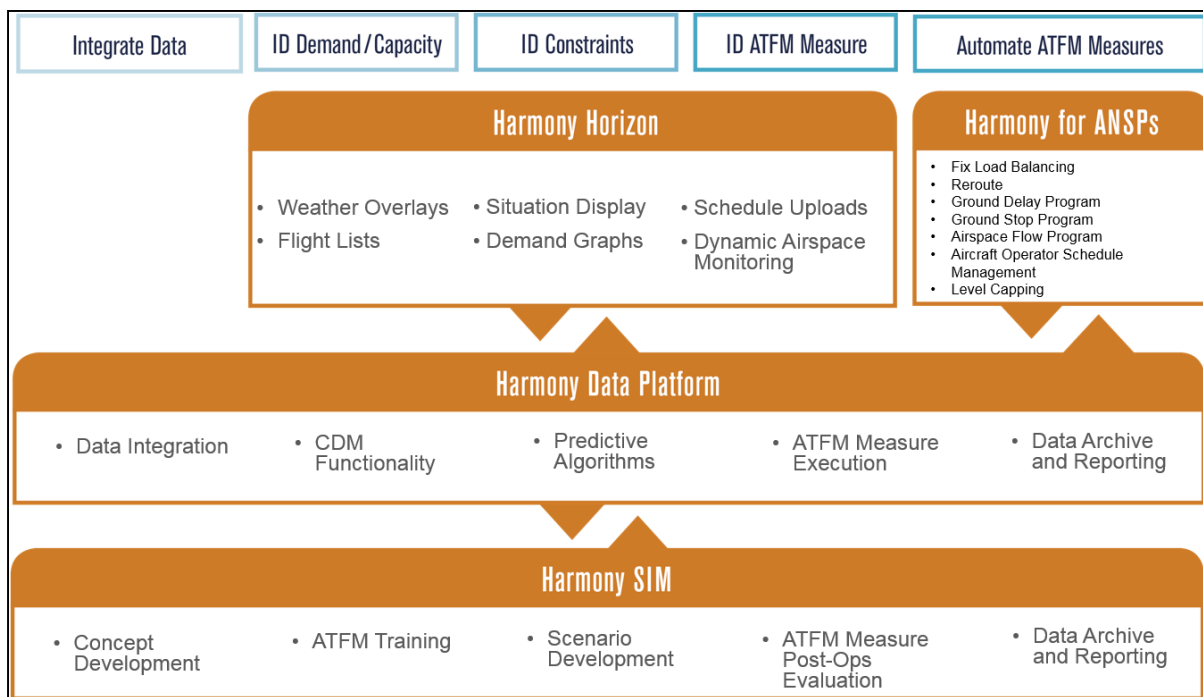


圖 陸-10 Harmony 應用之發展架構圖

#### 四、The Weather Company – An IBM Business 參訪

##### (一)、前言

The Weather Company IBM 氣象公司為 IBM 集團下之子公司，主要業務為氣象資訊於各產業如航空業、農業、能源工業之應用。本次赴美經黃生成博士的安排，至他所任職的公司參觀，黃博士自 2005 年於美國柏克萊加州大學取得博士學位後，即投身於統計、機械學習及資料分析等科學研究工作，並致力參與航空相關領域之作業，如航情需求預測、航空公司作業最佳化及參與美國 FAA 下一代(Next Generation)飛航管理系統(ATMS)與無人飛行載

具(UAS)作業之研究，對美國航空業當前之發展與趨勢相當瞭解。因黃博士現任職於氣象公司，負責帶領該公司數據分析團隊，經連絡及黃博士之安排後方有機會瞭解美國商業氣象公司於航空業之應用及發展。

## (二)、 氣象資訊處理

IBM 氣象公司有自己的氣象團隊，他們除了接收美國氣象單位及全球重要區域及航路之氣象資訊外，亦以專線接引 FAA 之氣象及航管雷達資料。在氣象公司中有一間氣象資訊作業室，部門內的員工 24 小時輪班，監看、傳遞及綜整所有獲得之氣象資訊，以提供給顧客最即時之資訊，圖 6-11 為該公司之氣象作業室。另，IBM 氣象公司內部有一佔地頗大的氣象機房，裡面使用的即是 IBM 專門處理氣象資訊使用之專用主機。

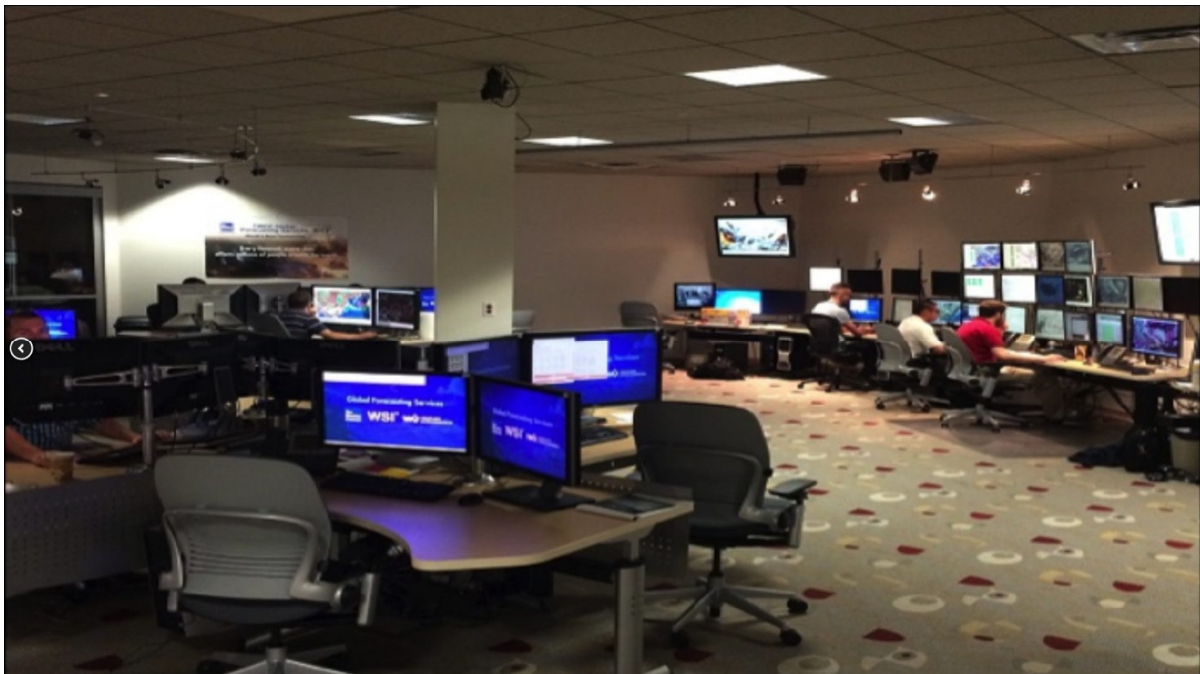


圖 陸-11 The Weather Company 氣象作業室

## (三)、 主要航空氣象服務產品

### 1、 WSI(Weather Services International) Pilotbrief

飛航前飛航組員可利用氣象公司提供的 WSI Pilotbrief 工具，在一互動式的平臺上以視覺化的圖形來確認天氣狀況、相關空域公告、簽發之飛航計畫與路徑，這讓飛行組員可以更簡單的進行飛行前之評估及決策作業。

可它以由多種平臺上登入後快速地取得所需之飛行前簡報資訊，如透過個人電腦、行動裝置等。圖 6-12 為 Pilotbrief 顯示於 iPad 之畫

面。

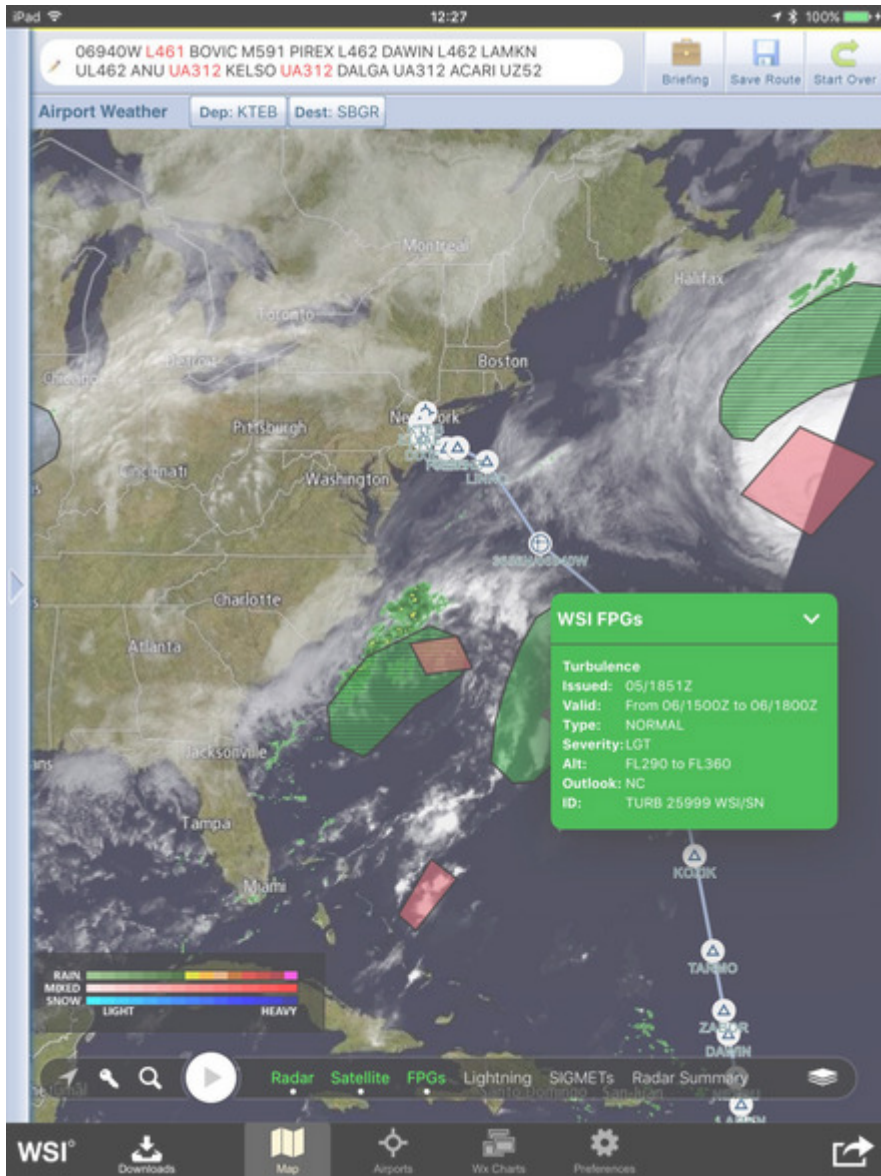


圖 陸-12 iPad 上所顯示之 WSI Pilotbrief

## 2、 WSI Hubcast

IBM 氣象公司也針對機場地勤人員開發了一套機場天氣告警系統，它可以針對雷擊、強風等可能危害機場地面組員的危害天氣接近機場作業範圍時，以電子郵件及簡訊方式發送給相關人員。圖 6-13 為 Hubcast 之系統畫面。

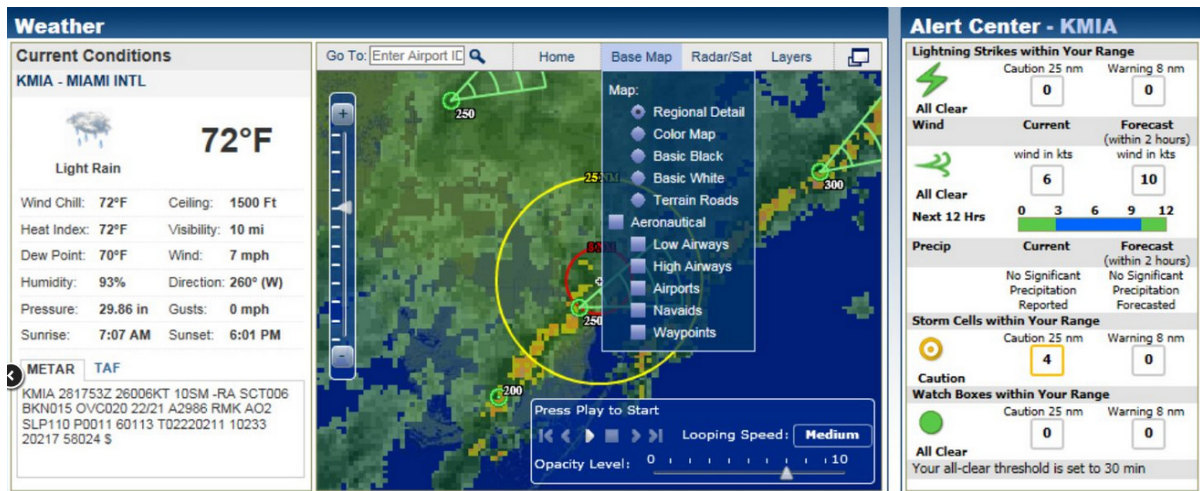


圖 陸-13 Hubcast 系統

### 3、WSI Total Turbulence

依統計，每年全球航空公司因為空中遭遇亂流而產生超過上億美元的損失，而 IBM 氣象公司則希望藉由 WSI Total Turbulence 這項工具來大幅降低因亂流而造成的人員及財務損失，經由實際使用及驗證後，IMB 氣象公司宣稱將能將因亂流導致之損害下降百分之 50。

這套系統能由在空機上裝置之感應器於感應到遭遇亂流時，即時回報分享資訊，再經由氣象公司氣象專家及系統的處理，標定亂流影響之區域，即時發送給該區域鄰近之在空航機，讓他們有足夠之前置時間採取迴避措施。下頁圖 陸-14 為 WSI Total Turbulence 系統顯示之截圖。



圖 陸-14 WSI Total Turbulence 系統

#### 4、 WSI Fusion

WSI Fusion 為 IBM 氣象公司一項最新之整合式航空氣象產品，它結合了氣象、航機動態及 FAA 相關飛航及流管公告等資訊，讓航空公司能迅速有效的掌握決策所需之相關訊息。

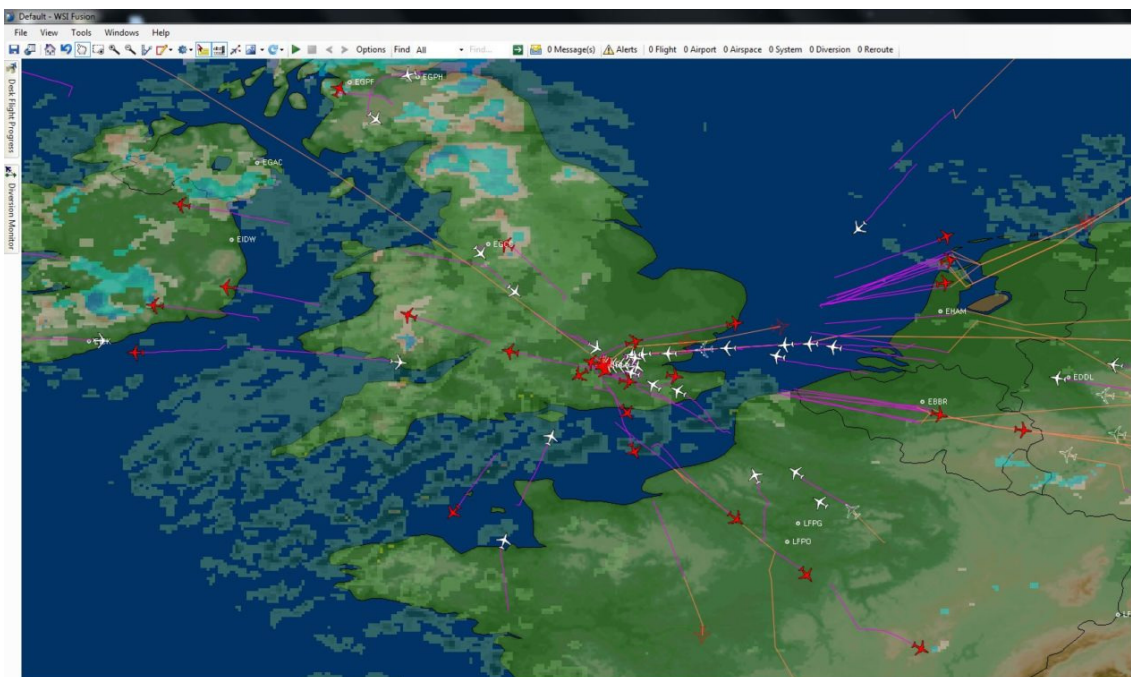


圖 陸-15 WSI Fusion 系統



現今航空公司簽派員及應變決策團隊需要每天緊盯 FAA 流管措施之發布或取消，而且只能生硬的從所獲得的文字訊息資料去轉化及篩選出對他們飛行的航線有意義的資訊。而 IBM 氣象公司所提供之 WSI Fusion for ATFM 工具能即時不斷地更新 FAA 所發布之相關流管訊息，並加以視覺化，並依照每個客戶不同的需求於 WSI Fusion 系統上僅呈現出其所需之資訊，讓簽派部門或決策團隊能更簡單快速地獲得他們需要的資訊。

