

目 錄

第六章 產業衝擊與因應策略	6-1
6.1 全球與區域航空運輸現況與趨勢.....	6-1
6.1.1 太平洋越洋航路(Pacific Oceanic Routes)	6-2
6.1.2 跨極大圓航線(Polar Routes).....	6-6
6.1.2.1 北極航路結構.....	6-6
6.1.2.2 跨極航路的經濟效益.....	6-7
6.1.2.3 跨極航路的現況與挑戰.....	6-9
6.2 美國 911 事件對 CNS/ATM 的影響	6-10
6.2.1 監視方面.....	6-11
6.2.2 導航方面.....	6-12
6.2.3 其他方面.....	6-14
6.3 我國產業的影響及因應策略.....	6-15
6.3.1 亞太區航運市場分析.....	6-15
6.3.2 對我國相關產業的影響.....	6-16
6.3.3 我國發展 CNS/ATM 相關系統之優劣勢分析.....	6-18
6.3.4 產業發展策略.....	6-19
6.3.5 人才培育策略.....	6-20
6.3.6 系統維護/技轉策略	6-21
6.3.7 法規配合策略.....	6-22
6.4 參考文獻.....	6-24

圖 目 錄

圖 6-1: 太平洋航路系統	6-3
圖 6-2: 被提議的 Polar 航路.....	6-7
圖 6-3: 亞太區航運市場分析	6-16
圖 6-4: 現有飛航環境	6-16
圖 6-5: CNS/ATM 飛航環境.....	6-17
圖 6-6: CNS/ATM 新興市場機會	6-17

表 目 錄

表 6-1: 太平洋航跡系統(PACOTS)	6-4
表 6-2: 跨極大圓航線(Polar Routes)經濟效益(一)	6-8
表 6-3: 跨極大圓航線(Polar Routes)經濟效益(二)	6-9

第六章 產業衝擊與因應策略

由於 CNS/ATM 的發展與建置，對國際間航空運輸產業產生前所未有之變革，特別是架構於 CNS/ATM 環境下的區域導航(RNAV)航路或稱 FANS 航路的建立。FANS 航路和傳統航路的最大差異在於：不必遷就於傳統地面助導航設施而採取曲折的航線，地表上兩點之間可以採用最短距離的大圓航線飛行。如此可以大幅提昇航空運輸的效率，同時 CNS/ATM 飛航環境也可以提供比傳統系統更安全的飛航環境。目前國際間已經規劃許多 FANS 航路，其中與台北飛航情報區相關的是跨太平洋和跨極航路，本章節首先針對這兩段航路的構成、設備需求、效益、現況等方面作一簡單的說明，以彰顯 CNS/ATM 對航空運輸產業的利益和衝擊。

本章節接下來說明美國 911 事件對 CNS/ATM 的發展所產生的重大影響，特別是在飛航安全相關的監視、導航、航機/機場安全等方面。並於最後說明 CNS/ATM 對我國飛航相關產業的影響，以及我國應採取的因應策略，包括：產業發展策略、人才培育策略、系統維護/技轉策略、以及法規配合策略等。

6.1 全球與區域航空運輸現況與趨勢

台北飛航情報區(TAIPEI FIR)目前東與日本琉球飛航情報區(NAHA FIR)銜接，西南與香港飛航情報區(HONGKONG FIR)相連，南與菲律賓之馬尼拉飛航情報區(MANILA FIR)相接，地理位置位處於亞太地區交通之樞紐要地，所有東南亞、香港至美國西岸之 CENPAC 及至北美洲之 NOPAC 航路均需飛經台北飛航情報區。

而在亞洲和北美洲間空中交通一向採用越洋航線，以往從東南亞飛到美洲東海岸，要經過東京飛航情報區再向東橫越太平洋飛到西海岸城市，繼續向東跨越美洲大陸飛往東海岸，受油量及航程限制，有些航線並無法直飛至東岸，可能中途要停留一站再繼續飛往東岸，耗費許多成本及時間。

由於太平洋上空具有自西向東吹的盛行風(貿易風 Trade wind)，從東南亞向東飛往北美總是順風，反之北美返回時向西飛行總是逆風。盛行風冬季強烈，夏季較為減弱。波音 747 航機橫越太平洋的十幾個小時路程來回約差一個多小時，所以如何有效利用有利的風力，節約時間和燃油都是選擇最佳航線時值得考慮的

因素。而航空公司實際飛行航線都是考量需求(旅客及貨運)數量、飛行距離、飛行高度上的風向、風力利用、技術條件(航機適航能力、飛航服務與緊急協助)諸多因素綜合下選定的最佳的可飛航線。

根據國際民航組織的有關文件，建立航路需要考慮的主要因素有：(1)地形限制-主要是盡量降低最低安全高度；(2)空域限制-要避開該國所劃定的空中危險區、限制區和禁航區；(3)通訊覆蓋範圍和導航設施-要使規劃的航路在通訊的有效覆蓋範圍和導航設施的有效作用距離內；(4)航路經濟性-即在確保安全的前提下，盡可能縮短航程；(5)航路結構-即盡可能減少與相關航路的衝突。傳統的航線束縛於地面無線電導航台(VOR、DME 或 NDB)點的固定航線，導航方法取決於了解航機和導航台點之間的相對位置，實施逐台飛行。當航機超出了無線電導航台信號覆蓋範圍後，將失去對位置的了解而迷航。自從出現了慣性導航、歐米伽導航、衛星導航等遠程無線電導航系統後，導航系統內部計算機算出航機的絕對位置座標(地理經緯度值)，因而能實現區域航行(RNAV)，亦即實現設定航路點(和導航台無關的導航點)之間直線飛行的導航方法，在任意設定航路點情況下這就是隨機航線。區域導航易於實施大圓航線或其他較佳航線飛行。區域導航除了對導航系統的要求外，還要有可靠的陸空通訊能力和交通監視。陸地飛行一般可利用特高頻(VHF)通訊和雷達監視，越洋飛行依靠高頻(HF)通訊和駕駛員定期報告航機位置。近期的技術進展已能充分利用衛星通訊、衛星導航和自動相關監視(ADS)達到不論陸地、海洋、邊遠或荒漠地區實現區域導航飛行。國際民航組織(ICAO)推荐的 CNS/ATM 系統，其主要效益之一就是區域導航飛行的實現。

