

## 一、前言：

民用航空局（簡稱民航局或 CAA，Civil Aeronautics Administration）為提昇我國民航氣象作業之自動化和航空氣象服務的品質，以促進台北飛航情報區飛航安全、飛航空域容量以及飛航效率，並順應世界民航氣象發展潮流，於民國八十六年奉行政院核定，透過中美技術合作協定，由民航局與美國國家大氣研究中心（National Center for Atmospheric Research，NCAR）合作建置一套符合台北飛航情報區使用者需求的「航空氣象現代化作業系統（Advanced Operational Aviation Weather System，AOAWS）」，以提供精確、客觀及有效率的航空氣象服務。

AOAWS 第一期建置計畫自民國八十七年七月至九十二年六月，共計五年。今（八十九）年為計畫執行的第三年，也是 AOAWS 各項產品最能具體展現初期成果的一年，為使行政院督辦單位能充分了解整體計畫之執行成果與進度，並對目前先進國家在航空氣象作業系統發展進程之認識，於計畫之初即規劃由行政院和民航局派員一同前往美國 NCAR 考察和協調 AOAWS 建置事宜，並參觀相關國際機場之航空氣象作業。

本次赴美國考察係由行政院三組汪科長志龍、民航局航管組黃技正拔源、飛航服務總台郭副主任忠暉、王課長崑洲和林觀測員金輝共五人，依任務需要分別安排共同和個別行程，出國期間資策會系統工程處李經理麗鳳因業務需要全程陪同前往參訪。行程主要包括拜會 NCAR 協商計畫業務，參訪美國聯邦航空總署（Federal Aviation Administration，FAA）丹佛國際機場管制塔台、進場台、航路管制中心等航管單位，參觀美國國家海洋暨大氣總署（National Oceanic and Atmospheric Administration，NOAA）國家氣象局（National Weather Service；NWS）丹佛氣象中心（Denver National Weather Service Office）以及舊

金山、洛杉磯國際機場之氣象作業設施。

## 二、參訪日誌：

- (一) 十二月七日(星期四)：下午七時十分搭機由台北飛往美國舊金山，下榻 APO DOUBLETREE 旅館。
- (二) 十二月八日(星期五)：參觀舊金山機場氣象設施及訪問長榮航空公司舊金山辦事處。
- (三) 十二月九日(星期六)：逢週末例假日，前往美國科技重鎮矽谷科學園區參觀。
- (四) 十二月十日(星期日)：從美國舊金山搭機飛往丹佛，下榻 Best Western 旅館。
- (五) 十二月十一日(星期一)：拜會 NCAR 及參加 AOAWS 計畫協調會議。
- (六) 十二月十二日(星期二)：開會及參觀 NCAR 相關部門。
- (七) 十二月十三日(星期三)：前往 NCAR 位於 Boulder 市地台上的 Mesa 總部參觀。
- (八) 十二月十四日(星期四)：1、參觀丹佛機場塔台及機場進場管制台之低空風切預警系統和管制作業。2、郭忠暉副主任及林金輝觀測員二人先行搭機，借道洛杉磯返國。
- (九) 十二月十五日(星期五)：參訪 Longmont 市的丹佛航路管制中心及美國 NOAA 國家氣象局丹佛氣象中心。
- (十) 十二月十六日(星期六)：汪科長志隆、黃技正拔源、王課長崑洲三人搭機離開丹佛前往洛杉磯參訪。
- (十一) 十二月十七日(星期日)：週末例假日準備參訪資料。
- (十二) 十二月十八日(星期一)：參觀洛杉磯國際機場長榮航空公司舊金山辦事處及其北美簽派中心。
- (十三) 十二月十九日(星期二)：搭機由洛杉磯返國。
- (十四) 十二月二十日(星期三)：返抵國門。

### 三、參訪行程及內容：

職等在民國八十九年十二月七日星期四下午七時十分，搭乘長榮航空公司 BR-18 班機，於中正國際機場起飛前往美國舊金山，於美國當地時間七日下午二時左右抵達舊金山國際機場，長榮航空公司舊金山辦事處派員在機場接機，並協助通關入境和安排住宿於機場附近之 APO DOUBLETREE 旅館。

翌日上午十時原本安排前往舊金山國際機場參觀機場氣象設施，但不巧適逢該機場國際線新航空站（new terminal）首日啟用典禮。機場相關業務單位及航空公司人員都忙於參與而無暇安排參觀事宜，此事讓職等頓時感到相當的失望。所幸長榮航空公司舊金山辦事處宋主任海崙之前就了解職等此行目的，特別向機場有關單位蒐集了機場主要氣象觀測設備之資料供職等參考並做解說。

舊金山國際機場並無氣象觀測和資料提供單位，其機場飛行天氣資料（METAR & SPECI）是由機場管制台根據自動地面氣象觀測系統（Automated Surface Observing System，ASOS）所提供之觀測資料，經過必要之增修後，透過航空固定通信網路系統（AFTN）和終端管制廣播服務系統（ATIS）對外廣播給相關單位使用。至於機場在顯著天氣觀測方面，除了設置低空風切警告系統（Low Level Wind Shear Advisory System，LLWAS-Phase 2）用於偵測雷暴雨所引發之低空風切和微下爆氣流（microburst）外，較特別的是在舊金山國際機場和 San Carlos 機場兩個塔台頂分別架設四個影像攝影機用於觀察機場進場區之天氣變化，此套系統被稱為機場進場區攝影系統（Airport Approach Zone Camera System），其對機場塔台之管制作業提供相當大的幫助。

