

84-8-3107

我國飛航管制系統發展之研究



交通部運輸研究所

中華民國八十四年二月

交通部運輸研究所出版品摘要表

出版品名稱 中文：我國飛航管制系統發展之研究 外文：The Study on the Development of Air Traffic Control System in R. O. C.			
國際標準書號(或叢刊號)		政府出版品統一編號 09104840080	運輸研究所出版品編號 84-8-3107
主 辦 單 位：運輸安全組 主 管：林大煜 計畫主持人：林大煜 研 究 人 員：劉韻珠			研究期間 自 82 年 8 月 至 83 年 6 月
關鍵詞：空中交通管理、飛航情報、飛航管制、航空通訊、航空氣象、導航與助航設施、十年航管發展計畫、十年計畫之調整計畫。			
摘 要：有鑑於飛航管制系統對航空運輸發展之重要性，並配合交通部發展臺灣成為亞太地區空運中心之既定政策，實有必要就我國航管自動化系統之發展與世界各國之主要飛航管制系統加以瞭解，以作為未來國內飛航管制自動化系統發展之參考，特進行本研究計畫。本研究首先蒐集歐、美、日等國外主要航管系統之相關資料，與我國飛航管制自動化系統之發展資料加以比較分析其異同；除探討我國航管系統發展所面臨之問題外，並由國外航管系統未來發展趨勢，研議促進我國未來航管系統自動化發展之策略與作法。			
出版日期	頁數	工本費	本 出 版 品 取 得 方 式
84年 2月	138	158	凡屬機密或限閱性出版品均不對外公開。一般性出版品，公營、公益機關團體及學校可函洽本所免費贈閱；私人及私營機關團體可按工本費價購。
管制等級： <input type="checkbox"/> 機密 (<input type="checkbox"/> 解密日期為 年 月 日， <input type="checkbox"/> 主辦單位視情況辦理解密) <input type="checkbox"/> 限閱 (<input type="checkbox"/> 解限日期為 年 月 日， <input type="checkbox"/> 主辦單位視情況辦理解限) <input checked="" type="checkbox"/> 一般			
備 註：本研究之結論與建議不代表交通部之意見。			

我國飛航管制系統發展之研究

目 錄

	頁次
第一章 緒 言	1
1.1 計畫緣起	1
1.2 研究目的	2
1.3 研究方法	2
1.4 研究內容	2
第二章 空中交通管理概論	4
2.1 空中交通管理之定義與發展	4
2.1.1 何謂空中交通管理	4
2.1.2 空中交通管理之發展	6
2.1.3 空中交通管理基本要素	10
2.2 飛航管制系統之發展	12
2.2.1 飛航管制單位	12
2.2.2 國際民航組織所制定之飛航規則	14
2.2.3 飛航管制程序之隔離標準	17
2.2.4 飛航管制之技術發展	19
2.3 航空氣象之技術發展	20
2.4 助航設施之技術發展	22
第三章 我國飛航管制系統之發展	29
3.1 我國空中交通管理之發展回顧	29
3.1.1 我國民航及航管組織與業務概況	29
3.1.2 我國飛航管制業務之發展	36
3.1.3 臺北飛航情報區飛航管制單位現況	37

目 錄 (續)

	頁次
3.2 臺北飛航情報區飛航服務現況	42
3.3 臺北飛航情報區導航與助航設施發展概況與檢討 . .	47
3.3.1 臺北飛航情報區導航與助航設施發展概況	47
3.3.2 臺北飛航情報區航路設施發展概況	53
3.3.3 臺北飛航情報區航路導航與助航設施之檢討 . . .	55
3.4 臺北飛航情報區飛航管制系統自動化之發展概況 . .	60
3.4.1 臺北飛航情報區早期航管自動化發展計畫	60
3.4.2 臺北飛航情報區十年航管發展主計畫	63
3.4.3 臺北飛航情報區十年航管計畫之調整計畫	70
第四章 國內外航管自動化系統之比較分析	74
4.1 我國與美國航管系統之比較分析	74
4.2 我國與比利時航管自動化系統之比較分析	85
4.3 我國與日本航空交通管制自動化系統之比較分析 . .	89
4.4 未來航管自動化系統之發展趨勢	100
4.5 國內外航管系統發展所面臨之問題	104
4.5.1 國外航管系統發展所面臨之問題	104
4.5.2 我國航管系統發展所面臨之問題與對策	105
第五章 結論與建議	112
5.1 結 論	112
5.2 建 議	121
參考文獻	124
附 錄	135

表 目 錄

	頁次
表3.1 我國飛航管制系統發展之重要紀事	38
表3.2 臺北飛航情報終端管制區之管制空域範圍及其業務 負責一覽表	41
表3.3 我國各機場塔臺管制範圍一覽表	43
表3.4 臺北區域管制、中正近場與松山機場管制航機架次成長	46
表3.5 我國航管系統十年發展主計畫與調整計畫主要系統 工程執行情形	72
表4.1 日本與我國航管自動化系統工作人員之輪班方式比較 .	92
表4.2 日本與我國在航管自動化系統維護上所需用人之比較 .	94

圖 目 錄

	頁次
圖1-1 計畫研究流程圖	3
圖2-1 空中交通管理之基本要素	5
圖3-1 民用航空局現行組織系統	30
圖3-2 交通部民用航空局飛航服務總臺現行組織系統	33
圖3-3 臺北飛航情報區之飛航管制業務	35
圖3-4 臺北飛航情報區飛航管制服務範圍	40
圖3-5 我國十年航管系統自動化之架構	65
圖4-1 IBM 為臺北飛航情報區設計之區管中心架構	76
圖4-2 IBM 為臺北飛航情報區設計之終端管制站架構	83
圖4-3 日本航空交通管制部組織架構	90

照片目錄

	頁次
照片1 新臺北區管中心管制席位作業情形	130
照片2 新臺北區管中心管制督導席位作業情形	130
照片3 中正近場臺近場程序圖	131
照片4 航管自動化新設區管中心管制席位配備	131
照片5 航路室內通話系統之配備	132
照片6 終端雷達監測及控制次系統之配備	133
照片7 飛航管制印條機與管制條	134
照片8 設施維護及支援次系統之配備	134

我國飛航管制系統發展之研究

第一章 緒 言

一、計畫緣起

空中交通管理(*Air Traffic Management*)包括飛航情報、飛航管制、航空通信、航空氣象、助航設施、以及搜尋救護等服務。由於此等服務莫不為因應飛航管制需要而生，因此飛航管制在該類服務中具有代表性與綜合性。

飛航管制(*Air Traffic Control*，簡稱ATC)系統之於航空器，正如陸路交控系統之於公路、鐵路車輛，對其運行安全有極重要之影響。我國若欲發展台灣成為亞太地區新的空運中心，則必須要有現代化的飛航管制系統與管理制度配合。

我國民用航空局雖早於民國六十九年即在交通部授權下展開「台北飛航情報區飛航管制系統十年發展主計畫」，以提昇我國航管系統設備之自動化與現代化，惟因主計畫中的航管自動化系統、飛航諮詢服務系統、以及終端雷達系統，在執行及施工過程多所延宕，致使應於民國七十八年六月三十日完成該計畫之目標無法達成。該局已再度提出延續航管系統十年主計畫之「調整計畫」以因應各項系統之迫切需求。

有鑑於飛航管制系統對航空運輸發展上之重要性，為配合交通部發展台灣成為亞太地區空運中心之既定政策，

實有必要就我國航管自動化系統之發展與世界各國之主要飛航管制系統加以瞭解，進行飛航管制系統之資料蒐集與比較，以作為未來國內飛航管制自動化系統發展之參考，本所特進行本研究計畫。

二、研究目的

(一)藉蒐集國內外主要航管系統之相關資料，以瞭解其差異與相同之處。

(二)研議促進我國未來航管系統自動化發展之策略與作法。

三、研究方法

本計畫蒐集交通部民用航空局派員考察日本航管自動化系統技術之報告，以及聘請國外專家例如美國IBM公司以及法國湯姆森公司，依照美國先進航管系統與比利時航管自動化系統為基礎，來規劃設計我國之航管自動化系統之相關技術資料做為藍本進行比較，再實地拜訪航管自動化系統工程隊相關人員，共同研議促進我國未來航管自動化系統技術發展之策略與作法。本研究之流程詳如圖1-1所示。

四、研究內容

(一)蒐集國內外主要航管系統發展之相關資料。

(二)比較分析國內外管制系統之相同與相異之處。

(三)檢討我國航管系統發展現況與探討未來自動化發展之趨勢。

(四)研議促進我國未來航管系統自動化發展之策略與作法。

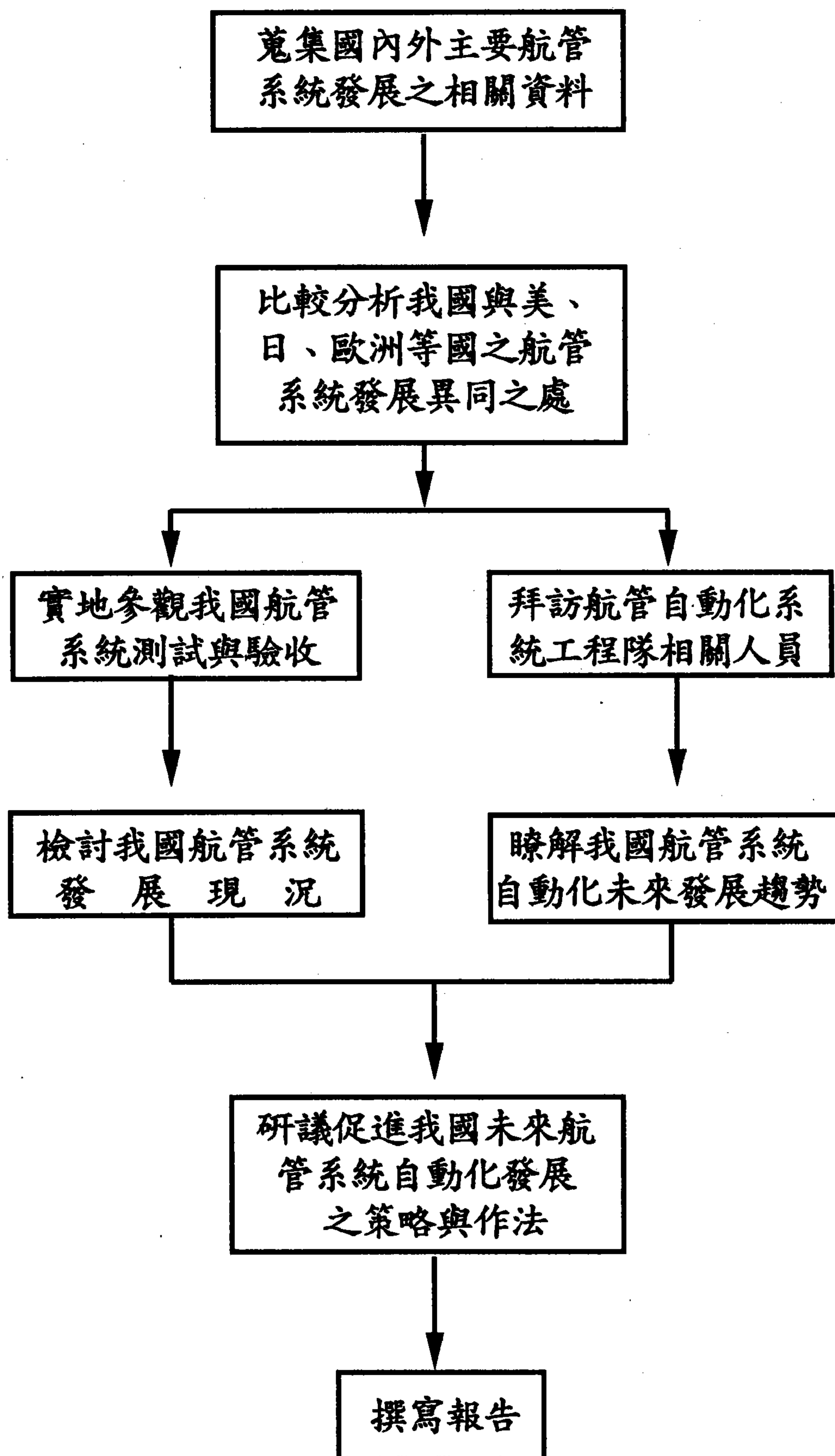


圖1-1 計畫研究流程圖

第二章 空中交通管理概論

本章說明空中交通管理系統各要素如飛航情報服務、飛航諮詢服務以及飛航管制等技術之演進與發展概況。

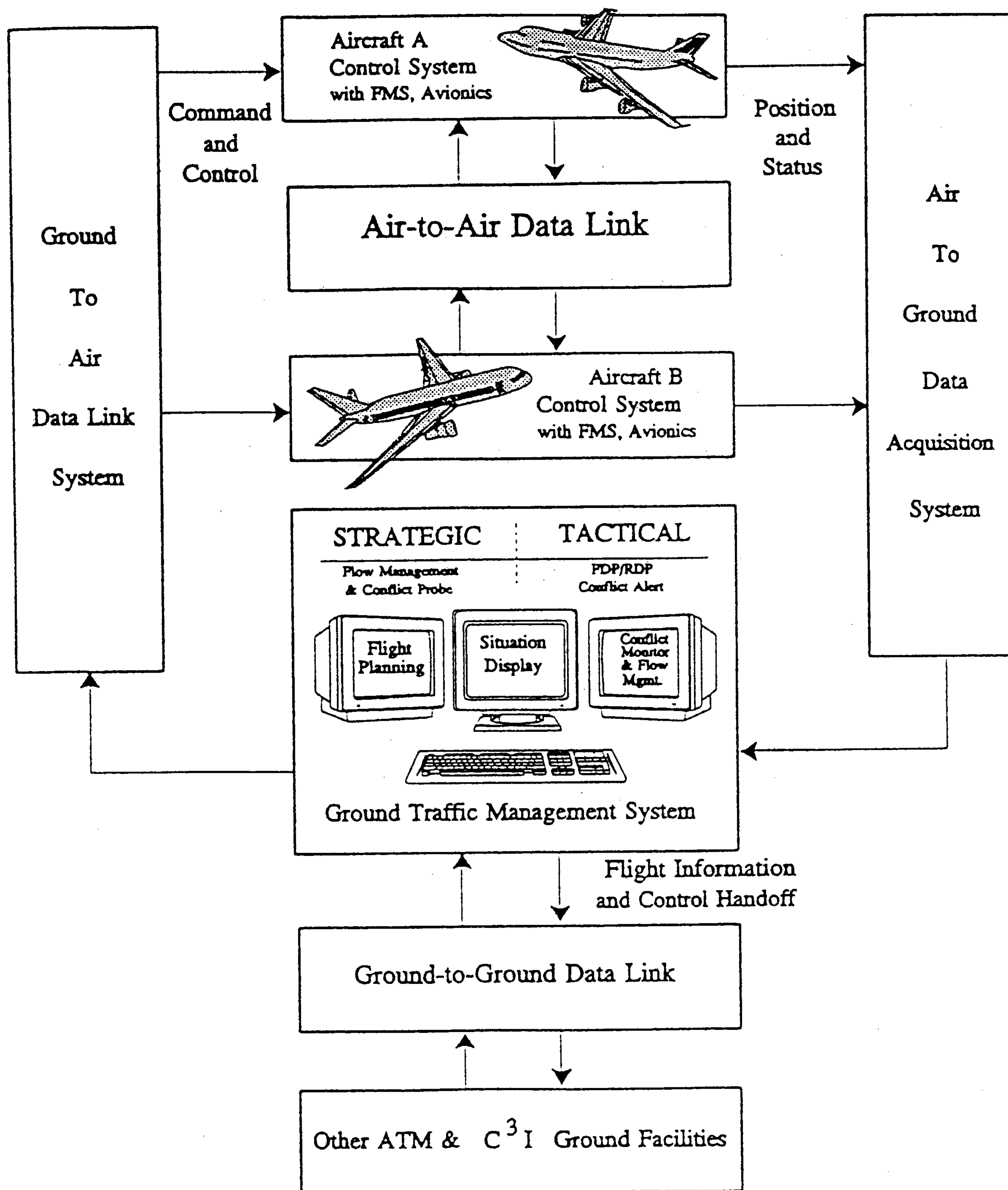
2.1 空中交通管理之定義與發展

2.1.1 何謂空中交通管理

航空事業的發展，隨著科技的進步和日新月異，世界各國的競爭頗為激烈。然而航空事業愈發達，航空安全則愈形重要，而空中交通管理亦愈為艱鉅繁重。所以世界各國均不惜投資巨額資金從事場站建設，逐步更新助航設備，改進飛航管制作業程序，培養優秀管制人員，以謀求提高飛航服務品質。

所謂空中交通管理(*Air Traffic Management*，簡稱ATM)其定義為使航空器於起飛、降落及飛航過程中能保持空中交通之有序與暢通，利用電腦自動化監測或通訊設備傳達相關位置，再依據電腦數據化計算之安全隔離標準予以導航，以減少航空器間之隔離時間或距離，而增加跑道或航路之容量，以及促進飛航交通安全之目的。故空中交通管理名義上雖稱為管理，實際上是提供一切有關飛航業務之服務，包括飛航情報、飛航管制、航空通信、航空氣象、助航設施，以及搜尋救護等服務。空中交通管理之系統架構詳如圖2-1所示。

由於此等服務莫不因應飛航管制需要而生，因此飛航管制在該類服務中不僅是扮演了一個直接與積極的角色，而且兼具了代表性與綜合性。故一般論及空中交通管理之演進時，多側重於飛航管制方面。



資料來源：邢承中博士所著“航空交通管系統之整合”

圖 2-1 空中交通管理之基本要素

2.1.2 空中交通管理之發展

若論及空中交通管理之演進，大致可分為四個階段，而每個階段約有十年的重疊期：〔34〕

一、第一階段（自1930年代中期至1950年代中期）

在此期間空中交通管理完全是人工作業，航機飛行量較少，其速度亦較慢。1935年美國幾家航空公司建立了一個有組織的「空中航路」交通管制系統，而在1936年由聯邦政府予以接管。當時所有的交通管制系統、技術、裝備均因陋就簡，地面管制員與航空器駕駛員之間係採取間接通信(話)。直至1940年代中期，美國把有限的「空中航路」管轄範圍擴大成為一個完整的體系，空中交通管理乃正式成立。