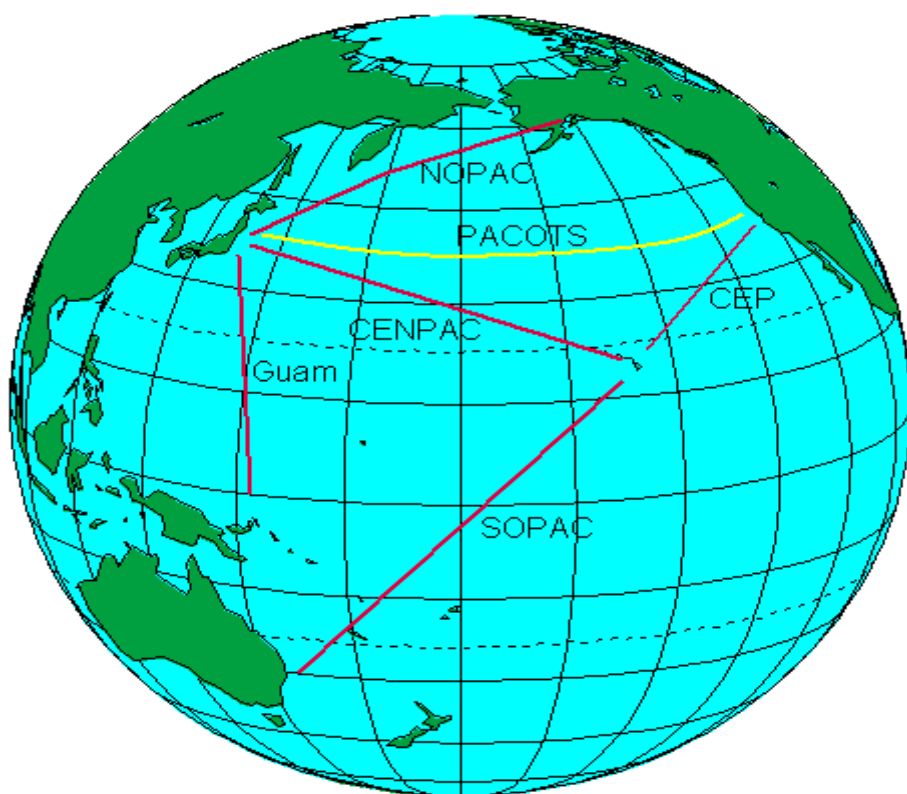
台灣除了憑藉地點優越的條件外，區域飛航的發展，對於我國積極推動的「亞太空運轉運中心」亦有相當大的影響，下文即針對太平洋越洋航路、跨極大圓航線等區域環境現況進行分析，以期為台北飛航情報區航路規劃提供評估上之參考。

6.1.1 太平洋越洋航路(PACIFIC OCEANIC ROUTES)

亞洲和北美之間的空中交通一向採用越洋航線，係從海上航行變遷而來，也是從短程航機逐島飛航發展成遠程不著陸的越洋飛航。例如從台北飛到美國東海岸，要從東京向東橫渡太平洋飛到西海岸城市，繼續向東跨越美國大陸飛往東海岸。

太平洋地區(Pacific Region, PAC)所涵蓋的太平洋空域範圍，主要分成五個主要區塊，包含北太平洋區域(NOPAC)、中太平洋區域(CENPAC)、東中太平洋區域(CEP)、南中太平洋區域(SOPAC)及關島區域(Guam)。其航路系統概要圖，請參閱圖 6-1：

1. 北太平洋區域(NOPAC)：包含日本與美國阿拉斯加之間的五條固定軌道(Tracks)和九條變動航路(routes)。
2. 中太平洋區域(CENPAC)：包含日本與夏威夷、日本與美國西岸的太平洋航跡系統(PACOTS)；及美國/加拿大西北太平洋到夏威夷的固定軌道(Tracks)。
3. 東中太平洋區域(CEP)：包含美國中西岸與夏威夷之間的七條固定軌道(Tracks)。
4. 南中太平洋區域(SOPAC)：包含洛杉磯與雪梨/奧克蘭之間的太平洋航跡系統(PACOTS)；以及夏威夷與南太洋之間的固定軌道(Tracks)。
5. 關島區域(Guam)：包含東北亞到南太平洋之間的固定航路。



資料來源：[6-1]

圖 6-1: 太平洋航路系統

其中在太平洋上空從日本到北美洲,以及日本、北美洲到南太平洋地區有許多固定的航路,由於飛行流量以及燃油使用、氣象條件等多方面因素的限制,為了更有效地使用太平洋的空域,在日本至北美洲和夏威夷之間建立了太平洋航跡系統,簡稱 PACOTS(Pacific Organized Track System)。

PACOTS 由在太平洋地區日本東部進出點(接近東經 150 度)和北美洲西岸夏威夷附近進出點之間的彈性航道所組成, PACOTS 還包括跨洋航路(OTRS)等,這些航路是為了根據每天的天氣情況靈活方便地連接太平洋周圍各個地區之間的航路。PACOTS 航路是由從東向西運作的 R220、R580 航路和從西向東運作的 A590、R591、G344 航路組成的,航路寬度 100 海浬,縱向間隔 10 經度,全程大部分處在北緯 60 度以下的海洋飛行,在這些航路上運作時,航機需要遵守北太平洋航跡系統組織之程序。PACOTS 為了方便使用,每條基本的 PACOTS 都有固定的航線代號,其起迄及相關隔離如表 6-1 所示。PACOTS 航跡的具體組織與實施是由日本與美國的空中交通管制部門和飛航情報部門來進行。日本東京及奧克蘭管制中心每日兩次依風向預測制定 PACOTS 航路組成,以獲得較佳之航線。

表 6-1：太平洋航跡系統(PACOTS)

PACOTS Tracks	Origin/Destination	Note
Track 1	Japan to Pacific Northwest	<ul style="list-style-type: none"> • RNP-10 • RVSM FL290-390 • 2 Degree/100NM Min
Track 2	Japan to San Francisco	
Track 3	Japan to Los Angeles	
Track 4	Japan to West Coast US	
Track 8	Japan to Dallas	
Tracks 11 & 12	Japan to Honolulu	<ul style="list-style-type: none"> • Pending for Futher Study
Track 14 & 15	Taipei/Hong Kong to San Francisco/Los Angeles	<ul style="list-style-type: none"> • RVSM FL 290-390 • 2 Degree/100NM Min
Track 20	Sydney to Los Angeles	
Track 21	Auckland to Los Angeles	
Tracks A&B	Honolulu to Japan	<ul style="list-style-type: none"> • Pending for Futher Study

Tracks C,D,E,F,G	West Coast US to Japan	<ul style="list-style-type: none"> • RNP-10 • RVSM FL290-390 • Track C-G &M : 1 Degree/50 NM Min • Track h-X : 2 Degree/100 nm Min
TrackH-K	West Coast US to Taipei/Hong Kong	
Track L	West Coast US to Manila	
Track M	Dallas to Japan	
Track W	Los Angeles to Sydney	
Track X	Los Angeles to Auckland	

資料來源：本研究整理

為了提高太平洋空域範圍之服務及安全水準，相關各國積極推動空域效率的提昇及降低隔離標準，其中主要包含下列數個議題：

1. 垂直高度間隔縮減(Reduced Vertical Separation Minimum, RVSM)：意指於指定之空域飛航空層 FL290 (29,000 呎)至 FL410 (41,000 呎)，航機間隔自目前 2,000 呎隔離降低為 1,000 呎隔離，以增加飛航空層及流量。台北飛航情報區位於南中國海區域內，於 2002/02/21 實施空層 FL 310-410 垂直高度間隔縮減。
2. 水平間隔縮減(Reduced Horizontal Separation Minimum, RHSM)：意指於越洋航路上，將水平間隔隔離從原先 100/100 海哩前後隔離，縮減為 50/50(或 30/30)海哩前後隔離。
3. 爬升/下降尾隨間隔縮減(In-Trail Climb/In-Trail Descent, ITC/ITD)：主要係利用機載防撞系統(ACAS)、航情警告避撞系統(TCAS)、廣播式自動回報監視(ADS-B)及高頻(HF)與特高頻(VHF)空中通訊於尾隨飛航作業。
4. 動態航線規劃(Dynamic Aircraft Route Planning, DARP)：發展對氣候預測更新及新航道公布技術，以便更有效率的進行飛航航道調整。
5. 航空公司更佳航線(User Preferred Routes, UPR)：其概念是依循航空公司資料，構建其最經濟之航路。
6. 越洋自由飛航(Oceanic Free Flight)：其主要觀念是允許航機自由更改其飛航計畫，以利用最佳的飛航航路。

目前各航空公司均廣泛使用 PACOTS FANS 航路來提升營運效率，然而目前從東亞到美國西岸之間沒有任何 FANS 航路係直接或通過台北飛航情報區，而是經由東京飛航情報區連接上 PACOTS 航路。我國如能提供 CNS/ATM 服務，建立