此外，機場目前亦參與美國林肯實驗室（Lincoln Labs）所主持的舊金山海灣天氣現狀研究計畫，在機場及舊金山區周圍

架設許多特殊觀測儀器，用於研究夏季海灣上雲之生成、發展對機場天氣變化之影響，預期這個實驗計畫完成後將有助於舊金山國際機場惡劣天氣之預報。

舊金山國際機場因未設置航空氣象資料供應單位，包括長榮在內之各個航空公司多自行透過網路或私人公司供應等不同管道取得資料。長榮航空公司舊金山辦事處因單位編制和設備較洛杉磯少，故所使用的氣象手摺資料皆由洛杉磯北美簽派中心以傳真提供。這種資料取得方式並不先進，職等建議該公司未來應考慮多利用美國本土及國內民航局 AOAWS 計畫的航空氣象產品資訊網站（<http://www.aoaws.caa.tw>）下載所需資料，以改善資料圖面品質。

十二月九日星期六適逢週末例假日，基於好奇心和增廣見聞，職等在黃技正親戚王先生的帶領下，驅車前往美國科技重鎮矽谷科學園區參觀。廣闊的科學園區有包括 IBM、英特爾、康佰克、思科 等全世界知名之高科技公司及超過一萬家以上的廠家進駐在園區內，扶疏的樹木、優雅的住宅環境、整齊的道路規劃以及具有高科技特色的建築物 and 人文景觀，實令人印象深刻和嚮往。

經由王先生的安排，職等很榮幸前往他所服務的科技公司參觀。該公司主要是以高科技產業相關之精密儀器及零組件為生產重點，其中以半導體晶元微米檢測儀器之製程，最令人歎為觀止。該公司因技術先進，設廠已有相當長的時間，是一家獲利高的美國股票上市公司。王先生能在此服務令人佩服羨慕。

十二月十日星期日離開舊金山，搭下午四時五十五分美國聯合航空 UA1098 班機前往丹佛，於當地時間晚上八時十五分左右抵達丹佛國際機場。NCAR 計畫經理 Bill Mahoney 先生至機場接機。由於今晚適逢鋒面過境，強大的冷氣團夾帶著風雪

侵襲丹佛當地，使得機場到波特市( Boulder )的道路積雪盈尺，造成沿途行車緩慢，原本一個小時的車程卻多發了近一倍的時間才到達下榻的旅館 - Best Western。此時看錶已經是深夜十一時五十分了，聽氣象廣播當時戶外氣溫為攝氏零下 11 度，預測午夜後將會降到零下 20 度。這種低溫飄雪的景象對我們大多數人而言，實在是一項難得的體驗與感受。

十二月十一日星期一上午九時三十分前往 NCAR Foothill 實驗室，拜會應用氣象研究計畫組 (Research Applications Program, RAP) 代理主管 Mr. Richard Wagoner 副組長，經過短暫晤談後，雙方即開始展開年度協調會議，其議程請參閱附件一。會議首先由 Bill Mahoney 簡報 NCAR 目前組織及整個現代化作業系統的架構、內容和計畫進度。

NCAR 是全世界一個相當重要的氣象研究機構，其經費來自於許多地方，其中以 DOD(25%)、FAA(39%)、International (HKG、Taiwan 等 18%) 所占比率最重。該機構透過這些經費分配給其下 ACD (The Atmospheric Chemistry Division)、ASP (The Advanced Study Program)、ATD (Atmospheric Technology Division)、CGD (Climate and Global Dynamics Division)、ESIG (The Environmental and Societal Impacts Group)、HAO (The High Altitude Observatory)、MMM (The Mesoscale and Microscale Meteorology Division)、RAP (Research Applications Program) 及 SCD (Scientific Computing Division) 等九大部門，以執行各項研究計畫，其中 RAP 和 MMM 為執行本計畫之主要部門，SCD 則配合支援提供部份電腦資源。

AOAWS 計畫案最主要的目地，在於增進台北飛航情報區內之飛航安全及飛航效率，其架構包含 MM5 模式顯示工作站 (MDD)、多元化產品顯示系統 (MDS)、低空風切偵測系統 (LLWAS) 及 MDS WEB 網站 (WMDS) 等多項重要系統，其中

WMDS 網站係為服務航空公司、飛行員及其他民航從業人員而建立的，其網頁模式是參考美國相當知名的航空氣象網站（ADDS：<http://www.adds.awc-kc.noaa.gov>）而設計（請參閱附件二），使用者可藉由網際網路連結取得 AOAWS 系統的產品，此套系統預計明（九十）年下半年可在松山、中正和高雄機場架設完成，以提供氣象、航管、諮詢、飛行、簽派等類人員使用。

接著由 Mike Dixon 先生介紹多元化產品顯示系統之架構及內容，其所使用的資料來源包括有 MM5 模式預報產品、民航局及中央氣象局提供的基礎氣象資料(如地面觀測資料、衛星雲圖等)及台電提供的落雷偵測資料等。除介紹多元化產品顯示系統的管理過程及資料儲存和取得方式外，亦介紹 ITFA(Integrated Turbulence Forecast Algorithm)亂流預報技術及系統中「飛機報告資料校驗亂流預報」，目前系統運作相當正常，惟該產品仍然有待台灣地區應用後之校驗結果，方能確定是否有顯著改善亂流預測率。