飛航於本區之各航空公司及飛航組員現皆能透過由飛航服務總臺所提供之「航空氣象服務網」來獲取所需之氣象資訊，但仍需自行整合飛航公告、空域狀況等相關飛航資訊，來替每個航班進行飛航前準備及航行中航路資訊更新。而 IBM 氣象公司則提供了全球各航空公司及其他產業一個客製化高度整合的產品，讓使用者能快速清楚的全盤掌握及過濾出他們需真正需要的資訊，這也是 IBM 氣象公司能立足於各產業之關鍵因素。

## 柒、 課後心得

### 一、 「航空安全人為因素(Human Factor in Aviation Safety)」

#### (一)、 課程重點摘要

南加州大學每年均會定期舉辦航空安全相關課程，航空安全人為因素即為其系列課程之一，課程內講授人為因素於現代飛航安全環節中所扮演之角色，現代之航空業不論是航機、助導航設備或是航管自動化系統等，都朝向高度自動化之方向發展，也伴隨而來了大量的人機界面操作，這也反應出了人為因素於航空安全中所扮演之重要角色。有了這樣的體認，就能透過以適當訓練之方式來提升航空安全水準。

本課程以各航空從業人員易於理解和應用之方式來介紹人為因素之意涵，進一步來確認人為錯誤之原因，預測人為錯誤如何影響安全績效，及如何採取對策來減少或消彌其影響。課程設計採用了 FAA AC 120-51D 文件及國際民航組織「人為因素文摘」第三期中所推薦之相關內容。雖然課程重點著重在飛行組員之角度，但適用於航空各相關業界，尤其亦適用於飛航管制於訓練上之觀念導入及實務作業上之應用。

#### (二)、 講師介紹

##### 1、 Dr. Najm Meshkati

Meshkati 博士為美國南加州大學 Civil/Environmental Engineering、Industrial & System Engineering 及 Aviation Safety and Security Program Viterbi School of Engineering 科系及學程之專任教授，於航空安全領域有超過 30 年之教學及實務經驗，另於核能、離岸鑽探、石化、鐵路等領域之工業安全專家。

曾實際參與 Tenerife 機場荷蘭皇家航空(KLM)與泛美航空(Pan Am)、Avianca 航空 52 班機、大韓航空 801 班機及韓亞航 214 班機事故後續有關文化方面議題之調查及研究。另亦曾參與三哩島核電廠、印度 Bhopal 化工廠、BP 石油鑽探平臺及日本福島核電廠事故之調查及研究，是一位學術與實務兼具之講師。

##### 2、 Captain R. David Johnson

Johnson 機長為美國空軍上校退役，軍中曾擔任 RF-4C、F-5A、F-4D、F-4E 及 F-16A 等機型之飛行員，派駐過韓國、泰國及北約組織

(NATO)，為前任美國空軍安全委員主席。

Johnson 機長現已於美國航空(American Airlines)服務超過 30 年，擔任過 B727、B737、B757、B767 及 MD80 等機型之飛行員，於美國航空擔任多種機隊之訓練管理及人為因素講師，亦曾與 FAA 就訓練及安全相關領域有過多次合作經驗。

### (三)、課程表

本次人為因素課程安排於 2017/8/28 至 2017/9/1 間舉行，為期共 4.5 日 32 小時；課程安排如下：

1. 人因工程 4 小時
2. 人為因素訓練 22 小時
3. 案例分組討論及報告 6 小時

### (四)、上課學員

本次上課學員共有 29 員，主要來自美國航空公司、聯邦調查局、邊境巡防單位、空中警察、陸軍及普通航空業等單位，外籍學員除了臺灣、瑞士、奈吉利亞及墨西哥各 1 員外，另有來自日本全日空航空及日本航空的 4 名學員。員學之背景除飛航管制外，主要為飛行員、機務或負責安全管理之主管。

### (五)、課程內容

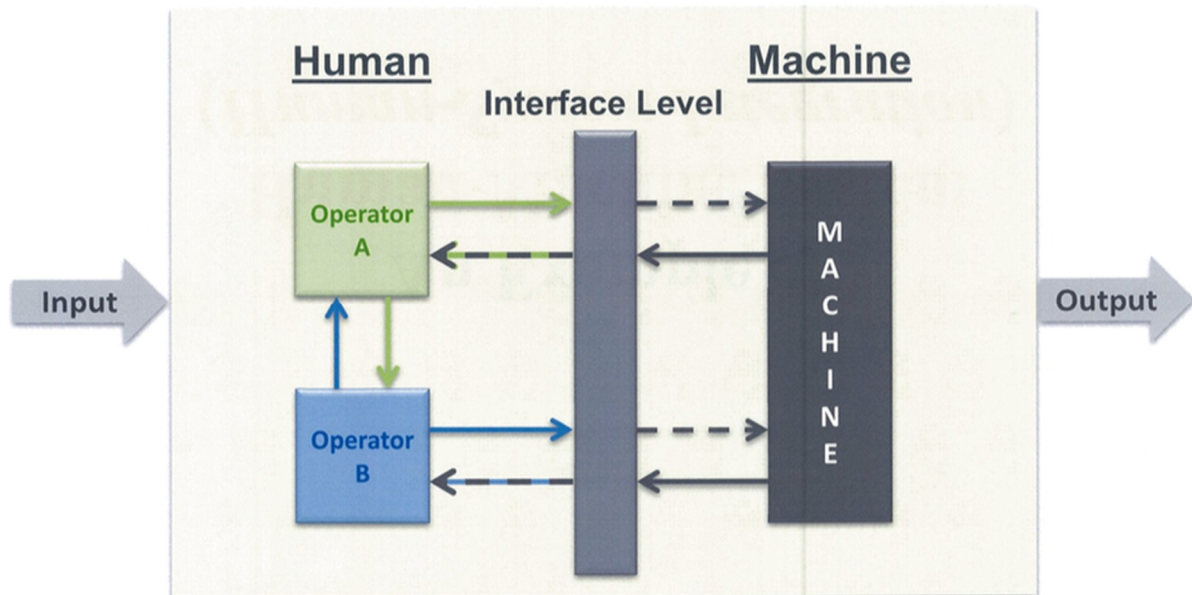
課程第一天前半日由講師及每位學員做完簡單的個人介紹後，即由 Meshkati 博士介紹人因工程這門學科的內容及其演進。後續的課程則由 Johnson 機長進行人為因素各項內容之討論。課堂中除了講師的教授外，每天課後皆指定課後作業，作業內容為明日課堂間進行討論及分組研討之課外參考文章或案例，以下即就各項課程講授重點進行摘要說明。

#### 1、人因工程 Ergonomics

“意外事件為不良後果之錯誤”，Meshkati 博士以這句話做為人因工程這堂課的開場，在各個業界造成意外事故的原因，大部分都被歸責於「操作錯誤」，而現代航空業界的高度自動化，人與機器間的互動與各項事件及事故間的關係佔了極大的比例。

人-機系統 (Human-Machine System) 所描敘的即為「機器顯示給人的資訊」與「人對各項資訊於機器之反饋操作」間的關係。下頁圖即為表示透過人機界面，機器向人顯示系統之資訊 (黑色實線)，而人需靠

自身之去正確理解該資訊（黑色虛線），然後人再透過人機界面向機器傳達其後續指令或相對之回應（綠／藍色實線）。



人機系統圖

而人是否能正確地理解系統所欲傳遞的訊息，進行做出正確之反應及操作，這即是人因工程或人為因素這門跨越了社會、工程、及心理等學科領域之複合學科所試圖解決的問題；人因工程希望達到減少人為錯誤、增加產能、提升安全及為人類提供舒適的環境等目標。

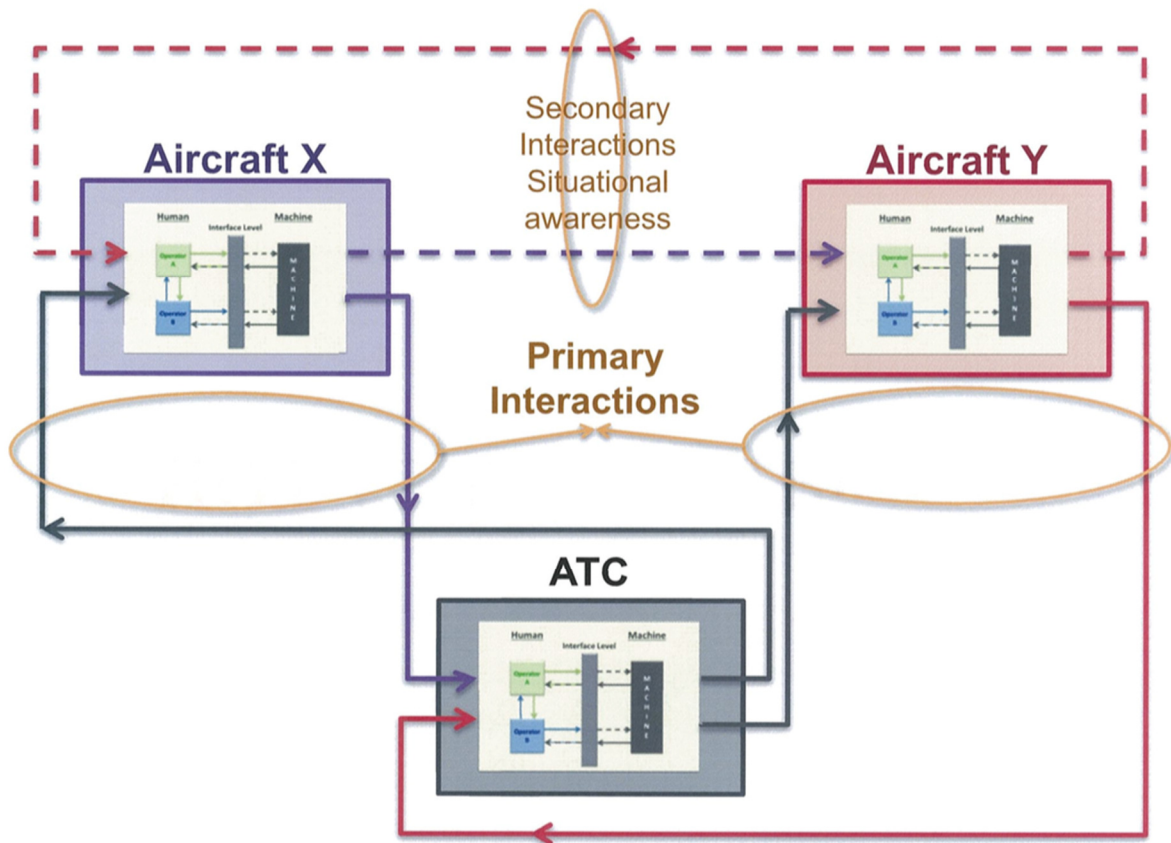
根據統計約有近百分之八十以上的航空意外事故都是由於人為疏失所造成，如果進一步專注分析於進場階段所發生事故，人為疏失為主因所佔之比例則又更高。

人為疏失中最常出現的一種錯誤為「現實與想像之誤差」，不論是在工作或日常生活中，由人所執行的各項作業之實際結果與想像（計畫）的結果間總是存在著落差(GAP)。Meshkati 博士舉了知名的重大飛航事故來說明前述的人為疏失所造成的重大災難，1977年3月於北非外海 Tenerife 發生的兩架波音 747 飛機在視野極低的跑道上，因泛美航空、荷蘭皇家航空及塔臺三方間因為溝通不良與各自解讀想像，而未確認實際狀況，最後造成了 583 人傷亡的跑道入侵悲劇。

依人機系統圖的概念，將本案例狀況套入後，得到下頁之 Tenerife 事故人機系統圖，由圖中可以看到兩架航機與管制塔臺間及以兩機間對彼此之情境感知互動關係。此一意外事件後，各航空公司及各航空主管機關開始大力提倡組員座艙資源管理及威脅與疏失管理等基於人為因素

所發展出來的各種改善飛航安全之觀念。

FAA 在其「跑道安全藍圖 2002-2004 (Runway Safety Blueprint 2002-2004)」出版品中，開宗明義即說明「人為因素是每件跑道入侵的共因。」



Tenerife 事故人機系統關係圖

## 2、美國人為因素於航空業之演進

人為因素是一門有關瞭解人與系統間其他單元之互動關係，進而研究如何應用其理論、原則及方法來降低人為疏失的發生，並提升整體系統之效能。

第一代的人為因素發展始於 1973 年美國國家航空暨太空總署 (National Aeronautics and Space Administration, NASA)，當時 NASA 開始對商用及軍方飛行員就溝通、領導、團隊合作、資源及決策等面方展開航空研究，1976 年 NASA 及 FAA 開始應用航空安全報告系統 (Aviation Safety Reporting System, ASRS) 來做為提升飛航安全的一個具體方法，藉由 ASRS 自願報告系統讓飛航安全相關議題能在業界裡流通分享。美國國家運輸安全委員會 (National Transportation Safety Board, NTSB) 隨後

在 1979 年建議美國各航空公司開始進行組員資源管理（Crew Resource Management, CRM）相關訓練。

到了 1985 年第二代的概念開始萌芽，首先由大陸航空（Continental Airlines）提出了組員協調概念（Crew Coordination Concepts, CCC），它從駕駛艙擴展到了所有組員，從個人提升到團隊合作，發展核心也一路從協調、決策制定進化到團隊合作及領導統御。CRM 訓練對象也從飛行員、空服員，一路推展到了維修人員（MRM）及簽派人員（DRM）。

第三代概念約於 1980 年代末期開始，著眼於特定的技能，如簡報及溝通、決策、自我評估、環境感知（Situational Awareness, SA）及自動化技術等，FAA 也在這個階段頒布了 AC 120-51 號文件，做為 CRM 訓練的的指導綱要。同時德州奧斯汀大學也發展出了線上作業安全稽核（Line Operations Safety Audit, LOSA）。

第四代人為因素發展自 1993 年開始，這一代的特性為將 CRM 之的原則導入程序檢查列表中，也將由 ICAO 於 80 年代末期所發展的在模擬機進行的線上導向飛行訓練（Line Oriented Flight Training, LOFT）中加入了 CRM 的概念。

第五代概念的發展很快地接續前一代於 1995 年展開，主要加入錯誤（Error）管理，相較於傳統上試圖消彌人為疏失，這一代的更著重於管理人為疏失，開始認為適當的將疏失予以控制或轉移將更能顯著地提升飛航安全。

第六代為當前最新一代的人為因素管理概念，它將威脅與疏失（Threats and Errors）一同納入飛安考量，專家認為威脅將增作操作的複雜度並降低安全係數。1997 年 FAA 發布了 AC 120-66 號文件，隨後於今 2002 年更新為 AC 120-66B 版，加入航空安全行動計畫（Aviation Safety Action Program, ASAP），2004 年再發布 AC 120-82 號文件揭露了飛航作業品質保證（Flight Operational Quality Assurance, FOQA）系統之概念。人為因素之發展歷經了六代的發展，其中衍生了許多安全管理之概念及方法。後續將就各個重要的相關概念逐一的予以說明。