台北飛航情報區之 FANS 航路，提高空域之容量，降低航機隔離，提供安全、迅速、有效之空域環境，對提昇台北飛航情報區國際形象、亞太空運中心及我國的經濟將均有極大之助益。

6.1.2 跨極大圓航線(POLAR ROUTES)

跨極大圓航線(Polar Routes)經常是連接全球各地最經濟省時之航線選擇。但由於傳統航路受限於地面導航台定位之固定航線，當跨越極區飛行超出導航台無線電覆蓋範圍後，航機將因失去位置資料而無法航行，以致跨極大圓航線之定期航班飛行，一直無法實現，不過隨著新一代 CNS/ATM 技術的發展，提供了跨極航線選擇的機會，下文即針對跨極大圓航線(Polar Routes)組成、效益及面臨的挑戰進行探討。

6.1.2.1 北極航路結構

極地區域是指北緯 78 度以北的區域，極地航路是指穿越極地區域的飛行，即航機沿著經線的豎直方向飛行。極地航路分為 POLAR 1、2、3、4 等 4 條航路，從白令海峽向北依次為 POLAR 4、3、2、1。

北極航路結構是在大圓航線基礎上結合高空風、溫等因素確定的。由於高空風、溫因素隨季節和日變化影響，因而不能用固定體系而是一種靈活航路體系(或稱彈性航路體系)。國泰航空公司為了開闢往返於亞洲與北美之間的最佳化可飛航線，對北極航路進行了相關研究。報告中提出的北極航路由極地航路出入通道、蘇俄航段及北美航段組成。香港—紐約的出入通道南端起點選在二連浩特、哈爾濱，北端終點選在蘇俄的哈坦加、奧列尼奧克、維柳伊斯克、恰格達、埃吉姆昌，然後加入北極航路。根據往返和季節定義的一組北極航路如下：

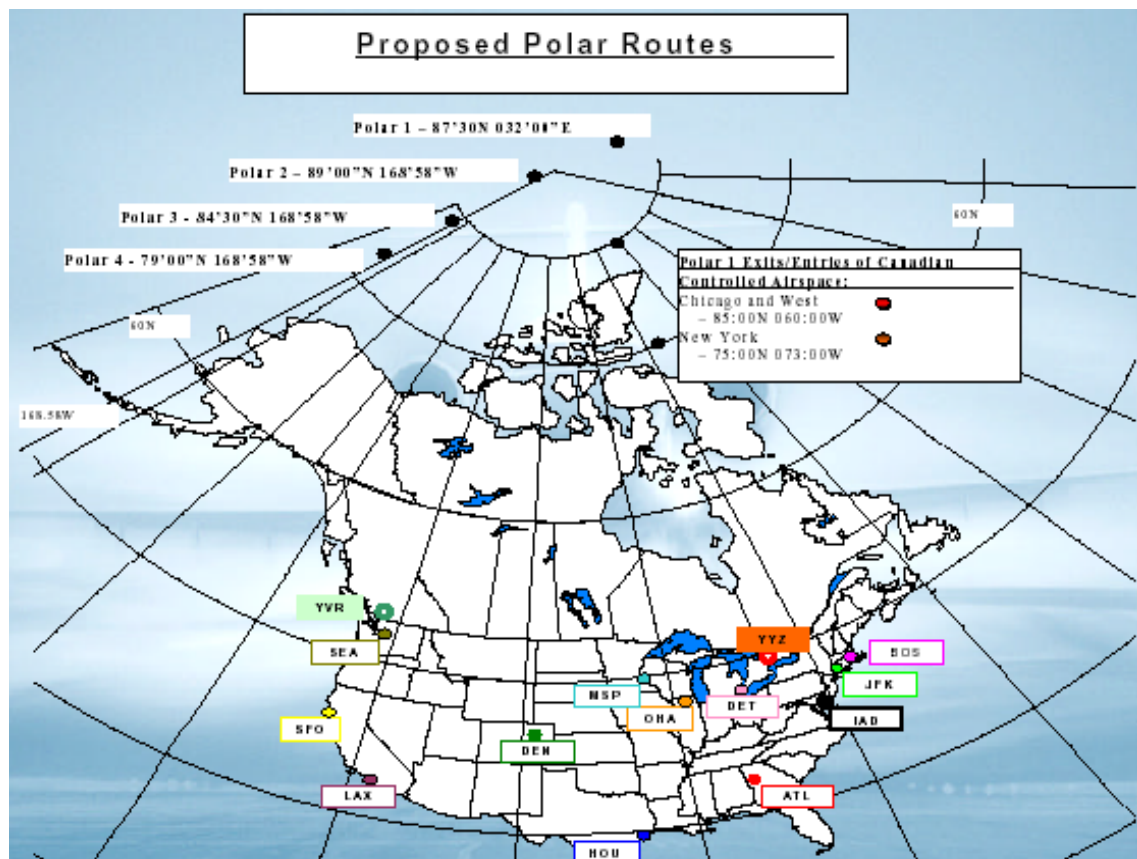
- 東向航路：東向跨極航段順風，並非直線，不同季節的曲線不同，距離的變動幅度約 20 哩，二條航路間的距離差異約 30 40 哩，後一條哈爾濱起點的航路為較佳航路。
- 西向航路：西向跨極航段可能有弱順風，並非直線，季節性距離變動大，約為 100 140 哩，兩條航路間的距離差異也大，約為 90 300 哩。前一條二連浩特起點的航路為較佳航路。

以上北極航路比原有北太平洋 G212 航路(飛經巴羅的)東行縮短距離約 300 哩，西行縮短約 150 300 哩。對照大圓航線，北京、海拉爾和維柳伊斯克正好處在香港—紐約大圓航線附近。東行北極航路全部偏向加拿大側，西行北極航路

由於躲避頂風，在偏向格陵蘭側飛航。航路氣溫相比，極區和太平洋上空夏季相差較小，冬季極區航路約低 2-3 。

蘇俄的麥加丹管制區和美國安克拉治管制區之間的分界線位於白令海峽以北 168 度 58.4 分線上。蘇俄建議的 Polar 航路的出入口如下，請參閱圖 6-2：

- Polar 1 起自 GOPTO 南連印度，北端到白令海峽北緯 89 度 00 分處，或到格陵蘭以北北緯 87 度 32 分 N、東經 30 度 00 分點；
- Polar 2 起自 Bratsk 南連泰國，北端到白令海峽北緯 89 度 00 分處；
- Polar 3 起自 Telok/solok 南連北京/二連，北端到白令海峽北緯 84 度 30 分處；
- Polar 4 起自 Magdagachi 南連哈爾濱/齊齊哈爾，北端到白令海峽北緯 79 度 00 分處；



資料來源：[6-2]

圖 6-2: 被提議的 Polar 航路

6.1.2.2 跨極航路的經濟效益

縱觀亞洲和北美之間的空中交通，對美國西海岸和南部地區可繼續沿用採用越洋飛行，包括某些固定的越洋航路和越洋編組航路；對加拿大所有城市 and 美國

東海岸(例如波士頓、紐約、費城、華盛頓等城市)以及北部城市(例如明尼阿波利斯、芝加哥、底特律等)目前採用之北方越洋航路西行盛行風非常不利(冬季強盛行風更為不利)，採用北極航路取道高緯度(北緯 75 度以上)極區飛行，對飛行時間及油量節省極為有利，對北美與遠東的城市而言，其航程可縮短 1000 海浬，或是相當於 2 小時的飛航時間，亦可實現不落地直航的可能(參閱表 6-2 及表 6-3)。雖然極地航路飛行與常規航路飛行在技術上有較大的不同，但是對旅客來講，從極地經過，沒有任何不同的感覺，還可以欣賞極地別具一格的壯麗景色，航程時間大為縮短，不用受途中停站之苦，使旅行將更為便捷舒適。因此，跨極大環航線常年累月可為航空公司節省大量的開支，並且提昇顧客服務水準。