二、第二階段（自1940年代末期至1970年代初期）

自從1950年代啓用雷達(RADAR)監視航空器後，雷達變成了航空交通管理的主要基本工具。本階段依據所使用不同之雷達、導航系統、陸空通訊等分別說明如下：

(一)雷達型式之改進：

1. 初級雷達(Primary RADAR)

本階段開始所使用的信號是初級雷達(Primary RADAR)，基本上有兩種型式：(1)機場監視雷達(Airport Surveillance RADAR，簡稱ASR)；(2)航路監視雷達(Air Route Surveillance RADAR，簡稱ARSR)。

2. 航管雷達信標系統(ATC RADAR Beacon System，簡稱ATCRBS)

由於初級雷達不能作確切的航空器鑑別，往往需要駕駛員作過多的識別轉彎動作，且增加通信的負荷，於是在1950年代末期啓用了一種航管雷達信標系統(ATC Radar Beacon System, 簡稱ATCRBS)。

3. 次級監視雷達(Secondary Surveillance RADAR, 簡稱SSR)

爲改善初級雷達之缺點，除了在1950年代末期啓用了一種航管雷達信標系統外，在1960年代初期更進一步使用了次級監視雷達(Secondary Surveillance RADAR, 簡稱SSR)的航管雷達信標系統，提供了航管系統啓用自動化的基礎。

(二) 導航裝置之改進：

1. 多向導航臺(VHF Omni Range Redis Station, 簡稱VOR)以及測距儀(Distance Measurement Equipment, 簡稱DME)

在航路上裝置多向導航臺(VHF Omni Range Redis Station, 簡稱VOR)，其信號可使空中航空器駕駛員知道本身與該電台間之正確方向角度。多向導航台必須同址裝設一具測距儀(Distance Measurement Equipment, 簡稱DME)，以便同時提供駕駛員知道其本身與該電台間之準確距離，以及確知其所在之地理位置。

2. 儀器降落系統裝置(ILS-Instrument Landing System)

在終端機場附近裝置儀器降落系統(ILS-Instrument Landing System)可爲飛機降落前提供服務。該

系統屬精確導航裝備，可於黑暗、雲雨或惡劣天氣下導引飛機接近跑道末端，待飛行員看到進場燈光後可平安落地。

(三)陸空通訊之改進：

1. 極高頻率 (VHF) 與超高頻率 (UHF) 通訊設備

在此階段民用和軍用航空方面採取極高頻率 (VHF) 與超高頻率 (UHF) 的陸空通訊，取代了原來之低、中及高頻率的導航設備，亦即在航管心和塔台兩個單位，對地面管制員與航空器駕駛員間都採取了直接的通信連絡，由聽覺的導航轉變為視聽兼具的導航現代化。

2. 遙控陸空通訊站 (Remote Communication Air-ground Station, 簡稱 RCAS)

前述各項裝置其整個系統之使用與操作，仍如第一階段般以人工操作為主。由於1970年代初期航空運輸業普遍發展，空中流量增加快速，必須將空域劃成很多「分區」，以免超過管制員之工作負荷，因應通訊量大增，於是設置了一種密集的遙控陸空通訊站 (Remote Communication Air-ground Station, 簡稱 RCAS) 網路。其後由於流量的遽增、通信的擁擠與資料的保管及處理，產生了資料自動化處理的觀念，而進入第三階段之發展。

三、第三階段 (自1960年代末期至1980年代末期)

在此期間管制系統主要特色即是啓用自動化系統，把原來由管制員用人工完成的某些動作，以電腦的自動處理方式來代替。其詳細內容可分下列兩部分來加以說明：

1. 飛航資料自動處理系統(*FDP-Flight Data Processing System*)

利用電腦自動印發飛航紀錄條的方式，將飛航計畫、飛機的位置報告、氣象資料及一切行政文書，由管制員或其外的來源輸入電腦，傳輸至中心管制的各區以及各管制單位。

2. 雷達資料自動處理系統(*RADAR Data Processing System*)

利用數字化的雷達資料提供自動化的飛機航跡追蹤資料，並由電腦所產生的文字、數據用顯示器顯示出來，提供駕駛員與管制員間、管制員與管制員間、管制員與電腦間直接而不間斷的監視系統，在飛航管制上確實作到簡捷、快速、安全之效果。

惟自1980年後由於世界各國航空運輸之競爭激烈，各類航空器必須維持高度的成長率，故空域之高度運用及合理之分配乃成當急之務。當時航空器間航行雖有預警顯示器(*Previous Warning Indicator*)，但因空中航行量之擁擠，管制員亦難免有疏漏之處，於是有「區域導航系統」之研議，希望靠駕駛員對本身之飛行肩負起較大程度之直接責任，以減輕管制人員之負荷。換言之，區域導航是將某些空中交通飛航管理的責任或工作負荷，從管制員身上轉移至駕駛員身上以及航空器電腦裝備系統上，因而減少地面系統窒礙難行之工作負荷。

四、第四階段(自1980年代末期迄今)

本階段係由一方面由一個中央的管理系統，自動將絕大部分例行的管制功能分配給航行中的航空器，由駕駛員分擔正常航行的管制功能；另一方面該系統並將大部分起降的管制功能自動分配給地面控制中心，把航向、速度、爬昇、下降率等引導資料傳達給航空器，不需由管制員逐次逐架航空器的口述航管指示。駕駛員只要遵照駕駛艙內電腦輸入之指示操作、或擺在自動駕駛(*Auto-pilot*)上飛行，駕駛員與管制人員間之陸空對話可減少至最低。

在此階段亟需一套高度精確的導航系統，其內容必須涵概「綜合通訊、導航與識別於一體」(*Integrated Communication, Navigation and Identification*, 簡稱ICNI)等範疇。為達此目標，一方面該套系統必須能精密處理時間與頻率(*Time/Frequency*)之工作；另一方面須應用先進科技之狀況顯示裝置，例如避碰系統(*Collision-Avoidance System*, 簡稱CAS)與接近警告指示器(*Proximity Warning Indicator*, 簡稱PWI)，以協助駕駛員及管制員間之合作。

2.1.3 空中交通管理基本要素

為落實空中交通管理，民航主管機關應對飛航中的航空器提供多方面之安全服務，包括飛航情報、飛航管制、航空通信、航空氣象、助航設施，以及搜尋救護等服務。由於飛航服務具有連貫性與共同性，對航空器自計畫飛航至完成降落，構成缺一不可之安全環扣，以求達到飛航安全之目的。航空交通管理基本服務項目計有下列六項：

一、飛航情報服務

所謂飛航情報服務係指提供情報與建議，以利飛航安全與效率之服務。此項工作包括飛航指南、飛航公告及航空公報的發布。

二、飛航管制服務

所謂飛航管制就是為防止航空器之間及在操作區內航空器與障礙物間之碰撞與加速，並保持空中交通之有序暢通所提供之服務。地面的管制人員及航空器的駕駛員依據世界標準的作業程序及管制技術，運用精良的雷達及自動化裝備，以陸空通訊聯絡方式，合作達成航空器安全、有序及快速的飛航。

三、航空通信服務

航空通信服務的主要任務為傳遞飛航公告、航空氣象資料、飛航動態、以及民航有關單位與航空公司的有關業務電報。

四、航空氣象服務

航空氣象服務係發布氣象觀測、供應航路氣象預報、編發機場氣象預報以及飛航情報區天氣守視服務等服務。

五、提供助航服務

航空助航設施可分為終端助航設施及航路助航設施兩種，前者係裝置於機場內或鄰近地區，專供航機起降之用；後者則裝置於航機飛航所經過之地面上，供駕駛員飛航時辨識方向、航路及位置之用。二者設備雖有不同，但其目的均為提供駕駛員於飛航途中或起降時所需之安全引導。

六、提供搜尋救護服務

凡在飛航情報區內發生飛航空難事件時，該情報區飛航主管機關有義務提供航機與客貨之搜尋救護服務。

以下各節則主要針對空中交通管理各基本要素中之飛航管制、航空氣象以及助航設施等方面之技術發展加以詳細介紹。

2.2 飛航管制系統之發展

一般而言，所謂飛航管制之定義為對航空器於起飛、降落及飛航中，由地面的飛航單位之管制人員及航空器的駕駛員，依據世界標準的作業程序與飛航規則，以及程續隔離標準等管制技術，運用精良的雷達及自動化裝備，以陸空通訊聯絡方式，予以安全隔離並合作達成航空器安全、有序及快速的飛航。由該定義可依飛航管制系統各環節，如管制單位、飛航規則、飛航管制程序之隔離標準、以及管制技術等方面加以詳細說明。

2.2.1 飛航管制單位

論及飛航管制系統可依其各管制單位之不同分工來加以說明。一般而言，航空交通管制單位，簡稱為航管單位，可依其性質及所提供的飛航管制服務地區及範圍而劃分為區域管制 (Area Control)，終端管制 (Terminal Approach Control) 及機場管制 (Tower Control) 等三部份。[34]

區域管制旨在提供某區域內及航路上的航空器之飛航管制服務，其權責範圍或管轄地區通常包括數千平方英里上空的空域。區域管制中心通常都裝置有一繁複龐大的通信網路以涵蓋

整個管制區域，並與管轄地區內的各個機場航空單位，如終端管制單位（又稱近場台）、機場管制單位，以及鄰近類似的區域管制中心保持平面的通信，交換有關航機的飛航飛航資料。並藉著無線電通信與空域內航空器上駕駛員保持密切的通信連繫。

由放雷達的廣泛運用，區域管制中心在長程雷達的有效涵蓋輔助下，對於區域內航空器的動態保持持續的監視，掌握每一航機的最新動態，完成航機間標準的安全隔離。

為了減輕管制員的工作負荷，並提供更有效率的管制服務，將區域管制中心的管制空域分割成「分區」(Sector)，此一分區的空域即為某一固定的地理範圍，其中劃定某幾條航路、機場及助航設施，並對空域垂直劃分以設定其管制的範圍。

每一分區均部署二至三名管制員，對該指定空域內的航空器提供航管服務。分區與分區間視需要而相互交換航空器飛航資料，藉著詳細的分工與合作嚴密掌握每一航空器的動態。

另一管制單位稱之為絡端管制，又稱為離到場管制。此一管制單位，多位於其所服務的主要機場，其管制空域約在主機場半徑六十哩範圍，高度約二萬呎以下的空域，其目的旨在提供其責任區內航空器爬升及下降時之進場及離場管制服務。

終端管制亦可因航空器的流量過多及為減輕航管人員之工作負荷，細分為幾個分區。由於其與區域中心保有密切的信連絡，有關航空器之飛航資料大部分均由區域中心提供。終端管制單位多配備了精密的終端短程雷達，提供責任區內的電達管制服務。

機場管制又稱為塔台管制，旨在對機場的空中航線及其附近，即以機場為中心，五哩半徑範圍內、三千呎以下的空域，提供飛航管制服務。對於離場的航空器，從其登機、或上貨停機坪，到使用跑道、滑行道都要給予安排指示；並在駕駛員準備起飛妥當之後，確定航線容許之時，對航機駕駛員頒發起飛許可。

到場的航空器，亦由塔台管制員以同樣的方式處理，並在空中及地面航空器狀況容許的情況下，發給航空器准予降落的指示。航空器到達地面，則需給予適切的滑行指示，直到其平安的到達指定停機坪。

在具備近場台提供近場管制服務的地區，塔台管制員所提供的管制服務，多以在目視航機的狀況下，自近場台承接管制的責任。在未具備近場台提供近場管制服務的地區，則由區域管制中心提供近場管制服務，並由區管中心委託機場塔台頒發近場許可。

2.2.2 國際民航組織所制定之飛航規則

飛航管制就是對航空器於起飛、降落及飛航中，由地面的飛航管制人員及航空駕駛員，依據世界標準的作業程序及管制技術，運用精良的雷達及自動化裝備，以陸空通訊聯絡方式，合作達成航空器安全、有序及快速的飛航。此一管制的方式與技術，以及航管標準的作業程序，也因科技的高度發展及運用而有所改善。

在早期約一九〇三年航空器問世的階段，航空器的速度、飛行高度及載重均受限制，當時的飛航受到天候之影響極大，

祇有藉著良好的天氣狀況下，目視地標來保持飛航。大多數的飛航僅依最簡單的(See and be seen)原則進行。

近年來隨著科技的高度發展，航空器的性能日新月異，航機飛行的速度超過音速，空中交通之流量更千百倍於往昔，早已無法靠駕駛員的眼睛來避免航空器的相戶碰撞。尤其巨型客貨機之長途飛行，更有賴於設置於地面的航管單位，對於航線、高度及離場、到場路徑的安排與管制。

為達到「無限的天空卻要保持安全而有序的飛航」，國際民航組織為此特別訂定了「目視飛航規則」與「儀器飛航規則」，以為各國遵循，此已發展成為世界各國統一的標準。我國所訂頒的「飛航規則」及「飛航管制程序」，也多依國際標準及依據本地需要而制定。以下依「目視飛航規則」與「儀器飛航規則」分別詳細敘述之：

一、目視飛航規則

「目視飛航規則」係指航空器在目視天氣狀況下飛航，依據「看得見就相互避讓」基本原則，而與其他航空器保持適當安全距離。避免空中相撞的基本責任為駕駛員本身負責，管制員僅在必要情況下提供相關航情公駕駛員參考。

至於目視天氣狀況則各國均有各別規定，例如臺北飛航情報區規定管制空域內，目視天氣標準能見度八公里、雲高一千五百呎。管制空域外高於平均海平面三千五百呎(不含)，或高於實際高度一千呎以上(以較高者為準)，駕駛員保持最低能見度八公里。有關直昇機方面，在管制空域內則需保持一千六百公尺之飛航能見度。此為一般狀況，同時目視飛行尚須保持不進入雲層的規定。

臺北飛航情報區對於目視飛行並不提供飛航管制服務，但爲確實掌握航空器動態，並在萬一情況提供適時的搜救支援，則實施目視視守望作業。目視航空器依規定在起飛前，仍須依據儀器飛行規定，填具飛行計畫，簡要說明其呼號、機型、起飛地點、預計起飛時間、飛行路線、目的地等。此一資料將於起飛前送至位於各終端管制站相關之目視守望席。

目視航機起飛後，其起飛時間由目視守望席輸入電腦系統，計算出飛行路線上各位置報告點之預計通過時間，以及到達目的地之時間，航空器於通過位置報告點或落地時，向目視守望席以無線電報告其通過或到達時間。如應依時做位置報告而未做報告逾三十分鐘，目視守望席則開始實施搜索及搜救任務。

二、儀器飛航規則

「儀器飛航規則」即是駕駛員必須依照儀器飛航規則實施飛行，駕駛員並非每一個人均可實施儀器飛航，必須熟練儀器飛航程序及飛航規則，且通過民航局儀器飛航檢定合格，取得檢定證及航空人員體檢及格證者，才具有資格實施儀器飛行。

實施儀器飛行的航空器必須裝備有標準的飛行儀器與適行、通信及助航裝備，如機身結構、導航設備、雷達迴波器及無線電通信設備等。依照儀器飛航規則，駕駛員必須遵守以下之規定：

(一)起飛則填具飛行計畫。此後依航管單位所頒發之航管許可或航管指示，徹底執行。

(二)飛行中作定時的位置報告，把飛行中經過所規定的位置報告點，所通過的時間及高度以無線電報告航管單位。航管單位可依據此位置報告，掌握每一架航行中航機動態，提供航機標準的隔離服務。

(三)對飛行計畫或現行的毫管指示，要做任何變更，應獲得航管單位的核准。

2.2.3 飛航管制程序之隔離標準

航空器無論在使用跑道起飛、降落，或飛航於航路時，為安全起見均必須加以隔離，此為飛航管制程序中很重要之工作。航空器與航空器間安全之隔離標準，依據「儀器飛航規則」規定可分為「程序隔離標準」及「雷達隔離標準」。前者適用於無法提供雷達服務的管制空域，後者則適用於具雷達服務且航機亦裝備雷達裝備者。

論及程序隔離標準可分為垂直隔離、水平隔離與左右隔離三種。此一程序隔離標準，必須靠管制員及駕駛員間有效的無線電通信聯絡，精確報出其位置，才能據以提供管制服務。倘若空中航量大、航空器空速快，管制員欲取得航空器精確位置，需反復的利用無線電通話取得隔離之參考資料，緩不濟急，常造成航空器滯空等待，既缺乏效率、安全性低，又浪費空域。當雷達被廣泛應用後，「雷達隔離標準」即因應而生。茲將上述四種程序隔離標準分別說明如下：

一、垂直隔離

凡航空器飛航高度在二萬九千呎以下時，航空器與航空器間至少應保持一千呎之垂直間隔；而飛航高度在二萬九千呎以上時，則航空器間至少應保持二千呎之垂直間隔。

二、水平隔離

水平隔離通常可有兩種參考依據，一以時間為準，一以距離為準。以時間為準者係依據駕駛員所作的位置報告為參考，其隔離標準，因航空器與航空器間飛行方向，例如同方向同高度、同高度而航路交叉通過，或同一方向離場、或不同方向離場，其時間隔離標準而有所不同。

另一情況則以距離為參考，此一距離係駕駛員依其航空器助航設備，測出距地面可發出距離信號助航設施之距離，報知管制員據以做為航空器間距離隔離之參考，其隔離標準也依情況有所不同。

三、左右隔離

航空器間左右隔離係駕駛員根據航空器助航裝備，測出地面可發出之方位訊號，報知管制員據以做為航空器間左右隔離之參考。例如兩航空器同一方向同一高度，所測出同一多向導航台，所測得之方位已取得十五度之夾角，且測出之距離已超過二十哩，則已取得航空器間之標準隔離。然各種情況有其不同之隔離標準。管制員則須熟練此一標準，方能有效靈活運用。

四、雷達隔離標準

「雷達隔離標準」為在雷達天線四十哩範圍內保持前後左右三哩。在雷達天線四十哩範圍外，前後左右保持五哩，即可取得安全之隔離。自此航管服務的效率即可大幅提昇，相對的飛航安全亦獲得保障。

2.2.4 飛航管制之技術發展

飛航管制作業所憑藉的工具爲飛航管制系統，對飛航管制作業是否可以有效的運作，有決定性的影響。由於科技發展日新月異，航空器也日益精進，航管系統裝備也隨之逐步更新，且多能隨著航空器的改善而予改良；雷達系統的啓用，可謂爲航管系統的一大突破；隨著電腦軟硬體之發展更促成了航管自動化。管制的方式與技術，以及航管標準的作業程序，也因科技的高度發展及運用而有所改善。

