

Aviation & Weather Services



中華民國 第一百



中華民國飛航管制

發展沿革回顧展

飛航安全 · 世界一流
飛航服務 · 顧客滿意



「飛航管制的發展，以及飛航安全的促進，不是僅靠航管單位獨力達成，也不是一蹴即成，而需結合通訊、氣象、助航設施、雷達……等各種科技設備，並與其他外部單位如相鄰的飛航情報區等協同合作；沒有裝備，就沒有管制！」

前言

飛航初始的年代，駕駛員即應在飛航前預先將自己的飛航計畫(包含航空器機型、性能、目的地、預畫飛行時間、航路、機載旅客、油料等)告知地面服務人員，且在飛航中隨時與該等地面人員保持緊密聯繫(提供自己飛航的位置或狀況及需要)，目的是在獲取相關資源(如飛航沿途天氣)、地面飛航設施狀況(避免迷航)，取得地面導引，並藉由這些服務，盡可能在必要時能及時獲得地面人員的完善協助甚至預警。

從交通管理的觀點來看，就如同高速公路上必要訂出行車路線及規定行車前後或左右安全距離，為使航空器飛航更為安全、對空域做最有效使用(容納更多航空器飛航)、提昇監視及救援效率，空域中一樣訂有飛航路線(以下稱航路)及航空器間飛航的安全隔離的規定；下面簡述飛航服務總臺如何建立安全網使空中的飛航達到安全有效的目標。

飛航服務的演進

一、服務功能的範圍

從駕駛員的需要來看，最初的飛航是利用眾所周知，且駕駛員認為在飛航中所能目視及判斷位置的地面顯著地標，譬如道路、河流、村莊、特殊建築等，將這些地標串連起來，就是所謂的航路，此時，還談不上管制；然而隨著航空器性能(速度、爬昇及續航力)越加提昇，飛航的需求大增，航空器裝備及配合地面定位使用的電子儀器及設施，譬如定位臺、多向導航臺、測距儀、雷達、衛星等的應用，除突破飛航時部份天氣，以及譬如高山、大洋等地理因素的限制外，也使航路的訂定及地面導航、航空器飛航的能力更加精準；此時，空域的使用、航路的訂定及表示的方法就需要由專家設計建置，透過一定的驗測及宣告或公告程序，譬如透過航空情報服務系統將空域分類、靜態空域資料(如飛航指南資料)，以及動態空域資料(包括：天氣、飛航公告、以及空域容量限制)等，提供航空公司或駕駛員，(譬如對空域中航點、航路名稱做一致性的規定)，方便成為空域中所有參與飛航及地面服務的各方密切合作聯繫的共同基礎。

二、安全隔離的需要與飛航管制的產生

從交通管理的面向看，通訊技術，譬如，摩爾斯電碼、陸空無線電、網路等的發展，在飛航交通管理的應用，也促使原本僅能由航空器駕駛員及地面相關人員運用自身目視執行的飛航服務及管理諸多限制逐漸有所突破(譬如，現代無線電語音通訊可做到千里傳音，而其它通訊電子技術有如順風耳、千里眼)；但飛航的需求增加，相對也增加飛航的航空器間相碰撞的風險，因此，航空器間必要有安全的隔離，安全隔離的訂定，是隨著航空器飛航定位能力及地面航管人員所能運用的裝備而有不同的要求標準；然而，不管駕駛員或地面追蹤人員，使用何種裝備，在大多數情況下，飛航中與其他航空器間的安全隔離當然無法僅依賴駕



航 安 全 網 的 建 立

駛員各自以目視，或僅依賴(航空器上)自身先進偵測裝備，為有效運用空域及飛航設施(譬如機場跑道)，飛航安全隔離及秩序的維護，必要以公權力介入，飛航管制人員(以下簡稱航管人員)被賦予該項保持飛航安全隔離的任務，他(她)們分別於方便瞭望的各機場塔臺，以及使用雷達監視螢幕遠端掌握航機動態的飛航服務園區，使用各種裝備，對空域中航空器的飛航進行協助、監視及引導、協調，確保飛航時的安全有序，飛航管制服務這個行業於焉誕生。