表 6-2: 跨極大圓航線(Polar Routes)經濟效益(一)

城市對	每航次節省時間(分鐘)	每航次節省金額(美元)
Atlanta – Seoul	124	\$44,000
Boston – Hong Kong	138	\$33,000
Los Angeles – Bangkok	142	\$33,000
New York – Singapore	209	\$44,000
Vancouver – Beijing	108	\$33,000
Vancouver – Hong Kong	125	\$33,000

資料來源：[6-3] (Russia Faa & Nav Canada 共同研究)

表 6-3: 跨極大圓航線(Polar Routes)經濟效益(二)

城市對	現行距離 (nm)	跨極航線距離 (nm)	每航次節省距離 (nm)	每航次節省時間 (Minutes)*
Atlanta - Seoul	7,138	6,190	948	124
Boston - Hong Kong	7,966	6,909	1,057	138
Boston - Seoul	6,818	5,911	907	118
Chicago - Delhi	7,483	6,487	996	130
Chicago - Hong Kong	7,787	6,753	1,034	135
Chicago - Manila	8,129	7,053	1,076	140
Chicago - Seoul	6,538	5,668	870	113
Denver - Seoul	6,187	5,361	826	108
Detroit - Beijing	6,633	5,746	887	116
Detroit - Seoul	6,623	5,742	881	115
Detroit - Taipei	7,542	6,540	1,002	131
Houston - Seoul	6,825	6,112	713	93
Los Angeles - Bangkok	8,259	7,167	1,092	142
Los Angeles - Beijing	6,252	5,417	835	109
Los Angeles - Delhi	8,011	6,948	1,063	139
Washing DC - Seoul	6,949	6,023	926	121
Minneapolis - Hong Kong	7,494	6,498	996	130
Minneapolis - Singapore	9,055	7,879	1,176	153
New York - Beijing	6,833	5,926	907	118
New York - Delhi	6,633	5,747	886	116
New York - Dhaka	7,882	6,833	1,049	137
New York - Hong Kong	8,060	6,997	1,063	139
New York - Seoul	6,885	5,987	907	118
New York - Shanghai	7,386	6,410	976	118
New York - Singapore	9,884	8,287	1,606	209
New York - Taipei	7,798	6,770	1,028	134
San Francisco - Bangkok	7,925	6,875	1,050	137
San Francisco - Beijing	5,915	5,124	791	103
Seattle - Seoul	5,199	4,413	786	103
Vancouver - Beijing	5,409	4,584	825	108
Vancouver - Hong Kong	6,489	5,533	956	125
Vancouver - Taipei	6,074	5,176	898	117

資料來源：[6-4]；*備註：基於對地航速 460 節計算

6.1.2.3 跨極航路的現況與挑戰

美俄兩國於 1992 年 11 月成立的美俄飛航管制協調小組(RACGAT)開始 [6-3]，即積極努力建立連結北美與中國大陸、日本、東南亞的跨極航路，並且希望沿該航路提供現代化的飛航服務，不過直到 1998 年俄國政府才建立了四條跨極航路(即 Polar 1,2,3,4)。許多航空公司也就積極參與極地航線試飛，從 1998 年 6 月到 2001 年 1 月期間，就有超過 500 航次的試航，其中國泰航空首先於 1998

年 7 月通過極地航路試飛(非營業)，後來西北航空與聯合航空分別於 1998 年及 1999 年通過極地航路試航。到了現今已有三家航空公司每日有 2~3 定期航次飛越跨極大圓航線(Polar Routes)，其分別為：

1. 聯合(United)航空：每日飛航芝加哥(Chicago)往返香港，與芝加哥往返北京。
2. 西北(Northwest)航空：每週四個架次飛航底特律(Detroit)往返北京。
3. 大陸(Continental)航空：每週四個架次飛航紐華克(Newark)往返香港。

不過跨極飛行對通訊、導航上的要求有所不同。目前航空行動衛星系統(Aeronautical Mobile-Satellite System, AMSS)主要依靠國際海事衛星組織(International Maritime Satellite Organization, INMARSAT)在相對地球靜止軌道上的通訊衛星(GEO)，其覆蓋範圍只限於北緯 75 度以下地區，由於在極區飛航中聯繫不上，所以要依靠低軌道(LEO)衛星通訊或 HF 通訊。導航方面利用慣性導航、衛星導航或其組合均可。根據研究報告認為[6-5]GPS 在北極區域的可見衛星數目多於低緯度地區，但幾何精度因子(GDOP)稍差，說明衛星定位系統(GPS)在極區的可用性好，精度略低而已。目前交通量極為稀少情況下，可以實施程序管制，今後交通量增大後，則也需採用自動回報監視(ADS)下的管制，因而要有陸空數據鏈(DLK)。此外緊急支援協助對於航空公司亦是重要的安全及營運考量課題，由於極地範圍十分廣闊，且絕大部分人煙渺茫，極地備降場及應急救援能力的提供，仍需各方協力解決。

由上面的探討可知，跨極航線對北美與遠東之間的飛航帶來相當大的助益，但台北飛航情報區目前尚未建立任何跨極航路，雖然有許多極地飛航仍有安全課題尚需解決，但我國應及早規劃從台北飛航情報區到北美的跨極航路，對於相關課題如穿越大陸及俄國空域、航空公司的飛航準備等提出因應，以提高我國民航運輸之競爭力。

6.2 美國 911 事件對 CNS/ATM 的影響

美國 911 事件造成航空運輸業市場下降了約 2 成[6-6]，雖然經過這一段時間之後市場已逐漸回穩，但是美國 FAA 及運輸部 (DoT, Department of Transportation) 為避免類似事件再次發生，開始研究如何加強飛行安全。為了提高飛行安全，美國運輸部在 911 之後立刻成立快速反應小組(Rapid Response

Teams), 研究如何提高機場及航機的安全性[6-7], 其中很重要的一項建議就是修改收發器現有的功能, 這部分將在 6.2.1 節中說明。另外, 除了劫持航機之外, 恐怖份子也有可能利用現行 GPS 弱點進行攻擊, 因此 6.2.2 節將探討現行 GPS 的弱點及其備援技術, 最後 6.2.3 節將說明其他一些加強飛航安全的議題。

6.2.1 監視方面

當恐怖份子挾持航機之後, 第一個步驟就是將飛機上的收發器關掉, 造成航管系統無法顯示飛機的身分及高度[6-8]。這個做法讓美國在 CNS/ATM 的監視方面做了三項修正: (1) 暫停將航路初級雷達退役, (2) 討論修改航機現有收發器的功能, (3) 討論修訂航機收發器的最低作業效能規格書 (MOPS, Minimum Operational Performance Specification)。

美國暫停退役現有航路初級搜索雷達是一個合理的反應, 因為航機若沒有初級雷達做監視, 一旦飛機上的收發器被關掉, 地面將連航機目前的位置都不知道, 更遑論辨識其身分與高度[6-9], 因此雖然維護這些航路初級搜索雷達的花費相當的大, 但這仍是確知航機位置的有效監視設備, 因此目前美國暫停了退役這些航路初級搜索雷達的計劃。

再來便是修改現有收發器的功能。根據快速反應小組的報告書[6-10], 其中有一項 (第 16 項) 很重要的建議就是: FAA 與業界共同組成工作小組, 決定如何修改收發器以使它可以持續傳送劫機信號, 即使被從飛行艙中關掉也不受影響。在決定如何修改收發器之前, FAA/業界工作小組必須考量飛機目前的收發器有兩種不同的配置 (configuration) 方式:

1. 較早機型所配置的單 Mode S 收發器。
2. 目前機隊普遍裝有的雙 Mode S 收發器, 其中又分為: 雙收發器共用一組天線及各用一組天線兩種。

除了在不同飛機收發器的配置不同之外, 工作小組也要考慮恐怖份子可能會利用切斷電源的方式使收發器失效。考量上述的因素之後, 工作小組提出了三種可能的解決方案來修改收發器的功能[6-8]:

1. 使用軟體修改工具 (software modification kits) 重新程式化 (reprogram) 空中傳輸資料鏈路 (AFDL, air transport data link) 收發器, 鎖定劫機代

碼 (hijack code) 7500, 另外再提供緊急按鈕 (panic button), 以及迴路中斷器以確保收發器的電源不會被切斷。

2. 在遠端加裝收發器, 當緊急按鈕按下時此備援收發器會送出劫機代碼。
3. 改變收發器的控制面板, 刪除收發器 standby 的功能, 亦即收發器無法被關掉。

在這三種解決方案中, 波音 (Boeing) 公司較贊成第一種方式-使用軟體修改工具, 空中巴士 (Airbus) 公司則較贊成第二種方式-加裝備援收發器, 至於第三種方式因為需要拆開面板再加上航管中心不希望 standby 功能被刪除, 所以較不受支持。由於波音和空中巴士持不同的看法, 因此修改的方式目前仍無法決定, 有可能會被延至 2002 年 11 月之後才決定[6-11]。另外, 除了上述工作小組所提的三種解決方案之外, 其他廠商也提出了它們自己的解決方案, 像 ARINC 就推出了「安全傳信者」(security messenger) 產品, 其中包含了 GPS、ACARS 傳送處理器等裝置, 當「安全傳信者」被安裝在安全處之後便可以當成備援的收發器, 不斷傳送航機的位置、航向、地速、高度、身分到地面站, 本產品的售價預計在美金 10000 元左右。而 Qualcomm 公司則推出衛星通訊 (satcom) 的解決方案, 同樣可以傳送航機身分、位置、高度、速度等訊息[6-12]。

修訂最低作業效能規格書 (MOPS) 方面, 去年美國 FAA 便已要求 RTCA 邀請收發器專家組成特殊委員會 (special committee) 起草相關的修訂, 一般稱為: 最低作業效能規格書-修訂 1 (change 1), DO-181C。這個修訂將會針對 S 模式 (Mode S) 收發器在劫機的狀況下, 定出其效能需求。此項修訂已於 2002 年 6 月開始進行審議, 一旦修訂 1 獲得許可, FAA 的認證部門即會建議相關單位修改其 S 模式收發器以符合此修訂。一般而言, 若 FAA 認可此修訂, 大約三到四個月之後便可以購買到相關的產品[6-8]。

6.2.2 導航方面

911 事件對美國 CNS/ATM 導航方面的影響為: 美國規劃 GPS 失效模擬試驗, 並評估 LORAN-C 做為備援的可行性。在 2001 年 9 月 10 日美國運輸部的 Volpe 國家運輸系統中心(The Volpe National Transportation Systems Center)發表了一篇報告[6-14], 報告中評估了 GPS (Global Positioning System) 的一些弱點。

以這篇報告所持的看法，它並不贊成以 GPS 當成美國交通唯一的主要導航方式，這與未來的導航規劃並不十分符合，也與 FAA 委託 Johns Hopkins 大學所進行的研究結論不同[6-13]，因此引起了廣泛的討論。由於在報告中提到 GPS 相當容易受到故意及非故意的干擾，因此在 911 事件之後，這篇報告對 GPS 所做的評估便格外受到重視，因為民航只用 GPS L1 信號[6-14]，而恐怖份子很可能會利用 GPS 的這些弱點來進行下一次的攻擊。

在報告中提到由於 GPS 接收器使用的功率很低因此容易受到故意或非故意的干擾，非故意的干擾包括了自然界的電離層效應、人為的電視信號傳播、行動衛星服務、極高頻雷達（通信）系統等等，而人為故意干擾的方法就更多了，而且這些方法在網路上廣為流傳，製作方式又簡單，因此很容易被恐怖份子拿來使用。舉例來說，像蘇聯製的手持式干擾器耗電只有四瓦，但可干擾的範圍卻有方圓 100 哩。除了利用干擾的方式之外，恐怖份子也可以藉由攻擊衛星或地面控制站來停止 GPS 的運作，或是使用假信號欺騙接收器使其誤判位置[6-15]等等。由於方法很多，因此美國 FAA 計劃要模擬 GPS 失效情況，以評估對其航管系統的影響。根據 FAA 的規劃，系統只模擬 GPS 遭受到 30-50 分鐘干擾，較長時間的干擾或假信號的問題則留待下一步考慮。FAA 計劃在未來兩年依據此規劃進行兩項計劃，2002 年 8/9 月模擬 GPS 失效對航路的影響（GOERS，GPS Outage En-Route Simulation），至於對終端的影響模擬（GOTS，GPS Outage Terminal Simulation）則在 2003 年進行[6-16]。

除了藉由模擬來了解 GPS 失效可能對航管系統的影響之外，美國也在評估 GPS 失效後是否有適合的備援技術支援，原來即將走入歷史的 LORAN-C（Long range navigation - C）在此時便受到了格外的關注，Volpe 國家運輸系統中心建議美國 FAA 和美國海岸防衛單位（USCG，US Coast Guard）應持續對 LORAN-C 的現代化（Modernization）努力。在早期的民航系統中，LORAN-C 被用來當作導航設備，這在普通航空（GA，General Aviation）中尤其普遍，後來由於 GPS 被廣泛用來當成導航的裝備，因此 LORAN-C 被規劃在 2000 年退役，但在 911 發生之後，LORAN-C 又重新受到重視。FAA/USCG 對 LORAN-C 的研究主要放在航機在進場階段（approach phase），其支援側向導航（lateral navigation）的能力，其中包括了：精確性（accuracy）、可用性（availability）、完整性（integrity）和連續性（continuity）的研究；

1. 在精確性方面，LORAN-C 已可達到誤差在三分之一哩之內，若使用 USCG 較穩定的銨原子鐘，精確度可以再提高。
2. 在可用性方面，即將安裝在地面站的不中斷電源供應器（uninterruptible power supplier）和固態發送器（solid state transmitter）可以改善電源失效及頻繁真空管發送器維修的問題。
3. 在完整性方面，USCG 已發展了自動問題回報系統，當 LORAN-C 信號誤差超過容忍度時（out-of-tolerant），系統在 6 秒內便可偵測出來，使用者在 10 秒內便會收到通知。
4. 在連續性方面，目前 LORAN-C 接收器最多可以接收 40 個地面站的信號，因此某個地面站失效或關閉並不會影響到 LORAN-C 使用的連續性。

除此之外，利用全景（all-in-view）接收器和 H 場（H-field）天線，Ohio 大學可以使 LORAN-C 以每秒 250 位元收送 WAAS（Wide Area Augmentation System）訊息。另外在 Capstone 的實驗也顯示 LORAN-C 可以達到和 GPS 一樣的精確度，所以 LORAN-C 也可以傳送 WAAS 修正訊息。上述這些研究及測試都顯示 LORAN-C 是 GPS 很好的一個備援系統，未來 FAA 和 USCG 將研究如何把 GPS 和 LORAN-C 接收器整合在一起[6-17]。