航管系統的發展沿革，亦有其階段性的演進，如果嚴予分類，大致可分爲下列五個階段：

一、一九〇三年至一九三五年

本階段，航空器剛具雛型，速度慢，且助航設施尚未發展，故飛航管制僅限於機場附近，且僅在目視天氣情況下來實施管制。駕駛員以目視其他航空器以保持安全隔離，機場管制塔台所提供之管制亦爲目視飛航管制。

二、一九三六年至一九四五年

在此階段航機的速度及載重均有大幅的改進，航空公司相繼成立，並且提供定期性班機服務。雙向無線電通這系統的啓用，提供航空器駕駛員與地面航管單位的通話連續。簡單的助航裝備，僅初具型式，由於體認到在惡劣環境下的飛航需求，在美國逐漸發展出初步「儀器飛航規則」。同時世界上第一個飛航管制中心成立，提供人工管制，亦即依程序隔離標準，提供管制服務。

三、一九四五年至一九七〇年

此一階段正值二次世界大戰以後，航空器逐健步入噴式時代，速度大幅提高，此時雷達系統適時引進，飛航管制系統運作效率及安全性，亦有大幅的改善。

四、一九七〇年至一九九〇年

此階段航空器發展更是一日千里，廣體客機已成為航空界的主體。電腦科技的發展，使許多過去不易處理的事務，已逐漸取代人工作業。航管系統至此階段，已大量電腦化，例如雷達追蹤訊號已由光點，改進為數據化顯示，輔助管制員識別飛航中的航空器。飛航資料亦輸入電腦，經由電腦快速處理，分送至各管制單位，大量節省人工作業，增進飛航管制效率。

五、一九九〇年代迄今，將進入航管全自動化階段

本階段因全球性的衛星定位系統發展完成，航空器內之電腦系統與地面航管自動化系統以及助航裝備連繫運作，有關航管資料直接可由地面輸入駕駛艙而減少陸空通話；航空器與航空器間的隔離，則完全由電腦(航管系統)監控，並及時於危險狀況發生時預先向駕駛員示警。本階段管制人員僅扮演系統運作的監視工作，並於必要時才替代電腦系統下達航管指令。

2.3 航空氣象之技術發展

在航空器問世時，不僅航空器之速度、飛行高度及載重均受限制，而且飛航上受到天候之影響極大。早期三、四〇年代之航空氣象多停留在地面觀測之階段；隨著氣象雷達之發明，

可探測雲、雨之回波強度；接著以都卜勒效影應原理用於氣象因素之探測，在經過三十年的研究發展後，終於在八〇年代接近實際作業階段，如美國第二代氣象雷達(NEX-RAD)以及歐、日之都卜勒氣象雷達之先後試驗等均是。

目前世界各國均致力於飛航安全之維護研究，在氣象偵測方面，國際航空氣象觀測之發展[27]隨科技之發展計下列各重點

- 一、機場地面氣象之自動化愈見普及，將觀測之氣象要素項目簡化，使飛行人員易於瞭解與應用。
- 二、機場終端機都卜勒氣象雷達之設置成為必要之設備，以確實有效掌握機場進離場區之顯著危害天氣的偵測，例如雷雨中之下爆氣流、風切亂流等。
- 三、大多數機場四周均設置「低空風切自動警告系統」，以即時自動警告塔台值班之空中交通管制人員，對飛機離場或著陸時注意趨避。
- 四、機場普遍設置能探測對流層中之剖風儀，以更有效掌握航路上空的高空風場變化，及改善目前高空風場與氣溫探測時間之過長。該設備原則上每六分鐘即可獲得一個每一五〇公尺間隔的風向風素資料，並對難偵測之高空風場細微變化，獲致最佳之時空解析度。
- 五、在商用航機上附加一多目的氣象探測感應器，配合地面之自動接收與傳輸系統，航路上沿途各處相關高度上的風、溫度及顯著天氣，即可自動獲得或立即發送給航經當地之航機參考。

六、氣象衛星配合大型電腦的開發與反演技術的發展，對廣大範圍內各處上空或地表的某些氣象要素，如溫度、濕度、氣壓、風場，經由每半小時或更短時間之資料分析，以應用於飛航氣象服務。

2.4 助航設施之技術發展

飛航管制作業系統中很重要的一環是地面助航設施，該類設施無論在山巔、海邊以及離島上，每天都日以繼夜的為航空器的起飛、降落與航行提供各項安全服務。各類助航設施由於其功能與特性之不同，加以詳細說明如下：

一、機場監視雷達(*Airport Surveillance RADAR*，簡稱*ASR*)

雷達之功能，在偵測空中飛機之方位、距離及其高度。通常軍方使用長程雷達除監視來犯之敵機，以指導空中攔截作戰，並使用較短程之機場地面管制進場雷達(*Ground Control RADAR*，簡稱*GCR*)由地面人員以無線電話指揮戰鬥機進場降落。由於戰鬥機的體積小，無法安裝儀器降落系統(*Instrument Landing System*，簡稱*ILS*)，而且駕駛員僅有一或二人，故即使在氣候惡劣與能見度較差時，仍可由軍方機場之監視雷引導戰鬥機降落。

但雷達之使用於民航管制時，無論其係長程之航路監視雷達(*Air Route Surveillance RADAR*，簡稱*ARSR*)或中短程之終端雷達，亦即常稱之機場監視雷達(*Airport Surveillance RADAR*，簡稱*ASR*)或機場搜索雷達，其功能均在於監視空中航空器間有無保持安全距離及正確之飛行方向。

由於民航機或軍方運輸機之體積龐大，且均加裝有儀器降落系統，其乘客人數少則數十人，多則可達數百人，基於安全上的顧慮與考量，機場監視雷達是絕對不會引導飛機在黑夜或惡劣天候中冒險設法下降至跑道末端。

由於機場監視雷達之投資頗為龐大，其最初裝設費用即為數億元，安裝後每年尚需鉅額之維修費用；而其主要功能在於保持航空器間之空中安全間隔，以免發生彼此接近之危險，因此只有在某一機場上空之飛行活動極為頻繁時，才考慮架設該項雷達。

至於空中交通應達何種程度標準才值得裝設機場監視雷達，依據美國民航總署的規定，每年若起降達五萬架次以上時，該機場才值得考慮裝設監視雷達。

二、多向導航臺(VHF Omni Range Redis Station, 簡稱VOR)

多向導航臺能夠射出極為準確的多向方位(360度)信號，使空中航空器駕駛員知道本身與該電臺間之正確方向角度。多向導航臺必須同址裝設一具測距儀(DME)或一部太康(TACAN)，以便同時提供駕駛員知道其本身與該電臺間之準確距離，以及確知其所在之地理位置。

多向導航臺架設在機場內供起降服務者，稱為終端多向導航臺(TVOR)。其起降標準較儀器降落系統(ILS)為高，但能供多方向服務是其優點。一般駕駛員都盼望每個機場均能裝有多向導航儀及測距儀。但前者因電波使用極高頻率(VHF)，會受各類建築物、電力線及高山等反射、彎曲而失其準確性，故需審慎覓得合適之臺址。

多向導航臺電波用以構成空中航行路線者叫航路用多向導航臺(*Terminal Omni Range Redis Station*，簡稱TVOR)其猶如黑夜中指引船隻方向的燈塔，係航空器駕駛員極其依賴之地面裝備。各條航路均與其電波角度構成，終端用多向導航臺(TVOR)應係每個機場皆具有之重要設施，它可引導飛機接近機場跑道頭降落，可以減低起降之天氣標準，比對起降無直接輔助功能的雷達有用，但較儀降系統(ILS)稍差。

三、測距儀(*Distance Measurement Equipment*，簡稱DME)

測距儀能自動回答航行中的航空器與該臺間之相隔距離，該項裝備多配合多向航導臺或儀器降落系統同址架設，與前者組合後稱為VOR/DME；與後者合用後稱為ILS/DME。此外太康臺(TACAN)原亦具有測距儀功能，故當多向航導臺(VOR)與太康臺同址合架時稱之為VORTAC，能提供民航機之方位及距離資料，而太康臺本身亦可提供軍用戰鬥機之方位及距離資料。

四、太康臺(*Tactical Navigation*，簡稱TACAN)

太康臺之主要功能在提供軍機之方位及距離資料，其原名謂戰術導航臺(*Tactical Navigation*，簡稱TACAN)係其英文名稱之縮寫，音譯太康。太康臺能提供民用航空器距離資料，但不能提供航空器所需要之方位訊號。

太康臺發射之電波週率雖已達1,000兆赫上下，因其波長甚短，而空中接收機體積亦較小，故可普遍加裝於戰

門機上而不致於造成重量上之增加，因此太康臺多架設於駐有軍機之機場以提供終端服務。有的太康臺常和民航用之多向導航臺同處架設，組合而成VORTAC功用以提供軍民飛機之航路服務。

五、歸航臺(NDB)

簡易之歸航臺僅提供軍民飛機航路飛行時之定向服務，但不提供角度訊號，故經常於航路VORTAC或VOR\DME臺處設置。該種導航裝備之功能雖不如多向導航臺精確，但其構造簡單、投資低廉、易於架設等為其優點。又因軍民用各類飛機均能接收其訊號，故仍有其繼續使用而不被淘汰之理由。

六、定位臺(Locator)

定位臺(Locator)裝備本身之功能特性與歸航臺裝備相同，僅能發射功率較小之訊號，故常架設於跑道延長線以外或機場周圍某處，供空中航空器穿降或離到機場定向之用，屬一種極簡易之終端用裝備。

七、儀器降落系統(Instrument Landing System, 簡稱ILS)

儀器降落系統(Instrument Landing System, 簡稱ILS)專門為航空器降落前提供服務。該系統屬於極精確之導航裝備，可於黑暗、雲雨或惡劣天氣下導引飛機接近跑道末端，待駕駛員看到進場燈光後即可平安落地。該系統為目前能減低降落天氣標準之最佳裝備，惟該系統架設後必須經過飛航測試合格後始得開放；若遇有天線故障時，

則更換組件後仍必須等待飛航測試合格後才能使用。但經常由於天氣欠佳與能見度未能達到足夠視距而無法執行飛航測試時，便必須等待氣候或能見度改善後再進行，切不可冒險予以開放使用；而其符合飛航測試之條件，有時可能要等上數週，甚至有時長達數月。

而儀器降落系統中之左右定位臺，其發射週率為極高頻(VHF)，若該降落中心往外延長線上遇有高山阻擋，便會使電波產生反射或彎曲，而致無法架設之。

八、微波降落系統(Microwave Landing System, 簡稱MLS)

微波降落系統(Microwave Landing System, 簡稱MLS)為目前最新之儀器降落系統，經問世後有漸漸取代儀器降落系統(ILS)之趨勢。由於其使用頻率已達到5,030至5,090兆赫之微波範圍(註：儀器降落系統之頻率範圍僅由75至335兆赫)，故其優點甚多。其所發射之電波能不受地形反射及彎曲，是其較儀器降落系統(ILS)為佳之處，故幾乎任何機場均可安裝。

微波降落系統地面裝備，依機場內跑道長度、建築物情況，及機場外地形是否起伏而有各種不同之類型。在跑道長度短於8,500英尺以下時，方位臺發射之波束使用二度；8,500英尺以上時，波束應為一度。又機場跑道外之地面若為平地時，高度臺波束使用一、五度；若地面為高起時應使用一度寬波柱。至於波柱之掃瞄角度則為加減10度、加減40度、或加減60度，將視機場建築物情況及需求等決定之。

九、機場燈光系統

機場燈光系統類別甚多，常依機場運用情形裝設不同性能之各種燈光。對於航空器飛航交通量繁忙的大型機場，對於燈光之性能要求較高，且其類別亦較多；對於航空器飛航交通量不太繁忙之中型機場，其燈光要求，常以投資與效益比作為主要考慮；而對於採取目視起降之小型機場，則多不須加裝燈光設施。有關機場燈光之類型可說明如下：

(一)進場燈光系統 (*Approach Lamp System*，簡稱ALS)：

在大型機場多架設高亮度之進場燈光系統 (*Approach Lamp System*，簡稱ALS)；中小型機場則裝設中高度或簡易式之進場燈光系統，至於目視機場則不需要架設進場之燈光。

(二)目視滑降燈光 (*Visual Approach VASIS*)：提供飛下滑用角度信號，其類型甚多，此處不予詳述。

(三)跑道中心線燈 (*RWCL*) (以下解釋從略)。

(四)落地區燈 (*RW TDZLTS*)。

(五)路道邊燈、頭燈及末端燈 (*RW Edge, Ther&End Lts*)。

(六)跑道端識別燈 (*REIL*)。

(七)機場信號燈 (*Rotating Beacon*)。

(八)其它燈光。

十、塔 臺

管制飛機起飛與降落，視機場工作量及飛機類別而裝設有不同類別之陸空通信裝備，通常民航使用極高頻率 (*VHF*)。軍機則使用超高頻率 (*UHF*) 及少部份極高頻率 (*VHF*)。小型之目視機場常無需塔臺之設立。

十一、氣象裝備

一般機場所需之氣象設施計有風速風向儀、雲幕儀和視程儀。雲幕儀在於偵測跑道末端上空之雲高；視程儀為測報著陸點之能見度數據，以提供飛機降落前之參考。

第三章 我國飛航管制系統之發展

本章首先針對我國空中交通管理之發展中有關民航及航管組織加以介紹，接著說明臺北飛航情報區飛航管制現況，最後則對我國航管系統相關技術之發展加以闡示。

3.1 我國空中交通管理之發展回顧

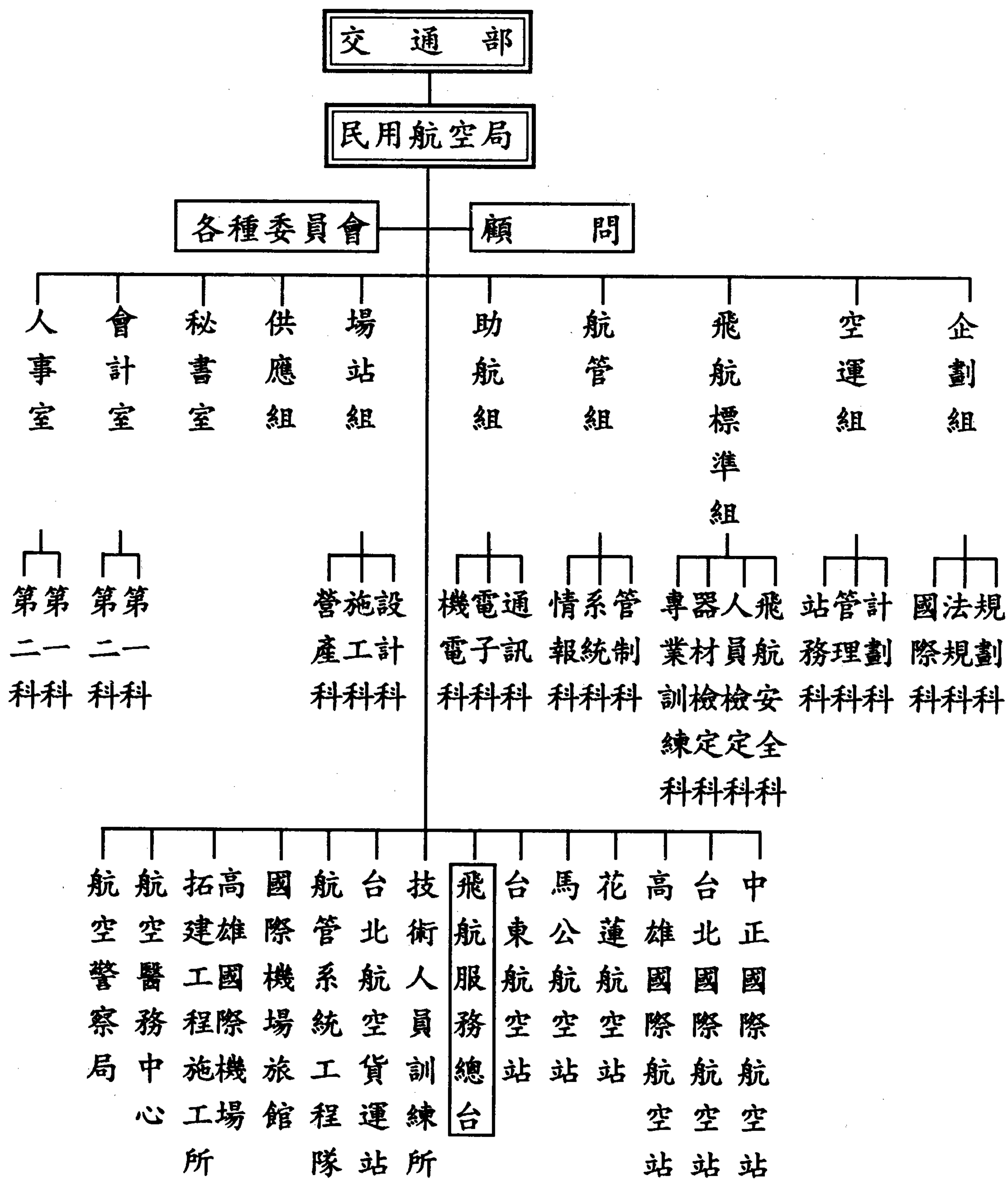
本節係就我國空中交通管理之發展中有關民航及航管組織、臺北飛航情報區內之飛航管制單位、飛航服務、航路導航與助航設施現況加以介紹。

3.1.1 我國民航及航管組織與業務概況

我國民航主管機關為民用航空局(以下簡稱民航局)，係於民國三十六年一月二十日成立於南京，同年五月十日由國民政府制定其組織條例，該局設有業務、航路、場站、安全、秘書等五處，以及會計、人事等二室，附屬機構則依該條例之第十四條規定另行訂定組織規程。

為因應業務需要，民航局組織條例曾於民國五十九年進行首次著手研擬修正，而於六十一年奉 總統令修正公佈，局內改設企劃、空運、飛航標準、航管、助航、場站、供應等七組，以及秘書、會計、人事等三室，其組織架構一直沿用迄今(詳如圖3-1)。

依據該局組織條例第二條所規定民航局之職掌如下：



資料來源：[44]