另簡報中也提及民航局預報員陳海根於民國八十九年九月一日至十月三十日前往美國接受 AOAWS 系統相關產品的課程訓練期間，針對風場、溫度場資料之運用，所完成「即時斜溫圖繪製功能」產品(參閱附件三)，頗令人讚賞，該產品業已放入於八十九年十一月新版 AOAWS 系統中。

在簡報後，民航局提出「未來可否提供 MDS 及 WMDS 網站中文版」及「兩者內容是否一致」之問題，NCAR 認為該產品係以 ADDS 網站為藍本來發展，且 WMDS 和 MDS 因使用對象及目的有所不同，故兩者應有所區分；至於產品是否有必要全面中文化，完全取決於民航局的決定。

下午繼續由 Bill Mahoney 解說低空風切預警系統之概念與香港新機場架設後之作業情形，並介紹丹佛國際機場低空風切

預警系統設置及運作情形，且對松山、中正機場正在架設之低空風切預警系統歸納出日後作業所需注意之各種事項。

早期美國認為垂直下沉風場並不會造成破壞，微爆氣流 (Microburst) 和下衝氣流 (Downburst) 在當時未能為氣象界所重視。俟美國發生一起飛機於近場離奇墜落事件後，方研究發現此為近場時遭遇 Microburst 所造成的，才被航空氣象界所重視。其原因為當飛機飛進 Microburst 地面輻散場時，會先遇到頂頭之氣流，飛機空速相對增加，機翼浮揚力增加，此時駕駛員的瞬間反應是押機頭、關小引擎及修正回原來進場角度。待飛機過了 Microburst 中心線，隨即遭遇從機尾來的強順風，於是機上空速表急遽下降，機翼浮力不足，飛機因而失速下墜；惟此時已在近場最後階段，其高度無法使駕駛員與飛機有充分的時間反映，因而無法重飛，導致失速墜毀。

而 LLWAS 系統的概念是在機場起降航道附近安裝數個測風儀，利用任意三點測風儀資料，算出此三角形內的輻合輻散場，再與其他三角形遞迴運算，得出起降區低空風切警示資訊。而此任意三點需符合：三角形夾角需大於 25 度，任二點距離需介於 1~5KM 之間。由計算所得 Wind Shear 資訊，再利用網路及時傳回主機端，即時提供給塔台管制員，再轉提供駕駛員；若同時有兩個 Wind Shear (WS) / Microburst (MB) 出現，則系統會以最嚴重者的強度、最接近飛機之位置編發警訊。其判別方式是由飛機因環境風場造成的增(減)速程度來決定，當飛機減速從 15KT 至 29KT 或增速小於 15KT 時稱為 WS，減速大於 29KT 或增速大於 15KT 時稱為 MB。

NCAR 提及在松山和中正機場低空風切預警系統建置完成後至正式啟用前，應先進行低空風切的個案比對，以確認該系統的可信度。該項工作除系統運作效能應正常外，其所需的分析比對資料，亦有賴於駕駛員的配合於航機起降時遇有低空風

切的情形，於落地後在飛機落地報告中提出；不過 NCAR 認為最好由塔台管制員主動詢問駕駛員是否有遭遇低空風切，以便民航局較易掌控日後比對的品質。

十二月十二日星期二上午由 Jordan Powers 就 MM5(The fifth Generation Pennsylvania State University /NCAR Mesoscale Model)預報模式系統、三維變分法(3DVAR)等內容簡報，並參觀 RAP 部門。

MM5係由賓州大學與NCAR共同發展，為三維有限區域(limited-area)、非靜力原始方程模式，其垂直方向採追隨地勢( )座標，水平方向則採Arakawa-Lamb B的中尺度交錯網格，並可為多層(最多九層) two-way interaction巢狀網格，該巢狀網格之粗網格與細網格重疊部份，係由細網格積分所得之值經內插後所取代。

在經過多年持續發展，目前世界各地MM5的使用者相當多，透過 NCAR 所架設的 MM5 網站及 ftp 站 (<http://www.mmm.ucar.edu/mm5.html> , <ftp.ucar.edu>)，即可獲得有關MM5模式介紹、原始程式碼、使用說明及最新發展現況等重要資訊。另亦設有MM5-users group，作為提供使用者提出問題及交流之管道；其置於網站上供各地使用者取得之說明文件，僅適用於一般使用情況，至於因其他特殊目的和需求而特別發展之MM5部份並未包含在其中。

「航空氣象現代化作業系統」計畫中所發展的MM5預報模式系統之網格設計為三層巢狀網格，採Lambert Conformal投影法，true latitude為 $10^{\circ}$  N與 $45^{\circ}$  N，網格中心點為 $28.5^{\circ}$  N、 $116^{\circ}$  E，垂直則有31層(參閱附件四)。第一層網格的解析度為135公里、 $67 \times 81$ 個網格點數，預報長度48小時，第二層網格的解析度為45公里、 $100 \times 100$ 個網格點數，預報長度36小時，第三層網格的解析度為15公里、 $121 \times 133$ 的網格點數，預報長度24小