### 3、安全與文化

安全在業界的定義為「可接受之風險」，有公司不投入足夠之資源來提升作業安全，也有公司過度投入來防堵可能產生之風險，雖然降低了風險，但過度的投入可能造成效能的低下及過低的安全產出。做過與不及對於一個強調安全的作業單位都不是好事，如何適當的投入資源來

將安全控制在適當之範圍，是每一個安全主管的重要課題。

組織文化為一無法被模仿，無意識的信仰、價值觀、行為規範和組織對自身的基本假設。實際上，文化是組織內外“可接受的行為”的“不成文規則”，簡而言之文化就是「我們在這裡做事情的方式」。

而組織文化是不是能對組織的安全造成影響？前 NTSB 主席 Jim Hall 在超過 30 年的事故調查經驗裡告訴我們，組織的領導人對安全的態度是對該組織安全文化最直接也是最大的影響。他同時也認為最安全的航空公司是那些擁有能有效自我控制來自機械、環境、組織及人為疏失所增之風險能力的公司。

#### 4、知情文化（Informed Culture）

又稱為風險意識文化，包含了成員願意主動報告他們的疏失或可能產生疏失之行為的報告文化，以及單位願意從它的安全報告系統內歸納出有關安全正確結論的學習文化。

另近年被提出的公正文化（Just Culture）也屬於知情文化的一部分，公正文化就是組織內一種信任的氛圍，人們被鼓勵或甚至被獎勵來提供必要的安全相關資訊，但他們也明確瞭解可接受與不可接受的行為間的分際。

#### 5、果斷行為模式（Assertive Behavior Model）

這裡的果斷的定義是每個員工有表達屬於他們“權利”的能力。這些權利包括：有權說不，有權表達自我感覺和理念，以及有權要求瞭解所需的資訊的權利。

而員工果斷（Assertive）要求這些權力的方式有時候可能會被視為具有侵略性（Aggressive），如何區分果斷與侵略性？它們的分野為其使用的文字或行為是否對其他人的權力與福祉造成影響。

組織內的成員能勇於果斷地說出他們對安全的疑慮，並且能對不安全的作業或程序說不或要求釐清其疑慮，才能有效提升組織整體的安全意識。

#### 6、監控與挑戰

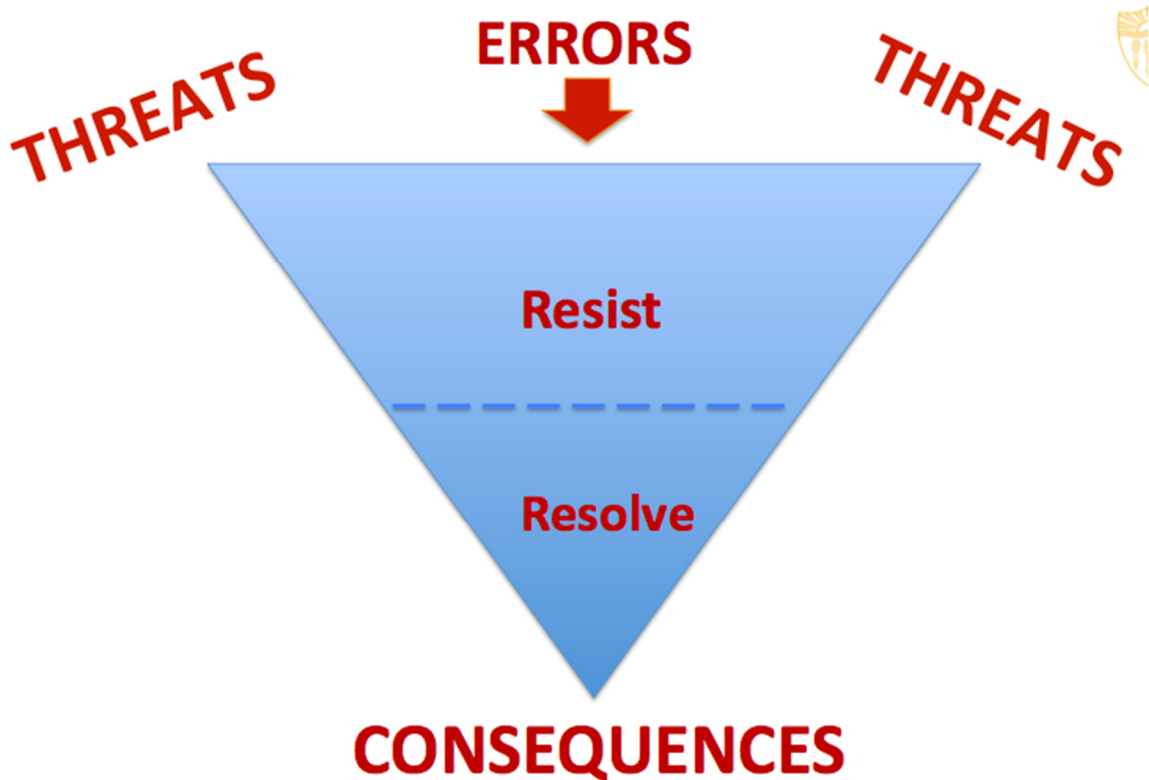
NASA 於 70 年代末期發展了安全飛行操作的指導文件，NASA 認為前艙組員應專職分為主要飛行員（Pilot in flying, PF）及監控飛行員（Pilot in Monitoring, PM）兩個不同的任務角色，而且監控飛行員角色

的重要性跟主要飛行員一樣，當察覺到任何異常飛行狀況有任何疑慮時應立即提出。FAA 於 AC 120-51D 有關 CRM 訓練的文件中，有段新增的內容強調了非擔任主要飛行員（Pilot Not Flying, PNF）作為監測飛行員的關鍵作用。特別是在進入最終進場和著陸階段時，監控飛行員於避免發生可操控下撞地（Controlled Flight Into Terrain, CFIT）事故，扮演了關鍵的重要角色。因此，根據 FAA 和航空公司之建議，以前提到的 PNF 已經改為監控飛行員（PM）。

擔任監控角色的飛行員將被訓練來表達個人對飛行狀況之意見，適時提出挑戰及採取行動，來解決可能的威脅及疏失。

### 7、威脅與疏失管理

威脅與疏失管理主要之目的為有效管理作業中可能面對如不良天候、壓力或疲勞等威脅與疏失所造成的不良結果，藉由所建立之藩籬（Resist）及人為採取之措施（Resolve）來消彌所可能造成的後果。



圖

所建立之藩籬如安全管理系統、標準作業程序、良好組織文化、檢查列表、手冊、自動化系統、空中防撞系統及地面接近警告系統（Ground Proximity Warning System, GPWS）等軟硬體程序及設備。由



人所執行之防止措施如監控、保持情境知覺、自然決策等等。

威脅指的外在可能影響作業的因素，疏失則是因為人員所採取或未採取行動所造成的安全危害，不期望之航機狀態（Undesired Aircraft State, UAS）則是未妥善管理威脅與疏失而產生之結果。換而言之，威脅管理是管理未來可能發生的不良影響，而疏失管理則是管理及補救已經發生的人為疏失，故要能建立起良好的回報文化，隨時發掘作業中的各項威脅因子及主動回報人為疏失，再藉由各項軟體程序、硬體設備及人員所採取之行動來處置所遭遇到之各項不良因素，讓作業保持在安全的範圍之內。

下頁圖為聯合航空所製作的威脅與疏失管理圖，這張圖即完整陳述前揭所提之威脅與疏失管理觀念。聯合航空將這張圖也印製在他們每位員工的門禁卡片背面，以時時提醒保持安全概念。



圖

## 8、情境知覺（Situation Awareness, SA）

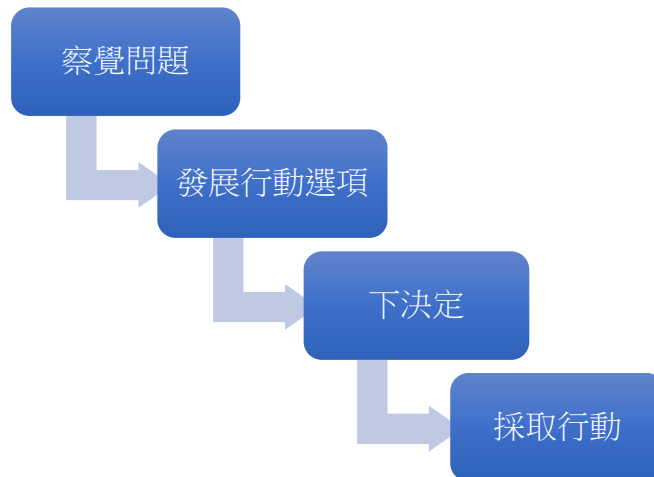
情境知覺是近年興起之學科，專門研究環境中各項影響決策的因子，通常應用在複雜和變動快速的領域，如飛行及飛航管制。情境知覺簡單講就是要能意識到作業環境中發生什麼事情，再進一步確認事件本質及相關資訊，與該事件將如何可能的影響作業，包括了已發生和即將發生的影響。若有能對環境狀態擁有熟練的感應，則能對系統的輸入和輸出有更進一步的掌握，而再能夠對事件狀況擁有“直覺”。缺乏情境知

覺或情境知覺不足已被確定為航空人為疏失事故的主要因素之一。所以，情境知覺在資訊流動快速的作業環境中尤其重要。

情境知覺的研究可分為三個方面：SA 狀態、SA 系統、SA 過程。SA 狀態指情況的實質認知。SA 系統指情境知覺在團隊作業及環境中事件之間的傳遞，及在系統各部份之間的情境知覺交流。SA 過程指 SA 狀態的更新，及各項變化導致情境知覺之改變。擁有完整、準確及實時的情境知覺在航空業中已獲確認是成功的決策是一個重要關鍵。

## 9、自然決策 (Naturalistic Decision-Making, NDM)

於飛航或飛航管制的第一線作業中，傳統的決策過程如下



於正常作業環境下，合格的飛行員或管制員所擬定之的策略及採取行動之過程一般來說不會有問題，但當處理緊急或臨時發生需特別優先處理的狀況時，因為所面臨到時間壓力、狀況不確定性及較高之危害風險時，要做出正確合宜的處置，這時候就要依賴經驗。

而自然決策就是藉由訓練讓人可以將其自身於作業上所累積之經驗運用於遭遇緊急狀態或有時間壓力之決策，有經驗的人可以快速的確認及判斷事件狀況之本質，並採取先前遭遇類似之狀況時所曾採取，或曾學習研究之案例所建議採取之處置對策。自然決策法近乎直覺地依現有資訊快速評估狀況，迅速反應出可行方案並予確實執行。

## 10、壓力

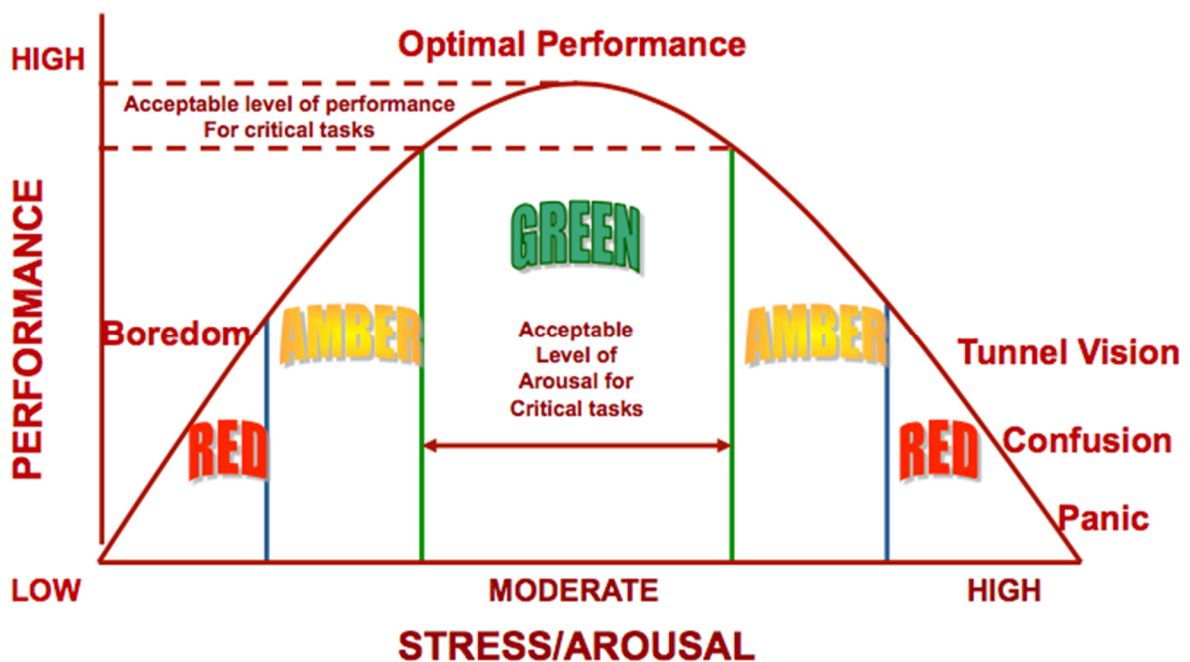
人類壓力研究專家 **Seley** 博士曾說，只有死亡能徹底免除壓力的存在，這也說明了，人不管在工作或在日常生活中一定得面對大小不一的

壓力。壓力依 Seley 博士的定義為人因應外在環境改變而產生的非特定反應，典型的身理反應為血壓升高、心跳呼吸加速、肌肉代謝增加等徵狀。而相較於一般行業，航空業不論飛行或飛航管制於工作時都需面對較大之壓力，這些壓力可能來自威脅、時間、工作負荷、惡劣天候、大量航情等狀況。

壓力大抵上可以分為間歇性（Episodic）壓力及長期性（Chronic）壓力：

- (1) 間歇性壓力：為短期不特定時間產生，通常伴隨單一事件之刺激而產生。因間歇性壓力可能產生緊繃之語氣、快速的呼吸、出汗、嘴脣乾燥等生理的症狀，也有可能產生隧道視野及聽力暫時性下降等心理症狀。
- (2) 長期性壓力：持續性累積的壓力，通常因生活或工作型態加上定期發生之事件而產生。因長期性壓力可能產生進食加速、沒有耐心、常試圖同時進行多項工作以及不自覺說話速度加快等症狀。

但壓力也並非百害而無一利，研究指出適當的壓力刺激能有助於工作之效率，下圖為壓力與工作表現之關係圖，縱軸為工作表現，橫軸為所受之壓力或刺激，當壓力在中等的綠區時，能對工作效能有最佳之助益，而當壓力過大時，除了影響工作效能，更容易出現嚴重影響安全之隧道視野及恐慌等症狀。



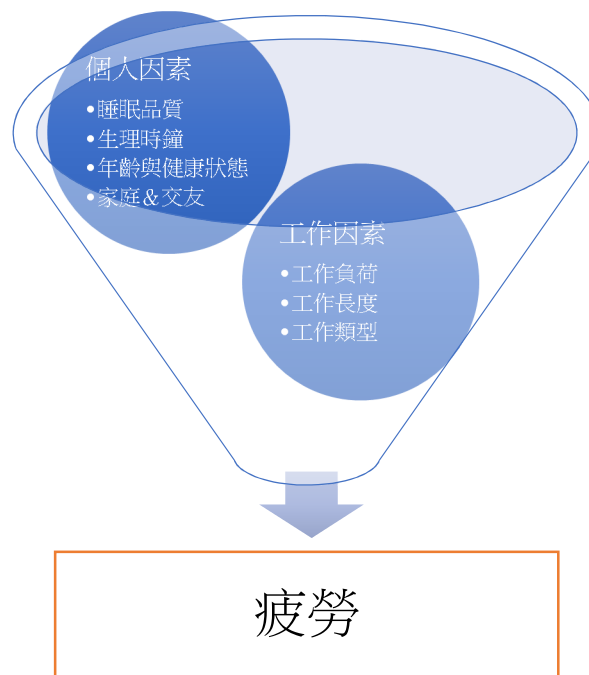
壓力與工作表現關係圖

壓力可分為三個階段，其相關影響如下：

- (1) 第一階段：能實際的藉由提供有建設性地集中專注力及資源運用來提升工作效能。
- (2) 第二階段：其特徵是倉促或過急的採取行動，例如省略詞語或檢查清單之項目。
- (3) 第三階段：驚慌失措，無法清楚地進行思考與判斷。