圖 3-1 民用航空局現行組織系統

- 一、民用航空事業發展之規劃與政策之擬訂事項。
- 二、國際民航營運計畫，國際民航組織及國際民航合作之連繫、協商與推動事項。
- 三、民航運輸業之管理督導事項。
- 四、飛航標準之釐訂及飛航安全之策劃、督導與航空技術人員之培育與訓練事項。
- 五、航空通訊、氣象及飛航管制之規劃、督導與查核事項。
- 六、民航場站及助航設施之規劃建設事項。
- 七、軍、民航管制之空域運用及助航設施之協條連繫事項。
- 八、民航設施、航空器材之籌補、供應、管理及出入口證照之審核事項。
- 九、其他有關民航事項。

由於國內航空發展蓬勃發展，政府開放天空政策實施，航空公司後由以往的中華、遠東、臺灣與永興等四家航空公司增加了長榮、華信、復興、大華、馬公、中亞等民用航空運輸業，增加了亞太、中興、大鵬、金鷹與台北等普通航空運輸業。因應時空變遷，該組織條例已難適應國內民航之發展需要，故民航局已於民國八十二年再度提出修正，目前正送請立法院審查。

一、飛航服務總臺之組織與業務

在民航局中負則空中交通管理之業務者為飛航服務總臺(Air Navigation and Weather Service，簡稱ANWS)，該台於民國六十一年成立時將原先設置有管制總臺、導航

總臺、氣象總臺、通訊總臺等四大單位合併統一指揮運作，再加入飛航諮詢及電腦資訊業務成為現行的總台業務。該台現行組織設有十六個逼級單位，核定員額為 766 人。設有一位總臺長、三位副總臺長，下設台北區域管制中心、中正近場管制塔臺、高雄近場管制塔臺、松山塔臺、臺北飛航情報中心、台北通訊中心、台北氣象中心、電腦中心、第一、二、三裝修區台等單位以及技術、總務、會計、人事等室與供應庫。其組織架構詳如圖 3-2 所示。

依據民航局飛航服務總臺組織規程第二條規定，飛航服務總臺掌理飛航情報、飛航管制、航空通訊、航空氣象、助航等作業與服務之執行以及有關設備之管理與維護事項。負責提供駕駛員簡報、航路無線電通話、目視航空器搜索業務、協助迷航及遇難航空器、轉發飛航管制許可、發佈飛航公告和機場諮詢、廣播航行氣象、簽收及轉發飛航計畫書、監視助航設施工作情況；此外飛航服務站尚提供航路飛航諮詢服務、觀測天氣、發佈機場諮詢和通知海關入出境單位過境班次等。

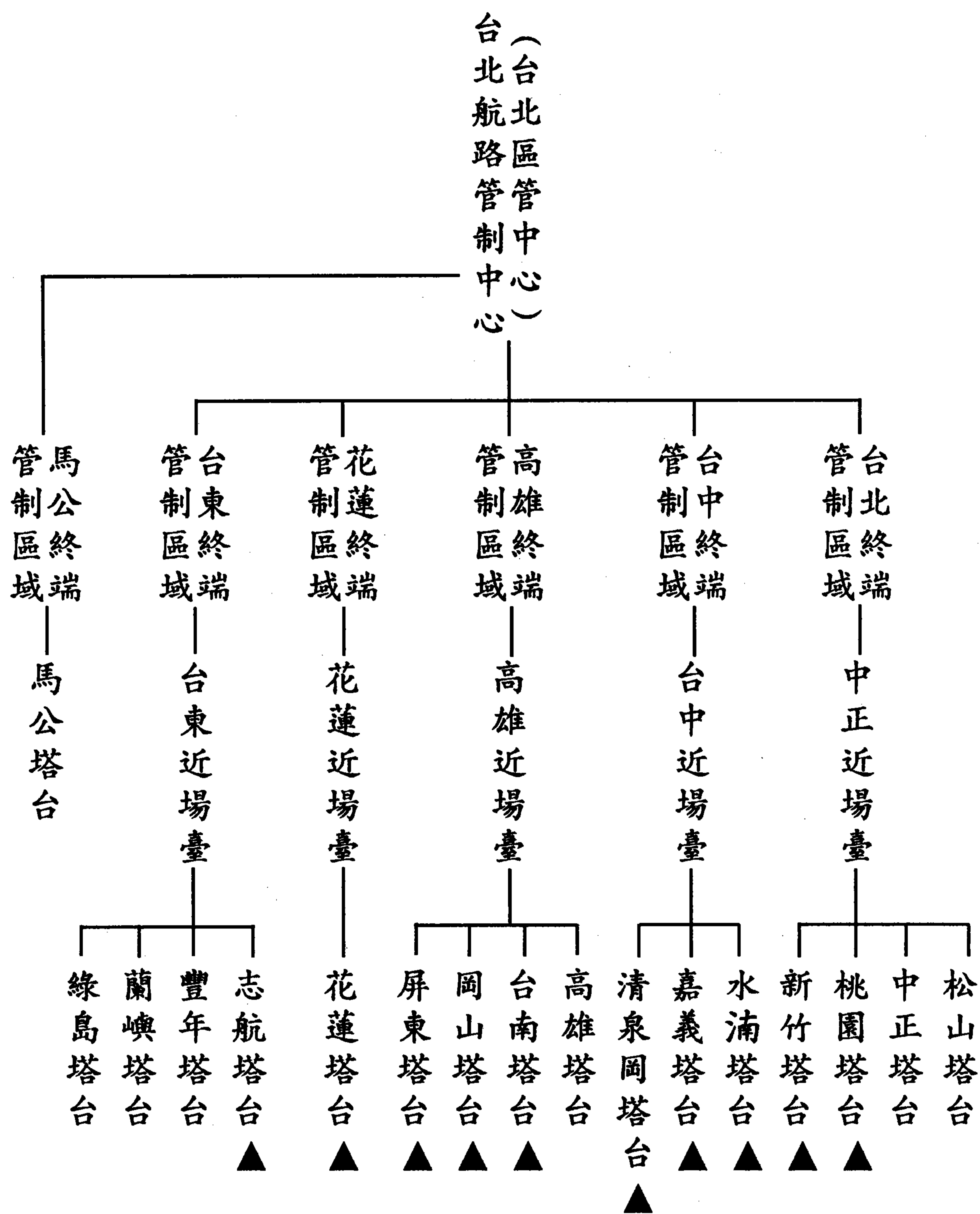
二、臺北區域管制中心之組織與業務

隸屬於飛航服務總臺之下實際負責飛航管制之單位為臺北區域管制中心，為掌理臺北飛航情報區內中外軍民航空器之區域管制、及出入飛航情報區查核管制等事項。並得視業務需要在未由該總臺設置塔臺之機場設置近場管制臺，以處理各該機場近場管制事項。

臺北區域管制中心下設有臺北、臺中、高雄、花蓮、臺東與馬公等六個終端管制區域，分別負責中正、臺中、高雄、花蓮、臺東與馬公等六個近場臺之管制業務。其中中正近場臺範圍內設有松山、中正、桃園與新竹等四個塔臺；臺中近場臺範圍內設有水湳、嘉義、清泉岡等三個塔臺；高雄近場臺範圍內設有高雄、臺南、岡山、屏東等五個塔臺；花蓮近場臺設有花蓮塔臺；臺東近場臺範圍內設有志航、豐年、蘭嶼與綠島等四個塔臺；而馬公終端管制區域設有馬公塔臺。有關臺北區域管制中心之組織架構詳如圖3-3所示。

臺北區域管制中心之管制席位(*Control Sector Unit*，簡稱*CSU*)係指一劃定之水平與垂直範圍之空域；由一組管制員負責此空域之管制責任。通常在區域管制中心或近場管制單位會依據其主要航行量及管制員工作負荷量予以分區。目前我國臺北區域管制中心共有四個席位，大致上係以地理區來劃分：(一)北部席位：指後龍以北之區域；(二)中部席位：指後龍以南至臺南之間；(三)南部席位：指臺南以南之區域，包含東部地區；(四)馬公席位：原馬公地區為一終端近場管制，但因航行量較大而列在區管中心內。未來航管自動化後預計將擴充至六個管制席位。

每一管制席位由二至三人輪值，工作量大時每一管制席位計有雷達管制員(*Radar Controller*)一名、計畫管制員(*Planning Controller*)一名、協調員(*Coordinator*)一名。白天通常有十四位管制員執勤，其中包括十一位管制



其他由軍方管轄的塔台有：

恆春 (▲)、小琉球 (▲)、宜蘭 (▲) 等

圖 3-3 台北飛航情報區之飛航管制業務

員、二位協調員、一位督導員；夜間航行量減少時，僅有六位管制員執勤。有關臺北區管中心管制席位與督導席位作業情形如照片1、2所示。

3.1.2 我國飛航管制業務之發展

民國三十八年政府播遷來台，民國三十九年民航局成立「空中交通管制處」。民國四十年空軍成立臺北區域管制中心，負責提供航路管制業務。民國四十年底設置臺北近場席位，對臺北終端地區提供儀器進場服務。民國四十一年全面接收松山塔臺業務。至此，機場、進場與區域連貫成飛航管制系統之雛形。

至民國五十年十月經美軍之建議，接收空軍航行管制大隊所屬之臺北航行管制中心，更名爲「民用航空局空中交通管制處臺北區域管制站」，此時臺北飛航情報區除臺南終端管制區仍委請空軍代管外，所有儀器航機管制服務均由民航局航管單位提供，成爲完整的飛航管制系統。民國五十一年民航局利用美援器材首先在臺北松山機場架設FPS-8雷達，作爲臺北近場管制之用，是爲臺北飛航情報區進入雷達管制之先鋒。這是我國航管演進之起始期，相當於演進過程中之第一階段，同時亦跨入第二階段初期。

民國五十四年初民航局接收空軍小港機場，成立高雄近場管制臺，並致力於航路及場站建設，增添最新型裝備。民國六十一年三月汰換FPS-8及RBDE-2舊式雷達，改用ASR-7管制航機。同年啓用北部航路雷達。民國六十二年五月啓用中部航路雷達。民國六十三年十月成立花蓮近場管制臺。民國六十四年六月臺

北啓用終端地區雷達自動化系統。民國六十五年一月接收空軍之臺南終端管制區，改爲高雄近場管制塔臺，提供南部地區雷達及自動化作業。民國六十七年陸續完成北部、中部、南部航路雷達自動化。民國七十年九月中正近場臺遷移至中正機場完成，更架設ASR-8雷達。民國七十一年二月亦完成了臺中近場臺之設立。

至此，我國空中交通管理已由演進過程中之第二階段初期，大步邁進第三階段中期。

爲提高我國飛航服務品質，民航局自民國五十八年起即開始長程規劃我國飛航情報區實施飛航管制自動化。而於民國六十七年底由民航局直接委託參與美國聯邦民航總署航空系統工程之麥特(MITRE)顧問公司，共同研擬了「臺北飛航情報區航管系統十年發展主計畫」，民國六十九年二月主計畫研究撰寫完成，同年十月逕報行政院核准，成爲該區飛航管制系統日後十年發展所依據實施之目標。至此，我國空中交通管理已由演進過程中之第三階段中期，大步邁進第四階段航管自動化。有關航管系統發展之重要紀事詳如表3.1所示。

3.1.3 臺北飛航情報區飛航管制單位現況

由於我國位於太平洋西緣，爲東南亞之航運中繼站，故國際地位日形重要。民國四十一年國際民航組織(International Civil Aviation Organization)在馬尼拉舉行會議，劃定「臺北飛航情報區(Taipei Flight Information Region)」，空域涵蓋北緯21度東經117度3分、北緯21度東經121度3分、北緯23度

表3.1 我國飛航管制系統發展之重要紀事

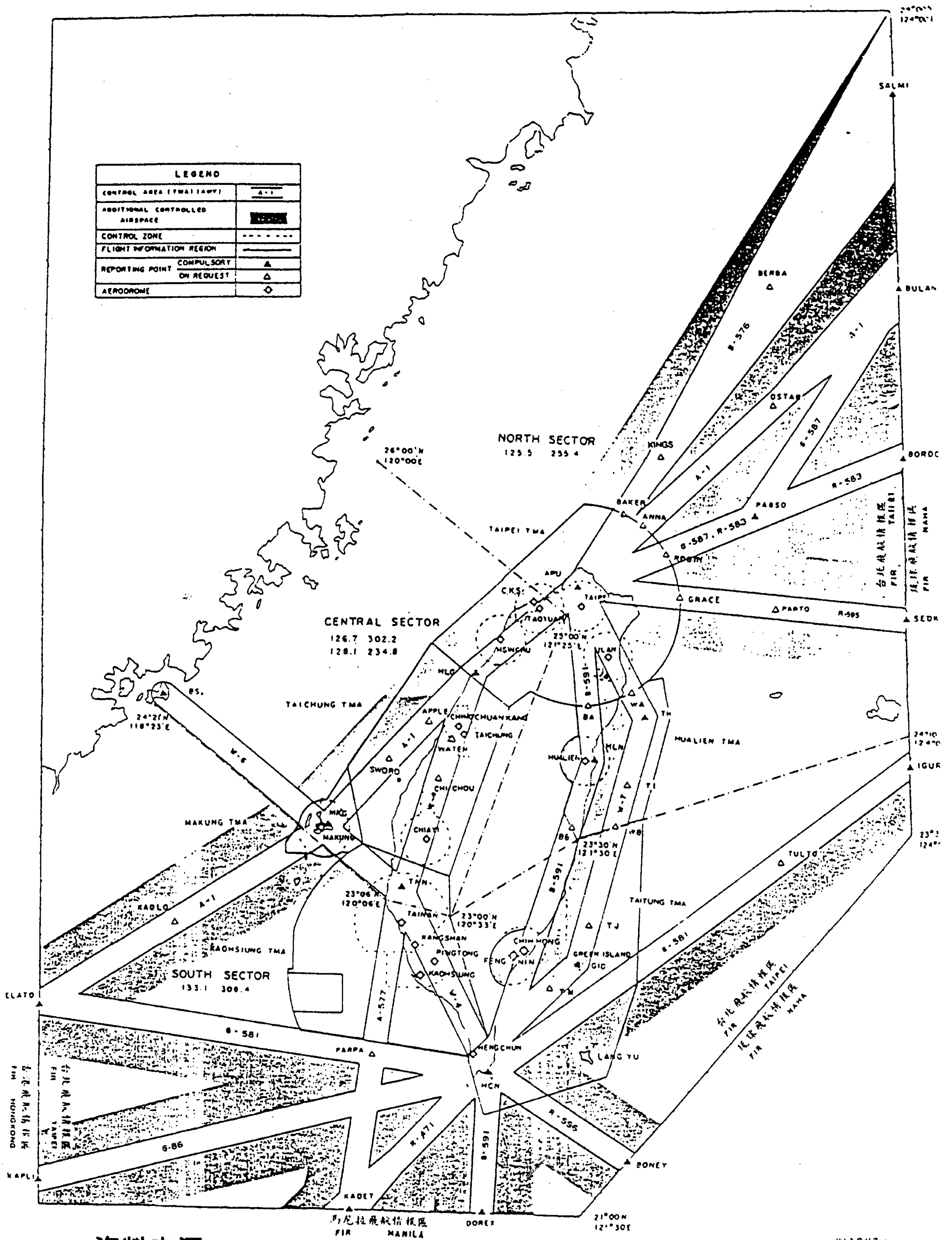
日期(民國)	飛航管制系統發展重要紀事
39.	民航局成立「空中交通管制處」
41.06.15	國際民航組織(ICAO)正式成立臺北非航情報區
41.07.31	成立松山站，並於淡水、恆春、馬公設航路管制站
50.10.	民航局接收空軍航管中心，成立臺北區域管制中心
51.	民航局於松山機場架設FSP-8雷達，為雷達管制先鋒
54.	接收空軍小港機場，成立高雄近場管制臺
61.03.	汰換FSP-8與RBDE-2舊式雷達，改用ASR-7管制航機 同年啓用北部航路雷達
62.05	啓用中部航路雷達
63.10.	成立花蓮近場管制臺
64.06.	臺北啓用終端地區雷達自動化系統
65.01.	揪收空軍臺南終端管制區，改為高雄近場管制臺
67.	陸續完成北部、中部、南部航路雷達自動化
69.	二月麥特顧問公司完成「臺北飛航情報區航管系統十年發展主計畫」報告撰寫，同年十月報行政院核准
70.09.	中正近場臺遷移至中正機場，架設ASR-8雷達
71.02.	為完成設立臺中近場臺
72.12.20	民航局與洛克希德公司簽約由其承製航管自動化工程
73.08.10	飛航諮詢服務系統工程由法國湯普森公司承包
76.06.07	因湯普森公司研發之系統不合格，民航局終止其合約
76.11.03	政府開放大陸探親政策，臺北至香港航線蓬勃成長
76.11.26	交通部放寬航空運輸業加入管制，空運發展快速
77.06.25	因洛克希德公司施工一再延誤，民航局終止其合約
77.10.	民航局研擬「十年計畫之調整計畫」草案報行政院

3分、東經124度、北緯29度東經124度、北緯29度東經117度3分及北緯21度3分、東經117度3分等各點間連線以內區域，共有W-4、W-6及W-7等三條區間及A-1、A-557、B-576、B-591、G-581、G-86、G-587、R-471、R-583、R-595和R-596(註)等九條國際航線及臺北等十四個軍民用機場，因地處東半球西太平洋航路樞紐，班機起降飛航極為頻繁。臺北飛航情報區之範圍與航路詳如圖3-4所示。

由第二章所述世界各國依其性質及所提供之飛航管制服務地區及範圍而劃分為區域管制(*Area Control*)、終端管制(*Terminal Approach Control*)及機場管制(*Tower Control*)等三部份。在民國五十八年以前，我國航管服務單位僅限於臺北區域管制中心、臺北近場管制以及臺北、高雄塔台，後經擴充增設高雄、花蓮近場管制、中正塔台及臺中近場管制，提供本飛航情報區內迅速、安全之管制業務。

目前在臺北飛航情報區內，曾座落於松山機場內而於民國八十年遷往臺北市基隆路翔安大樓之臺北區域管制中心，為臺灣地區唯一區域管制中心。其管轄的空域範圍東起東經一二四度，西至臺灣海峽，北起北緯二十九度，南至北緯二十一度不規則的一大片空域。此一區域管制中心並與鄰近之香港、馬尼拉及琉球等區域管制中心保持密切的通信連絡，並交換航機有官之飛航資料及交管航機。

註：W、A、B、G和R分別代表白、琥珀、藍、綠、紅色。



資料來源：[44]