時。目前模式尚未包含圖中所示之第四層網格，每次完成全部48小時預報，共約需9小時的作業時間。

另模式系統之TERRAIN、REGRID、LITTLE\_R與INTERPF等模組均為資料前置處理部份，其目的在產生模式積分所須之初始場及邊界資料；MM5則為模式進行時間積分部份；RIP為模式結果之繪圖部份。

下午則就未來計畫如何進展及二期計畫可能的規劃方向進行討論，內容如下所述。

(一)有關 CAA 派員受訓的問題：

CAA 希望事先知道相關課程安排及規劃內容，以便日後依受訓人員興趣及專長進行修改。NCAR 表示其並非一專門提供受訓或實際作業的單位，參加受訓人員應有獨立作業的能力，才能充份達到受訓的目的地。至於 CAA 所提的意見，請 CAA 二個月前將受訓項目及人員資料通知 NCAR，以便安排課程內容；若受訓人員有特殊需求，亦應儘早通知。另外若日後民航局系統運作偏重於維護及管理，則短期受訓即可；如要更深入瞭解系統，並朝向研究發展，則受訓時間至少應安排六個月。

另 CAA 為因應未來系統使用，希望參考美國航空氣象預報作業中心(Aviation Weather Center, AWC)的實際作業情形，並詢問是否能派員到 AWC 受訓，冀能達到「他山之玉，可以攻石」的效果。NCAR 表示派員至 AWC 是個很好的構想，應於四個月前通知 AWC。有可能的話，AWC 會考慮在 2002 年接受 CAA 人員研習，另 CAA 可能要付 AWC 一些受訓費用。NCAR 願幫助 CAA 協調 AWC，玉成此事。

(二)高雄機場架設天氣系統處理器 ( Weather System Processor, WSP )：

因受高雄機場瀕臨海邊及周遭建築物之影響，有數站遠端測風儀站在架設上有實際困難，不適宜比照松山和中正機場架

用低空風切預警系統(LLWAS-NE)，來偵測機場之低空風切。後經 NCAR 派員實地勘查結果，可利用現有航管雷達 ASR-9 設備，加裝天氣系統處理器，以偵測由雷暴雨所引發之下爆氣流和陣風鋒面，進而提供低空風切之預警資訊。

NCAR 表示 WSP 係由美國 FAA 委託麻省理工學院林肯實驗室研發完成的，並於一九九八年九月由 Northrop Grumman 公司得到 FAA 的產製合約，美國 FAA 已向該公司訂購 37 套，今年三月底將完成第一套作業化產品之建置，現全球僅 Northrop Grumman 公司擁有架設 WSP 系統之技術，其架設約需六個月。

有關高雄機場是否架設風切處理器，CAA 會儘速協商決定。如確定架設，為使計畫能順利執行，NCAR 除答應九十年二月二十三日之前提交技術規格書給 CAA 外，將請 FAA 寫一封信給 CAA，以證明全球僅 Northrop Grumman 公司擁有架設 WSP 系統之技術，作為未來工作執行之參考依據。

(三)「航空氣象現代化作業系統」第四號執行協定(IA#4)：

IA#4 已報行政院核定中，其中有關 VPP5000 超級電腦主機系統及相關週邊設備、WMDS 安裝計畫之前置作業等，均已著手準備中。惟前曾發生在報院同意後，卻因 AIT 對於文字有意見而修改，希望 NCAR 能儘量先行溝通，以免計畫進度因此延滯。

(四)「第二期航空氣象現代化作業計畫」案之規劃：

NCAR 表示有關「第二期航空氣象現代化作業計畫」案規格草書已於八十九年七、八月份送 CAA，CAA 迄今尚未決定，希望能儘早回復，以利後續相關事宜的進行。

CAA 說明第二期計畫案還待 CAA 內部進一步研討決定，若決定執行第二期計畫案，於明年間會將計畫書報部轉院核定；但因該計畫所需之電腦資源，涉及 CAA 與中央氣象局的

分工情形，還需進一步協調中央氣象局。

行政院汪科長表示就程序而言，第二期計畫案是否要做，應由民航局就專業及實際作業需求來決定，如有需要則報交通部，由交通部召開跨部會議協調行政院主計處、研考會、國科會等相關單位，以免中央氣象局及民航局做重複投資。

十二月十三日星期三上午由 Ms.Celia 陪同前往 NCAR 位於 Boulder 市台地的 Mesa 總部參觀，不僅欣賞到由華裔建築設計大師貝聿銘的建築物，也瞭解 NCAR 在從事氣象研究上，一路走來的發展歷程；並一睹其實驗室所作的數位模擬動畫，其可模擬各種天氣自生成、發展、消失之三度空間立體分布狀況，甚具教學意義。下午則到 Jefferson 機場參觀屬於 NCAR 及 NOAA 的研究用飛機之機上設備，機上設備除了有風向風速計、溫濕度儀外，亦裝有探測大氣化學成份的儀器，以供各項相關計畫研究使用。

原本是日下午 NCAR 已安排至該機場管制塔台參觀其作業狀況，孰料來訪之前剛好發生一則小小的插曲-當時該機場發生了一架小飛機降落失敗的飛安事故。因管制塔台正忙於處理善後，無法撥冗介紹其作業情形，故僅參觀屬於 NCAR 及 NOAA 的研究用飛機之機上設備。據 NCAR 人員表示，美國有許多愛好飛行人士常在此機場飛行，往來的小型飛機起降十分頻繁，本次飛安事故原因目前尚未知曉，有可能是連日來降雪，導致機場跑道積冰易滑所造成的，此事件也令我們留下相當深刻的印象。

