

# 民用航空局航空氣象發展與願景

蒲 金 標  
摘 要

民用航空局為配合亞太空運中心之政策和因應世界航空氣象發展之趨勢，乃於民國八十七年七月開始委託美國國家大氣研究中心設計發展，並在中央氣象局協助下，使用其高科技電腦設備，已於民國九十一年七月一日正式啟用一套航空氣象現代化作業系統(Advanced Operational Aviation Weather System；AOAWS)。此系統包括整合現代化氣象測報資料、發展中尺度數值模式(the 5<sup>th</sup> Generation Pennsylvania State University/NCAR Mesoscale Model；MM5)以及建立松山和中正兩個機場低空風切警告系統(Low Level Windshear Alert System；LLWAS)，系統可自動顯示台北飛航情報區(Taipei Flight Information Region；TPE FIR)機場與航路上危害飛航天氣現象和即時或短時預報資訊，供應給機場觀測員、預報員、管制員、諮詢員、飛行員、簽派員以及軍民氣象人員之應用參考。民用航空局航空氣象現代化作業系統多元化氣象產品顯示網站位址為 <http://wmds.aoaws.caa.gov.tw/>。

民用航空局目前正進行中正機場都卜勒氣象雷達的汰換工作，預計 2003 年年底可完成，屆時將有一套功能更強的雷達系統，可觀測機場顯著危害天氣。民用航空局並將於明年計劃採購一套全球航空氣象預報產品衛星接收系統，屆時可完全自動提供國際航線所需的航空氣象預報和圖面資料，同時可以即時取得全球航空氣象各類原始觀測資料庫資訊。

關鍵詞：航空氣象現代化作業系統(AOAWS)、中尺度數值模式(MM5)、低空風切預警系統(LLWAS) 台北飛航情報區(TPE FIR)

一、前言

航空氣象與飛航安全關係密切，根據資料顯示，飛機失事約三分之一比例與天氣因素有密切相關，而航機延誤或機場關閉也常是天氣因素所造成。航機延誤或機場關閉往往造成民眾的不便並使航空公司營運成本增加。最近幾年來，歐、美及亞洲諸先進國家之航空氣象作業，均配合航空事業而快速發展，將高科技電腦設備、高解析度數值模式以及現代化觀測儀器，應用於航空氣象作業化系統，逐步取代傳統的作業方式，使航空氣象服務品質提昇至更精確、更快速、更完整、更人性化的服務層面，進一步確保飛安。

民用航空局為配合政府推動亞太空運中心之政策和因應世界航空氣象發展之趨勢，乃著手規劃航空氣象現代化作業系統(Advanced Operational Aviation Weather System; AOAWS)，藉以改善航空氣象作業型態和提昇航空氣象服務品質，達到媲美先進國家之作業水準。此系統包括整合現代化氣象測報資料、發展中尺度數值模式(MM5)以及建立松山、中正和高雄三機場低空風切預警系統(LLWAS)，它可自動顯示台北飛航情報區(Taipei Flight Information Region; TPE FIR)機場與航路上危害飛航天氣現象和即時或短時預報資訊，供應給機場觀測員、預報員、管制員、諮詢員、飛行員、簽派員以及軍民氣象人員之應用參考。

## 二、航空氣象現代化作業系統

民用航空局航空氣象現代化作業系統包括松山和中正兩個機場低空風切警告系統(LLWAS)、中尺度數值模式(MM5)以及台北飛航情報區航空氣象資料顯示系統，圖一為民用航空局航空氣象現代化作業系統示意圖。

### 1. 機場低空風切預警系統

低空風切，被公認為影響飛機起飛及降落安全之重要氣象因子。當飛機起飛及降落時，低空風切對飛行安全有相當大的影

響，輕時則造成旅客的不適，嚴重時可導致飛機重落地或引擎失速。民航局已於民國九十年九月一日正式啟用松山及中正機場低空風切警告系統 (Low Level Wind Shear Alert System, LLWAS)。此兩套低空風切警告系統可即時偵測到危害飛行安全的低空風切，並透過管制塔台管制員可迅速告知正在空中之飛行人員，以利其即時反應，避免意外的發生。