## 11、疲勞

疲勞是用一個廣泛通用的用語，在交通運輸安全領域上主要討論疲勞對生理層面及精神層面之影響，一般常見的影響有感到倦怠、對外界刺激莫不關心、昏睡、急躁易怒、短期記憶下降、反應遲緩等症狀。疲勞的發生也可以分為兩類急性突發型（**Acute**）及長期累積型（**Chronic**），引起疲勞的成因主要來自工作及個人日常生活。



由於疲勞可能減少或喪失身體和/或精神能力，這可能會耗損所有身體能力，包括力量，速度，反應時間，協調，決策和平衡，長期性的疲勞更可能引起心血管疾病。研究指出疲勞引起的相關症狀就如同喝酒，當人持續 18 小時的清醒，如同血液酒精濃達 0.05%，當持續 24 小時的清醒，則如同血液酒精濃達 0.096%，依我國法令，血液內酒精濃度達 0.05%以上將被以刑法起訴，可見疲勞對作業安全之危害。

## 12、安全控制方法

課堂裡主要介三種安全控制的方法，James Reason Model、SHELL Model 及 HFACS，以下就這三種方式略作介紹。

### (1) James Reason Model

James Reason Model 就是在航空界裡著名的「瑞士乳酪理論 (Swiss Cheese Model)」，在 Reason 博士在 *Managing the Risks of Organizational Accidents* 一書中提及。起司理論原意指，每片起司的中間不規則的空隙是發酵製作過程中的自然現象。如果把數片起司垂直放置，因為各片起司的不規則的空隙都在不同的位置，很難有光線可以穿透。

正如同沒有個人或是程序是完美而沒有改點的，當發生了人為疏失，或系統無法確保安全的單一事件時，只要各自的疏失或漏灑不是正巧同時發生，有關安全的意外事件也就將會被有效的阻擋。這理論再加以延伸，雖然不安全事件發生的表面上通常是第一線作業人員做了不安全的行為 (Unsafe Acts) 才導致，但依據此理論，系統中其他人或其他系統性安全機制亦全遭到突破，才肇生不安全的意外事件，所以所有的安全事件都應該系統性地被檢視。

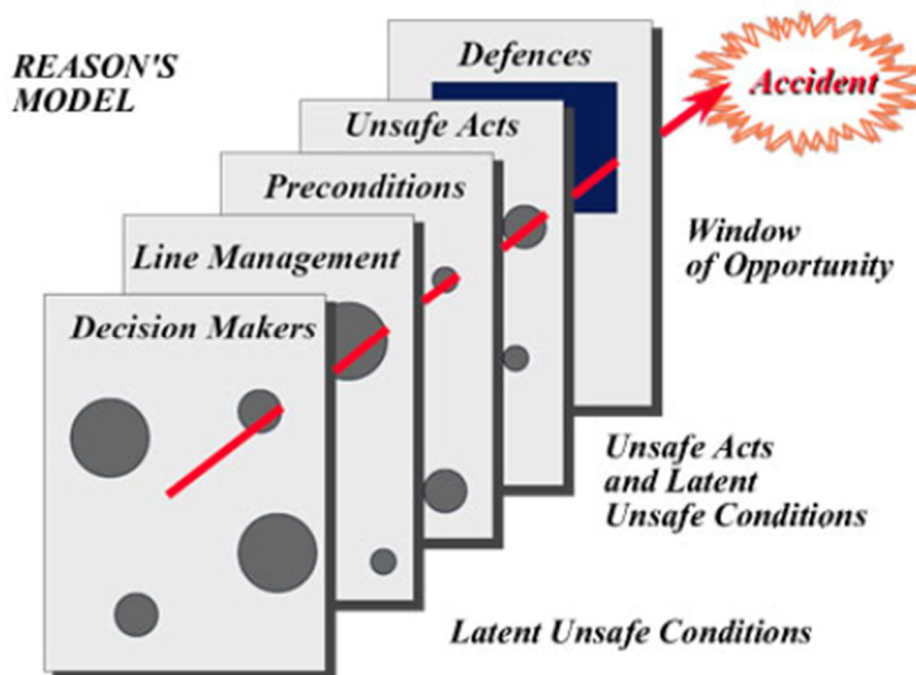


圖 James Reason Model

## (2) SHELL Model

SHELL Model 由英國的 E. Edward 博士所提出，他指出以人（Liveware）為中心，探討人與人，人與軟體，人與硬體，以及人與環境間的關互關係，試圖藉由找出彼此互動關係間可能對安全產生危害的因素，加以控制或防護，以避免不安全事件的發生。為飛航安全研究個別體中最为廣泛應的方式。

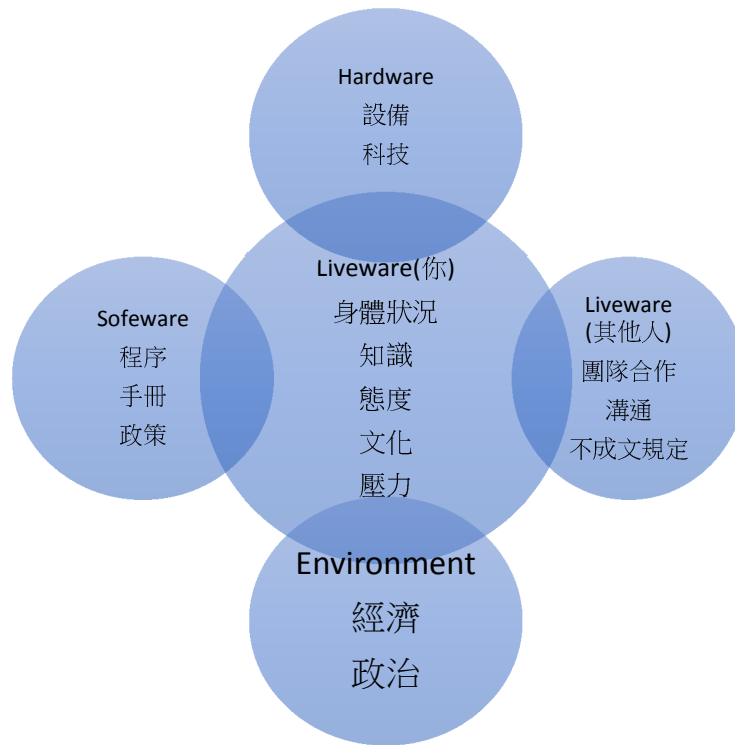
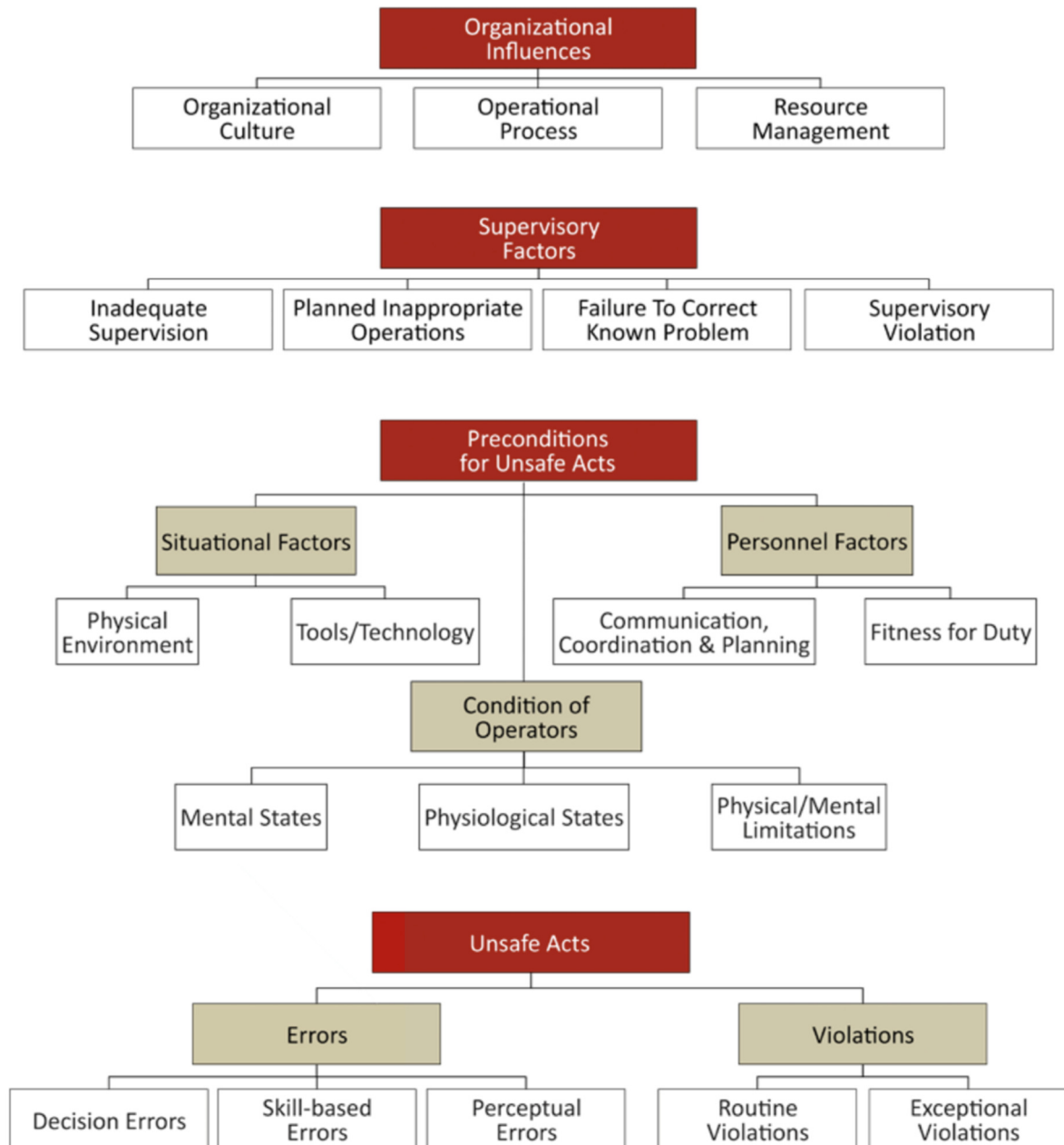


圖 SHELL 模型圖

## (3) HFACS Model

人為因素分析和分類系統（The Human Factors Analysis and Classification System, HFACS）是由 Scott Shappell 博士和 Doug Wiegmann 博士所提出。這是一個廣泛的人為疏失研究方，最初由美國空軍用來調查和分析航空相關的人為因素。HFACS 建構於前敘 James Reason 博士的瑞士奶酪模型。HFACS 框架提供了一個幫助調查過程並針對培訓和預防工作的工具，讓調查人員能夠系統性地識別一個組織內導致事故的活動和潛在錯誤。HFACS 的目標不是究責，而是試圖了解造成事故的各項可能潛在因素。



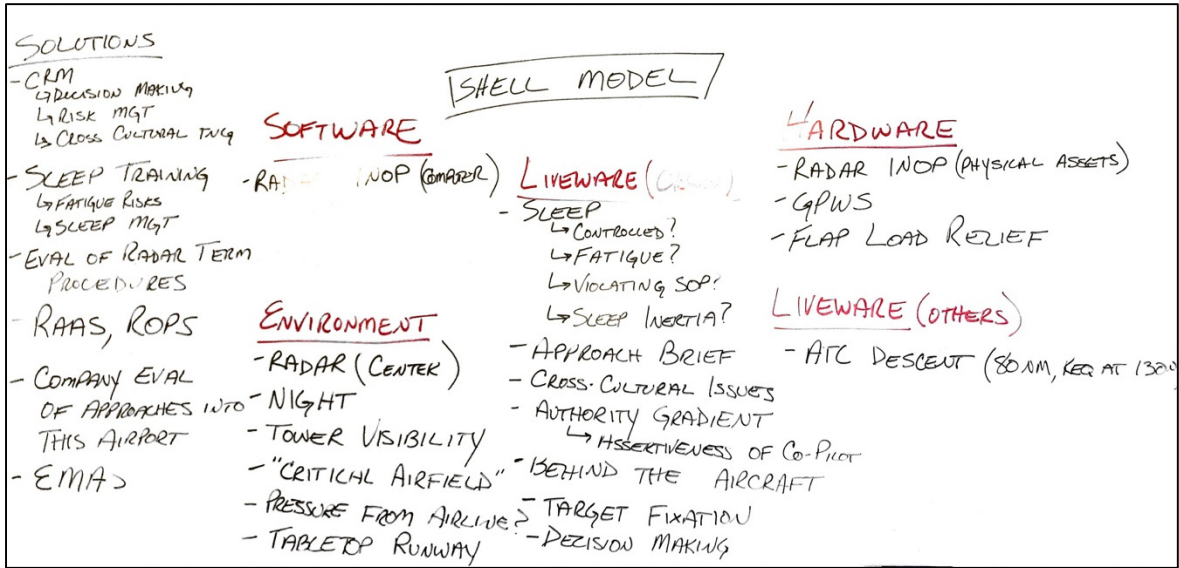
HFACS 模型圖

### 13、小組案例研討

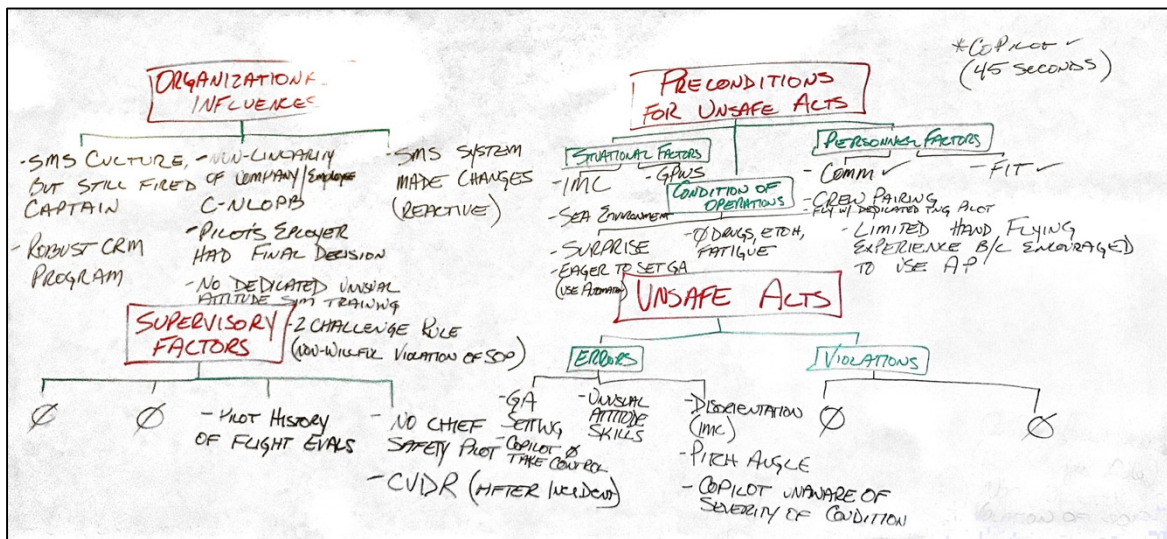
此堂課間，講師除了大量的使用討論與對話的方式讓所有與課的學員都能充份的表達意見及提供經驗外，另外所有學員也分成 4 個小組，就課堂所學搭配實際案例進行分析及報告。

下頁兩圖分別為本組以 SHELL 模型分析 Air India Express 812 航班搭載 163 名乘客及 9 名機組員於 2010 年 5 月 22 日在印度門格洛爾國際機場降落時降落失敗並衝出跑道起火燃燒，造成 159 人罹難，僅有 7 人生還的意外事件，及以 HFACS 模型分析 2011 年 Cougar 851 航班於離岸鑽