十二月十四日星期四前往位於丹佛國際機場空中交通管制塔台（ATCT）及進場管制台（TRACON）參觀。由於丹佛機場在中西部扮演相當重要角色，其設備之完備及作業繁忙之情形給我們相當多的啟示。其中以低空風切預警系統（LLWAS）的作業狀況及使用意見，增加我們對這套系統的啟用信心為最

值得。此外，由於他們每一個管制席位都有一套已經整合過之氣象顯示系統可供參考(包含低空風切系統、終端都卜勒雷達等)，因此航管人員對當地地形所引起的山脈波及各項危害天氣均可迅速地掌控及應變。

離開丹佛機場進場管制台 ( TRACON ) 後，由於行程任務安排，團員郭副主任與林觀測員金輝二員先搭是日下午五時五十五分 UA1731 班機離開丹佛，於當地時間下午七時十五分抵達洛杉磯國際機場，長榮航空公司辦事處派員接機並安排住宿於機場附近旅館，以便十六日搭乘長榮航空公司下午三時二十分 BR11 班機回台。他們兩人於台北時間十二月十七日星期日晚上九點五十分左右返抵中正國際機場，順利結束十天的訪問行程。

十二月十五日星期五上午九時三十分，職汪志龍、黃拔源、王崑洲等三人，在資策會李經理麗鳳和 NCAR 計畫經理 Bill Mahoney 先生的陪同下，驅車前往位於 Longmont 市的丹佛航路管制中心( Air Route Traffic Control Center ; ARTCC ) 參訪。由該中心主任管制員 Ms. Joe Alber 負責帶領參觀氣象服務和航路管制席位作業。氣象服務席之輪值工作是由美國國家氣象局( National Weather Service ; NWS )丹佛氣象中心( Denver National Weather Service Office ) 負責派遣四位氣象專業人員擔任，其中一位為氣象督導。席位上所使用的天氣和雷達處理系統 ( Weather and Radar Processor ; WARP ) 除可以文字形式顯示預報和觀測資料外，其最重要功能是可顯示衛星影像 雷達回波整合圖( mosaic ) 天氣圖及雷電、微下暴氣流等天氣資訊。氣象人員利用此套系統可直接向航管人員作航路和航區之天氣預報，以利航路流量管制參謀作業。

丹佛航路管制中心負責之飛航情報區係以丹佛國際機場為中心向四週延伸數十哩，總面積跨越八個州區達二十八萬五千平方哩，參閱附件五。其空域管制作業分地面至二萬六千呎低高度管制區及二萬七千呎以上高高度管制區兩種。每一管制區視航機量多寡由一至三位管制員負責，每一個管制席位上都配置有航機動態資料電腦，供管制員輸入和讀

出資料。另為使管制員能方便管制航機和掌握天氣資訊，在作業室兩端牆壁上，亦設置有大型電視螢幕，讓管制員在任何席位上都可以一目了然全美國各飛航情報區各個航路上即時空中航機動態，以及觀看最新衛星雲圖、雷達回波圖、各機場地面天氣報告、天氣預報等天氣資訊。此套系統是由氣象人員負責操作，其設計概念相當貼心實用，值得民航局飛航服務總台區域管制中心參考借鏡。目前該中心每天平均約管制五千一百多架次飛機，一年管制飛機總量達兩百萬架次。

離開丹佛航路管制中心後，於當日下午二時返回 Boulder 市，參訪美國國家海洋暨大氣總署（National Oceanic and Atmospheric Administration；NOAA）國家氣象局丹佛氣象中心。由該中心資深氣象人員 Mr. Larry 負責接待參觀，並熱心向職等解說該中心之長、短期預報作業、工作席位輪值概況以及各個預報工作站之系統功能。

丹佛氣象中心的氣象作業主要是以區域天氣預報為主，地方性國內機場航空氣象預報為輔。其預報時效分短期和長期預報兩種，短期預報作業主要提供包括降水（雨、雪）、雷暴雨、閃電、大風、低能見度、溫度劇變等顯著天氣之三小時預報及每日例行性之分區天氣預報；長期預報則包括 2 天、3 天、4 天或 3~5 天等不同時間之天氣預報，以及每年五月至九月間提供森林火災之天氣預報。

該中心目前負責每天氣象作業之工作席位，白天（0630~1530L）有五個席位，下午至夜間（1530~0700L）有兩個席位，分成六種不同值班時間，每一個值班時間皆有一個小時重疊以利工作交接（參閱附件六）。值班時該中心預報人員可直接在短期或長期預報工作站上，進行各種天氣之守視和預報發佈工作，此種值班工作方式對天氣系統的掌握相當具時效性。民航局未來航空氣象作業亦應朝此方向規劃，以人機介面作業方式提昇航空氣象服務水準。

十二月十六日星期六搭上午九點十分 UA443 班機離開丹佛，於當地時間上午十時三十九分抵達洛杉磯國際機場，長榮航空公司辦事處再度派員接機並安排住宿於機場附近旅館

十二月十八日星期一上午十時，職汪志隆、黃拔源、王崑洲、資策會李經理麗鳳一行四人，前往洛杉磯國際機場（簡稱 LA 機場）參訪長榮航空公司洛杉磯辦事處，受到辦事處黃副主任振中熱烈歡迎和接待。黃副主任在了解職等此行目的後，隨即帶領職等進入機場管制區前往該公司北美簽派中心參觀。在通關路上，黃副主任除了簡單介紹簽派中心作業外，對於 LA 機場的營運特色及機場設施亦作了詳盡的說明，令人印象深刻。