811-211711
7 Feb 1991

圖 3-4 台北情報區飛航管制服務範圍

臺北飛航情報區共分為六個終端管制區域，各終端管制區域之管制空域範圍與其業務均不相同，臺北與臺中終端管制區係以1,000~20,000呎為管制空域之上、下限；臺東與馬公終端管制區則以2,000~10,000呎為管制空域之上、下限；高雄終端管制區則以1,500~24,000呎為管制空域之上、下限；花蓮終端管制區則以1,500~20,000呎為管制空域之上、下限。有關各終端管制區之管制空域範圍與其業務負責詳如表3.2所示。

表3.2 臺北飛航情報區終端管制區之管制空域範圍與其業務負責一覽表

終端管制區域名稱	管制空域上、下限(呎)	近場臺名稱	業務負責
臺北終端管制區域	1,000(含)~20,000(含)	中正近場臺	松山塔臺 中正塔臺 桃園塔臺 新竹塔臺
臺中終端管制區域	1,000(含)~20,000(含)	臺中近場臺	臺中塔臺 嘉義塔臺 清泉岡塔臺
高雄終端管制區域	1,500(含)~24,000(含)	高雄近場臺	高雄塔臺 臺南塔臺 岡山塔臺 屏東塔臺
花蓮終端管制區域	1,500(含)~20,000(含)	花蓮近場臺	花蓮塔臺
臺東終端管制區域	2,000(含)~10,000(含)	臺東近場臺	志航塔臺 豐年塔臺 蘭嶼塔臺
馬公終端管制區域	2,000(含)~10,000(含)		馬公塔臺

資料來源：[44]

係北區域管制中心其內部又分爲北、中、南及馬公四個管制分區(Sector)，共有約四十餘位管制員每天二十四小時、分三班提供全時間的航管服務。

目前在係北飛航情報區內，計有中正(係北)，係中、高雄及花蓮四個終端管制站(又稱近場管制台)。中正近場台轄區內計有中正，係北(松山)，桃園、新竹及宜蘭等五個機場。有關中正近場係之近場程序圖如照片3所示。

係中近場台轄區內計有水湳、餘機崗及嘉義等三個主要機場；高雄近場台則包括了高雄小港、係南、場山、屏東等幾個主要機場；花蓮近場台則僅以花蓮機場主。

至於機場管制又稱爲因台管制，在係北飛航情報區內的機場管制包括宜蘭、松山(係北)，中正、桃園、龍潭、水湳、餘機崗、嘉義、歸仁、新社、懷生、係南、屏北、屏南、場山、高雄小港、馬公、蘭嶼、綠島、志航、豐年、花蓮、及金門等機場。其中僅松山(係北)、中正、高雄、豐年、蘭嶼機場均由民航局管制員提供機場管制服務；其餘機場因係隸屬於軍方，故由軍方提供機場管制服務。而近場管制服務則大部份均由民航局管制員提供。有關各機場因係之管制範圍詳如表3.3所示。

3.2 臺北飛航情報區飛航服務現況

自民國四十二年我國經國際民航組織劃定成立「係北飛航情報區」後，區內之各項飛航服務全由我國負責提供。由於飛

表3.3 我國各機場塔臺管制範圍一覽表

塔 臺	機 場 管 制 地 帶	管制空域上限(呎)
松山塔臺	以松山機場跑道為中心，十哩為半徑所畫圓周以內之範圍，其中與桃園機場管制地帶重疊部分仍屬松山機場管制地帶	4,000 MSL (不含)
中正塔臺	以北緯 $25^{\circ} 04' 14''$ 東經 $121^{\circ} 04' 05''$ 為中心，十哩為半徑所畫弧之範圍 (其中與桃園機場管制地帶重疊部分不在範圍內)	4,000 MSL (不含)
高雄塔臺	以高雄機場跑道為中心，六哩為半徑所畫圓弧再加自跑道中心向 273度延伸線至十五哩處兩側各 2.5哩之平行線與上述圓弧相交之範圍。	4,000 MSL (不含)
豐年塔臺	以志航／豐年機場跑道為中心，十哩為半徑所畫圓周以內之範圍。西航線僅供輕型航空器使用。	4,000 MSL (不含)
馬公塔臺	以BM歸航臺為中心，十哩為半徑所畫圓周以內之範圍。	4,000 MSL (不含)

資料來源：[44]

航服務是對飛航中的航空器提供一種多方面的安全服務，具有連貫性與共同性，對航空器自計畫飛航至完成降落，構成缺一不可的安全環扣，以求達到飛航安全之目地。以下將我國飛航情報區所提供之服務項目列舉如下：

一、飛航情報服務

此項工作包括飛航指南、飛航公告及航空公報之發佈。民航局臺北飛航情報中心將臺北飛航情報區的飛航資料，隨時以最迅速有效的方法提供各飛航單位及人員參考使用，使在本區內活動之中外航空器達到迅速有序及安全之目的。

同時由設在中正、高雄、臺北等航空站的飛航諮詢臺負責向駕駛員提供飛航前簡報、天氣講解、收發飛航公告、審核與發送飛航計畫書等服務，使駕駛員對飛航過程中前後的情況均有全盤的瞭解，以促進飛航安全。

二、飛航管制服務

此項工作即所謂之空中交通管制服務，其目的在使航空器於起飛、降落及飛航中，管制人員及駕駛員運用標準作業程序、管制技術、精良的雷達及自動化裝備，以陸空通信聯絡，合作達成安全、迅速、有序的飛航。

飛航管制區分為區域管制、終端管制及機場管制。區域管制又稱航路管制，由民航局臺北區域管制中心以無線電話指揮航機保持安全距離，並與香港、馬尼拉及琉球等鄰區區域管制中心連絡，交換航空情報與交換航機。該中心已實施雷達管制，管制人員可在雷達螢幕上追蹤航機的活動。

終端管制又稱為近場管制，目前中正及高雄兩國際機場設有近場管制塔臺，負責南、北二終端區內（包括該兩國際機場）航機起飛、爬升及下降時之進場管制業務；花蓮及臺中設有近場管制臺，分別負責東區及中區的終端進場管制業務。

機場管制由機場塔臺負責，其管轄範圍較小，僅以機場為中心，對十哩半徑範圍內、四千呎以下空域之航機實施目視管制。民航局在松山（臺北）、中正、高雄、豐年、

蘭嶼機場設有機場塔臺，提供此項服務。其餘軍民合用機場由軍方機場塔臺負責。

隨著民國七十六年底政府放寬航空運輸業加入管制後，國籍航空公司由中華、遠東、永興與臺灣等四家航空公司，增加了長榮、華信、復興、大華、馬公、中亞、金鷹、大鵬、亞太、中興、臺北等十一家規模大小不等之航空公司。國際航線由於國民所得提高，以及航權談判之突破，因而呈現蓬勃發展之景象。

而由民國七十六年迄八十三年臺北飛航情報區飛航管制架次之成長而言，僅依臺北區域管制、中正近場管制與松山機場管制三個管制單位觀之，臺北區域管制架次成長約143,438架次，成長率為128%；中正近場管制成約155,867架次，成長率為150%；而松山機場管制則成長約118,128架次，成長率高達283%。其中臺北區域管制主要以管制國際航線飛航為主，對外並代表所有航管單位。中正近場管制以中正國際機場及松山國內機場以及桃園、新竹兩軍用機場之離到場管制為主。而航機一架次之計算方式，係依管制單位而言，例如一架自臺北飛往高雄之航機，經過好幾個航管單位全程管制，若有三個單位管制這班飛機，對整體而言，則依三個管制架次計算。有關臺北區域管制、中正近場管制與松山機場管制三個管制單位之管制架次成長詳如表3.4所示。有關各年各管制單位之管制架次詳如附錄一所示。

表3.4 臺北區域管制、中正近場管制與松山機場管制航機架次成長
(自民國76年至83年止)

單位 / 時間	76年	77年	78年	79年	80年	81年	82年	83年
臺北區域管制	112,161	130,096	153,332	164,314	182,155	201,740	223,011	255,599
成長率	—	16.0%	17.9%	7.2%	10.9%	10.8%	10.5%	14.6%
中正近場管制	103,820	131,155	154,716	173,108	185,741	198,187	222,254	259,687
成長率	—	26.3%	18.0%	12.0%	7.3%	6.7%	12.1%	16.8%
松山機場管制	41,687	50,969	72,468	75,708	87,944	102,391	127,831	159,815
成長率	—	22.3%	42.2%	4.5%	16.2%	16.4%	24.8%	25.0%

資料來源：民航局航管組提供。

自民國六十四年起，民航局即逐步實施雷達自動化管制，以代替傳統的人工及雷達管制系統，使雷達訊號由電子計算機處理後，變成文字、數字而顯示於雷達幕上。管制員對每一航機之呼號、高度、速度等資料，均能一目了然。若發生緊急狀況、通信失效、空中劫機等情況時，雷達幕上亦能顯示閃亮之特殊訊號，提醒管制人員優先處理以提高飛航安全。

三、航空通信服務

航空通信的任務為傳遞飛航公告、航空氣象資料、飛航動態，以及民航有關單位與航空公司的有關業務電報。為爭取時效及轉報之正確性，民航局臺北通信中心設有ADX 660全自動轉報系統，發往國內、外電報，可經由國際平面通信網路(AFTN)及國際航空電信協會網路(SITA)轉發。有關飛航需求電報，則經由中西太平洋無線電話(CWP-1)及民航局自設之專用長途通信網路轉發。目前經由臺北通信中心每天處理的報務量總計約有二萬四千份之多。

四、航空氣象服務

爲配合臺北飛航情報區之航空氣象需求，民航局設有臺北氣象中心及中正、臺北、高雄三氣象臺，依照國際民航標準，提供天氣觀測、守視與預報等服務。

臺北氣象中心除與中央氣象局及空軍氣象中心間以專用印字電路相互交換資料外，並以傳真機接收國內外有關傳真天氣圖及中央氣象局氣象衛星雲圖，以資參考運用。同時將天氣分析圖、預報圖以及衛星雲圖，轉發至各氣象臺和飛航諮詢臺運用。

在裝備方面，中正及高雄兩國際機場設有傳真機、風向風速計、跑道視程儀、雲幕儀及遙測溫度露點計。臺北松山機場亦設有風向風速計、跑道視程儀及遙測溫度露點計。所有機場都設有氣壓計、雨量計。此外，民航局已於民國七十六年六月在中正機場假設都卜勒氣象雷達，可觀測該機場附近之風切及危害天氣情況，有助於航機起降之安全。

3.3 臺北飛航情報區導航與助航設施發展概況與檢討

3.3.1 臺北飛航情報區導航與助航設施發展概況

導航與助航設施從廣義而言，應包括雷達、通信、航空氣象及機場燈光等設備。回顧臺北飛航情報區導航與助航設施發展之情形如下：[25]

一、初創時期（民國三十八年至四十二年）

本時期由於政府大陸撤退來臺，民航局由南京至廣州，再遷來臺北，成立臺北飛航情報區。初來臺灣一切須從頭作起，爲了發展臺灣之空中交通，民航局接收松山塔臺後，管制飛機在臺北起降，同時也成立了臺北航用電臺，以老式之電傳印字機及高頻摩爾斯電碼，傳遞飛航情報，並在恆春、馬公、淡水三地設立管制站，以管制航路上之飛機。導航設備則祇有恆春、富貴角及臺南三長波歸航臺，利用此種電臺可引導飛機至電臺上空，惟並不能判斷位置在點臺的那一個方向。

二、接受美援時期（民國四十二年至五十六年）

此期期美國對我國提供經濟援助，美國民航總署亦派工程及相關人員來臺成立民航小組協助民航建設。首先劃定本飛航情報區之航路，在航路之終端或轉接點，設立一多向導航臺，此種電臺除可引導飛機飛往電臺上空外，也可知道在點臺的那一個方向，爲較進步之導航設備。本期間先後共裝設了

爲能澈底管制航路上之飛機，民航局接收了空軍之航管中心而成立了臺北區管中心，以往派至恆春、馬公、淡水之管制員，便集中在區管中心以平面及陸空通信來管制全區航路上之飛機。又爲擴展陸空無線電通達範圍，故在大屯山、合歡山分別設立陸空通信臺，在區管中心設遙控電話，而增廣了通信距離。

隨著臺北進場之飛機架次成長迅速，僅憑藉陸空通話，未能看見飛機，無法有效管制飛機之進場，再由美援供給一套原爲軍用之FPS-8雷達，而達到能看見飛機影像之雷達管制時期。

此段時期雖接收了松山塔臺，但覺機場舊跑道已不夠標準，遂由美援在靠近松山機場北邊建立一條新跑道，並建立了目前仍在使用之鋼筋水泥塔臺。同時爲了便於飛機在雲雨天氣降落，亦建立了臺北飛航情報區之第一套儀降系統，附帶之定位臺及機場燈光，使松山機場在雲高二百五十呎，能見度1/2哩情況下飛機仍可降落。該天氣標準係依裝設在機場附近之雲幕儀及能見度儀測量而得。

本時期爲發展國內航線而整修高雄小港機場，建立高雄航空站與塔臺，促進了臺灣南北空中交通之發展。

三、航路再改進時期（民國五十六年至六十二年）

民國五十四年美援停止，政府乃自力更生籌措經費致力於民航建設。首先對東部航路加裝了草山、綠島兩多向導航臺，在西部國際航路之轉角點加裝一後龍多向導航臺。草山臺日後因使用價值不大且地處偏僻，日常支援不易而撤銷。

多向導航臺雖能供給飛機對電臺之方向，但無能告知對電臺之距離，且航路係軍民共用，故臺南、恆春、後龍、綠島與馬公五個多向導航臺分別配合裝設能指示距離之空軍太康裝備，而構成多向導航太康臺；大屯山、花蓮則自

購測距儀，如此各電臺在航路上除提供飛機方向外，亦可知對電臺之距離，再比照解析幾何中極座標之原理，飛行員立刻可知道自己在何處之上空，俾以向管制員報告飛機之所在地點。

至此時期，臺北機場之儀降系統已顯老舊應予汰換，高雄跑道亦應裝設，故兩地皆裝設了新儀降系統，便於飛機在此兩機場降落。

自空軍移轉來之區管中心因僅有喔中端雷達，不足以涵蓋整個飛航情報區之空域，如民航局建立自己的雷達則所費甚鉅，遂與空軍合作利用空軍北中南三座防情雷達，將訊號經微波鏈及潛龍電路，傳至新臺北區管中心，並在此三陣地內由民航局投資裝設新式的次級雷達，臺北區管中心配與解碼電腦，在雷達顯示器上所顯示者即為航管自動化之型式，有飛機之代號、高度與速度，對航管人員之辨識確實方便不少。

此時期為配合來往頻繁之飛機，僅靠電動印字機傳遞飛航情報，已不足以應付需求，民航局遂向英國採購利用電腦處理來往電報之通信自動化設備，以處理快速之電報。

此時期原有之終端雷達FPS-8亦不夠需求，故臺北、高雄兩機場皆採購新式之ASR-7及TPX-42A雷達，使終端雷達與航路雷達互相配合為自動顯示。

四、中正機場興建時期（民國六十二年至六十八年）

由於航機日益增多，且來往旅客眾多，松山機場因擁

擠但已無處可擴充，政府經多方面考量而選定桃園縣大園鄉中正機場現址，鋪設新跑道、滑行道、停機坪與宏偉之出入境大廳。助航設施方面則在新跑道之兩端建立儀降系統，並配合第二跑道之使用，建立全套機場燈光系統包括跑道燈光、落地區燈及進場燈等。在跑道邊上另建有四十六公尺高並配有適當通信系統之管制塔，以管制來往起降之飛機。在此塔之七樓並設有氣象觀測臺，將分裝在機場各處之氣象觀測裝備，用訊號線連入，在以微電腦處理作成自動化之氣象顯示，包括能見度、雲幕高、風向、風速、溫度、濕度等資料。另有傳真機將天氣預報圖自臺北傳中正機場。

在跑道北面又建立一多向導航太康臺，便於飛機飛向中正機場；並加裝最新式之終端雷達ASR-8，訊號則送往臺北管制中心。中正機場於民國六十八年二月完工而正式對外開放。

五、增設進場設施時期（民國六十八年至七十五年）

由於北部終端管制站設於區管中心內，管制作業上並不方便，民航局遂將北部終端管制站由臺北遷至中正機場；高雄終端管制站原機房亦不敷使用，故建立新機房及管制站；再在臺中清泉崗成立中部雷達管制站，至此臺北飛航情報區除有航路雷達管制外，並有北中南三座終端站，大部分航路上及進場之飛機都在雷達管制範圍內。為配合雷達管制，再利用電腦資料儲存作用發展了初期飛航資料自

動化，可自動印製飛航資料條，且將氣象資料自動化，管制員按鍵後，各地之氣象資料便顯示在螢光幕上傳向飛行員提供。通信方面除壽山臺萬外，又增加馬公與率島兩遙控通信臺，再度擴大陸空通信範圍。

民航局爲發展東部空中交通，利用空軍臺東豐年機場加鋪跑道、建立塔臺及航空站，在離島之蘭嶼亦建立塔臺，以管制來往蘭嶼、臺東之飛機。

北時期臺南、馬公雖借用空軍跑道，但已日漸成爲國內航線之重要機場，爲使飛機起降減少延滯，民航局遂徵求空軍之同意，分別在臺南、馬公各移裝了逼套儀降系統，成爲儀降機場。花蓮機場因地形特殊，不能建立全套儀降系統，便裝設了僅有左右定位臺之輔助儀降設備，臺北跑道二十八號端亦復如此；臺北一〇號端則汰換成完整系統，在滑降臺內並配置測距儀。

中正機場此段時期又增建第二條跑道，該跑道爲第一類使用，跑道兩端亦裝設儀降系統及適當之機場燈光。

此時期高雄機場取代松山機場，成爲除中正機場以外座落在南部之國際機場，因有班機來往國際間，跑道已難以支應日益增加之飛機，民航局遂籌資再興建一條新跑道，自過卑遷來機場之雷達臺，再北移至機場圍牆外，並新購儀降系統及機場燈光。

六、航管自動化時期（民國七十五年迄今）

由於東部機場如臺東、花蓮等因三面爲群山所環繞，普通儀降系統較未能發揮作用，加以其助航設施尚不理想，

民航局爲發展東部空中交通，除向法國購置雷達顯示器，以利用花蓮空軍地面管制雷達訊號，作爲航管進場用途外，並在豐年機場裝設進場燈，以彌補其助航設施之不足。又在馬公機場裝設終端雷達臺，接引訊號制清泉崗、高雄兩終端站，以彌補原雷達涵蓋之不足。