6.2.3 其他方面

在 911 事件之後，美國運輸部成立的快速反應小組在加強航機安全方面除了建議收發器應具備不斷傳送劫機代碼的能力之外，另外也建議：在航機安裝適當的隔離用裝置（像安全栓等）、未來飛行艙門的設計必須可以提供機組人員逃生及搜救並且抵擋子彈等暴力侵入等等。因應這些建議，目前業界較積極提供的解決方案主要放在兩方面：（1）強化飛行艙門[6-18][6-19]，（2）在座艙（包括飛行艙及客艙）加裝影像、聲音監視系統[6-20][6-21]。至於較激進的建議像：排除飛行艙對航機的控制權，直接由地面站控制航機的飛行一直到航機落地，雖然波音的 Connexion 整合通訊套件有可能提供解決方案[6-9]，不過一些業者像 Honeywell 還是持保留的態度，認為這只適合無線控制飛機，在短時間內不容易達成[6-22]。

快速反應小組除了對加強航機安全提出建議之外，另外也對加強機場安全方

面提出建議，其中包括了：成立專責的聯邦安全機構、利用新的技術來辨識人員（包括乘客、工作人員、及機組人員）及檢查行李、將國家安全資料與航空公司及機場的系統整合以進行人員的篩檢與查核、加速國防部開放可應用在加強飛行安全上的技術等等[6-23]。由於加強機場安全的課題與 CNS/ATM 無太大關聯，因此在此不做進一步說明。

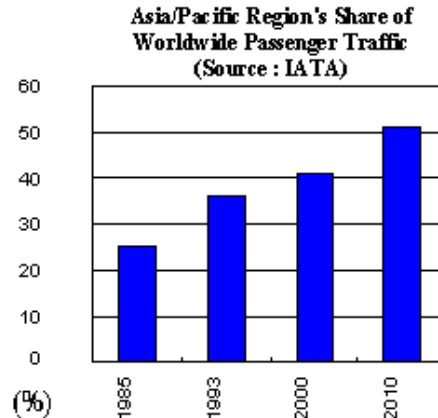
綜合來看，美國 911 事件對 CNS/ATM 的衝擊一般都認為還不算太大，甚至有較樂觀的人認為會加速航空公司升級其舊有的航電設備，使製造商提供更多符合 CNS/ATM 規格的設備，加速 CNS/ATM 的推動[6-24]。舉例來說 FedEx 總裁 Fred Smith 在 911 事件之後便發表了 10 項安全計劃，其中除了建議在現有的航機應加裝備援收發器之外，也提到了將來應該在航機上裝上 ADS-B，因為 ADS-B 可以不斷的廣播航機最新的位置給地面站及空中的其他航機[6-25]。由於一般國際社會皆認為 CNS/ATM 很重要，因此仍持續的在推動 CNS/ATM 當中[6-24]。

6.3 我國產業的影響及因應策略

6.3.1 亞太區航運市場分析

政府推動的亞太營運中心計畫，正主導我國成為亞太地區經濟營運的樞紐。其中的航運中心計畫，則更是達成此一目標，不可或缺的骨幹。未來十年，亞太地區的空運將有極可觀之成長。根據國際空運協會(International Air Transport Association, IATA) 的預測，到西元 2010 年，亞太地區民航客運佔世界的總比例，將由 90 年代初期的 35%成長到 51%。而就個別市場而言，全球的民航客運市場整體以 5% 至 6% 的比例成長，亞太客運市場成長率則約為 10% 以上，而中國大陸則高達 15% 至 20%，未來亞太區航運市場分析，請參閱圖 6-3。在此蓬勃可觀的亞太航運市場成長中，亦將使此地區的航管系統需求量相對成長，同時加速系統更新替換速度。我國以堅實之電子業與資訊業的基礎，應把握此一時機，尋求新的產業發展利基。

- 全球民航客運市場：每年 5% 至 6% 成長
- 亞太民航客運市場：每年 10% 以上成長
- 大陸民航客運市場：每年 15% 至 20% 成長
- 預計到2010年，亞太市場將佔世界民航客運市場之51%



*** 由於民航客運之成長，將促使ATC/ATM市場相對成長，同時加速系統更新替換速度。**

圖 6-3：亞太區航運市場分析

6.3.2 對我國相關產業的影響

CNS/ATM 系統與目前航管環境之間的演進，主要是由於衛星系統的引進，連帶推動了相關系統的發展。而 CNS/ATM 的系統發展變革，可非常清楚的由現有飛航環境(請參閱圖 6-4)及 CNS/ATM 飛航環境(請參閱圖 6-5)，之間的比較而得知。這些由於新相關技術研究及評估而產生的市場新機會，請參閱圖 6-6。

	Oceanic	EnRoute & Terminal	Landing
Communication	HF Voice	VHF Voice	VHF Voice
Navigation	INS Barometric Alt. Omega Loran-C	INS Barometric Alt. VOR/DME	INS Radio Alt. ILS/MLS
Surveillance	Voice Position Report	Primary Radar SSR Mode-A/C	Primary Radar SSR Mode-A/C
ATC	System Software Comm. Gateway Display FDP	System Software Comm. Gateway Display FDP RDP	System Software Comm. Gateway Display RDP

圖 6-4：現有飛航環境

	Oceanic	EnRoute & Terminal	Landing
Communication	HF Over Poles SatCom	VHF Voice/Data SatCom	VHF Voice/Data SatCom
Navigation	INS Barometric Alt. GNSS	INS Barometric Alt. SBAS	INS Barometric Alt. GBAS
Surveillance	ADS	ADS SSR Mode-S	ADS SSR Mode-S
ATM	System Software Comm/Datalink Display FDP/Free Flight ADS	System Software Comm/Datalink Display FDP/Free Flight RDP/ADS	System Software Comm/Datalink Display RDP/ADS

圖 6-5: CNS/ATM 飛航環境

	CNS/ATM Evolution	New Markets
Communication	-SatCom replace HF -Datalink replace Voice	-SatCom -Datalink, ATN
Navigation	-GNSS replace Omega, Loran-C, ADF, VOR/DME, ILS	-Oceanic : GNSS -EnRoute : SBAS -Landing : GBAS
Surveillance	-ADS in Oceanic Flights	-ADS
ATM	-ATS -ATFM -ASM & Free Flight routes -ADS -Datalink -4D Conflict Resolution	-ATS -ATFM -ASM -Controller Decision Tools -Airline Decision Tools -Computerized 4D Conflict Probe

圖 6-6: CNS/ATM 新興市場機會

前述 CNS/ATM 系統的市場新機會，基本上可以分成三大部分進行討論，分別是衛星系統、機載航電系統，以及地面端系統。現就此三方面，分析我國進入之策略與可行性。

1. 衛星系統：

衛星系統包括：通訊衛星 (Inmarsat)以及導航衛星 (美國之 GPS，與蘇俄之 GLONASS 系統) 二大類。衛星系統目前皆已由歐美國家為主導，完成佈署及運作。亞洲方面，日本現有 MTSAT 之通訊及導航二用衛星計畫。我國目前無特殊技術或市場利基，進入此一通訊及導航衛星領域。

2. 機載航電系統：

配合先進航管系統使用之機載航電系統包括：飛航管理電腦 (FMC)，衛星通訊設備 (SatCom)，全球定位接收器 (GPS Receiver)，以及陸空資料通訊設備 (ACARS) 等四項。這四項裝備皆有數家歐美航電大廠投入市場，如：FMC 有 Honeywell 公司，SatCom 有 Honeywell 及 Collins 公司，ACARS 有 Collins 及 Allied Signal 公司，GPS 有 Collins, Trimble 公司等國內在這些方面都有相當之產業基礎，唯進軍國際市場，尚需在認證、行銷及服務上尋求努力。