LA 機場目前除海關、飛航管制、檢疫 等具公權力事項是由政府辦理外，舉凡安全檢查、清潔維護、客貨運送、空橋操作、加油服務等相關地勤作業，大多由駐場四十六家航空公司聯合成立的財團法人公司負責管理和委託私人公司經營，採總經理責任制，各航空公司為當然董事，擁有對公司之建議及政策表決權。該公司組織形態相當靈活有效率，運作至今，一直令董事會相當滿意。

長榮航空公司洛杉磯辦事處目前有二位機務人員負責飛機檢修和維護工作。當航機有故障或問題時，則維修工作委託美國聯合（UA）或美利堅航空（AA）代理。至於機坪上之行李運送、載重加油以及艙單安檢等相關作業則由三位組員負責規劃協調。另為節省人力，該公司搭機櫃台報到工作亦委由 GHA 服務公司負責辦理，辦事處只派人員督導協助。

長榮航空公司洛杉磯北美簽派中心是該公司北美各機場最大單位，其設備最為齊全。因此，該中心必須負責提供其他機場飛航氣象資料。目前該中心取得航空氣象資料的管道有下列三種：

（一）付費向 SITA 和 Jeppesen 公司購買（參閱附件七）。

（二）透過網際網路（Internet）進入美國 NOAA 網站：

<http://weather.noaa.gov/fax> 免費下載航空氣象資料（參閱附件八）。

（三）透過機場終端管制服務系統（ATIS）聽取航空氣象報告。

為了讓該公司未來在取得航空氣象資料更具時效性及多元化，職等

建議可多使用民航局 WMDS 網站（參閱附件九）。該公司對於民航局執行 AOAWS 計畫表示相當的歡迎，將來一定加以利用。

十二月十九日星期二搭乘長榮航空公司下午三時二十分 BR11 班機離開 LA 機場，於台北時間十二月二十日星期三晚上九點五十分左右返抵中正國際機場，順利結束十四天的訪問行程。

#### 四、心得

職等這次有機會奉派前往美國參訪當地氣象及航管單位，親自目睹先進國家現代化的航空氣象作業系統和完善的機場設施，內心深感榮幸。以下僅就所見所聞提出四點心得報告。

（一）美國這個國家不論是國際或地方性機場，其幅員都相當廣闊，因此氣象觀測設備皆可按國際民航組織 ICAO 儀器設置標準及地區之天氣特性，於適當地地方架設許多必要之設備，如終端氣象雷達（TDWR）、AAZCS、LLWAS、ASOS、WSP 等項，以確實掌握機場之天氣變化，進而適時提供危害天氣警告給航管單位，以管制航機避開危險區域，而達到趨吉避凶之目的。反觀我國除中正機場幅地較大，可按標準及需求設置氣象觀測儀器外，其餘機場皆受限於機場環境而施作困難。為儘量符合這方面之國際規定，民航局實有必要深入研究訂定一套規範。

（二）隨著航太工業的高度發達，現今的航機性能都相當的優越，但航機意外事故率自 1990 年代後至今就難以再降低，追究原因除人為因素外，美國 FAA 和國際運輸協會（IATA）皆一致認為本世紀要有效降低意外事故，努力發展新一代的航空氣象作業系統，以克服因天氣所造成之人為疏失是一項重要的課題。因此，美國近年來每年都補助相當多經費委託氣象研究部門研究，並與氣象儀器製造公司合作，共同研發和建置尖端氣象作業系統。相信透過這樣的努力，對全世界的飛航安全必定產生更大的貢獻。我國這次有幸與 NCAR 合作而得以引進尖端氣象科技，對國內航空氣象作業水準而言，可說是一股向上提昇的動力，希望此難得機會兩年後還能加以保持，因為中斷了想要再接軌就相當困難

了。

(三) 美國 FAA 相當重視天氣對航機飛行安全的影響，因此在全美二十二個航路管制中心除了設置先進的航空氣象顯示系統外，中心內部還設置由美國國家氣象局派氣象人員進駐之氣象服務席位，以便隨時提供最新天氣訊息給航管人員作為航路管制作業之參考。此種將氣象人員與航管人員結合作業之工作方式，其優點實值我航管主管單位思考借鏡。

(四) 美國國際機場之場站規模相當大，但相關機場設施卻規劃完善，讓旅客出入其間，卻能感受機場管理單位之用心。職等這次有幸走訪美國三大國際機場，除了解機場之航空氣象作業及系統運作外，對於能親身感受及觀察機場之營運特色，實在是一項難得的知識之旅。

## 五、結論與建議

職等此行的主要目的是前往美國 Boulder 市國家大氣研究中心 (NCAR) 參訪，並協調 AOAWS 建置事宜。經由計畫各項簡報及實地參觀，對於美國為我國研究發展的航空氣象現代化系統中之各項產品均有更進一步的認識。另外，藉由參訪美國舊金山、洛杉磯、丹佛等三個國際機場及美國 FAA 和 NWS 等機構的機會，實際了解美國航空氣象及各項儀器設備運用在維護飛航安全之實際狀況與寶貴經驗，這將有助於民航局在執行 AOAWS 計畫時之參考。以下僅為此行提出幾點建議：