油平臺起飛時因人為疏失所造成起飛失速的意外事件之分析結果。



SHELL 模型分析 Air India Express 812 航班意外事故



HFACS 模型分析 2011 年 Cougar 851 航班意外事件

(六)、課後心得

航空業是一個高度現代化的行業，不管是飛行器、助導航裝備還是航管自動化系統，都十分仰賴現代科技，儘管高科技為我們帶來了高效率及提高了飛航的安全係數，不過目前仍然須要有人來操作飛行、來管制航機，這也使得人與系統間的界面是否存在著可能影響安全的因素，以及該如何來面對人會犯錯這個事實，這些有關人為因素的研究及發展，在近代的飛航安全研



究中佔了很重要的篇幅。

傳統的安全思維裡，討論的如何控制讓人不要犯錯，但是不管使用什麼的方式，結果證明要人完全不犯錯幾乎是一件不可能的事，這也讓飛安專家們將研究重點由如何不犯錯，轉向到了如何控制人犯的錯誤在一個可接受的範圍內之內，並且輔以系統性的協助，來讓人為疏失不致於造成嚴重的後果，而且研究了航空從業人員於作業時最常造成人為疏失的成因有那些，以及該如何去分析及改善，這也是這門人為因素的課程所要讓人瞭解的內容。整個課程從介紹什麼是人為因素，接著介紹了航空從業環境中從領導人、文化、安全意識等有關組織內化的影響到壓力、疲勞、情境知覺等個體因素，它們如何影響了作業及飛航安全，到最後介紹安全控制的三種航空業界常之的分析模式，讓學員有系統的學習到人為因素這門學科在航空安全的理論及應用。

課堂上講師總是讓所有學員有充份表達意見及分享自身經驗的機會，這讓來自不同國家，不同背景及不同文化的我們有了不同的視野，例如來自美國西南航空的駕駛員即在上疲勞這個章節內容的時候，跟所有人分享了西南航空自 2013 年起針對飛行組員疲勞問題所發展出的一套制度，這套制度的建立及定期的檢視都透過公司內的一個疲勞風險管理小組來進行，小組內的成員包括了公司內安全管理與負責組員班務調度的部門人員以及工會成員。這個制度的設計讓每個飛行組員自行進行疲勞管理，但是執行飛行任務前如果認為身心狀況不適合執行任務，則可以隨時通知公司，由公司另行安排或延後該航班之行程，以避免因疲勞或身心狀況造成潛在的飛安風險。2013 年推動初期，每月僅有極少數的人會通報無法執行班務，但是隨著施行時間的增長及不斷推廣說明其內涵，到了 2017 年 7 月已經達到每萬架次有 15 人次的主動回報。

飛航管制所肇生的飛安事件絕大部分都有人為的因素在內，如何改善航管單位內的文化及提高安全意識，讓所有管制員或相關人員都願意自動自發的報告任何有關自身或系統性的安全議題，端有賴自訓練做起，相信只有從基礎的第一線管制人員好好深植其安全文化意識，就能及早發掘相關系統性或人為因素之缺失，進而提升飛航安全。

## 二、「航空安全管理系統 (Aviation Safety Management System, ASMS)」

### (一)、課程重點摘要

航空安全管理系統現在是各國航空公司，機場和飛航服務提供者的一項

必備要求，國際民航組織（ICAO）已經建立及公布了 SMS 的標準和實施程序，我國目前雖非國際民航組織成員，但民用航空局及飛航服務總臺亦參照 ICAO 所頒定之規範來建立監管或之執行規定及手冊。南加州大學有關 ASMS 課程之主要教學目標為協助學員瞭解如何在其符合國際民航組織基本國際標準的安全系統的框架下來建立安全管理系統。

教學內容著重於組織內的風險、稽核、資料收集、分析和事故調查的安全管理，並系統性介紹如何規劃和管理 SMS 所需的基本技能和方法。使參加的學員了解風險管理的原則，確定計畫並制定策略、稽核和應用有效管理 SMS 的相關知識。

## (二)、 講師介紹

### 1、 Thomas R. Anthony

Anthony 先生原於 FAA 擔任飛航管制員，後轉任 FAA 保安部門，曾任美國多個國際機場之保安主管，及西太平洋區之保安主任。現為南加州大學航空安全及保安學程主任，教授航空安全管理系統、航空器意外事件調查、SMS 管理及航空保安等課程，同時也擔任 ICAO 航空保安之顧問及訓練講師。

### 2、 John M. Cox

Cox 機長曾擔任 NTSB 系統及結構小組及飛航管制小組之成員，參與多項航空意外事故之調查，後於 2004 年創立了安全作業系統公司，提供了國際航空運輸協會作業安全稽核(ITIA Operational Safety Audit, IOSA) 有關危機管理、媒體連絡及訪問、法律諮詢及意外事件調查等協助。

### 3、 John DeLeeuw

DeLeeuw 機長目前擔任美國航空(American Airlines)作業安全計畫之主管，負責飛行、機艙、維護及簽派之作業安全，同時也負責飛行操作品質保證(Flight Operation Quality Assurance, FOQA)計畫。對於線上飛行操作之安全作業及規劃相關具有經驗。他也是 NTSB 對美國航空各項事件調查之主要連繫窗口。

### 4、 Paul D. Krivonos

Krivonos 博士曾為普度大學加州大學北嶺分校傳播學 (Communication Studies)教授，同時也在訓練、傾聽(Listening)、管理溝

通、團體建設(Team Building)及以衝突管理等議協助業界進行諮詢。

#### 5、 Christopher G. Nutter

Nutter 機長為飛行經驗相關豐富的海軍及航空公司飛行員，在航空公司中除擔任波音機隊主管、飛行訓練並長時間在飛行安全部門兼任行政主管職務外，並曾任運輸協會飛行安全委員會之主席，也是一位對飛行及線上安全管理相當具有經驗之講師。

#### 6、 David A. Prewitt

Prewitt 為定翼機及旋翼機之飛行員，曾任飛遞、阿拉斯加航空之安全部門主管，現任為世界第三大直昇機航空 Rotocraft 之主管，綜理該公司有關飛安、飛行、地面作業、維護及供應等業務。

#### 7、 Quay Snyder

Snyder 醫師為航空醫學之專家，現為 Virtual Flight Surgeons 公司之董事長兼執行長，該公司為飛行員及飛航管制員提供航空醫學諮詢、認證及航空安全指導等服務，目前也擔任全國商務飛航協會(National Business Aviation Associations)安全委員會主席。

#### 8、 John J. Veth

Veth 先生自去 1963 年加入美國空軍，曾任 SR-71 黑鳥戰術偵察機飛行員及參與 B2 先進隱形轟炸機發展計畫，自空軍退役後進入法學院修讀法律課程轉任律師，曾參與 1997 年大韓航空 801 航班及 2000 年阿拉斯加航空 261 航班之失事意外事件之法律訴訟，另有參與對多家航機製造公司之訴訟案件，足具航空及法律之專業涵養。

### (三)、 課程表

本次航空安全管理系統課程安排於 2017/9/11 至 2017/9/22 間舉行，為期共 9.5 日，共 67 小時。課程安排如下：

1. 法規及標準(Regulations and Standard)，4 小時。
2. 安全管理系統(Safety Management System)，10 小時。
3. 組織文化(Organizational Culture)，3 小時。
4. 法律(Legal)，4 小時。
5. 管理及政策(Management and Policy)，7 小時。

6. 溝通(Communications)，7 小時。
7. 安全風險管理(Safety Risk Management)，7 小時。
8. 疲勞(Fatigue)，7 小時。
9. 現場實地查核(Field Audit)，7 小時。
10. 查核(Audit)，7 小時。
11. 分組簡報(Presentations)，4 小時。

#### (四)、上課學員

本次上課學員共有 25 員，主要來自美國各普通航空對、聯邦調查局、邊境巡防單位、空中消防隊及陸軍等單位，共有 9 位外籍學員，除了臺灣、新加坡、瑞士、紐西蘭及丹麥各 1 員外，另有來自大韓航空及韓國空軍的 4 名學員。參加的員學主要為單位內負責安全管理人員，其背景除飛航管制外，另有飛行員、機務及專責安全管理部門之主管。

#### (五)、課程內容

##### 1. 法規及標準

介紹 SMS 概觀，從其源起、演進及國際間主要相關標準，而 ICAO 對 SMS 之定義為為了保持安全包含必要的組織架構、當責管理、政策及程序等之系統性方法，；詳細解釋了 ICAO 對於架構及要求，包含了危害識別、安全風險管理，安全保證及安全提升等。

在第一堂課講師直接點出 SMS 實踐的主要原則，航空業在其商業考量下，雖然在作業上喊出安全第一之口號，但實際上商業之成功與利益永遠是公司營運的主要目標，而安全管制是支撐其達標之輔助工具，換言之，安全非其第一優先。尤其增加系統安全系數或圍籬在某種程度上就是對效率及利益之排擠，如何在安全與商業利益間取得平衡及最佳化，則是各航空公司管理階層之主要課題。

##### 2. 組織文化

組織文化簡單的定義就是組織內行事的“氛圍”，它體現在這個組織裡人員平時行為，如同仁間的互動、辦公環境、走路步伐的輕重或交談的音量等等，所以組織文化會形成組織內部一種不成文的行事規則，而 SMS 的推行成效將與組織之文化有著高度之關連。舉例來說，如果組織內第一線的作業人員對於每日作業常常遭遇到小問題覺得無所謂，反正常常遇到也出過什麼大問題，其他人遇上了也沒有人報告或提出討論及

研擬改善作為，這樣的文化將造成危害因子沒有機會被識別出來，起司理論裡造成危害結果的情境，將極有可能就發生在這個組織內。

而導正不當組織文化最有效的良藥則是管理階層的決心，自上而下的宣示及帶頭實際作為，將能潛移默化地將組織的氛圍引導到正確方向。

### 3. 法律

本課授課講師由具有豐富飛行及航空訴訟實務經驗的 Veth 先生來講授 SMS 與法律之間的關係，他認為 SMS 能提供降低航空業者作業風險與危害，而這些風險與危害都是公司營運時的一項重大成本。講師同時詳細地介紹了美國聯邦司法制度，最高的憲法法院常設有 9 名大法官，全美分為 12 個地區(Regional)法院及 94 個地方(District)法院。而一般民眾與航空公司間之訴訟適用民法，且賠償金額無上限，也因為如此 SMS 在美國航空業界更形重要。

近年各國為了無人機之管理及相關規範尚無一致之定見，美國 FAA 則在去年 8 月 29 日訂定了 14 CFR 107 Small Unmanned Aircraft System 來管理及規範一般無人機之操作。

### 4. 洛杉磯消防局空中勤務隊實地查核

本次課程安排至洛杉磯消防局(LAFD)空中勤務隊(Air operation)進行現場實地查核，由班主任及 Cox 機長帶領全體學員至該勤務隊基地 Van Nuys 機場進行管理及安全辦公室、飛行及救難作業及機務維護等三大類別之查核，在該隊隊長進行單位簡介及簡單至各部門進行介紹後，學員即分為三組分別就前述查核項目進行查核。查核時各項目現場皆有該隊之連絡官協助協調人員訪談及文件查閱時之協調工作，進行 2 個小時之查核後，各小組就查核所觀察記錄內容進行歸納與總結，然後對空中勤務隊主管及安全管理部門人員進行觀察心得報告與建議。

在此項查核經驗中，該隊對於有民間外部單位來對其作業進行安全查核保持開放的態度，對於我們所提出的疑問及查閱的文件都能無所保留的提供解答。最後的問題發掘提出的部分問題與三年前南加大另一班前來進行查核所發現之問題相同，該隊主管解釋，這些問題他們事先皆已察覺，但基於政策及預算限制，無法進行徹底改善，只能以變更作業流程之方式降低危害風險。

## 5. 分組討論

上課兩週期間，所有學員分為 3 至 4 人一組，全班每個人提出 2 項 SMS 在自己單位內實施所遭遇到或可能遭遇到的問題，再由全班票選出最想知道的 8 個問題分配給 8 個小組，各小組需針對這些問題收集資訊、訪談及討論，於課程最後半天進行報告。

從整個流程中，可以培養學員在設計或執行 SMS 時，若遭遇到問題該如何分析問題，找到可能解決的方案，也讓學員能熟知相關 SMS 規範與實務之應用。

## (六)、課後心得

本次課程開程前一個月，南加大寄信給所有學員，請所有學員上課前須就“The Bhopal Union Carbide gas disaster, 1984”、“The Piper Alpha Oil Drilling accident, 1988”及“The Washington Metro accident 2009 - The Red Line near Fort Totten.”三個重大意外事件先行研讀其成因及與其組織安全管理系統之相關因子。另於上課期間，每日課後學員皆閱讀由 SMS 先驅 James Reason 所著“Managing the Risk of Organizational Accident”書中指定章節，並於隔日課前由學程主任帶領所有人討論內容及其精神。課程地點雖然不是在南加大市區之主校園內進行，但是課程進行的方式藉由大量的指定閱讀資料，課間講師與學員間之互動，及小組分組討論與上臺簡報等等，仿佛讓人覺得又回到了從前那段求學時期，是一段相當難得的經驗。

班主任 Tom 對於班上學員的要求很高，因為他知道來參與這個課程的學員都是來自全美及全球第一線的飛行員、管制員或安全管理系統部門之主管，如果大家能把 SMS 的精神帶回去各個單位並予以實踐，對於全球化的航空業界都會有正面的助益，他同時也不斷強調每個來這個班級上課的學員都應該儘量保持連絡，因為每個同學都有可能在你日後遭遇到 SMS 或航空相關問題時的寶貴資源。的確在課間藉由不同組別間之討論及經驗分享，瞭解了安全管理系統在不同國家與不同單位間具體實行的成果，及所曾所遭遇到之問題及出色的制度，這些珍貴的資源及經驗都是日後於單位內實行 SMS 時重要的參考。

## 捌、心得與建議事項

### 一、臺北飛航情報區飛航管制員分流制度建議

#### (一)、前言

臺北飛航情報區(以下簡稱本區)航行量與管制架次逐年正成長，飛航管制工作環境的挑戰性亦日益增加。由於本國管制員係通過國家考試與相關訓練後始可取得公務員資格並任職，應試、訓練、工作上手所費之時間甚長外，年齡限制、高壓工作環境、職涯發展與人格特質等亦使得民航特考更具獨特性。此外，民航特考之應試科目多無與大專科系背景相關而須由考生自行建立基礎，歷年報考人數始終偏低。

飛航管制工作與航空產業大環境變遷密不可分，而隨本區近年管制架次持續成長，管制員工作負荷亦日漸增加。在現行員額訂定不易增加的情況下，改變現行制度與工作情況或有可行。

經參考 FAA 之管制員聘任培訓制度後，以下將探討本區如透過調整現行管制員進用方式，改為塔臺與雷達管制分流制度所能達到之成效與優缺點，以求在工作繁重且場面、航情變化迅速的塔臺能有專職的管制人員專責任職，使塔臺之管制工作經驗得以持續累積與傳承，在不斷增加的運量及變動的機場場面狀況下，降底飛航安全之風險並提升飛航服務之水準。此外，亦能具備更清楚飛航管制職涯之展望與發展，期望透過分流制度調整而得以提升管制工作的穩定性，以吸引更多優秀人才報考及參與此一工作。

#### (二)、我國飛航管制員訓練及管制特性分流

現行我國管制員依照管制特性分為雙流：終端體系以及航路體系，其中終端體系包含機場管制與近場管制。新進管制員在通過民航人員特考學科考試及航醫中心體檢後，先至民用航空人員訓練所報到進行職前訓練。職前訓練班分為兩類，機場管制班(終端體系)與航路班，每期班級人數依單位當年度需求開班。

##### 1. 機場管制班

總臺原則上招考以機場管制班為主，機場管制班學員在完成航訓所課程以及於各塔臺之實務訓練取得執照後，擔任塔臺管制員。於塔臺服務約 3-5 年後(依各單位性質、人力需求安排而有所不同)參加近場或航路雷達進階訓練(原則上依個人意願)，訓練完成後調任近場臺或區管中心。