3. 地面端裝備：

地面端裝備是指航管中心設備，以及相關之飛航資訊服務等系統。此類設備發展所需之資訊、電子技術，國內產業已有相當基礎。市場利基可以國內為起步，亞太市場為腹地，逐步建立以系統整合、裝置服務，或與國外廠商聯合發展等，多方位經營之新興產業。

由上述分析中可以瞭解，CNS/ATM 系統對我國航空管理與服務業、以及 CNS/ATM 生產研發事業產生較大的影響，而飛機製造業及維修產業的影響層面較小。而 CNS/ATM 系統中之地面端部分(如：ATM)，為我國進入市場之最有利切入點，但對機載航電系統也應適時加以補強，以期開拓國內外市場。

6.3.3 我國發展 CNS/ATM 相關系統之優劣勢分析

針對我國發展 CNS/ATM 相關系統中地面端部分之優劣勢，以 SWOT 模式分析說明如下：

1. 我國之優勢 (Strength)：

- 我國之電子、資訊人才充沛，已有相當好之產業基礎。
- 國內業者與研發單位，已參與民航局現有之航管自動化計畫，相關系統資訊掌握容易。
- 國內市場已有相當規模。

2. 我國之劣勢 (Weakness)：

- 由於初期投資較大，而回收期較長，一般業者不敢輕易投入。前期之研發與投資，實有賴政府支持。
- 我國目前非國際民航組織(ICAO)的成員，在資料取得、航線規劃、

以及與其他國家航權、航線談判等，都較受限制。

3. 我國的機會 (Opportunity)：

- 民航局著手推動 CNS/ATM 系統建置，國內廠商可參與建置工作，以建立經驗實績。
- 亞太市場前景看好。發展 ATM 尤其能配合政府亞太營運中心計畫，提供航管服務、開拓產業市場，使我國成為亞太地區航運之樞紐。

4. 我國之威脅 (Threat)：

- 歐美國家早已看中亞太 CNS/ATM 市場商機，目前都尋找各種機會，加入市場競爭。
- 亞太相關國家，如澳洲、日本、新加坡，亦競相投入此一領域。

由上述分析可知，我國發展 ATM 應由補強劣勢，建立國內 ATM 產業核心技術為起步。在技術能力建立，足以與亞太及歐美國家競爭時，就可結合我國電子資訊產業的優勢基礎，爭取國內及亞太未來廣大相關市場機會。

6.3.4 產業發展策略

而 CNS/ATM 系統中之地面端部分主要包括：飛航管理系統(ATM)、飛航服務系統(ATS, FIS)等。對相關產業的發展策略分為：發展定位及發展方法，分別說明如下：

1. 產業發展定位：

- 研發團隊：

成立 CNS/ATM 研發團隊，其成員包括：國內之財團法人、學術單位及有意願參與研發之國內軟/硬體業者，將進行開發 CNS/ATM 系統及技術。未來並將提供系統整合、建置，專業維護等服務。

- 航空公司、民航局機場/航管單位及航空服務業者：

國內航空公司、民航局機場/航管單位及航空服務業者，為研發團隊研究成果之顧客及合作夥伴。先期將提供其作業需求作為發展系統之依據，未來將合作進行系統之整合測試與功能驗證。

- 旅客服務：

旅客服務將由航空公司、航空服務業者及機場管理單位，利用研發團隊研究之成果，提供更方便、安全及有效率之旅客服務。研發團

隊將不直接進行旅客服務。

2. 產業發展方法：

- 規格訂定與系統開發：

根據航管單位及航空業界之作業需求，訂定系統功能規格，並結合國內軟/硬體業者，研發新一代 CNS/ATM 系統及技術。

- 系統測試驗證：

擬與航空公司航機 (Airplane)、管制中心 (Airline Operations Control, AOC)、及民航局 (Air Traffic Control, ATC) 三方面配合，進行發展系統之整合測試與功能驗證；除此之外，亦將透過與飛航服務業者配合，進行飛航服務系統之整合測試與功能驗證。

- 核心技術擴散：

為落實技術研發成果，將 CNS/ATM 系統關鍵性核心技術，以開放系統架構設計，供國內業界進行相關領域應用之開發。

- 其他應用市場開拓：

技術移轉國內非航太業界，提昇產業競爭力，並協助開拓國內外相關應用領域之市場機會。

6.3.5 人才培育策略

由於技術創新與經濟的誘因使全球航空業界面臨重大的變革，由過去以飛機為中心改變成以服務為中心的營運方式。以全世界最大的航太公司美國波音公司 (Boeing) 為例，目前波音包括六大部門：Air Traffic Management, Boeing Capital Corporation, Commercial Airplanes, Connexion by Boeing, Military Aircraft and Missile Systems, and Space and Communications，其中有一半是與飛航服務相關的業務。

為因應此一趨勢，我國航空產業相關的人才培育和技術研發，也必須作相對應的調整。過去我國航空產業也是著重於飛機相關領域的訓練和研究，如：飛機設計、維護等，但未來的航空產業卻是更進一步結合資訊、電子、通訊、和管理等技術，以提昇整體的營運效率，並對旅客提供更高品質的服務。由於目前飛機的設計、製造、銷售、維護等各項商業活動均掌握在歐美先進國家手中，再加上投資成本的因素，使我國未來在飛機本身相關領域的發展相對有限。但是在飛航

服務的領域卻完全不同，由於它是一個新興領域，全球都站在同一起跑點上，歐美先進國家沒有傳統的優勢，加上我國有堅實的資訊、電子和通訊技術基礎，所以飛航服務應為我國未來航空產業發展重要的方向。

針對飛航服務產業的發展趨勢，整體的人才培育策略可分為下列各項：

1. 加強航太教育體系中有關資訊、通訊、管理方面課程的比重：

在學校教育體系中，應改變過去航空科系是機械科系的延伸，而重新定位航空科系為航空專業加上資訊技術的結合，因此在課程內容方面，需重新檢討，加重資訊、通訊、管理技術方面的課程。

2. 提昇航空研發體系中有關 CNS/ATM 方面研發經費的比重：

航空專業加上資訊技術的結合最具體的體現就是 CNS/ATM，所以和教育體系相同，在航空研發體系方面，不論國家的研發支出或私人產業的投資，應加重 CNS/ATM 相關技術的經費。

3. 善用科技預官政策及其他配合措施，吸引航太專業人員持續投入航空產業：

由於航空產業技術門檻高，人才培育時間長，加上資訊人才市場需求量大，所以需運用我國科技預官政策，提供產業及研發單位長時間且穩定的人力，以便培養更專精的航太專業人才；同時也必須在產業發展、技術研發的經費、法令等方面有適當的配合措施，以吸引人才繼續投入航空產業。

6.3.6 系統維護/技轉策略

自從冷戰結束，蘇聯解體後，全球軍需市場逐步萎縮，企業體為求生存發展，無不將市場開拓之重點置於民生產業，並以創造市場規模做為最佳競爭策略。對航電產業而言，傳統以地面助導航設施與類比式座艙航電系統為主的環境，在主要航太(電)廠商的推波助瀾下，將逐步被太空(衛星)及數位電子所取代，在全球推行 CNS/ATM 航電架構的同時，正好對航電需求及產業結構帶來重新洗牌的機會。過去高進入障礙的航電市場，也將為技術應用透明化及市場需求多樣化的結果，對採「市場區隔」或「填補市場空隙」等經濟策略者，帶來蓬勃的商機。