爲求中正機場之航機不受天候不良之危害，民航局特於該機場建立新式之都卜勒氣象雷達，除作一般氣象觀測外，並可觀測對飛航有極大威脅之風切。

本時期民航局並訂立了五年助航設施汰換計畫，對現有各多向導航太康臺與長波歸航臺，將分年逐漸汰換，使其成爲準確穩定之助航設施。

此時期民航局亦提出十年航管自動化發展計畫，建立新的區管中心、擴大雷達自動化、飛航與氣象資料快速傳遞之飛航諮詢自動化系統，進一步再架設提昇三終端管制站自動化功能之終端管制系統，完成後臺北飛航情報區將成爲世界一流之飛航管制區。

3.3.2 臺北飛航情報區航路設施發展概況

航空器在無邊際之空中飛航時，必須遵循一定的航路，且須接受空中交通的管制。目前臺北飛航情報區計有國際航路1條，連接亞太地區各大城市；國內航路3條，通達本省東西海岸各主要城市和馬公、金門。

一般而言，航路是由無線電導航設備發出之電子信號所組成。臺北飛航情報區的航路係以多向導航臺／太康臺以及多向

導航臺／測距儀爲主要架構，其裝備及功能與歐美先進國家的標準相同。依據民航法規定，這些航路的導航設備由民航局統籌辦理，其設備名稱與分佈說明如下：

一、長程歸航臺(*NDB*) 八座：

分別架設於臺北大屯山(*AP*)、花蓮(*YU*)、恆春(*KW*)、臺南(*NN*)、後龍(*HL*)、綠島(*GI*)及馬公(*MS*)。

二、定位臺(*Compass Locator*) 十二座：

分設在臺北六座(*SG. O. S. SW. LK. LU*)、高雄機場附近二座(*SK. CO*)、桃園二座(*TI. KS*)、臺中一座(*SN*)及花蓮機場附近一座(*HW*)。

三、特高頻多向導航臺(*VOR*) 八座：

分設在臺北大屯山(*TPE*)、臺南西港(*TNN*)、恆春(*HCN*)、花蓮(*HLN*)、馬公(*MKG*)、後龍(*HLG*)、綠島(*GID*)及桃園(*TIA*)。

四、測距儀(*DME*)十座：

分設在臺北大屯山及臺北松山機場各一座，花蓮及花蓮機場各一座，中正國際機場三座、臺南、高雄、馬公等機場各一座。

五、太康(*TACAN*) 六座：

分設在臺北林口(*LKU*)、臺南(*TNN*)、恆春(*HCN*)、後龍(*HLG*)、綠島(*GID*)及桃園中正國際機場(*TIA*)。

六、儀器降落系統 (ILS) 八套：

分設在臺北松山、臺南、高雄、馬公等機場各一套，中正國際機場四套。臺北松山及花蓮兩機場並另裝設左右定位輔助臺各一套。

七、機場搜索雷達 (ASR) 三套：

二套 ASR-7 分設在清泉崗機場及高雄國際機場，一套 ASR-8 設於中正國際機場。此外，並有次級雷達 TPX-42 六套，三套用於航路，三套分別配合 ASR-7 及 ASR-8。

3.3.3 臺北飛航情報區航路導航與助航設施之檢討

目前臺北飛航情報區內之各項航路導航與助航設施概況已如上述，茲針對各項設施之必要性加以檢討如下：

一、多向導航臺 (TOR) 及測距儀 (DME)

一般駕駛員都盼望每個機場均能裝有多向導航及測距儀。但前者因電波使用極高頻率 (VHS)，會受到各類建築物、電力線及高山等反射或彎曲而失其準確性，故極難覓得合格之臺址。目前僅中正及馬公機場架設成功，其它機場則無法架設該項裝備。高雄及花蓮機場過去亦曾嘗試架設此項裝備，尤其以花蓮臺於民國六十二年底嘗試架設時，所投入之工時最爲長久，前後歷經地測七十餘次，飛測六次之多，雖曾盡力以反射網試圖改善，終因無法達到開放標準，仍於民國六十五年初宣告放棄後拆除。

多向導航臺電波用於構成空中航行路線者叫航路用多向導航臺，本省除了中正為終端用多向導航臺(TVOR)外，其它所有的多向導航臺(VOR)都是為航路所使用，其中包括在花蓮、綠島、馬公及其他各海邊及山頂上之多向導航臺。其中馬公之多向導航臺則兼具終端與航路之用。

航路用多向航導臺猶如黑夜中指引船隻方向的燈塔，係駕駛員極其依賴之地面裝備，本省亦設有多處，且各條航路均由其電波角度構成，由於它可以引導飛機接近機場跑道頭降落，可以減低起降天氣標準，故終端用多向導航臺(TVOR)實為每個機場皆應具有之重要設施。

雖然多向導航臺與對於航機起降時無所幫助之雷達為有用，但其功能仍較儀降系統(ILS)稍差。由於其能提供多向訊號是其優點，可惜因本省絕大多數之機場不是近山，就是接近市區而無法架設。例如花蓮、臺東豐年、臺北松山及高雄小港機場皆是。

二、太康臺(TACAN)

雖然太康臺能提供民航機距離資料，但卻不能提供民航機所需要之方位訊號。其所發射之電波週率已達一千兆赫上下，因其波長甚短，而空中接收機之體積較小，故可普遍加於戰鬥機上而不致大增其重量。因此太康臺多架於駐有軍機之機場，提供終端服務。

目前花蓮機場內之太康臺係屬軍方所管理，作為終端服務之用；綠島結合太康臺與多向導航臺之VORTAC，可供

軍民航機航路之用，目前由民航局負責管理。馬公機場內民航局之多向航導臺與軍方之太康臺之距離甚近，對空中運用仍屬VORTAC結構。該臺兼作終端及航路之用，對香港、東京間之過境飛機尤為重要。

三、儀器降落系統(ILS)

由於儀器降落系統係屬精確之導航裝置，可於黑暗、雲雨或惡劣天氣下引導航機接近跑道末端，待飛行員看到進場燈光後即可平安落地，故係專門為飛機降落前提供服務。該系統雖為能減低降落天氣標準之最佳現有裝備，惟其架設後必須過飛航測試合格後始得開放。而其飛航測試工作受限於諸多因素，例如遇有天線故障時，則須經更換組件後方能再測。而測試時經常因天氣欠佳、能見度未能達到足夠之視距而無法執行飛航測試，就必須等待適當時機再測。有時一等便數週，有時或長達數月之久。七十二年元月臺南機場ILS即已架設妥當，但迄至五月分天氣變好時方完成飛航測試，即為一個實例。

由於完整之儀器降落系統包括左右定位臺，其發射週率為極高頻(VHF)，若降落中心往外延長線上有高山阻擋，便會使電波反射或彎曲，便無法架設。花蓮及臺東豐年跑道由於兩端均有高山，皆不能裝設完整之儀器降落系統，故該兩處之降落天氣標準很難降低，每遇天雨，班機常有不能降落之苦。民航局亦經常接到多方來函，建議加以改善。

四、微波降落系統 (MLS)

微波降落系統是一種更精密之儀器降落系統，它有漸漸取代ILS之趨勢。微波降落系統地面裝備，依機場內跑道長度、建築物情況，及機場外地形是否起伏而有各種不同之類型。美國民航總署對MILS訂出七種不同型別，民航局花蓮機場0三跑道所架設之MILS即為第四類型，其方位臺高度臺波束均寬一度，方位臺掃描加減四十度。臺東豐年機場0四跑道所架設即為第一類型微波降落系統，其方位臺發射波柱為二度，高度為一·五度，方位臺掃描加減四十度。本省其他機場未來若換裝微波降落系統之型別時，仍須實地評估各跑道長度、建築物及機場外之地形起伏程度後方能決定。

五、機場搜所雷達(SAR)

因為設置一處機場搜所雷達之投資龐大，除須投資數億元的開創費外，每年尚需花費鉅額之維持費。僅編制人力即達五十人以上，已是一般小型航空站人員之數倍。而機場搜索雷達之功能主要在於保持空中間隔，免致發生接近之危險，因此只有在某一機場上空之飛行活動極為頻繁時，方被考慮來架設該項雷達。空中交通之頻繁度依美國民航總署的規定，以每年起降架次達五萬以上時，該機場才值得考慮裝設雷達。

目前為了投資及效益上之考慮，在航機活動量不很大的機場，民航局多未積極考慮裝設雷達。然而雖然花蓮、

臺東及澎湖上空民航機活動量，尚未達到應架設機場雷達之標準。而且花蓮或臺東豐年機場即使在架設雷達後，一旦天氣變劣，能見度不佳，同樣的飛機亦不可以冒險起降。但由於軍方戰鬥機之進駐，且經常密集訓練，致在某一短時間內之飛機活動量不能不加以慎重考慮。故花蓮、馬公及臺東豐年三個機場雷達之裝設已屬需要。

目前花蓮機場之雷達管制作業，已於民國七十六年七月初開放。馬公機場雷達裝備已於民國八十年四月開放，其系統係一部可達九十哩的中程雷達，其涵蓋將包括整個臺灣海峽，東至嘉義、臺南、岡山、臺中等地區，西可達金門上空。架設後不但具有終端功能，且有兼作航路雷達之特性。

至於臺東豐年機場雷達，民航局飛航服務工作單位已認為確屬需要，故整個研究作業已在積極進行中，預期在該案奉准後，將可就人員編制及裝備等儘速辦理。惟完成時間至少應在兩三年以後。

此外，民航局在本島西部現有三座機場搜索雷達，分別架設在桃園中正國際機場、高雄小港國際機場、臺中清泉岡軍用機場。至於臺北松山機場由於進場管制雷達拆遷至高雄機場後，致松山機場之離到場航機，因受各項環境影響，形成地面等待起飛、空中等待落地之壅塞情況，例如自花蓮飛臺北全航程僅約需20分鐘，但有時空中待命確超過20分鐘，使航空公司營運成本增加甚鉅，建議民航局

應儘速添購管制雷達設備，以增進機場營運效率與促進飛航安全。

爲確保助航設備的可靠性，民航局目前置有 *Super King AIR-20D* 測試機一架，機上配置各種精密查核儀器，對各項助航設備實施定期或不定期飛航測試。此外，並備有電波偵測車一輛，經長偵測各助航設備的頻率及有礙助航設備的電波，以保障助航設備的正常發射功能。

3.4 臺北飛航情報區飛航管制系統技術之發展現況

本節主要說明臺北飛航情報區飛航管制系統技術之發展現況中有關十年航管發展計畫與其修正計畫內容與進度。

3.4.1 臺北飛航情報區早期航管自動化發展計畫

民國五十四年美援停止後，民航局於東部草山、綠島等處設多向導航臺，再將其他各台改爲多向導航太康 (*VOR/TAC*) 臺以供軍民之用。該臺除能使飛行員得知導航臺方向外，並能得知其相對距離，以確切掌握自身位置。民國五十七年後，民航局即積極推動航管自動化構想，期使台灣能領先日本，成爲東亞地區航管作業的先驅之一 [24]。

臺北飛航情報區早期之航管自動化發展計畫分爲二大類，分述如下：

一、終端雷達自動化系統：

使用美製 *ASR-7* (有效距離 100 公里) 機場搜索雷達及 *TPX-42A* 型式次級搜索雷達 (*SSR*，有效距離數百公里) 各二套，成對分設於台北及高雄國際機場，以汰換 *EPS-8* 或補其不足，

二者分別於民國六十年及六十一年開始操作。另外購買美製NOVA 800型迷你電腦二套裝設於上述二處，以構成自動化的系統功能。

二、航路雷達管制自動化系統：

其中所謂的高瞻計畫，即以三套TPX-42A型次級搜索雷達配合北、中、南之嵩山、樂山、大崗山三處空軍FPS-88型長程搜索雷達，以汰換舊式次級搜索雷達，而配合自動化需求。另購入NOVA 840型三迷你電腦系統，中央處理位元為16位元(*bit*)，記憶容量則為40仟位元組(*KB*)；配合以微波鏈及潛龍電路遙控自高山的次級搜索雷達訊號，經數位化處理後，轉變為文字及數字顯示於新購的RDST 22吋大型雷達幕上，以確實收到雷達自動化效益。此外，並連接終端雷達自動化系統，使之相互配合，以實施航路雷達間及航路雷達與終端雷達間之雷達自動交管功能。

其中的次級搜索雷達系統是很重要的設備，作用如同敵我識別(*IFF*)裝置一般。與次級搜索雷達相對的系統則為初級搜索雷達系統，包含機場搜索雷達(*ASR*，即終端雷達，如*ASR-7*及*ASR-8*)及航路(監視)雷達(*ARSR*，如*FPS-8*、*FPS-88*及*ARSR-4*等)。在沒有次級搜索雷達或敵我識別的情形下，僅能在雷達幕上看到目標反射的亮點，根本不能知道目標的型式、種類、高度等資料。但次級搜索雷達則以詢問器發射不同詢問模式的脈波，當空中裝有異頻雷達收發器(*transponder*，又名答詢器)的飛機接收到詢問脈波後，即加以解碼判斷，而針對其詢問模式發回指派編碼、或大

氣壓力怠測數據(即高度資料)組成的回答脈波，使次級搜索雷達獲得目標的有關數據。

以TPX-42A型次級搜索雷達為例，其詢問模式包括Mode 1、Mode 2、Mode 3A及Mode c等四種，其中 Mode 1/2在台灣歸軍方所用，加上天線的數位化方位訊號，可由電腦接收處理後，顯示航空器的方位、距離、識別(呼號及編號)、高度(Mode C)及危難(如劫機)或通訊故障等資料，使管制員不用再叫飛行員作左彎右拐的識別動作，即可在雷達幕上看到文字、數字所代表的航機訊號。這種結合初、次級搜索雷達，並使用數位電腦以數位訊號儲存、計算、監視、顯示各標標資料之系統，即為航管雷達自動化的精要所在，其功用在於加速空中流量、減少陸空通話及提高飛航安全。

早期航管自動化階段為民國六十一年至六十六年，由於使用TPX-42A型次級搜索雷達可以識別航空器的編號、種類、型式，因此其敵我識別功能十分精良，併用於空軍的防空識別系統，重要性自不在話下。是故，高瞻計畫成為軍用戰管及民用航管首次正式大規模合作的先例。

繼航管雷達自動化後，政府又以鉅資建立桃園中正(CKS)國際機場，並加裝一具ASR-8K新型終端雷達，於民國六十八年正式完成。稍後，由於北部終端管制設在區管中心內，不易管制中正機場，因此改遷至中正機場內。同時又在台中清泉崗成立中部雷達管制站並新建高雄終端機房及管制站，使台灣除有航路雷達管制外，並有北、中、南三大終端管制，使大部份航路上和近場中的飛機皆在雷達管制下。此外，使用電腦資料儲存功能發展而成的初期飛

航資料自動化，可自動印製飛航管制條(*flight strip*)，併合氣象資料自動化，使飛行員及管制員更加便利。

3. 4. 2 臺北飛航情報區十年航管發展主計畫

雖然臺北飛航情報區在民國六十六年完成了初期航管自動化系統，但因計畫內容祇著重雷達管制自動化，對全面的航管自動化系統，例如氣象與飛航情報系統、通訊系統、助航系統及後勤維護系統等，並未加以規劃改進。因此在民國六十七年我國與美國斷交後，一向為我國提供航管顧問的美國民航小組裁撤之後，民航局另以美國麥特(*Mitre*)顧問公司為我國航管系統之工程顧問，與民航局合作研擬臺北飛航情報區航管系統十年發展主計畫，於民國六十九年完成撰寫，並核准施行。

此項簡稱十年計劃的工程，為我國近年來最大的航管發展計劃，並奉行政院列管為國家十四項重要經濟建設之一，預計全部計畫將耗費新臺幣數十億元。因與軍方戰管系統密切銜結，因此重要性不亞於前期的戰管系統。

這套甚受世人矚目的航管自動化系統，實際上係將飛航管制作業完全納入電腦化與數據化之中，並將成為九〇年代世界飛航管制系統發展之主流。

該項預計耗費新臺幣數十億元之十年計劃共涵蓋下列九項重要系統及建築工程：

- 一、航管自動化系統航路管制自動化 (一套)
- 二、航管自動化系統終端管制自動化 (三套)
- 三、飛航諮詢服務系統

四、一套航路航管通話系統

五、三套終端航管通話系統

六、戰航管自動化系統銜接工程

七、終端雷達系統

八、新區管中心作業大廈新建工程

九、後勤管理系統

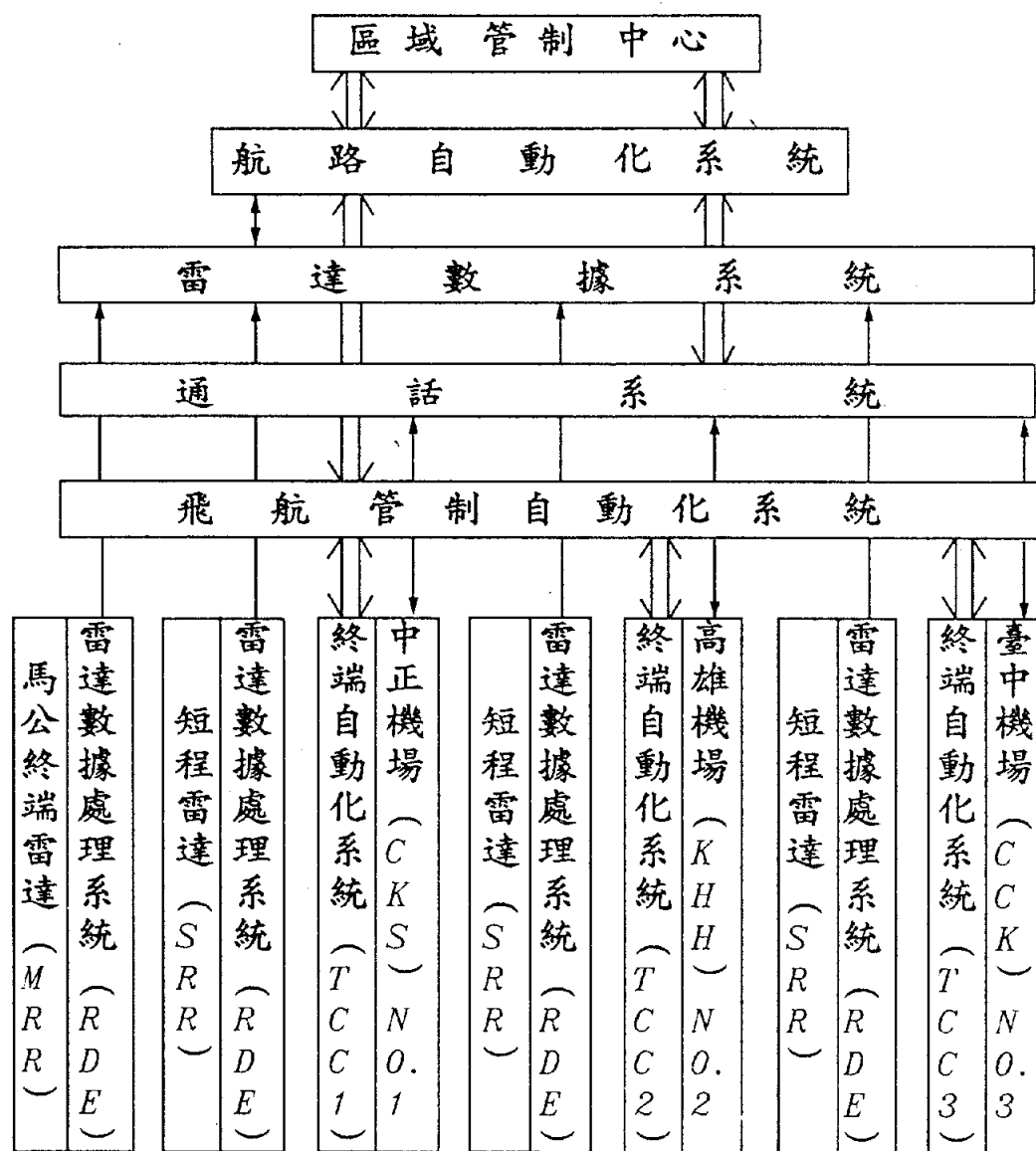
其中一、二、六項屬於航管自動化系統，四、五項合爲航管通話系統，各項系統均採分項公開招標方式進行。有關航管系統自動化部份之架構如圖3-5所示。