三、兩種飛航安全網

航空器若飛航於相同空域及高度，相互間訂定隔離的限制，計有使用時間及使用距離等兩種方法，為便於航管安全隔離作業的後續說明，簡要歸類如下：

- 第一種安全網，使用時間限制，應用管制條及其置放面板(如附圖一)，執行航空器飛航安全隔離作業；
- 第二種安全網，使用距離限制，應用即時監視搜尋裝備(雷達)(如附圖二、附圖三之監視器，附圖四為雷達及監視裝備陣地)，執行航空器飛航安全隔離作業。

安全隔離的規定簡要說明如下：若航管人員確認航空器位置，沒有持續性監視航空器位置的裝備，僅能利用非持續性(譬如無線電連絡)的方式，則使用時間隔離，一般規定限制為10分鐘以上間隔，(這種做法有點類似高速公路的入口匝道儀控，利用時間管制上路行車數量)；若航管人員能使用(譬如雷達設施)相關的監視裝備，持續性地確認空域內所有航空器位置，則航空器間可以適當距離建立安全隔離，一般為5浬(約為9公里多)以上。

四、第一種安全網的建立

就如同航空器與駕駛員間的相互依存關係一樣，本篇第一句話的末尾提到：

「沒有裝備，就沒有管制！」

(有興趣看本篇的)讀者可能會很奇怪：在雷達或衛星定

位及通信等監視科技還沒有應用到航管安全隔離的維護作業時，航管人員如何建立第一種安全網？

從航管安全隔離作業的觀點來看，要在責任空域內達成前項任務的重要方法就是儘早發現可能發生的前述隔離或接近問題，接著立即解決；在空域內建置第一種飛航安全網的首要條件，就是預先讓航管人員清楚瞭解航空器目前的位置、飛航路線，以及預測未來通過各航點的時間、高度，再就是盡可能持續性地確認航空器的位置、高度及駕駛員飛航意向的變動。

飛航管制條與管制條放寬面板

在收到航空器起飛前由駕駛員填寫(提供)的飛航計畫書後，首先依據飛航預計通過的每一重要航點，製作出一張管制記錄條(以下簡稱管制條)，每一個飛航因此都會有數目不等的管制條，將預定通過該航點的時間、高度及其他相關事項記錄於該管制條上；接著在管制條置放面板上(如附圖一) 確定本空域中重要航點的集中擺放位置後，再將所有準備好的管制條依所標示各該航點，以預劃通過該(相同)航點的時間依序置放於面板上，最後(最重要的)就是航管人員依管制條上所記載的時間及高度建立航空器動態的立體圖像，隨時依最新資料修正預測的時間以調整該圖像，並預測及判斷各個航空器間未來在最接近時，是否有足夠的安全隔離；若發現達不到所要求的隔離標準時，就要設法預先聯絡駕駛員，適時進行飛航的航路調整、頒發高度或時間限制指示，以達成所有的飛航在每一個航點位置彼此間都符合隔離標準的目標；這是航管作業的第一種作業型態(即第一種安全網)，這種作法，看似笨拙，然而確是平實有效。



附圖一 民國70年臺北區域管制中心中部席及南部席左右兩側為雷達席位，中間管制條放置面板，飛航安全隔離的第一種安全網。



五、第二種安全網的建立

雷達應用於飛航服務之後(參考附圖二)，航管人員獲知航空器位置的能力大為改進，除航空器飛航所需安全隔離標準由10分鐘改為5哩，增加一種雷達管制的航管作業型態，即第二種安全網，此外，又使空域的使用效率大為提高。



附圖二 民國70年雷達席位作業狀況，使用照片右下角的雷達平面式監視器。



附圖三 民國70年外賓參觀近場席的雷達管制，左側為立式監視器。

航管作業提供飛航安全隔離的第二種安全網。



附圖四 應用於飛航管制的雷達及監視裝備：1. 三貂角雷達 2. 鵝鑾鼻雷達 3. 桃園STAR2000雷達 4. 松山雷達 5. 桃園國際機場場面搜索雷達 6. 金門多點定位系統(MLAT)