## 2. 中尺度數值模式

民用航空局航空氣象現代化作業系統，使用中尺度網格點距離 135 公里、45 公里、15 公里、5 公里之 MM5 模式，並配合三維資料同化，可預報三度空間的高空風、溫度及亂流，藉此可提供台北飛航情報區客觀的航路預報圖表。另外，利用電腦將氣象資料整合及建立中尺度模式作業後，可提供台北飛航情報區客觀之氣象資訊，氣象資訊的提供不再因人而異，將可有效的提昇我國飛航氣象服務知之品質和國際航空之聲望，對於政府目前極力推動之亞太營運中心有十分正面的影響，藉此更可提高外國航空公司飛台之意願以及美國 FAA 對台飛航安全之評估。民用航空局中尺度數值模式 (MM5) 產品顯示位址為 <http://wmds.aoaws.caa.gov.tw/model/>。

## 3. 台北飛航情報區航空氣象多元產品顯示系統

航空氣象多元產品顯示系統，可將台北飛航情報區內各空間及時間的氣象資料整合，並將最新、最正確的資料顯示在使用者面前。系統透過即時整合氣象衛星觀測、氣象雷達觀測、地面觀測、飛機觀測等資料，並提供給使用者諸如鋒面、雷暴雨、低空風切、能見度、雲幕高、溫度、濕度、風場、閃電、積冰高度、晴空亂流、機場氣象和天氣預報以及航路氣象等資

訊，以便作為飛行參考。

為大幅提高航空氣象服務品質，符合航空業界之需求，系統在民航局飛航服務總台台北航空氣象中心主電腦伺服器及松山、中正及高雄機場分散式伺服器內，建置完整的航空氣象資料庫，工作站與上述伺服器間以快速網路連結，使用者可透過簡單按鍵，就可以取得各終端機場的天氣演變情況，或配合航路縱剖面，取得任何高度及任何時間的航路上之氣象資料。圖面資料均以清晰易讀的彩色方式顯示。民用航空局航空氣象多元產品顯示位址為 <http://wmds.aoaws.caa.gov.tw/>。

### 三、航空氣象現代化系統作業方式

航空氣象現代化系統系統，可整合所有航空氣象資料，預報員可透過系統快速取得氣象資料，預報員更可專注於顯著危險天氣之預報及守視，而不必浪費時間於資料蒐集。觀測資料經過系統加以品質管制和分析後，透過 MM5 中尺度數值模式和三維同化技術，得到客觀預報，預報員再透過主觀方式加以修正模式客觀預報結果。此外，系統可以最快速、最簡單之方式，自動將航空氣象警告或警報提供給管制人員或航空公司相關人員來應用，如此可爭取時效和提昇準確度。

系統可透過航機通信位址及報告系統( Aircraft Communication, Addressing, and Reporting System /ACARS ) 即時取得氣象資料，作為修正資料同化之初始場，藉以提昇模式之預報能力。同時該氣象資料可即時提供給隨後之航機，藉以提高氣象資料之時效性。系統將利用網路，將航空氣象資料即時傳送至各機場供相關單位來使用。

航空公司飛行員和簽派員可經由非氣象人員工作站，以不同型式的圖文資料和視窗分割畫面，查詢所有航路上和終端機場之顯著危害天氣（如亂流、高空風、溫度、雷暴雨．．等）。系統以電腦所

繪製的彩色圖表，清晰明瞭，品質客觀劃一。系統加入中尺度數值模式，提供 135、45、15、及 5 公里等不同解析度及不同範圍的預報資料。中正、松山、高雄機場也已裝置有非氣象人員工作站，機場相關人員或航空公司人員透過網路從工作站上(租用電信局線路)查詢得到所有簡明氣象資訊。

#### 四、中正機場都卜勒氣象雷達之汰換

民用航空局中正機場都卜勒氣象雷達於 1987 年啟用，是我國第一部都卜勒氣象雷達，該雷達十五年來機場顯著危害天氣的觀測，對飛航安全有相當大的助益；對國內氣象單位的作業和學術機構的研究也有相當的貢獻。目前正進行該雷達的汰換工作，預計 2003 年年底可完成，屆時將有一套功能更強的雷達系統，可觀測機場顯著危害天氣。