以現階段而言，為取得 CNS/ATM 航電產業發展的最大利益並與國內資訊電子產業基礎建設產生互補的效益，與外商技術合作，由國內之

CNS/ATM 系統建置和維護為起步，將是最穩健有利的策略。在實際合作內容方面，宜以系統工程及驗證技術為優先，待技術成熟並取得業績後，逐步以爭取國際策略聯盟，以拓展國內、外 CNS/ATM 航電市場。

另一方面，由於 CNS/ATM 屬於航空交通的基礎建設，一般都是由政府負責建置；然而 CNS/ATM 已經不是一個單純的傳統航空系統，其涵蓋的技術層面廣且技術層次複雜，政府機構限於人事政策及業務的要求，可能無法完全負擔 CNS/ATM 系統的建置和維護工作。

就實際運作經驗來說，現行民航局航管自動化系統(ATCAS)系統的維護工作，即採用委託國內廠商的方式執行。此種執行方式，不論主管單位-民航局，和維護廠商-資策會、中國嘉通、凌群電腦，對執行結果均感到十分滿意。所以就推動產業發展和支援政府建設的角度來看，將 CNS/ATM 系統維護工作委外進行是可行的策略。

參考航管自動化系統(ATCAS)系統委外維護的模式，CNS/ATM 系統維護工作的策略可以分為下列各項：

1. CNS/ATM 建置時，政府需明定工業互惠的比例，並規定需有國內研發單位或航空業界直接參與系統規劃、建置、和後續的維護。
2. 以國內航空技術研發單位為主承包商，負責規劃整體系統維護政策及架構，並據此進行所需技術能量的引進、建立、和後續的研發擴充等工作。
3. 結合國內航空產業和資訊產業廠商為次承包商，在主承包商所規劃的架構下，針對自身專精的項目，負責維護和後續研發工作。
4. 積極利用維護工作機會，學習、研發系統工程及認證技術，提昇我國相關技術水準，以開拓國內外 CNS/ATM 系統建置和維護市場。
5. 爭取國外廠商策略聯盟，開發下一代 CNS/ATM 技術和系統，以進一步擴大市場及利基。

6.3.7 法規配合策略

綜合前述之產業發展、人才培育、系統維護等策略說明，CNS/ATM 系統產業有下列特性：

- 產業屬於技術密集、高進入障礙（資金、技術、驗證及生產機具設備等）。
- 全球銷貨通路，肩負龐大的行銷及售後服務成本。

- 產品少量多樣，研發、測試、驗證時程甚長，風險也較高。
- 國內已有一定之生產基礎，但研發能量分散，亟待整合。
- 市場需求隨資訊產業發展而日漸普及。
- 各應用系統須依個案之應用需求而建置。
- 主要利基市場已被少數國際大廠壟斷，需採市場區隔策略，針對中、低價位整合產品或特定需求產品進行開發，以填補市場需求的間隙。
- 新機開發多以風險分攤夥伴方式選擇航電供應商。

也就是說 CNS/ATM 屬於技術密集，研發期長而回收慢產業。

另一方面，分析未來 15 年亞太市場前景、系統技術轉型的機會與我國之地緣關係、產業基礎條件等，CNS/ATM 航電產品自公元 2000 年起逐步進入市場需求的高峰，考量系統開發、設計、驗證及行銷等諸多工作項目，目前為我國切入 CNS/ATM 產業之最佳機會點。

因此基於產業特性和市場機會，CNS/ATM 產業初期應由政府大力支持，以研發單位投入核心技術之開發，成果提供國內業界，進行相關領域應用系統之發展。

政府支持產業除直接的經費支持外，更重要的是產業環境的建立，使投入產業發展的廠商能永續經營。針對 CNS/ATM 產業特性，政府在人事和採購之法規政策方面，應可以採較具彈性之運作方法，以支持產業的發展。其可能的方式分別說明如下：

1. 建議鬆綁 CNS/ATM 系統規劃人員不得參與系統建置之限制，使系統規劃和建置一氣呵成，以匯集人才，並培養、累積技術研發和工程建置的能力及經驗。
2. 針對 CNS/ATM 之產業特性，建議系統建置和維護計畫，得以議價方式直接由國內研究單位或航空產業業者與國外廠商合作執行，以激發持續投入之誘因，同時使專業人才不會流失。
3. 在人才培育方面，除學術界的培養外，在職專業經驗之累積與養成亦十分重要，建議在公私部門間專業人才的交流方面，採取較彈性的做法，以利規劃面和技术面之經驗交流，並順利推動適合我國國情和環境的 CNS/ATM 系統建置。

6.4 參考文獻

- [6-1] Faa, “Strategic Plan for Oceanic Airspace Enhancements and Separation Reductions,” Jan 2002 draft 1.0.
- [6-2] Nav Canada Presentation to AVIATION 2000 December 4, 2000
- [6-3] Capt. Edward R, Hanson Jr and David Jense, ”Over the Top Flying the Polar Routes,” Avionics Magazine, April 2002.
- [6-4] Hugh Whittington, “Polar Toutes the Frozen Expressway,” Business & Commercial Aviation, Dec 2001.
- [6-5] 王璇, “亞洲和美之間的越洋航路和跨極航路,” 中國民用航空, Feb 2000.
- [6-6] David Jensen, “one-on-one with Honeywell’s Dean Flatt,” pp. 35-39, avionics magazine, May 2002
- [6-7] <http://www.google.com/search?q=cache:ntyNz7-h5R4C:www.dot.gov/affairs/Federal%2520Notice.htm+aircraft+security&hl=zh-TW&ie=UTF8>
- [6-8] James W. Ramsey, “The post-9/11 transponder,” pp. 27-31, avionics magazine, June 2002
- [6-9] David Jensen, “The ripple effect of Sept. 11,” pp. 4, Avionics magazine, November 2001
- [6-10] Rapid response team on aircraft security, “meeting the aircraft security challenge, news of U.S. Department of Transportation, October 1, 2001
- [6-11] Guy Norris, “uncertainty holds back transponder modification,” pp. 8, Flight international, may 2002
- [6-12] Charlotte Adams and Adrian Gerold, “Technologies to watch in 2002,” pp. 33-36, avionics magazine, January 2002
- [6-13] The Johns Hopkins university applied physics laboratory, “GPS risk assessment study – final report,” Jan. 1999
- [6-14] <http://www.volpe.dot.gov/gps/gpsvuln.html>
- [6-15] Charlotte Adams, “How vulnerable is GPS,” pp. 27-30, avionics magazine, December 2001
- [6-16] Charlotte Adams, “simulating GPS outages,” pp. 31, avionics magazine, December 2001
- [6-17] David Jensen, “Loran-C: comeback kid,” pp. 4, avionics magazine, December 2001
- [6-18] David Learmount, “Boeing releases cockpit security package details,” pp. 16,

Flight international, March 2002

- [6-19] David Evans, "Anti-hijacking avionics," pp. 53, avionics magazine, November 2001
- [6-20] Pierre Saraco, "International team devises security enhancements," pp. 44, Aviation week & space technology, May 2002
- [6-21] David Jensen, "industry SCAN: Aircraft security from Qualcomm," pp. 11, avionics magazine, January 2002
- [6-22] Charlotte Adams and David Jensen, "Keeping aircraft secure," pp. 23-26, Avionics magazine, December 2001
- [6-23] Rapid response team on aircraft security, "meeting the aircraft security challenge," news of U.S. Department of Transportation, October 1, 2001
- [6-24] David Jensen, "Battered and beaten but still seeing growth," pp. 26-31, avionics magazine, January 2002
- [6-25] David Jensen, "industry SCAN: FedEx 10-pint safety plan," pp. 12, avionics magazine, November 2001