##### 2. 航路班

當塔臺人員進階航路雷達管制可能不足時(如民國 100 年區管中心搬遷至北部園區致有離職潮及近年本區航路過境航班大幅成長)，為加速補充航路管制人力，便可能招考航路班。航路班學員於航訓所及區域管制中心完成課堂課及實務訓練後，則成為區管中心管制員，執行航路非雷達管制工作，並很快安排接受航路雷達管制進階訓練，訓練完成後執行航路雷達管制工作。

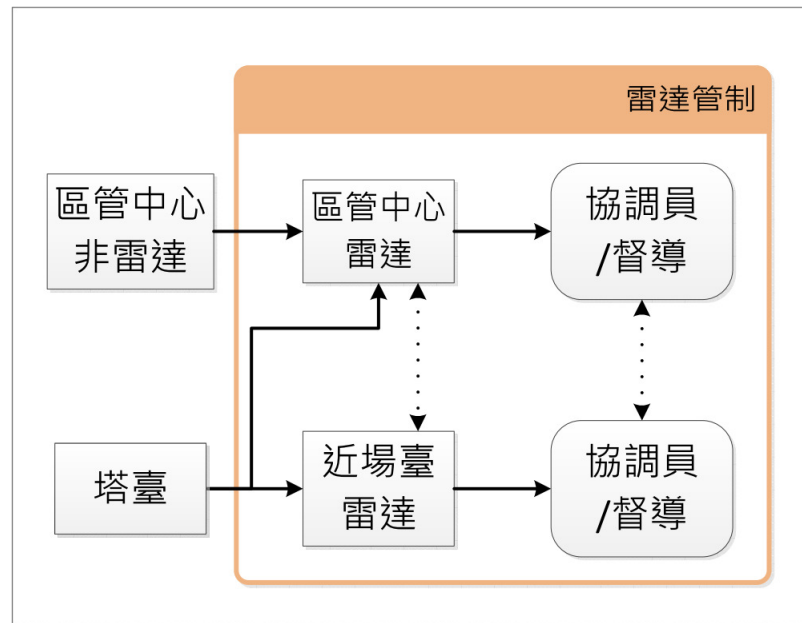


圖 捌-1 現行我國航管分流制度

### (三)、我國現行分流制度之困境

本國塔臺、近場臺及區管中心三大類別性質之管制工作，在現今航管作業及現行兩大分流體制運作下，隨著環境改變及航行量成長以致產生下列困境：

#### 1. 管制年資與經驗落差

根據 2017 年 4 月份資料，本總臺實際輪值之管制員，機場管制平均年資 5.6 年、近場管制平均年資 15.5 年、航路管制平均年資 12.1 年。機場管制實際輪值之管制員總計 72 員當中，除 8 員係為資深雷達管制員所申請之常駐外，其餘 64 員塔臺管制員實際平均年資 3.6 年、雷達管制(區管及近場臺)平均年資 13.8 年，塔臺人員工作 3 至 5 年後必須接受雷達進階訓練至雷達管制單位工作，以致塔臺皆為新進人員，資歷及經驗俱淺而無法累積與傳承，發生失誤風險較資深有經驗的人員為高。



## 2. 臺北塔臺作業難度大幅增加

機場管制工作特性雖不如近場管制之錯綜複雜，然如以本區樞紐之桃園國際機場(臺北機場管制臺)為例，隨著近三年管制架次，每年皆以近百分之十之速度成長，且機場場面環境及硬體設施持續整建等原因下，塔臺管制員工作之複雜度及困難度已不亞於近場臺及區管中心，但塔臺管制員均於累積充分工作經驗後即須離開塔臺前往接受訓練，進階成為雷達管制員，缺乏一道由具經驗同仁協助新進同仁之強有力的安全圍籬。

航管工作性質特殊，每一作業單位之特性皆有所不同，爰實需有長駐之管制員持續累積經驗及長期耕耘。故，航管單位之年資分布更應妥適調配，以利資深管制員傳承經驗，並使新進管制員能更有效掌握管制作業之精髓，尤其在工作任務較為繁重的管制單位更須如此。

## 3. 航管進階訓練淘汰後的人員處理問題

數十年前，本區塔臺航行量、作業複雜度及工作負荷與近場臺或區管中心相比相對簡易，為防止塔臺管制員不願至工作量及壓力較大之近場臺或區管中心任職，爰律定所有塔臺管制員皆需參加進階訓練，如無法通過訓練則需轉往其他非飛航管制單位任職。

故現行本區每一位管制員終究皆須取得雷達執照，並至雷達管制航管單位服務(近場管制臺或區管中心)。惟如無法通過進階訓練者即需離開航管工作轉為其他飛航服務類型人員(如：通信、情報)或一般行政，如此產生問題如下：

- (1) 未能通過雷達進階訓練管制員無法再回已能勝任之塔臺工作，造成人力與訓練資源之浪費。
- (2) 飛航服務總臺所屬通信中心、情報中心及秘書室等單位已無多餘職缺可容納，造成該等單位職缺被無法完成進階管制員佔用。或管制員職缺被非執行管制工作人員(未領管制加給)佔用。

## 4. 人力流動趨於和緩退休制度變革產生影響

依我國近年公務員退休制度變革及管制員人力結構，可預期往後十年間退休及進階人力流動可能趨於和緩甚至停滯，屆時第一線席位人力老化將是另一重要議題。惟若持續維持現行制度，所有塔臺人員完成雷達訓練進階為雷達管制員後，將產生終端雷達管制員須輪流排值塔臺席位及近場臺管制席位之情形(等同類似高階低用之現象)。

#### (四)、FAA 及鄰近各國管制員分流制度

在探討本區分流改善建議前，列舉 FAA 及鄰近亞太地區三國之管制員分流情況如下，可作為我國制度變革之借鏡。

##### 1. 美國

FAA 新聘之管制員於 FAA 學院完成課堂訓練後，將被分發到塔臺進行在職訓練，並成為他們管制員職涯的第一個工作單位，後續則再依職缺及個人意願申請至航路或終端進行雷達訓練，但是否進階成為雷達管制員，完全取決於個人意願及能力。塔臺管制員可一直於同一個塔臺或申請至不同塔臺間工作，留在塔臺成為資深之管制員，熟稔當地作業後，亦有可能申請晉升為流量管理協調員，後續可再申請至 ATCSCC 或再晉升為行政管理職。故美國 FAA 採用的是三大分流制度。

美國管制員之薪資制度設計相當地完整，管制員會因所任職之管制單位不同，薪水有著顯著之差異，工作表現將直接反應在個人薪資水準上，所以大部分管制員會往工作量大、薪資高的管制單位流動。但其升遷與訓練制度亦保有相當之彈性，個人可隨職缺及個人意願選擇工作單位。

##### 2. 新加坡

新加坡的飛航管制作業環境與我國相仿，其飛航服務提供者為新加坡民航局(Civil Aviation Authority of Singapore)。管制員之分流亦經改制而分為三大分流，航路、近場及機場管制。新加坡改制前與本國情況類似，機場管制員在取得國內兩大機場(樟宜及實里達)執照後，再接受進階訓練成為雷達管制員；航路體系則與終端管制分開，直接於區管中心取得相關執照。新制的機場管制員已不需取得雷達執照而可專注於機場管制臺體系的職涯發展，近場管制的非雷達課程則改制為定期舉辦之整合課程複訓，僅進行概念講解，管制員不需操作模擬機、亦不需取得執照。

##### 3. 澳洲

澳洲飛航服務者(Air Services)負責了澳洲飛航管制服務的提供與管制員之訓練。Air Services 體系中之管制員亦按工作特性分為三大分流，航路、近場及機場管制。其中，近場管制由於工作緊湊、負擔繁重，不開放予新進管制員，而由資深管制員派任。此外，於所屬管制分流累積相

當經驗後，可申請調職轉往其他分流服務。

#### 4. 日本

日本管制員隸屬國土交通省航空處，管制特性雖亦分為三大分流體系，但管制員在訓練時便需接受機場、近場及航路管制之全面學習，訓練時間約需三年；訓練完成後則分發至各單位服務。

日本另有一行政輪調制度，所有第一線管制員在取得管制執照於第一線工作數年後，必需強制輪調到行政單位最少 2 年，從事與航管行政相關之工作歷練。且不論是在第一線航管作業單位或進入行政體系之職涯後續升遷，其在行政單位之表現將佔有很高之比重。

### (五)、三大分流制度分析

#### 1. 優勢

- (1) 有利職涯發展與經驗傳承：管制員可於其所屬分流之妥適升遷管道長期耕耘、發展職涯並與新進同仁傳承經驗；對於管制員自身之生涯規劃，亦較合情理。
- (2) 工作效能提升：如將管制特性分流塔臺、近場臺及航路管制為三大類，更能將管制員自身之工作志趣納入考量，故可研判管制員於所屬管制特性分流工作上能更投入、樂在其中。
- (3) 人盡其才，節省訓練資源：每個管制員所具備的能力及特質皆不盡相同，三種管制作業所需的能力及個人特質也是相同的狀況，對於有些能力及個人特質不符合航路或近場管制的管制員，可能無法通過進階訓練，或是通過後獨立當值班務時需面對極大之工作壓力，如果能多開放塔臺管制分流，管制員可以選擇適合自身特性的管制類別，降低工作壓力進行提升飛航安全，如此亦可節省訓練無效之資源浪費。
- (4) 減少未通過進階人員處理困擾：讓本身對能否通過雷達管制進階訓練但適任塔臺管制之人員自願留任塔臺，可減少必須處理依但未能通過進階訓練需轉任其他非航管單位之困擾，亦確保管制員職缺充分為航管運用。

#### 2. 劣勢

- (1) 由於三大管制特性皆具其獨特性，而分流為三的制度體系下，管制員雖可於所屬管制分流長期歷練、培養專精。另一方面而言，

以中、長程看來，較難以培養全方位之管制員人才。

- (2) 當薪資結構待遇分級差異不大時，可能有較多塔臺同仁心存安逸而不願進階雷達管制，造成雷達管制人力缺口；因此需設立制度予以控管留任塔臺之條件，以整體航管人力需求為優先考量。

#### (六)、本區分流制度建議

我國主要空中航行量主要集中在航路及臺灣桃園國際機場，目前在航路及負責臺灣桃園國際機場近場管制的臺北近場管制塔臺同仁，除了轉任行政職或個人因素請調單位外，較少有工作單位之異動，故能長期累積其工作經驗。但對於全臺最繁忙且場面狀況最複雜的臺灣桃園國際機場塔臺工作的管制員，因囿於現有分流制度，皆於工作 3 至 5 年內即須進行職涯下一階段的進階訓練，於是他們在塔臺階段累積了足夠作業經驗時即面臨將被派訓，對於需要純熟管制技巧與作業經驗的臺灣桃園國際機場塔臺第一線管制作業而言，無法獲得具長期經驗的人力。

FAA 在航行量較大之塔臺，其管制員依照專業加給及地域加給能獲得較佳之待遇，且若未申請至其他區域制管中心或近場臺工作，在當地累積足夠之作業及與其他單位或航空公司協調之經驗後，亦能直接申請當地塔臺之協調員與督導，最後亦有機會可申請全美國唯一一處之流量管制中心之職務，對於管制員個人及航管單位是一雙贏之局面。建議我國亦可參照其制度設計，讓有意願留任塔臺之管制員能持續留任於塔臺作業。

除了管制員可選擇留任塔臺外，塔臺協調員除了負責班務外，另須負責與機場單位、航空公司及其他飛航管制單位之協調工作，現行塔臺協調員由臺北近場管制塔臺之協調員輪流支援，面對道面狀況變動快速的狀況，及各種臨時發生之異常狀況，每一位協調員因每月輪值塔臺班務有限，其熟悉度及決策之判斷也各異，如塔臺能獨立分流，除了可獲得對各機場場面及作業熟稔之穩定人力外，協調員如能由塔臺資深的同仁直接升任，對於各機場，尤其作業繁重的臺灣桃園國際機場飛航安全及服務品質的提升應具有正面之助益。惟考量後續升任及管理人材培育，由塔臺直接升任之協調員應予搭配相關配套措施，如升任協調員後應進行雷達進階訓練，培養其程序管制及雷達管制之觀念，俾利於後續與近場臺或區域管制中心之作業協調。

另目前我國飛航管制員之督導職務僅配置於雷達班務之飛航管制單位，亦即僅配置在區管中心或近場管制塔臺，各機場塔臺均未配置督導一職。考量臺灣桃園國際機場航行量之快速增長，及未來第三跑道、第三航廈與其衛星廊廳之建置，因其地理位置與配置，勢必於現有 05L/23R 跑道再建置一第

二塔臺來管制第三跑道與地面航情，其塔臺間航管間協調作業須由一督導來執行與指揮，建議研議調整相關規定，於塔臺增設督導一職，讓資深且對塔臺作業經驗豐富之協調員擔任，對於塔臺管制作業、單位間協調、異常狀況處置、人員調度與實務訓練之督導必能發揮其效。

除了塔臺可獨立分流外，近場臺雷達管制員目前仍需由擁有塔臺作業經驗的塔臺管制員於完成雷達進階訓練後來擔任，主要考量為進場管制與機場作業相關，且進場管制作業節奏較快，如能先有部分飛航管制經驗將對訓練上有所幫助。但 FAA 允許先前有過飛航管制經驗，或於 FAA 學院表現優異的學員直接分派至航情較低之近場臺任職，當然前面說明 FAA 飛航管制訓練章節所提，FAA 有著相關的配套措施，如個人化的訓練計畫、較長的訓練時程、分階段的席位檢定後訓練中的管制員可獨立輪值已完成考核之席位等等。我國如其他條件允許時，將可進一步研議近場臺人員進用之方式。

綜前所述，飛航服務總臺業已發現現行分流制度所產生之困境，爰藉本次交通部專案派員前往美國研究其相關制度與做法，以為本區朝向區管、近場臺及塔臺管制員分三個流向之方式來規劃後續飛航管制人力，如下圖。

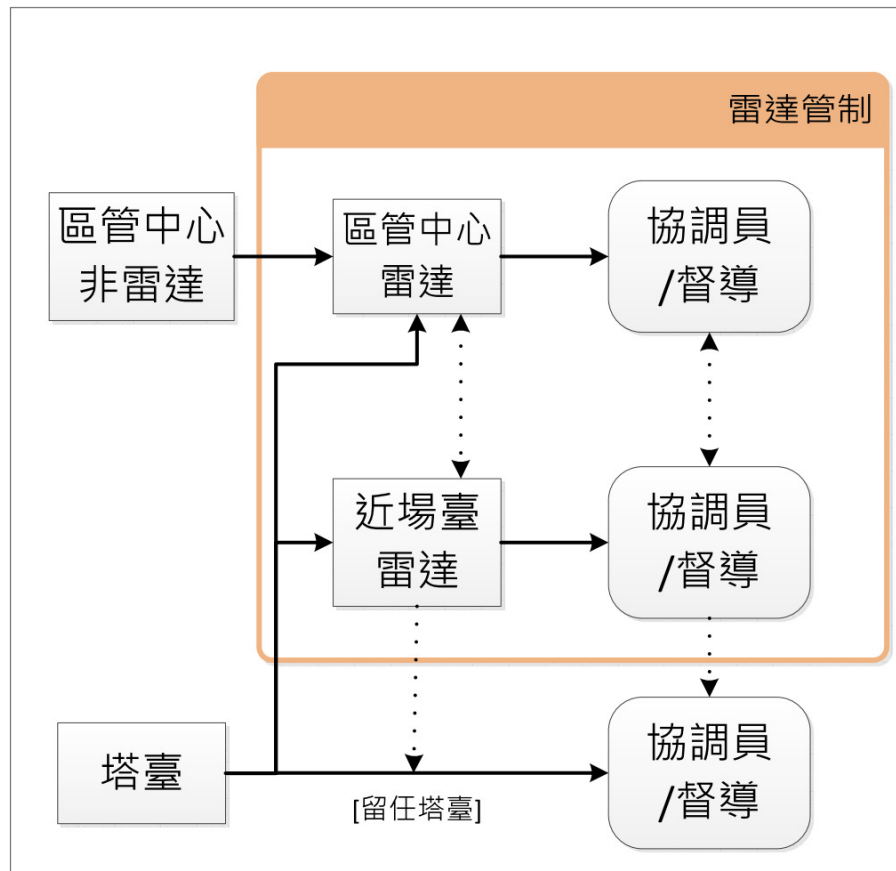


圖 捌-2 建議三大分流制度

以下為參考前述國家制度之長處，於我國進行三大流向變革時，可同時予考慮之配套措施：

#### 1. 配合分流相關規定調整

本區實施區管、近場臺及塔臺分流，目前不需修訂相關人事規定即可實施，惟如何創造出吸引管制員長駐於作業繁忙之塔臺作業單位，避免同仁圖安逸而留任低航行量塔臺，即需進行相關配套，以制度達成一個公平且能鼓勵同仁努力提升自我工作績效之分流環境。