新的中正都卜勒氣象雷達系統，功率(350KW)更強，信號相位比對更為精確且直接有效，可更準確求算速度場及回波強度，同時可減輕維護負擔。解析度可分 62.5m、75m、83m、125m、150m、250m、500m、1km 及 2km，最大可偵測距離大幅增加，使用 125m 解析度時，最大偵測距離可達 682km，舊雷達只可達 240km。新雷達並可在晴空時做觀測，並可顯示風切大小分佈圖、下爆氣流區域圖、陣風鋒面圖示、雷暴雨標示與追蹤等航空氣象特殊需要的雷達產品。

#### 五、建置世界區域氣象預報系統

民用航空局將分兩年(2003-2004 年)採購一套世界區域氣象預報系統 (World Area Forecast System ; WAFS)，屆時可完全自動提供國際航線所需的航空氣象預報和圖面資料，同時可以即時取得全球航空氣象各類原始觀測資料庫資訊。

世界區域氣象預報系統係由聯合國國際民航組織 (ICAO) 和世界氣象組織 (WMO) 於 1995 年共同規劃完成的衛星廣播氣象資料系統。

其主要目的是提供高品質全球高空風、溫度以及對飛航安全有效益之氣象資訊給各會員國之氣象作業單位接收應用，以促進全球飛航安全及民航氣象之服務品質。由於全球面積含蓋極廣，單一衛星並不足以直接滿足全球用戶之需求，因此 WMO 將 WAFS 通信廣播權交由美國及英國兩地的世界區域預報中心（World Area Forecast Center；WAFC）負責。美國華盛頓負責廣播的產品定名為 ISCS（International Satellite Communications System）- WAFS，含蓋區域為太平洋及大西洋區域；另由英國倫敦負責部份則定名為 SADIS（Satellite Distribution System）- WAFS，含蓋區域為歐洲、中東、非洲及亞洲西部地區，台灣可同時接收到這兩套系統所廣播的航空氣象產品資料。由於這套系統所廣播的氣象資料相當的豐富，目前已普遍成為 ICAO 各會員國提供國際線航空氣象服務的主要來源。

民用航空局為因應國際潮流之民航服務趨勢及提昇台北飛航情報區（FIR）航空氣象服務品質，自 1997 年（民國 86 年）起即透過各種管道和方式申請接收 ISCS 和 SADIS 系統之使用權，惟受限於我國非 WMO 或 ICAO 會員國，依據國際相關規定，美、英均無法同意提供我國購置該廣播系統有專利權之 VSAT（Very Small Aperture Terminal）衛星訊號接收設備及使用者名稱和密碼。為突破此一障礙，經研商後由民用航空局飛航服務總台協調中華航空氣象協會，藉助其國際友人斡旋，以民間社團名義積極向美、英爭取使用執照。經過兩年努力，終於在 1999 年 1 月 15 日獲得美國商務部國家海洋大氣總署（NOAA）同意我中華航空氣象協會以台北 FIR 之飛安需要，得使用 ISCS-WAFS 之衛星廣播服務。此項成果該協會曾於民國 88 年 4 月 17 日函報交通部備案，並獲交通部指示繼續與英國接洽 SADIS 系統之接收許可及與民用航空局研商合作事宜；同年 5 月 25 日英國倫敦 WAFC 亦來函同意該協會在台北 FIR 接收 SADIS-WAFS 廣播資料。至此，有關許可問題終獲圓滿解決。

國際民航組織為整合全球航空氣象預報資料儘可能達到規律化及符合經濟成本效益之目的，於 ICAO 第三號附約（ANNEX-3）國際航空氣象服務技術規程，有關世界區域預報系統與氣象作業單位中規定，建議機場氣象單位或諮詢單位在提供、展示、簡報各類氣象產品或飛行氣象手摺（folder）時，應參考 WAFS 之預報資料，以滿足飛行組員及民航作業單位使用者之需求。

WAFS 可提供之資料內容如下：

- （一）二進位格點（GRIB）資料，包含飛航計畫用之水平風場  $u$ 、 $v$  分量及溫度、濕度、降水、重力位高度、垂直速度等物理場資料。
- （二）依據 ICAO 飛航空層之需求，每日利用 0000UTC 和 1200UTC 資料，製作成 12、18、24 及 30 小時之氣象預報資料。其飛航空層計有 FL50、FL100、FL180、FL240、FL300、FL340、FL390、FL450、對流層頂、FL530 及 FL600 等 11 層。
- （三）文字圖表資料，包含 ICAO 登錄超過 1200 處機場的 METAR、SPECI、TAF、SIGMET、ROFOR、AIREP 等航空氣象及飛航公告 NOTAM 資料。
- （四）包含 WMO 相關之行政電報。
- （五）圖表傳真資料，包含全球各區域之顯著天氣（SIGWX）和高空風場、溫度場（WITEM）之圖形資料。