(一) 由目前「航空氣象現代化作業系統」執行情形來看，民航局較偏向系統的管理和維護，除針對本系統功能，派員至 NCAR 受訓外，亦應考量派員直接至美國航空氣象中心 AWC 訓練，藉由實地隨班操作學習，了解其目前之線上作業流程，以作為日後實際工作需求及流程訂定之參考。

(二) 低空風切預警系統計算所得之低空風切警報訊息，可經由網路及時傳回主機端，即時提供給塔台管制員，再轉提供駕駛員，供其在機場起飛和降落過程中使用。由於航空公司及駕駛

員最清楚其航空器性能，因此為妥善運用該系統之預警訊息，民航局可建議航空公司應考量訂定遭遇低空風切或微爆氣流時的因應措施，以確保飛航安全。

(三)現航空公司大多經由氣象單位、機場終端管制服務資訊系統(ATIS)及網路等途徑來取得天氣資料，其中透過網際網路(Internet)獲得天氣資訊已成未來主要趨勢。而第一期 AOAWS 網路系統還未能足夠顯示航空氣象資訊，未來應將 mosaic 雷達產品、顯著危害天氣圖以及劇烈天氣警報等資料納入網路系統中，使航空氣象資料使用者有能力與網站互動，以輸入固定航路，繼而得到航路上各項資訊。因此，接收世界區域預報系統(WAFS)及產品圖面編輯系統兩項應加以規劃建置。

(四)民航局藉由 AOAWS 系統所提供之高預報準確度和即時之危害天氣警報，可以改善航空氣象服務品質。但是如能更進一步將現有系統再加以整合成更新的系統，則產品統合性之提昇，將對飛航安全與飛行效能產生更大額外效益。

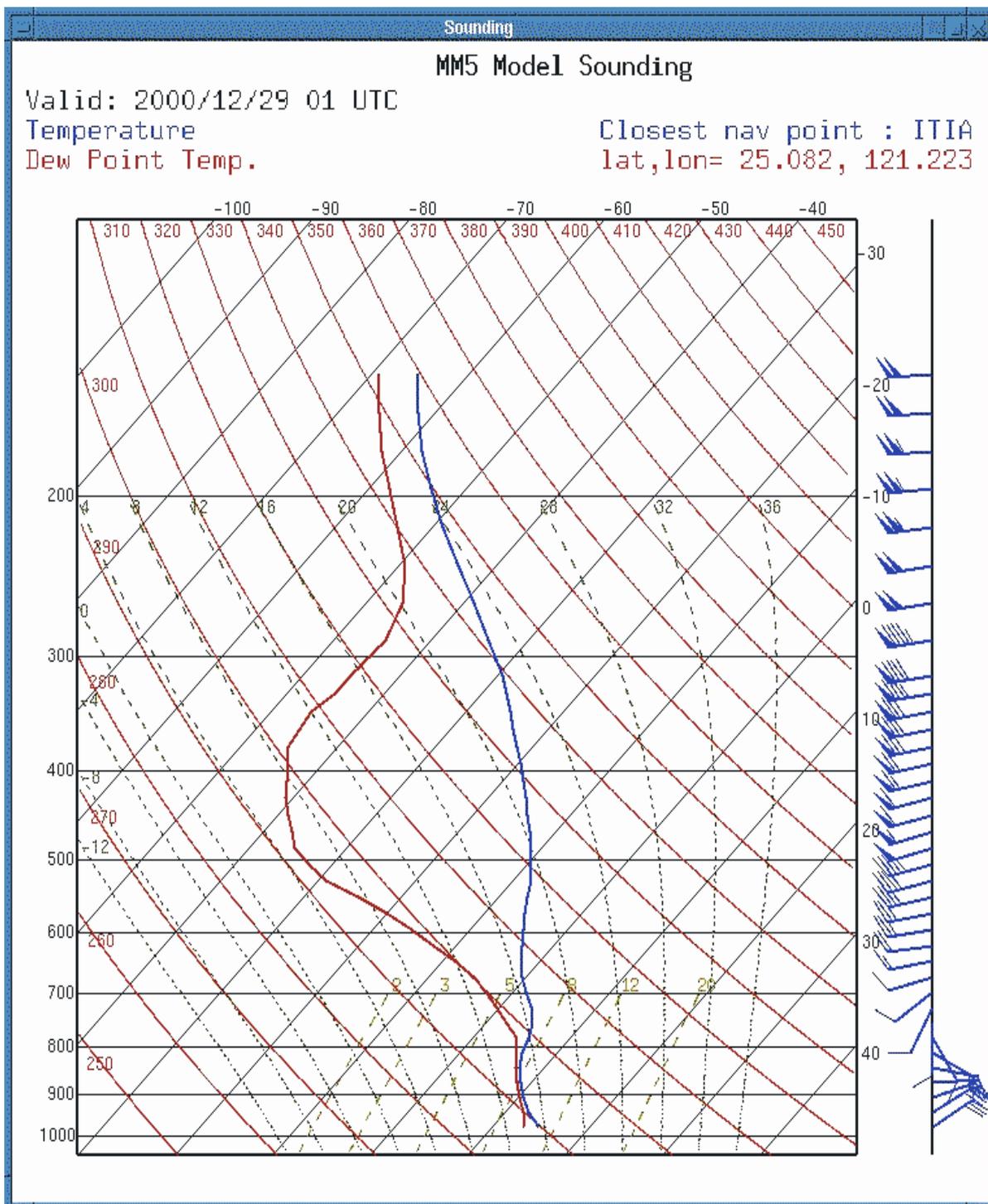
(五)NCAR 表示其並非一專門提供受訓或實際作業的單位，民航局派訓人員應有獨立作業的能力，才能充份達到受訓的目的地。至於受訓時間之長短，如偏重於系統維護及管理，則短期受訓即可；如著重於系統之深入瞭解與研究發展，則受訓時間至少應安排六個月。建議民航局視實際需求儘早於二個月前將受訓項目及人員資料通知 NCAR，以便安排課程內容。