#### 2. 全方位管制人力之培養

區管、近場臺及塔臺分流後，將遇到三個不同屬性作業的管制員可能對其他領域管制作業不熟悉之狀況，建議定期辦理跨單位業務熟悉或複訓方式來增進不同管制作業單位間業務之熟悉。

#### 3. 專業加給變更

目前所有塔臺皆支領最低之專業加給，倘若可行，建議比照 FAA 之地域及職務加給制度之精神，在我國現有制度下，重新檢視全臺管制單位之專業加給，並予適當調整。惟涉及薪給變更於公務體系牽涉甚廣，恐非一蹴可幾。

#### 4. 飛安獎金制度變更

目前所有管制單位之飛安獎金僅分為兩個級數，區管中心、臺北近場臺及臺北塔臺支領第一級飛安獎金，其餘管制單位支領第二級飛安獎金，建議可依航行量及作業複雜度將二個等級再予細分，以鼓勵同仁提升工作績效，向高強度之管制單位流動。惟此亦涉及公務體系獎金制度，亦或非短時間能達成。

#### 5. 行政工作輪調制度

可參考日本管制員須輪調航管相關行政單位之制度，讓線上管制員有機會可以接觸到航管行政工作，培養其作業面及專業面之廣度，對線上管制作業以外之領域有所接觸，並可藉此發掘管理或行政人才。

#### 6. 訓練期程及內容

雷達進階訓練不再屬強制訓練，但長遠來看塔臺仍需知曉雷達及程

序管制之內容，如採取三大分流制度，新進之塔臺班學員是否需先修習雷達課程，或於晉升協調員或督導時再修習雷達管制課程，都是可以再進一步討論來使得分流制度之運作更為完善。

另，管制員可依其所好選擇參訓，也將減少因為無法通過雷達進階訓練而造成訓練成本與人力之浪費。

現在我國雖未實施為三大分流制度，但飛航服務總臺現依「交通部民用航空局飛航服務總臺飛航管制員調動要點」，於符合飛航管制單位人力需求等個人意願等條件下，飛航管制員可申請至南竿、北竿、金門、馬公或蘭嶼等離島塔臺長駐。長駐人員應支領塔臺管制作業加給及第一級飛安獎金。前述方式可廣義視為部分之塔臺分流制度，飛航管制作業單位除了可獲得穩定且具經驗之第一線作業人力外，飛航管制員亦可依個人意願選擇至合適自己的工作單位任職。如能搭配相關配套措施，完善整體塔臺分流制度，適才適任，對飛安、服務品質、單位管理及飛航管制員都可創造多贏之局面。

## 二、 飛航管制人力配置建議

### (一)、 長期-飛航管制人力規劃

FAA 長期以來對於管制人力之需求及人力之各項統計及預劃，皆有完整之論述，每年 FAA 都將發布一份未來 10 年飛航管制員人力規劃，在這分規畫書中，FAA 除了將今年度的人力狀況做一說明，也同時更新相關人力及航情預測及財務狀況分析。這份報告除了陳送給聯邦政府外，也讓 FAA 每年定期審視其未來中長期之人力狀況，做為招聘新人及規劃訓練容量之重要依據。

飛航服務總臺現對於飛航管制員人力之掌握及招聘皆能考量現有人力及可能之人力損耗來預為規劃。但 FAA 對於管制員人力之配置，更能緊貼著航行量及作業之需求預先做彈性之調整及規劃，而我國公務人員囿於總員額法之規定，飛航管制員員額無法隨著航行量及作業環境之改變而增減，若能於制度上對管制員員額之限制有所突破，定期進行滾動式檢視，相信能對飛航服務的質與量都能有所成長。

惟我國航管人員數量、航管單位結構、人力招募、員額制度及等與美國存有相當差異，對未來長遠之人力規劃可視 FAA 為參考，研擬更貼近我國環境之評估。

### (二)、 中期-班務規劃

FAA 使用了商用之排班軟體，經過了適當之調整後提供給各個飛航管制單位使用，能依季、月、週甚至每日之航情預測動態地調整班務型態以符合作業上疲勞管理與相關規定之需求；在這樣的彈性班務下，本週與下週每日之總值班人時可能不同，今天與明天同一個席位上班時間可能不一樣，這樣的排班方式能將人力運用發揮到極致，也能降低席位之工作壓力，進而提升服務品質。

我國各飛航管制作業單位每年可依去年航行量進行微幅調整，每個月飛航管制作業單位之總時數均為固定，且因各單位班務之安排上每日之值班席位數及各個席位之值班時數亦為固定，故無法依可預期之每週航情或狀況(如颱風)動態的調整班表及值班人數。另，各單位班表目前以人工方式每個月產出，除了排班效率不佳，也更加無法做到動態調整班務型態之彈性作法。

如能發展一套適合本國飛航服務值班人員適用之排班應用軟體，配合航情預測及可能之作業改變(如機場場面維修、自動化系統停機更新)動態的以每月或雙週之方式產出班表，將能對寶貴的人力做更有效率之運用。

同前項，我國航管環境與美國存有相當差異，相對較單純，且排班軟體需有適當之邏輯與參數，人員疲勞管理(Fatigue Management)便是重要影響排班參數，民航局正規劃進行航管人員疲勞管理之委外研究，後續可於研究產出一定成果後，進一步評估發展排班軟體之必要性。

### 三、 管制員訓練課程

本次專案研究內容原規劃包含赴 FAA 設立於奧克拉荷馬州專門訓練飛航管制人員之 FAA 學院(FAA Academy)參加其國際教官訓練(International Instructor Training)課程，以進一步瞭解其管制員與教官之訓練內容，惟行前獲 FAA 通知，該課程因報名人數不足而無法開課，是為一遺憾之處。

雖與 FAA 總部相關人員以研討方式獲得其人員訓練之架構，但爾後如有機會能赴 FAA 學院進一步瞭解其訓練細節及設備，或進一步實際參與其訓練課程，相信對於我國管制員之養成及各分流之訓練方式將有所助益。



## 玖、 參考資料

- 一、 A Plan for The Future 10 Year Strategy for the Air Traffic Control Workforce  
U.S. Department of Transportation Federal Aviation Administration
- 二、 Agreement between the National Air Traffic Controllers Association AFL-CIO and the  
Federal Aviation Administration U.S. Department of Transportation July 2016
- 三、 U.S. DEPARTMENT OF TRANSPORTATION FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION ORDER  
3000.22A
- 四、 Aircraft Accident Report Crash During Takeoff of Carson Helicopters, Inc. Firefighting  
Helicopter Under Contract to the U.S, Forest Service Sikorsky S-61N, N612AZ Near  
Weaverville, California August 5, 2008, Accident Report NTSB/AAR-10/06 PB2010-  
910406, National Transportation Safety Board.
- 五、 Annex 6, Operation of Aircraft Part I International Commercial Air Transport-  
Aeroplanes, International Civil Aviation Organization.
- 六、 Annex 6, Operation of Aircraft Part II International General Air Transport-Aeroplanes,  
International Civil Aviation Organization.
- 七、 Annex 19, Safety Management, International Civil Aviation Organization.
- 八、 Aviation Investigation Report A11H001, Inadvertent Descent During Departure Cougar  
Helicopters Inc. Sikorsky S-92A(Helicopter) C-GQCH, Transportation Safety Board of  
Canada.
- 九、 Accident to Air India Express Boeing 737-800 Aircraft VT-AXV on 22<sup>nd</sup> May 2010 At  
Mangalore, Government of India Ministry of Civil Aviation.
- 十、 Collision with Terrain Promech Air, Inc. de Havilland DHC-3, N270PA Ketchikan, Alaska  
June 25, 2015, Accident Report NTSB/AAR-17/02 PB2017-102178, National  
Transportation Safety Board.
- 十一、 Jet lag and shift work sleep disorders: How to help reset the inter clock, Bhanu P.  
Kolla, MBBS and R. Robert Auger, MD, Cleveland Clinic Journal of Medicine Volume  
78 Number 10 October 2011.
- 十二、 Life Behind, Mark Lacagnina, Flight Safety Foundation Aerosafetyworld March  
2009.
- 十三、 Safety Management Manual (SMM), Doc 9859 AN/474, International Civil Aviation  
Organization.
- 十四、 Safety Management System, Order 8000.369A, Federal Aviation Administration.

- 十五、 Smoke Emission from Passenger Entertainment System Video Display Unit, Incident Final Report AIFN/0008/2018, United Arab Emirates, Air Accident Investigation Sector.
- 十六、 The 737 Captain Continued an Unsterilized Approach Despite Numerous Warnings, Mark Lacagnina, Flight Safety Foundation Aerosafetyworld May 2011.
- 十七、 Time to Ask Whether the Medallion Foundation saves pilots' and passengers' lives, Colleen Mondor, Alaska Dispatch News.
- 十八、 Transportation research board special report 314 - The Federal Aviation Administration's Approach for Determining Future Air Traffic Controller Staffing Needs
- 十九、 新加坡海峽時報新聞報導
- 二十、 日本國土交通省簡報資料、官方網站相關資訊
- 二十一、 澳洲飛航服務提供者 Air Services 招募訊息

## 附錄 1 2016 年 FAA 各航管單位人力配置範圍

本附錄為 FAA 所核定 2016 年各航管單位人力可配置範圍，分為航路及終端兩大分類。一般而言，FAA 努力地將每個飛航管制單位內的合格專業管制員(CPC)及訓練中的合格專業管制員(CPC-ITs)人數保持在一定的數量，以保持班務排值的彈性，因為大部分的班務需由合格專業管制員來完成，其餘班務由還在訓練中的合格專業管制員或已完成部分席位考核的訓練中管制員來輪值。

單位內的管制員總數通常會高於 FAA 所核定的人力配置範圍，因為新聘任的管制員需要預先提早 2 至 3 年的時間進行訓練，以及時補充可預見的人力耗損。

航路單位人力配置範圍：

單位代字	單位名稱	單位類別	2015年9月實際管制員人數			總人數	人力配置範圍	
			CPC	CPC-HT	DEVELOPMENTAL		最低人數	最高人數
ZAB	Albuquerque	ARTCC	154	2	30	186	165	202
ZAN	Anchorage	ARTCC	67	9	32	108	85	103
ZAU	Chicago	ARTCC	313	17	44	374	279	341
ZBW	Boston	ARTCC	208	4	47	259	177	217
ZDC	Washington	ARTCC	281	14	19	314	253	310
ZDV	Denver	ARTCC	229	10	40	279	226	277
ZFW	Fort Worth	ARTCC	248	21	43	312	261	319
ZHU	Houston	ARTCC	225	12	32	269	237	289
ZID	Indianapolis	ARTCC	257	15	52	324	248	303
ZJX	Jacksonville	ARTCC	264	2	12	278	223	272
ZKC	Kansas City	ARTCC	200	7	43	250	197	241
ZLA	Los Angeles	ARTCC	228	18	38	284	216	265
ZLC	Salt Lake City	ARTCC	145	2	30	177	141	172
ZMA	Miami	ARTCC	222	4	45	271	219	268
ZME	Memphis	ARTCC	241	6	35	282	221	270
ZMP	Minneapolis	ARTCC	221	9	37	267	224	274
ZNY	New York	ARTCC	225	10	73	308	236	288
ZOA	Oakland	ARTCC	163	19	57	239	174	212
ZOB	Cleveland	ARTCC	312	4	35	351	280	342
ZSE	Seattle	ARTCC	133	10	44	187	134	164
ZSU	San Juan	ARTCC	39	7	15	61	45	55
ZTL	Atlanta	ARTCC	325	12	26	363	314	384
ZUA	Guam	ARTCC	13	3	2	18	14	17
航路總計			4,713	217	831	5,761	4,569	5,585

終端單位人力配置範圍：

單位代字	單位名稱	單位類別	2015年9月實際管制員人數			總人數	人力配置範圍	
			CPC	CPC-IT	DEVELOPMENTAL		最低人數	最高人數
A11	Anchorage	TRACON	18	9	7	34	20	25
A80	Atlanta	TRACON	70	16	4	90	81	100
A90	Boston	TRACON	52	2	1	55	50	61
ABE	Allentown	Tower	18	5	5	28	21	26
ABI	Abilene	Tower	12	0	11	23	16	19
ABQ	Albuquerque	Tower	25	6	2	33	21	26
ACK	Nantucket	Tower	8	1	3	12	9	10
ACT	Waco	Tower	14	0	11	25	16	20
ACY	Atlantic City	Tower	16	4	10	30	19	24
ADS	Addison	Tower	12	1	1	14	9	12
ADW	Andrews	Tower	10	0	4	14	11	13
AFW	Alliance	Tower	13	2	3	18	14	17
AGC	Allegheny	Tower	15	1	2	18	9	11
AGS	Augusta	Tower	13	1	2	16	12	15
ALB	Albany	Tower	17	2	7	26	20	24
ALO	Waterloo	Tower	9	0	4	13	9	12
AMA	Amarillo	Tower	12	0	13	25	15	18
ANC	Anchorage	Tower	23	2	1	26	22	27
APA	Centennial	Tower	18	3	2	23	19	23
APC	Napa	Tower	8	0	5	13	6	8
ARB	Ann Arbor	Tower	8	0	0	8	7	9
ARR	Aurora	Tower	6	1	5	12	8	10
ASE	Aspen	Tower	10	0	5	15	11	13
ATL	Atlanta	Tower	44	6	0	50	42	51
AUS	Austin	Tower	31	8	0	39	33	40
AVL	Asheville	Tower	10	2	5	17	14	17
AVP	Wilkes-Barre	Tower	15	0	5	20	16	20
AZO	Kalamazoo	Tower	11	3	7	21	15	18
BDL	Bradley	Tower	14	1	2	17	10	13
BED	Hanscom	Tower	12	1	6	19	11	14
BFI	Boeing	Tower	19	4	2	25	14	17
BFL	Bakersfield	Tower	15	1	12	28	14	18
BGM	Binghamton	Tower	13	1	4	18	10	12
BGR	Bangor	Tower	16	0	5	21	16	19
BHM	Birmingham	Tower	21	3	8	32	22	27
BIL	Billings	Tower	13	1	9	23	17	21
BIS	Bismarck	Tower	10	0	3	13	12	14
BJC	Broomfield	Tower	12	1	0	13	9	12
BNA	Nashville	Tower	32	8	3	43	32	40
BOI	Boise	Tower	25	7	2	34	24	29
BOS	Boston	Tower	33	0	0	33	28	34
BPT	Beaumont	Tower	8	0	5	13	8	10
BTR	Baton Rouge	Tower	14	5	5	24	17	20
BTV	Burlington	Tower	16	0	11	27	16	19
BUF	Buffalo	Tower	23	3	7	33	23	29
BUR	Burbank	Tower	15	5	3	23	14	17