我國航管作業型態的演進

我國航管作業從初始階段作業形態到現階段作業型態的六個大致演變過程：

間接人工管制（第一代）→ 直接人工管制（第二代）→ 雷達資料管制（第三代）→ 雷達資料自動化管制（第四代）→ 飛航計畫資料及雷達資料自動化管制（第五代）→ 飛航管理自動化管制（第六代）

依據前段飛航安全網種類劃分，第一代及第二代，人工管制時期，僅建置第一種(時間隔離)安全網；第三代至第五代，進入雷達管制時期，是第一種(時間隔離)安全網，與第二種(距離隔離)安全網，同時使用，相互支援輔助；現在使用的第六代，是將兩種安全網合併，使用電腦輔助航管人員進行航空器間是否有預測；謹配合「中華民國臺北飛航情報區飛航管制的源起及沿革」列表中，管制作業型態說明乙欄，附加說明如下：

間接人工管制（第一代）

與駕駛員間尚未使用無線電語音通信聯絡

- 民國54年之前，間接人工管制，第一代的航管作業型態。

初始航管作業，航管人員僅憑藉由飛航計畫所產生的管制條(第一種安全網)進行航空器飛航的安全隔離作業，尚未配備與駕駛員直接語音通信聯絡的無線電，要確認航空器是否已通過某重要航點或確認其飛航的位置，必要藉由各塔臺與臺北區域管制中心的平面電話或摩爾斯電碼傳輸各種飛航資料及位置報告，或經由航用電臺(即現在的通信中心)等，各種較間接的聯絡方法，代為確認飛航的最新位置及傳遞飛航指示或限制。

直接人工管制（第二代）

與駕駛員間開始使用無線電語音通信聯絡

- 民國54年，邁入直接人工管制，第二代的航管作業型態。

臺北飛航管制區對航空器飛航於航路的航管作業，在民國54年以前，一直使用這種間接人工管制的作業型態，被稱為(第一代)；在該年3月完成架設第一個航管席位直接與駕駛員無線電語音通信頻道後，我們的航管作業型態開始進入(第二代)直接人工管制的年代。

雷達資料管制（第三代）

開始啟用雷達監示航空器飛航

- 民國58年，邁入雷達資料管制，第三代航管作業型態。

民國58年6月，使用PAR-2精密近場雷達，我國航管作業開始使用持續性監視空域內航空器飛航的(雷達)裝備(附圖一、附圖二)，(航管作業開始啟用第二種安全網)，逐步自人工管制，僅使用飛航計畫資料產生的管制條管制的時代，邁入(第三代)雷達資料管制的時代，民國60年5月臺北終端雷達管制開放使用。

使用梯形透明塑膠片(蝦船)協助追蹤雷達目標

航路的雷達管制自民國63年3月開始使用，當時，航路雷達目標信號追蹤時仍無法將航空器呼號及高度等，文字及數據同時顯示在監視器上，航路管制的航管人員需將經確認的航機呼號及其高度以蠟筆書寫於2-5公分大小的梯形透明塑膠片上，該塑膠片通稱為「蝦船」(shrimp boat)，將其尖端指在雷達螢幕上經確認的目標位置並緊隨目標移動及更改最新高度，以方便雷達目標追蹤作業。

雷達資料自動化管制（第四代）

雷達目標自動顯示航空器呼號及高度

- 民國61年，邁入雷達資料自動化管制，第四代航管作業型態。

民國61年6月16日，臺北區域管制中心臺北近場管制席換裝，啟用ASR-7/TPX-42雷達管制設備，雷達監視器具備有將航空器呼號及高度連同雷達目標位置同時顯示的功能，原本航管雷達作業必需使用的「蝦船」，逐步放棄使用，雷達管制邁入自動化管制，提昇航管作業效率及品質，這是第四代航管作業型態。