(六)丹佛氣象中心之氣象作業，分成六種不同值班時間，每一個值班時間皆有一個小時重疊以利工作交接。值班時該中心預報人員可直接在氣象預報工作站上，進行各種天氣之守視和預報發佈工作，此種值班工作方式對天氣系統的掌握相當具時效性。建議民航局之航空氣象作業亦應朝此方向規劃，以人機介面作業方式提昇航空氣象作業水準。

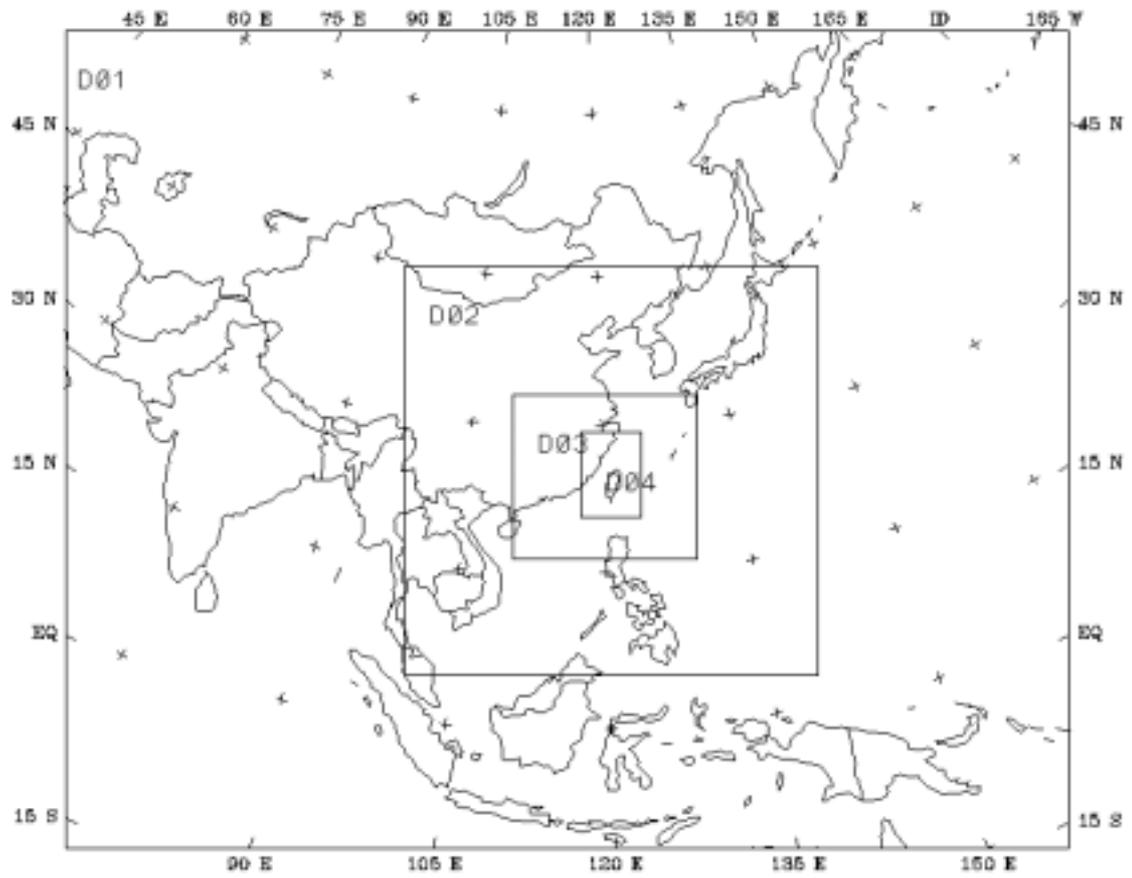
(七)為使民航局區域管制中心航管人員能充分得到最新之天氣資訊，建議民航局在 AOAWS 計畫完成後，除在該中心已規劃

建置多元化氣象產品顯示系統（MDS）外，對於美國航路管制中心將氣象和航管人員結合以起作業之工作方式，實應深入考慮借鏡。

(八)為提高民航局松山和中正機場 LLWAS 系統性能之信賴度，建議系統未啟用前，民航局氣象單位應將飛機報告與風切警告訊息兩者進行蒐集比對（match），以利 NCAR 協助系統調整。基本上飛機報告與風切警告訊息兩者之吻合率需達 50 % 以上才能滿足需求。



附件三：即時斜溫圖



附件四：MM5 預報模式系統網格