單位代字	單位名稱	單位類別	CPC	CPC-IT	DEVELOPMENTAL	總人數	最低人數	最高人數
BWI	Baltimore	Tower	28	3	1	32	19	23
C90	Chicago	TRACON	66	33	1	100	83	101
CAE	Columbia	Tower	17	1	6	24	18	21
CAK	Akron-Canton	Tower	20	2	2	24	15	18
CCR	Concord	Tower	9	0	3	12	10	12
CDW	Caldwell	Tower	9	0	3	12	8	9
CHA	Chattanooga	Tower	17	1	3	21	16	19
CHS	Charleston	Tower	21	0	9	30	20	24
CID	Cedar Rapids	Tower	12	2	4	18	13	16
CKB	Clarksburg	Tower	14	0	5	19	12	14
CLE	Cleveland	Tower	44	3	4	51	30	37
CLT	Charlotte	Tower	70	23	1	94	71	87
CMA	Camarillo	Tower	5	1	9	15	9	11
CMH	Columbus	Tower	43	6	1	50	37	45
CMI	Champaign	Tower	12	0	9	21	12	14
CNO	Chino	Tower	10	3	1	14	9	11
COS	Colorado Springs	Tower	21	7	5	33	21	26
CPR	Casper	Tower	9	0	10	19	10	12
CPS	Downtown	Tower	10	0	0	10	9	11
CRP	Corpus Christi	Tower	26	7	4	37	27	32
CRQ	Palomar	Tower	16	0	0	16	9	11
CRW	Charleston	Tower	21	3	2	26	16	20
CSG	Columbus	Tower	7	0	1	8	4	5
CVG	Cincinnati	Tower	37	3	5	45	36	43
D01	Denver	TRACON	55	16	0	71	64	78
D10	Dallas-Fort Worth	TRACON	54	27	11	92	78	95
D21	Detroit	TRACON	35	16	0	51	45	56
DAB	Daytona Beach	Tower	31	15	8	54	47	58
DAL	Dallas Love	Tower	20	2	1	23	19	24
DAY	Dayton	Tower	15	0	2	17	11	13
DCA	Washington National	Tower	24	8	3	35	23	28
DEN	Denver	Tower	37	3	0	40	32	40
DFW	DFW	Tower	42	7	0	49	48	59
DLH	Duluth	Tower	16	0	5	21	18	22
DPA	Dupage	Tower	11	2	3	16	11	13
DSM	Des Moines	Tower	15	2	5	22	16	20
DTW	Detroit	Tower	30	5	0	35	28	34
DVT	Deer Valley	Tower	17	2	1	20	16	19
DWH	Hooks	Tower	13	1	2	16	10	12
ELM	Elmira	Tower	13	0	5	18	9	11
ELP	El Paso	Tower	14	2	7	23	20	24
EMT	El Monte	Tower	8	2	1	11	9	11
ERI	Erie	Tower	11	1	11	23	14	17
EUG	Eugene	Tower	19	2	4	25	16	20
EVV	Evansville	Tower	13	1	6	20	12	15
EWR	Newark	Tower	27	9	0	36	28	34
F11	Central Florida	TRACON	38	13	0	51	42	51
FAI	Fairbanks	Tower	18	0	14	32	18	22
FAR	Fargo	Tower	18	1	0	19	15	18

單位代字	單位名稱	單位類別	CPC	CPC-IT	DEVELOPMENTAL	總人數	最低人數	最高人數
FAT	Fresno	Tower	16	7	5	28	21	25
FAY	Fayetteville	Tower	14	4	8	26	17	21
FCM	Flying Cloud	Tower	10	1	1	12	9	11
FFZ	Falcon	Tower	13	0	1	14	12	14
FLL	Fort Lauderdale	Tower	26	1	3	30	22	27
FLO	Florence	Tower	9	1	5	15	10	12
FNT	Flint	Tower	16	0	1	17	11	14
FPR	St Lucie	Tower	9	0	2	11	11	13
FRG	Farmingdale	Tower	11	2	6	19	11	13
FSD	Sioux Falls	Tower	14	1	2	17	14	17
FSM	Fort Smith	Tower	19	1	6	26	22	26
FTW	Meacham	Tower	13	1	4	18	14	17
FWA	Fort Wayne	Tower	16	0	8	24	16	20
FXE	Fort Lauderdale	Tower	15	0	4	19	13	15
GCN	Grand Canyon	Tower	7	2	2	11	8	10
GEG	Spokane	Tower	22	5	2	29	20	25
GFK	Grand Forks	Tower	24	1	0	25	17	21
GGG	Longview	Tower	13	1	9	23	15	18
GPT	Gulfport	Tower	11	3	4	18	13	16
GRB	Green Bay	Tower	14	2	2	18	17	21
GRR	Grand Rapids	Tower	14	3	4	21	17	21
GSO	Greensboro	Tower	21	4	5	30	21	26
GSP	Greer	Tower	13	0	10	23	17	20
GTF	Great Falls	Tower	13	0	8	21	12	14
HCF	Honolulu Control	Facility	64	4	14	82	86	105
HEF	Manassas	Tower	13	0	1	14	9	10
HIO	Hillsboro	Tower	16	2	0	18	12	14
HLN	Helena	Tower	7	0	5	12	7	9
HOU	Hobby	Tower	19	2	0	21	18	22
HPN	Westchester	Tower	13	1	5	19	11	13
HSV	Huntsville	Tower	16	1	3	20	14	17
HTS	Huntington	Tower	15	0	6	21	13	15
HUF	Terre Haute	Tower	12	0	6	18	15	18
HWD	Hayward	Tower	11	0	3	14	8	10
I90	Houston	TRACON	71	18	0	89	79	96
IAD	Dulles	Tower	31	5	2	38	25	31
IAH	Houston Intercontinental	Tower	32	7	0	39	29	35
ICT	Wichita	Tower	23	5	3	31	25	30
ILG	Wilmington	Tower	10	2	1	13	8	10
ILM	Wilmington	Tower	14	1	6	21	15	18
IND	Indianapolis	Tower	33	11	5	49	34	42
ISP	Islip	Tower	12	1	5	18	12	14
ITO	Hilo	Tower	12	1	3	16	11	14
JAN	Jackson	Tower	10	0	7	17	13	16
JAX	Jacksonville	Tower	32	6	9	47	37	45
JCF	Chicago	Tower	20	5	4	29	20	25
JFK	Kennedy	Tower	27	6	2	35	29	35
JNU	Juneau	Tower	13	0	3	16	11	13
K90	Cape	TRACON	24	0	4	28	18	21

單位代字	單位名稱	單位類別	CPC	CPC-IT	DEVELOPMENTAL	總人數	最低人數	最高人數
L30	Las Vegas	TRACON	38	17	1	56	40	48
LAF	Lafayette	Tower	7	2	1	10	8	9
LAN	Lansing	Tower	18	1	3	22	17	21
LAS	Las Vegas	Tower	35	5	0	40	32	39
LAX	Los Angels	Tower	36	14	0	50	39	48
LBB	Lubbock	Tower	14	0	6	20	15	18
LCH	Lake charles	Tower	11	0	7	18	12	14
LEX	Lexington	Tower	20	3	0	23	19	23
LFT	Lafayette	Tower	13	2	7	22	14	18
LGA	La Guardia	Tower	30	7	1	38	26	32
LGB	Long Beach	Tower	20	3	0	23	18	21
LIT	Little Rock	Tower	21	6	5	32	21	26
LNK	Lincoln	Tower	9	0	3	12	9	11
LOU	Bowman	Tower	10	0	2	12	8	10
LVK	Livermore	Tower	9	2	1	12	8	10
M03	Memphis	TRACON	24	3	5	32	25	31
M98	Minneapolis	TRACON	45	9	0	54	48	59
MAF	Midland	Tower	15	1	8	24	15	19
MBS	Saginaw	Tower	13	0	3	16	10	12
MCI	Kansas City	Tower	27	9	5	41	29	35
MCO	Orlando	Tower	26	8	0	34	23	28
MDT	Harrisburg	Tower	21	2	7	30	19	23
MDW	Midway	Tower	17	8	0	25	21	25
MEM	Memphis	Tower	21	5	6	32	20	25
MGD	Mansfield	Tower	11	0	7	18	13	15
MGM	Montgomery	Tower	14	4	6	24	16	19
MHT	Manchester	Tower	13	0	0	13	10	12
MIA	Miami	Tower	60	28	1	89	81	99
MIC	Crystal	Tower	9	1	0	10	9	11
MKC	Downtown	Tower	12	2	2	16	11	13
MKE	Milwaukee	Tower	39	7	0	46	31	38
MKG	Muskegon	Tower	10	0	9	19	13	16
MLI	Quad City	Tower	9	0	11	20	14	18
MLU	Monroe	Tower	11	0	8	19	11	14
MMU	Morristown	Tower	12	0	2	14	8	10
MOB	Mobile	Tower	18	2	2	22	18	22
MRI	Merrill	Tower	12	0	0	12	9	10
MRY	Monterey	Tower	7	0	1	8	7	9
MSN	Madison	Tower	19	2	1	22	15	18
MSP	Minneapolis	Tower	33	6	0	39	30	37
MSY	New Orleans	Tower	24	7	3	34	30	37
MWH	Grant County	Tower	9	0	10	19	12	15
MYF	Montgomery	Tower	12	1	0	13	11	13
MYR	Myrtle Beach	Tower	14	3	5	22	23	28
N90	New York	TRACON	144	23	29	196	174	213
NCT	Northern California	TRACON	141	18	6	165	151	184
NEW	Lakefront	Tower	7	1	1	9	7	8
NMM	Meridian	TRACON	4	0	0	4	10	12
OAK	Oakland	Tower	24	4	0	28	18	22

單位代字	單位名稱	單位類別	CPC	CPC+T	DEVELOPMENTAL	總人數	最低人數	最高人數
OGG	Maui	Tower	10	0	5	15	9	11
OKC	Oklahoma City	Tower	26	0	4	30	26	32
OMA	Eppley	Tower	13	1	4	18	11	13
ONT	Ontario	Tower	16	1	2	19	11	13
ORD	Chicago O'Hare	Tower	49	19	4	72	59	72
ORF	Norfolk	Tower	24	5	11	40	23	29
ORL	Orlando Executive	Tower	9	0	2	11	9	11
P31	Pensacola	TRACON	27	6	3	36	29	36
P50	Phoenix	TRACON	44	13	0	57	53	65
P80	Portland	TRACON	22	6	4	32	25	30
PAE	Paine	Tower	11	3	1	15	9	11
PAO	Palo Alto	Tower	8	1	4	13	9	11
PBI	Palm Beach	Tower	33	9	5	47	36	43
PCT	Potomac	TRACON	141	19	5	165	136	166
PDK	DeKalb-Peachtree	Tower	13	2	1	16	12	15
PDX	Portland	Tower	22	5	3	30	20	24
PHF	Patrick Henry	Tower	11	0	0	11	8	10
PHL	Philadelphia	Tower	71	16	0	87	63	76
PHX	Phoenix	Tower	28	9	0	37	25	30
PIA	Peoria	Tower	11	0	11	22	15	19
PIE	St Petersburg	Tower	11	1	4	16	8	10
PIT	Pittsburgh	Tower	34	4	5	43	35	43
PNE	Northeast Philadelphia	Tower	9	1	4	14	7	9
PNS	Pensacola	Tower	8	0	5	13	9	11
POC	Brackett	Tower	9	1	5	15	9	11
POU	Poughkeepsie	Tower	9	1	1	11	8	10
PRC	Prescott	Tower	11	2	3	16	13	16
PSC	Pasco	Tower	13	3	5	21	14	17
PSP	Palm Springs	Tower	9	0	4	13	8	10
PIK	Pontiac	Tower	12	0	4	16	11	13
PUB	Pueblo	Tower	10	1	3	14	12	15
PVD	Providence	Tower	22	2	5	29	23	28
PWK	Chicago Executive	Tower	8	2	1	11	9	11
PWM	Portland	Tower	17	2	3	22	17	20
R90	Omaha	TRACON	19	3	0	22	17	21
RDG	Reading	Tower	12	1	8	21	14	17
RDU	Raleigh-Durham	Tower	31	13	3	47	34	42
RFD	Rockford	Tower	16	0	7	23	18	22
RHV	Reid-Hillview	Tower	11	0	5	16	10	12
RIC	Richmond	Tower	14	0	1	15	11	14
RNO	Reno	Tower	13	0	4	17	11	14
ROA	Roanoke	Tower	18	3	7	28	19	23
ROC	Rochester	Tower	24	0	6	30	21	26
ROW	Roswell	Tower	11	1	4	16	12	14
RST	Rochester	Tower	13	1	3	17	10	13
RSW	Fort Myers	Tower	18	7	10	35	25	30
RVS	Riverside	Tower	12	1	3	16	11	13
S46	Seattle	TRACON	42	5	0	47	43	53
S56	Salt Lake City	TRACON	32	7	6	45	36	44



單位代字	單位名稱	單位類別	CPC	CPC-IT	DEVELOPMENTAL	總人數	最低人數	最高人數
SAN	San Diego	Tower	16	3	6	25	18	22
SAT	San Antonio	Tower	37	11	1	49	37	45
SAV	Savannah	Tower	21	2	5	28	19	23
SBA	Santa Barbara	Tower	29	2	1	32	22	27
SBN	South Bend	Tower	12	1	13	26	19	23
SCK	Stockton	Tower	7	0	4	11	8	9
SCT	Southern California	TRACON	204	32	7	243	193	235
SDF	Standiford	Tower	35	8	5	48	34	42
SDL	Scottsdale	Tower	11	3	0	14	10	12
SEA	Seattle	Tower	28	1	0	29	26	32
SEE	Gillespie	Tower	10	4	2	16	12	15
SFB	Sanford	Tower	17	2	2	21	17	21
SFO	San Francisco	Tower	29	2	0	31	28	34
SGF	Springfield	Tower	22	1	3	26	22	27
SHV	Shreveport	Tower	14	0	13	27	18	22
SJC	San Jose	Tower	15	2	3	20	11	14
SJU	San Juan	Tower	15	1	2	18	13	16
SLC	Salt Lake City	Tower	26	4	0	30	24	29
SMF	Sacramento	Tower	16	0	3	19	11	13
SMO	Santa Monica	Tower	9	2	5	16	9	11
SNA	John Wayne	Tower	23	3	2	28	20	24
SPI	Springfield	Tower	8	0	5	13	10	13
SRQ	Sarasota	Tower	11	0	3	14	10	12
SIL	St Louis	Tower	19	2	0	21	16	19
SIP	St Paul	Tower	12	0	0	12	8	10
SIS	Sonoma	Tower	7	0	5	12	7	9
STT	St Thomas	Tower	9	0	2	11	8	9
SUS	Spirit	Tower	10	0	5	15	10	13
SUX	Sioux Gateway	Tower	10	0	6	16	9	11
SYR	Syracuse	Tower	16	0	11	27	17	21
T75	St Louis	TRACON	29	5	1	35	27	32
TEB	Teterboro	Tower	16	6	5	27	15	19
TLH	Tallahassee	Tower	17	1	2	20	14	17
TMB	Tamiami	Tower	14	2	0	16	14	17
TOA	Torrance	Tower	8	2	6	16	8	10
TOL	Toledo	Tower	16	1	5	22	16	20
TPA	Tampa	Tower	42	14	0	56	46	56
TRI	Tri-Cities	Tower	13	2	5	20	13	16
TUL	Tulsa	Tower	26	1	3	30	24	29
TUS	Tucson	Tower	15	1	1	17	12	15
TVC	Traverse City	Tower	6	0	3	9	8	10
TWF	Twin Falls	Tower	6	0	4	10	7	9
TYS	Knoxville	Tower	20	1	10	31	21	25

單位代字	單位名稱	單位類別	CPC	CPC-HT	DEVELOPMENTAL	總人數	最低人數	最高人數
U90	Tucson	TRACON	15	3	0	18	14	18
VGT	North Las Vegas	Tower	6	5	2	13	10	12
VNY	Van Nuys	Tower	18	4	0	22	15	19
VRB	Vero Beach	Tower	8	0	4	12	11	13
Y90	Yankee	TRACON	20	1	5	26	19	23
YNG	Youngstown	Tower	17	3	2	22	16	19
終端總計			6,117	1,001	1,128	8,246	6,201	7,566
航路總計			4,713	217	831	5,761	4,569	5,585
終端總計			6,117	1,001	1,128	8,246	6,201	7,566
總計			10,830	1,218	1,959	14,007	10,770	13,151