民航局於民國七十二年年初奉准開國際標，邀請國際上知名之航管系統製造商來投標，當時投標者計有四家公司，分別爲美國之洛克希德公司 (Lockheed)、美國系統設計工程公司 (SDC)、荷蘭飛利浦公司 (Philips) 及法國湯姆森公司 (Thomson-CSF)。經過約半年之久的審標以及決標之談判作業，而於民國七十二年十二月二十日與美國洛克希德公司正式簽約，由其承製航管自動化系統工程。

美國洛克希德公司承包的航管自動化系統，在可靠性 (Reliability)、可維護性 (Maintainability) 以及適用性 (Availability) 方面具有下列九項特點：

一、採用世界最先進的電腦容錯系統 (Fault-Tolerant Status 32 Mini Computer)，可以容忍錯失。一部電腦本身即擁有二套電腦設備並同時雙工操作，不會因爲任何一組件的失

效而影響整個電腦之操作，並可自動警示維護人員，指出失效之組件，以模組化加以抽換，抽換時並不會中斷系統操作，錯誤容忍度甚高，且軟硬體皆有失效時的安全措施 (fail-safe)。



資料來源：[43]

圖 3-5 我國十年航管系統自動化之架構

- 二、航路自動化系統部分共採用五部電腦，終端自動化部份則採用二至三部電腦，各電腦系統間可相互支援，任何一個電腦系統失效，仍能維持整個系統持續工作之能力，也能滿足最低限度的航管作業需求。整個系統在設計時，均預留50%的未來擴充容量。
- 三、史崔特斯電腦(*Stratus Computer*)製造商將建立全球衛星網路，直接與各地*Stratus Computer*連接，如電腦發生故障時，將透過衛星通訊網路將此消息傳送至位於美國波士頓之維護中心，同時也通知使用之客戶，本區所採用之電腦亦將納入該計畫中。
- 四、航路自動化部份之雷達資料，係直接由空軍10座(原先為3座)戰管雷達截取而來，其數位化資料可使電腦自動將各資料加以篩選，而以最穩定、最佳之資料自動化顯示。其數位化顯示不僅具文字符號，可增加雷達涵蓋面，並在主雷達資料不穩時提供備份雷達資料，使安全性大增。
- 五、航管自動化飛航資料處理系統，係以電子顯示板(*ETD*，又稱電子飛航管制條，*ETAB*)取代現行人工管制紀錄條，所有飛航資料皆由電腦處理，可自動追蹤所有航機、自動計算航機通過未來位置報告點之時間，並可與雷達資料比對處理等。資料的傳輸與航管許可之頒發，已由按鍵數據傳輸方式以取代口語電話傳輸。
- 六、航管自動化系統與空軍自動化戰管系統相銜接，可簡化雙方間之協調程序、提高反應速度並增強防空識別能力，並具有

交接管、航機位置指示、穿越航路、緊急起飛、偏航警示等功能。

七、全系統具有即時輸入、處理與分送之特性，可提供反應速度及精確度。其操作資料、雷達及飛航資料均可記錄、儲存、分析，以供維護人員防患未然，並作為校正系統之依據及測試與維護之參考，或供管制人員查核與意外事件分析之用。

八、本系統具模擬作業功能，可供航管人員訓練、技術檢定及席位查核之用，其專用訓練席及管制席可相互改用支援。因採用電腦操控，故只須修改軟體程式即可使模擬千變萬化，甚具使用彈性。

九、系統具有先進的空中互撞警示及最低安全高度警告功能，可提供給管制員以避免撞機及撞山之危險。

此外，飛航諮詢服務系統(FISS)由法國湯姆森公司於民國七十三年承包，可以電腦提供飛航情形及航空氣象等資料。航管通訊系統由美國丹諾公司於民國七十四年簽約承包，可以數位通訊方式連接飛航諮詢服務系統、航空固定通信網路(AFTN)，各雷達陣地、區管中心、各近場台、空軍防空系統及未來自動化之鄰接飛航情報區，並以電腦化的口語通訊方式連接區管中心室內各處，具搶線、會商及彈性調整通話路線等功能，使用彈性甚大。

一、十年航管發展主計畫之預定進度

有關十年航管發展主計畫原定之進度如下：

- (一)民國七十一年至七十三年完成航路管制自動化及銜接空軍自動化防空系統；
- (二)民國七十四年至七十五年完成台北、高雄終端航管自動化系統並增加航路自動化系統中的空中互接警示及最低安全高度警告功能；
- (三)民國七十六年至七十七年，完成台中與花蓮地區終端航管自動化系統，並與前述各航管系統銜接完成全系統；計畫目標也將40%的技術轉移列為重要任務之一。

二、十年航管發展主計畫之實施狀況

由於全案在執行過程中一波多折，致使整個計畫內的各部份工程均受到影響，而延宕多時，茲分述如下：

(一)航管自動化系統：

據民航局指出由於洛克希德的施工品質不佳，延誤交貨時程，而由中信局於民國七十七年六月二十五日發函終止全部合約。

(二)飛航諮詢服務系統：

據民航局指出由於湯姆森公司改組，故對完成合約之承諾不足，且未能符合規格要求，交貨時程延誤，已於民國七十六年七月通知終止其全部合約。

(三)航路室內通話系統(一套)：

已由美國丹諾公司擇定國內三光惟達電子公司，為其架設、測試、驗收、訓練，已於民國七十七年完成驗收。

(四)終端室內通話系統(三套)：

亦由丹諾公司負責施工，因受終端自動化系統施工影響，原訂進度稍有延誤，但全部工程已在民國七十八年六月施工完畢。

(五)戰航管自動化系統銜接工程：

本工程因與空防關係最密切而益顯重要，已經由洛克希德公司在軍方雷達傳輸線路上設置雷達訊號分離器及所需之傳輸光纜，以截取戰管雷達資料。此部份工程(即第一銜接介面工程)已完工驗收，惟因承包商逾期交貨，有關問題則由中信局處理。至於銜接戰管系統、交換傳遞資料的第二銜接介面工程，則改為交通部列管。

(六)終端雷達系統：

原計畫須架設二座終端雷達系統，分別位於花蓮與嘉義，後來花蓮部份因軍方啓用湯姆森公司地面管制近(進)場(GCA)雷達，已解決該區航管作業需求。

為配合台金航線開航另須架設於嘉義之終端雷達系統，為顧及該地區航管作業之需求而決定改架馬公。該案經委託中信局辦理，由湯姆森承包此項工程，採用其TRAC2100型初／次級搜索雷達系統，已在民國七十九年十二月完成安裝與測試驗收。

(七)新區管中心作業大廈新建工程：

原先進度落後的新區管中心(地下一層、地上三層，在台北公館蟾蜍山附近)，已由力霸公司在民國七十四年七月十四日如期完工。

(八)後勤管理系統：

因遠端監控系統部份並無現貨，加上民航局既有裝備老舊無法配合運用，已在交通部的同意之下，將此項工程款項移至新區管中心作業大廈項目之下，同時將此項目自十年主計畫中剔除。

3.4.3 臺北飛航情報區十年航管計畫之調整計畫

民航局有鑑於臺北飛航情報區現行之航管系統多已老舊，而區內航機流量由於本地區蓬勃的經濟發展情勢，以及政府開放天空及開放大陸探親政策的影響，已有顯著的成長；在十年航管主計畫部分項目未能及時完成時，應重新辦理航管自動化系統採購，已屬刻不容緩。

民航局已體認航管系統更新之迫切，故於民國七十七年六月，於終止洛克希德公司合約的當月，即提出一份延續「十年計畫」之「調整計畫」草案，歷經七次的修改，終於在同年十月初，獲交通部全力協助與支持下，將此草案提呈行政院審核。

行政院經建會亦充分瞭解此案之重要性，並密切配合提供支援，卒於十一月十六日提交行政院經建會第四八六次審查委員會，而奉准通過。隨後民航局即加速作業，以期於最短期限內，辦理航管自動化及飛航資料自動轉報系統之採購作業。

依據民航局所提報之「調整計畫」其重點包括：

- 一、延伸「十年計畫」自民國七十八年六月三十日至民國八十二年六月三十日，計延長原計畫四年。

二、增列經費九億六千餘萬元，以配合重新辦理航管自動化系統及飛航資料自動轉報系統。

三、新系統之採購，將以採購已發展、且接近民航局原有規格之現貨系統為主，原有規格將予適度放寬。

四、新系統之採購，將採向歐美地區公開招標方式為之。對於投標廠商之資格，將予嚴格審查。

五、航管自動化系統之採購方式，因其系統較複雜，施工風險較大，將不以低價決標，改以公告標準加權計算總分決標。將技術、管理、價格因素綜合計算，並依權重加權計算，總分最高者得標。惟其價格仍需在底價法定規定範圍內。

六、「調整計畫」之執行，將依民航局組織法之規定，依權責分工，期能凝聚更有效人力，執行各項系統之採購。

由前項所提「調整計畫」之重點，已有清晰跡象顯示，民航局已自前車覆轍經驗中，汲取其教訓、反應在「調整計畫」之中。

民航局辦理「調整計畫」發包作業時，共有美國IBM、法國湯姆森及荷蘭西格納爾三家公司投標。民航局於民國七十八年十月三日開規格標、於民國七十八年十月二十七日完成管理評審、於民國七十九年二月十三日開放價格標後憑各項加權計算總分決標，由IBM得標。

目前我國航管系統十年發展主計畫與調整計畫主要系統工程執行情況如下(詳請參考表3.5所示)：

表3.5 我國航管系統十年發展主計畫與調整計畫主要系統工程執行情形

十年主計畫項目	執行狀況 (民國78年8月)	調整計畫事項	執行狀況 (民國83年8月)
航路自動化系統 (一套)	77.06.25中信局以SD10028 函終止承包商洛克希德公司合約	航路自動化系統 (一套)	重新採購符合本區規格要求之替代現貨系統，於80年與IBM 公司簽約，將於83.8完成系統測試與驗收
終端自動化系統 (三套)	同上	終端自動化系統 (三套)	同上
飛航諮詢服務系統	76.7.6. 中信局以SD10028 函終止承包商湯臣TITN公司合約	飛航諮詢服務系統 (飛航自動轉報系統)	重新採購轉報現貨系統，已於80.7.完成驗收，並於80.8.20正式啓用
航路室內通話系統 (一套)	已於77年完成驗收		完成備份零組件之採購，並將配合調整計畫航路及終端自動化系統架設時程，遷架各通信面板，已於82年底前完成遷架
終端室內通話系統 (三套)	已於78年完成驗收		同上
戰航管自動化系統相互銜接	第一銜接介面已完工，第二銜接介面改為交通部列管	戰航管自動化系統相互銜接	因市場無現貨，本計畫剔除戰航管自動化第二銜接介面，並於81.4.1另案辦理簽約，並於82年10月完成
終端雷達系統	審計部已准以議價方式決標，並委託中信局辦理議價	馬公終端雷達系統	已於80.2.28.完成驗收，於80.4.24.正式啓用
後勤(資訊)管理系統	因遠端監控系統無現貨，且民航局現有裝備無法配合運用，簽請准予剔除	奉准剔除	
新區管中心作業大廈	已於74.7.28.完工	戰航管自動化系統相互銜接	另列中正、臺中及高雄近場臺擴建及改建物之水電、空調冷氣配合工程，已於82.6.前完工

資料來源：[44]

一、航路自動化系統(一套)與終端自動化系統(三套)：

民航局經重新採購符合本區規格要求之替代現貨系統，已於民國八十年與IBM公司簽約，已於八十三年八月完成系統測試與驗收。有關其管制席配置與作業情形，以及中正機場近場程序詳如照片1~4所示。

二、飛航諮詢服務系統：

民航局經重新採購符合本區規格要求之替代轉報現貨系統，已於民國八十年七月二十日完成驗收，並於八十年八月二十日正式啓用。

三、航路室內通話系統(一套)與終端室內通話系統(三套)：

民航局已於民國七十七年與七十八年分別完成驗收，目前且已完成備份零組件之採購，並將配合調整計畫航路及終端自動化系統架設時程，遷架各通信面板，已於八十二年底前完成遷架。有關航路室內通話系統之配備如照片5所示。

四、戰航管自動化系統相互銜接：

本案在民國七十八年第一銜接介面已完工，第二銜接介面改爲交交通部列管。目前因市場無現貨，故在調整計畫已剔除戰航管自動化系統第二銜接介面，並於民國八十一年四月一日另案辦理簽約，已於八十二年十月完成。

五、終端雷達系統：

調整計畫中之馬公終端雷達已於民國八十年二月二十八日完成驗收，並於八十年四月二十四日正式啓用。有關終端雷達監測系統如照片6所示。

六、新區管中心作業大廈：

調整計畫中另列中正、臺中及高雄近場臺擴建及改建物之水電、空調冷氣配合工程，均已於民國八十二年六月前完工。

第四章 國內外航管自動化系統之比較

本章除分析比較我國與外國之航管自動化系統外，並說明未來航管系統自動化發展之趨勢。

4.1 我國與美國航管系統之比較分析

由於美國國際商業機器(IBM)公司來台競標航管自動化系統(ATCAS)方案，其研擬設計主要是以美國聯邦航空總署(FAA)目前使用中的HOST電腦系統與自動化雷達終端系統(Automatic Radar Terminal System，簡稱ARTS)，再加上發展中的先進自動化系統(Advanced Automation System，簡稱AAS)所應用的初始區段組件次系統(ISSS)而成，因此我國的航管自動化系統在IBM正式獲得民航局航管自動系統合約之後，航管系統未來的走向將勢必與美國類同，以完全的先進自動化系統為終極的目標；其發展與聯邦航空總署現有的系統運作及未來的發展，亦有極為密切的關係。

綜而言之，我國的航管自動化系統與美國之航管自動化系統在架構上相同之處計有下列各項：[41]

一、半開放式之整體架構

基本而言，我國與美國之航管自動化系統係使用HOST電腦來集中處理雷達/飛航計畫資料，而在不須互相協調的顯示控制處理方面，則採用新穎的分散式處理，這種輸入不開放而輸出(顯示處理)開放之架構均是所謂的半開放式整體架構。

IBM對我國航管自動化系統設計，不論是區管中心或終端管制站，在雷達資料處理(RDP)及飛航計畫處理(FDP)方面都採用了保守的集中化處理原則，各操作檯僅具有顯示處理所需的有限功能。

這種集中化處理架構之優點為：

- (一)由於IBM認為在雷達/飛航資料處理方面，分散處理的概念與技術仍有待考驗。故即使連美國先進自動化計畫(AAS)的第一、二階段也還沿用了集中化設計，因此台灣的設計亦是如此。
- (二)由於自動化雷達終端系統的飛航計畫處理能力有限，因此係由區管中心統一處理主要功能後，再分送各終端系統軟體進行後續顯示與處理。換言之，全盤的飛航計畫處理大部份集中在區管中心內執行，如此可以輕易地處理自動轉報系統(AIMS)傳來的資訊，特別是定期航班的飛航計畫，而不用擔心在分散處理時會不知如何轉發這些資訊，或不知如何協調管制。

而集中化處理架構之缺點為該架構的變化彈性較低而且風險較高，祇要電腦主機故障系統就無法運作，故必須採用完善的失效保障(fail-safe)措施。由於目前的電腦設備其可靠度愈來愈高，故祇要採用雙主機操作就可以保證相當高之可靠度及安全。

另一方面，IBM設計之系統在不須互相協調的顯示控制處理方面係採用分散式處理，初始區段組件的

各項次系統，如通用操作檯(*Common Console*)及本地區域網路(*LAN*)等。由於操作檯僅具備有限的處理功能，故利用直接進入雷達頻道(*DARC*)與外圍的雷達相連線，接收比較原始的雷達資料進行有限的雷達處理顯示功能。此時外圍介面祇須直接連至中央電腦即可，不必透過任何介面或接到本地區域網路上，與各操作檯連結在一起。

這種輸入不開放而輸出(顯出處理)開效的架構，正是 *IBM*在我國航管自動化系統及美國先進自動化計畫第二階段所採用的半開放式結構。

二、區管中心設計架構

*IBM*的區管中心設計架構亦是以美國國家空域系統為主，但因原先美國的國家空域系統軟體及3083型 *HOST*主電腦並不適用於本地區域網路，故必須加裝一套本地區域網路介面單元(*LIU*，在美國總稱為過渡介面)，在網路上進行輸出/入控制作業。有關區管中心設計架構詳如圖4-1。

