

## 六、 結論與建議

### 6.1 結論

長久以來，我國的飛航管制環境除了既有的飛航管制程序及儀器飛航程序等規範外，極其仰賴航管人員的經驗判斷。不止設計人員在設計儀器飛航程序的交叉點時依經驗判斷其設計結果大概可以避開大部分的衝突；航管人員指示航機轉向或爬升下降時依經驗判斷大概可以解決航機間的衝突並可以適當安排順序；航管班務督導在實施流量管理措施時依經驗限定其它單位交管航機的時間或距離間隔；甚至航管學員受訓時的雷達模擬機都需由扮演駕駛員的教官依經驗來增加或減少航空器的爬升下降率或飛行速度。航管人員的經驗極其寶貴是無庸置疑的，但人腦畢竟有限，在電腦科技如此發達的現在，運用電腦發展決策支援系統(DSP, Decision Support Tool)可以提供航管人員更多參考資訊，提升航管人員在前述情形下執行決策時，顧及安全、效率與準確性。然而前提是，要能以電腦準確的模擬及預估航機的飛航軌跡。

為了瞭解影響航空器飛航軌跡之因素，本研究先對台北終端管制區內之空域結構、中正機場儀器飛航程序、航空器隔離標準、飛航管制作業與駕駛員操作特性與限制進行充分探討說明，繼而於研究過程中確認各個因素對飛航軌跡的影響，其中飛航管制因素造成的影響最大，尤以到場飛航軌跡為甚。

本研究取得歐洲航管實驗中心(EEC)發展的「航空器基礎資料 (BADA, Base of Aircraft Data)」，以 BADA 的飛航軌跡全能量模式及參數求算飛航中正機場的主要十種機型的垂直飛航軌跡、爬升/下降率、油耗情形，並以實際航管自動化系統雷達資料紀錄分析驗證 BADA 所求算之飛航軌跡符合本區的飛航情形。

除了 B738 機型外，A306、A321、A333、A343、B744、B757、B767、B777、MD11 等飛航中正機場之主要航空器機型之離場爬升飛航軌跡，皆可以以運用 BADA 適當的模擬求算。

由於飛航管制因作業及安全等因素，必須大量對到場下降航機之飛行軌跡以高度指定、航向引導、速度控制、等待等技巧介入，而使得到場下降航機之實際飛航軌跡與 BADA 依最理想狀態求算的下降垂直飛行軌跡產生差異，以致無法採取與離場軌跡相同之統計檢定方式予以驗證。因此，到場下降飛航軌跡不宜單純以 BADA 之模式求算，而應於軟體設計模擬到場飛航軌跡時，將航管的介入情形納入考量，其結果才不至於失真。

與離場飛航軌跡相較之下，到場飛航軌跡明顯受到航管的大量介入，換句話說，相對於離場航空器，到場航空器是航管工作量大量增加的主要原因。而工作量的增加背後隱含著風險可能相對增加的疑慮，值得相關單位注意。

為了與 BADA 所求算之結果進行驗證比較，本研究亦對我國終端航管自動化系統所紀錄之資料進行探討與分析，有系統地整理出中正機場主要十種機型的實際垂直飛航軌跡與爬升下降率的情形。

未來，包括儀器飛航程序設計、飛航管制、流量管理決策支援系統(DSP)的設計，或是航管雷達訓練模擬機的程序撰寫，都可以以本研究為基礎。不論是運用 BADA 的模式與參數，亦或是實際雷達資料紀錄分析的結果，相信都可以更準確的模擬出符合台北終端管制區的飛航情形，提供正確的決策資訊與良好的訓練成效。

## 6.2 建議

1. 本研究驗證 BADA 的適用性僅限於中正終端管制區 FL200 高度以下國際線航空器之垂直飛航軌跡，未來建議可納入航路高高度平飛的階段，以作全面性完整的研究探討。
2. 本研究因 BADA 因素僅就垂直飛航軌跡予以探討，未來建議亦可就水平飛航軌跡予以研究分析，航管實際雷達紀錄資料可提供航機水平飛航軌跡之資訊。
3. 飛航管制的介入會對航空器之油耗產生影響，BADA 可以求算航空器的油耗情形，未來如可取得航空公司航班油耗記錄，便可以驗證及模

擬分析飛航管制作業對航空器飛航之油耗影響情形。

4. 以本研究為基礎，可以進而探討現行飛航管制作業介入情形是否合理及是否有改善空間與方法。
5. 以本研究為基礎，可以進而發展評估離到場航線交叉點發生衝突機率之決策支援系統，以供儀器飛航程序設計人員參考。
6. 以本研究為基礎，可以進而發展流量管理決策支援系統，增加程式演算航機動態資訊更新的正確性，以提供適當之決策建議資訊予航管單位，增進流量管理的效率。
7. 以本研究為基礎，可以進而發展航管雷達模擬機系統，增加航機動態的擬真度，提供航管學員與真實環境相似的訓練環境。