附圖五 航管自動化系統(臺北機場管制臺)



附圖六 航管自動化系統(松山機場管制臺)



飛航計畫資料及雷達資料自動化管制 (第五代)

飛航計畫及雷達等兩種資料自動相互更新

- 民國85年，開始飛航計畫資料及雷達資料自動化，第五代航管作業型態。

民國85年以前使用的系統，航管作業使用飛航計畫所產生的管制條資料(第一種安全網)，與顯示於雷達監視幕的自動化雷達資料(第二種安全網)，兩者各自獨立，已自動顯示的雷達最新資料，不會傳送最新的時間預測資料或自動重新印出最新、最準確的管制條給航管人員，兩者間必要依賴航管人員以人工的方式進行比較，對管制條做即時的修改；自(民國85)年7月1日起，正式使用航管自動化(ATCAS)系統後，兩種安全網間之資料可自動進行比對，並自動對航管人員提供必要警告、更新管制條資料，再次提升航管作業安全及效率，這是第五代的航管管制型態。



附圖七 航管自動化系統航路管制席，依據管制條預行判斷航空器是否有安全隔離。



附圖八 航管自動化系統(終端管制作業室)

在該種管制型態下，航管作業的第二種安全網—航空器飛航資料即時顯示(即雷達資料顯示)，其功能仍無完全替代傳統上由航管人員在第一種安全網，如附圖七，最重要的作用，是方便航管人員，在管制條置放面板上，先期，譬如在20分鐘至1小時前，判斷航空器飛航相互間是否有安全隔離問題的預判、預警機制，以獲取足夠先期解決安全隔離可能不足的寶貴時間；此外，不管是雷達資料來源，或者是經由電腦處理資料顯示(軟硬體)的穩定度，整個系統仍不足以獲取航管人員絕對的信任，因此，同時使用兩種安全網仍有絕對的必要(如附圖九)。



附圖九 航管自動化系統 (臺北區域管制中心)，第五代飛航計畫資料及雷達資料自動化管制。

飛航管理自動化管制 (第六代)

無紙化管制的時代

- 民國100年，飛航管理自動化管制，第六代航管作業型態。



附圖十 ATM系統管制工作檯，工作檯上僅有電子顯示器，輔以內建之飛航計畫偵測衝突功能FPCF，不再有紙質管制條，及管制條放置面板的設置。



本(民國100)年6月28日，本(臺北)飛航情報區的航管作業，分階段自分別位於臺北公館的翔安大樓及各近場管制臺，完成轉移至分別位於高雄及桃園大園的南、北兩個飛航服務園區，園區中新建置的裝備稱為飛航管理自動化系統(ATMAS)，將第一種以紙質管制條為基礎的安全網完全電子化，如附圖十，併入第二種(航空器飛航資料即時顯示)雷達顯示的安全網，也就是說，將原有由航管人員藉管制條上的飛航資料進行人為判斷，預警航空器飛航相互間是否有安全隔離問題的人工作業，藉由系統的自動化功能，先期偵測潛在衝突並提出預警，飛航計畫偵測衝突功能FPCF 即為其一，在增加持續性航空器飛航位置資料(譬如，廣播式自動回報監視(ADS-B))來源，並加強電腦處理資料顯示(軟硬體)的穩定度後，航管作業時，兩種安全網可以選擇合併在單一顯示幕作業(如附圖十)，提昇警覺隔離不足的效率，作業更具彈性及安全有效；這是第六代航管作業型態的特色。



附圖十一 北部飛航服務園區管制作業室

(摘自「中華民國飛航管制史(二)，第二部份 飛航管制發展的腳步」，作者蔡哲謀先生，飛航管制季刊民國78年第2期，第37頁。)

飛航管制服務實績

98年飛航管制總管制架次為1,131,187架次，較97年減少4.76%。



99年飛航管制總管制架次為1,205,892架次，較98年增加約6.60%。



100年1-5月飛航管制總架次圖表