民用航空局建置世界區域氣象預報系統，除航空氣象服務國際化外，在氣象資料整合及提昇氣象作業系統功能上，預期將可達成下列幾項目標：

- （一）建立台北 FIR 全球航空氣象資料庫，以增強本局航空氣象現代化作業系統（AOAWS）之資料整合及多元化產品顯示功能。
- （二）強化台北航空氣象中心對氣象產品的運用及編輯之自主能力，

進而提昇航空氣象服務品質及作業水準，以滿足各類民航人員之使用需求。

- (三) 解決中東、歐洲、非洲、美洲等遠程越洋航線氣象預報圖製作資料短缺問題。
- (四) 提供完整豐富的遠程越洋航線氣象預報資料，以協助航空公司擬定安全、舒適、便捷之飛航計畫，進而降低航空公司之營運成本。

#### 四、結論與未來展望

民用航空局航空氣象現代化系統啟用後，我國航空氣象服務已有革命性的改變，天氣的偵測、警告與預報除藉助人力的經驗外，更有賴精準的中尺度模式運作。模式除提供作業的應用外，也有助於對大氣變化的了解，如此相輔相成，氣象人員專業知識的提昇，航空氣象服務品質亦可獲得進一步提昇，解決航空界對氣象產品預報的加重依賴，從而增進飛航安全、提升飛航舒適、降低飛航成本、增加國家競爭力。

民用航空局目前正進行中正機場都卜勒氣象雷達的汰換工作，預計 2003 年年底可完成，屆時將有一套功能更強的雷達系統，可觀測機場顯著危害天氣。民用航空局並將於 2004 年建置一套世界區域氣象預報系統，屆時可完全自動提供國際航線所需的航空氣象預報和圖面資料，同時可以即時取得全球航空氣象各類原始觀測資料庫資訊。

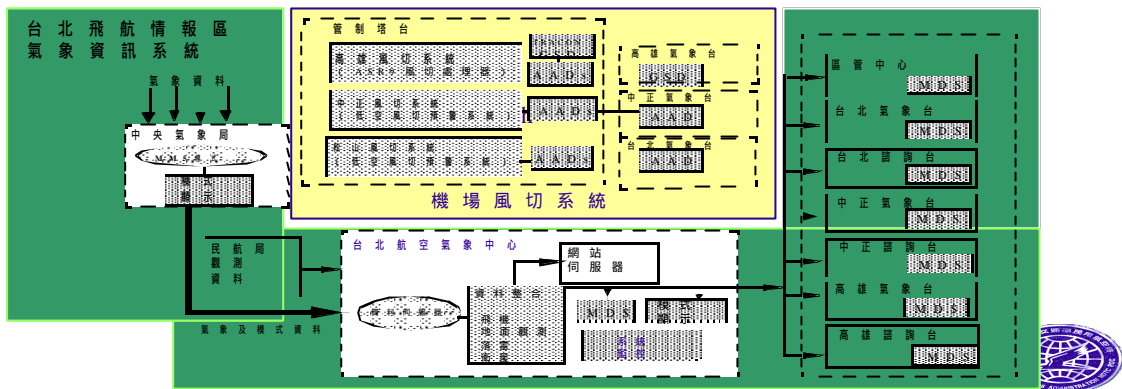
#### 五、參考文獻

蒲金標與林慧娟，2001,12：民用航空局數值天氣預報作業系統。航空氣象半年刊，第十六期，p.10~13。

蒲金標與蔡永智，1997,6：世界區域預報系統簡介。「八十六年度航空氣象測報研討會論文彙編」，民用航空局飛航服務總臺，p.8~10。



民用航空局飛航服務总台臺，2002,5：世界區域氣象預報系統建置計畫  
報告書 PP.6。



圖一：民用航空局航空氣象現代化作業系統示意圖