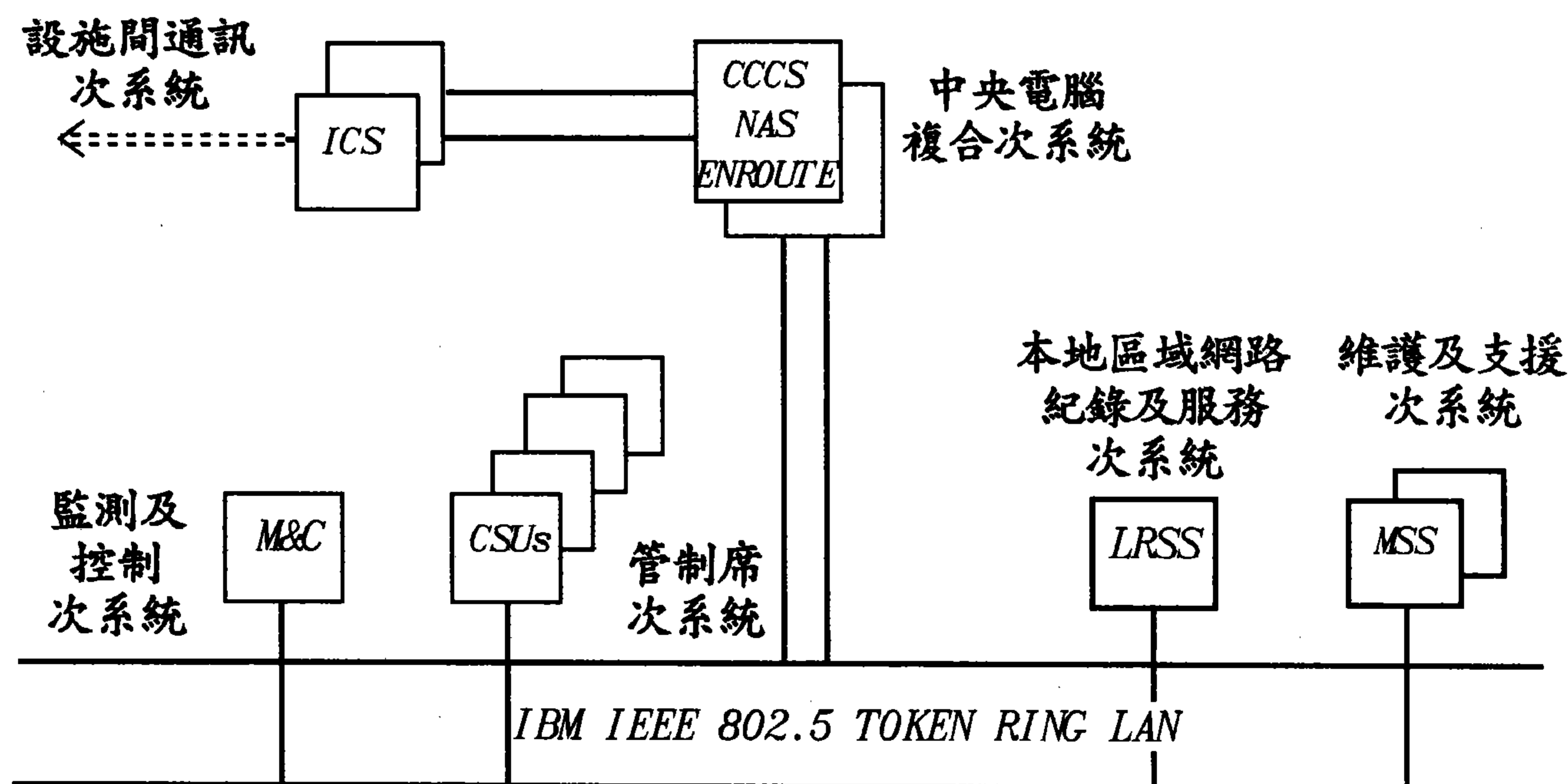


圖4-1 *IBM*為臺北飛航情報區設計之區管中心架構

茲將區管中心架構內各次系統分述如下：

(一)中央電腦複合次系統(CCCS)：可提供區管中心全部的飛航資料處理功能，並負責終端管制站的大部分飛航資料處理，是所謂的軸輻(*hub-spoke*)式集中化設計。

至於雷達資料處理(RDP)則採部份分散式架構，主要功能在中央電腦複合次系統完成，而初始區段組件的管制席(CSU)通用操作檯則執行部份雷達顯示處理功能。

上述這些包含在中央雷腦中的航管功能，都以美國的國家空域系統(NAS)航路管制軟體來執行，中央電腦複合次系統同時也須提供相關介面及直接存取裝置(DASD)硬碟機所需的處理及系統控制功能。

這套中央電腦複合次系統包含了二部IBM的4381-91中型電腦，其中一部是主要(*Primary*)系統，執行國家空域系統軟體及主要的航管系統功能；另一部則作為備用(*Standby*)系統，執行國家空域系統備用處理功能，並制用一條直接連結二部中央電腦的通道，來檢測驗證若主要電腦失效時，該備用電腦即可完全接手操作。

(二)本地區域網路次系統：可聯接各分散的元件次系統及主要與備用之4381型電腦。該次系統主要分為二個網路，一為作業網路，可執行點對點及廣播式之資訊傳輸；另一則為次級/備用網路，可進行訓練與測試工作。假使第一個網路失效，所有的作業資訊會自動傳輸至次級網路。這兩個網路都符合IEEE802.5的標準，使用IBM的權

杖(*Token Ring*)式網路設計，最大資料傳輸速度為16百萬位元/秒(*MB/S*)，具有完全商用現貨的轉接器、線纜及軟體。

採用本地區域網路的最大好處是，與網路聯線的次系統可以隨時輕易的拆離或加上，而不會打斷網路上的通訊作業或其他次系統的工作，簡化維修更換作業，並能進行真時線上(*Real time on-line*)監測等等工作。

*IBM*的權杖本地區域網路，亦是美國先進自動化系統初始區段組件系統的要項之一。

(三)設施間通訊次系統(*ICS*)：是主電腦的對外通訊介面，直接聯到中央電腦複合次系統，而不連接到本地區域網路，使整個區管中心架構呈現半開放架構。這項次系統等於是中央電腦的對外閘門，聯接了3個終端管制站，長程雷達、中程雷達及短程雷達，花蓮近場台及台東豐年機場塔台，預留了介面來聯結正在施工中的自動飛航轉報系統，並計畫在未來與空軍籌設中的終端機及現在的空軍戰管中聯線作業。

整個次系統包含了維護及測試設施(*MTF*)、主時鐘、通訊控制元件(*CCU*)及週邊轉接模組替代項(*PAMRI*)的轉接元件(*AU*)。其中，通訊控制元件採用*VME*卡，摩托羅拉(*Motorola*)公司的68000系列中央處理單元(*CPU*)，把程式燒錄在可程式規劃型記憶體(*PROM*)中。至於轉接元件則具有通用介面元件(*CIU*)及轉接器，可使中央電腦複合次系統中的國家空域航路系統能與雷達及其他外圍設施相聯結。

(四)管制席次系統(CSU)：每一個單元都有一個計畫管制席及一個雷達管制席，一起來管理飛航資訊。除了提供雷達資料以外，還有飛航管制印條機以及可選購的電子飛航管制記錄條(ETAB)，是整個航管作業的重心所在，藉由本地區域網路與中央電腦複合次系統聯線操作(如照片7)。

這項次系統包含了初始區段組件次系統的通用操作檯系統及顯示管理軟體，分別設置了現況及計畫管制顯示席，通用操作檯是美國先進自動化系統初始區段組件次系統中的重要部份，廣泛使用於管制、監測與控制等功能中。

(五)維護及支援次系統(MSS)：用以進行軟體維護及發展作業，使用一套IBM的4381-P91型電腦，以及相關的磁帶元件、印表機、控制元件與直接存取裝置，係應用美國初始區段組件次系統發展中的支援軟體，以美國軍用標準的艾達(Ada)高階電腦語言寫成。

這項次系統也與本地區域網路聯線，從網路上獲得各通用操作上的作業的資料來進行分析。IBM早先的競標方案並沒有包含這項次系統，但是為了因應民航局要求極高之可靠度以及失效保障的需求而添加的，可以在主要及備用中央電腦相繼失效或離線的情形下，接管所有的作業，成為最後一道防線。惟因該次系統係冷機待命，因此需要一段時間才能建立聯線資料執行完整的功能。有關設施維護及支援次系統之配備如照片8所示。

- (六) 監測及控制次系統 (*M&C*)：採用初始區段組件次系統的通用操作檯與本地區域網路聯線，並由系統協調員及電腦操作與裝置協調員來監測整體系統的現況及妥善程度，並控制系統的運作狀況。這個監測及控制次系統還包含了雷達資料監測系統所需的軟硬體，可以顯示未經處理的雷達資料，來驗證區管中心自動化系統雷達資料處理的妥善率與正確性，有助於進行雷達資料的品管作業。
- (七) 本地區域網路記錄及服務次系統 (*LRSS*)：使用與通用操作檯處理機相同的 *RS/6000* 系列處理機及相關介面裝置與本地區域網路相連，可以收集系統分析記錄 (*SAR*) 資料，並顯示管制席的資料以進行事件分析。除了記錄管制席資料以外，還可以提供管制席適應單元的資料。
- (八) 國家空域系統航路軟體：已在美國各大航路管制中心 (*ARTCC*) 沿用多年，是由高階的國際代數語言之朱爾自變型 (*JOVIAL*) *J-3* 語言及基本組合語言 (*BAL*) 所寫成。

JOVIAL 是美國空軍前一代的標準高階電腦語言，目前正全面由新的艾達電腦語言取代中。

三、國家空域系統軟體程式

若從程式來分類，國家空域系統軟體可分為通用程式 (含 *NOSS* 通用程式、*OS/PCP* 通用程式及 *JOVIAL* 程式庫)、支援程式、資料簡化及分析 (*DR&A*) 程式，外加週邊設施所載用的系統診斷程式，雷達資料分析程式與測試及維護程式。

四、國家空域系統軟體功能

若從功能來分，國家空域系統軟體可分為以下14個應用次系統：國家空域系統監控(*Monitor*)，雷達輸入處理(*RIN*)，多重雷達資料處理(*MRDP*)航跡資料處理(*TDP*)，自動追蹤作業(*RAT*)，顯示頻道輸出(*DCVO*)，國家空域系統遠端介面，國家空域系統介面功能，飛航與非飛航資料前置處理(*PREP*)，飛航資料處理(*EDP*)，詢問處理(*INQP*)，航路變更(*RCS*)以及管制基準點設定(*POST*)等。

其中，國家空域系統監控軟體是主要的運作系統，掌管所有的應用次系統軟體，執行真時的多重工作處理，提供中斷處理、儲存及通訊服務、程式執行控制及其他操作系統服務。在飛航資料處理方面，能處理各種訊息以建立或修改飛計畫資料庫。在雷達資料處理方面，則提供雷達目標過濾，斜距修正與選擇，航跡資料庫作業，航跡目標選擇與比對，管制與非管制追蹤報告。其中，高度警告軟體可提供區管中心完整的空中交通危險(*ATH*)及地形障礙物危險監視警示及空域保護(*TOHAP*)功能。

至於雷達資料真時品質管(*RTQC*)的軟體則能執行現況訊息監測，雷達測試訊息監測，雷達資料計數分析，雷達基位(*registration*)誤差分析，以及初級與次級雷達比較(*collimation*)誤差分析。此外，也有動態模擬的功能，可以提供真時的模擬環境，進行互動式的管制席訓練作業。

整個國家空域系統軟體超過200萬行，其中美國HOST計畫修改或新增了13萬行，而全部系統所產生的新軟體共約35萬行，包括電腦的純機器(VM)與多重純儲存(MVS)作業軟體，以及C模式限航區飛越警示功能等。

五、終端管制站設計架構

IBM的終端機管制站設計，是以優利(Unisys)公司為美國研製使用多年的自動化雷達終端系統軟體為主幹，搭配全新的RS/6000系列電腦工作站，以及優利的塔台顯示器，並延用了不少相同於區管中心的次系統。雖然RS/6000在IBM當初投標時尚未正式問世，但現在則屬於完全的商用現貨。

由「自動化雷達終端系統」的字面可知，這套終端管制站系統的功能偏重於雷達資料處理，因此其飛航計畫處理作業大半在區管中心內完成才傳送到終端管制站儲存執行。所以，終端管制站並沒有飛航管制印條機，但在計畫管制席上會顯示部份飛航管制資料，即使區管中心當機，也能保有現存使用中的飛航管制資料，這些與現行的系統大不相同。對於尚未經過區管中心處理分派的新航機資料，則限於集中化處理而不能取代區管中心自行處理並執行完整的飛航管制。

IBM為臺北飛航情報區所設計之終端管制站架構包括終端電腦複合系統(TCCS)、本地區域網路次系統、管制席次系統、監測及控制次系統、設施間通訊次系統、塔

臺現況顯示次系統(TSDS)、自動化雷達終端系統軟體等，詳如圖4-2所示。

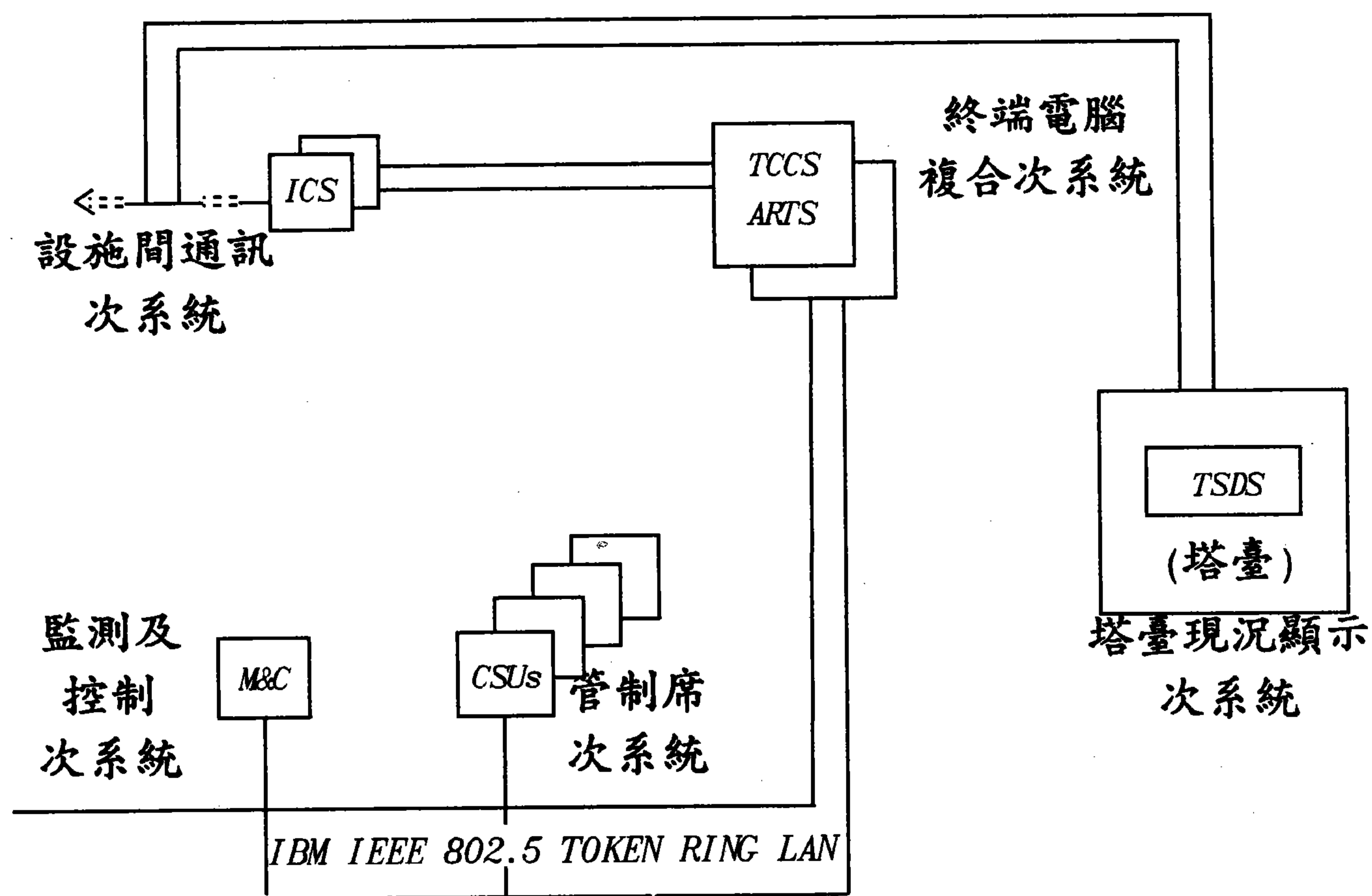


圖4-2 IBM為臺北飛航情報區設計之終端管制站架構

茲將IBM為臺北飛航情報區設計之終端管制站各次系統說明如下：

(一)終端電腦複合次系統(TCCS)，採用二套完全相同的IBM RS/6000系列電腦，一為主要電腦，另一則為備用電腦，失效保障措施的運作情形與區管中心的中央電腦複合次系統十分相近。

(二)本地區域網路次系統：與區管中心一樣，本次系統亦採取雙重IEEE 802.5標準IBM Token Ring權杖網路，其特性完全相同，連接了終端電腦複合次系統、管制席次序系統與監測及控制次系統。

- (三)管制席次系統(CSU)：與區管中心所使用之管制席次系統相同，惟缺少飛航管制引條機。
- (四)監測及控制次系統(M&C)：與區管中心所使用之監測及控制次系統相同，也有初始區段組件次系統的通用操作臺，以及智慧型終端機與初始區段組件次系統顯示管理軟體。
- (五)設施間通訊次系統(ICS)：其設計與區管中心的設施間通訊次系統略有不同，捨棄專與國家空域航路系統軟體(4381電腦)介面的轉接器，但保留週邊轉接模組替代項中之通用介面元件，沿用主時鐘、通訊控制元件(CCU)，並增加塔臺基本顯示器、塔臺飛航管制印條機，但不使用區管中心之維護及測試設施。
- (六)塔臺現況顯示次系統(TSDS)：本次系統設在塔臺中，總共使用二套優利的DBRITE顯示器，目前亦實際應用於美國聯邦航空總署下屬之機場塔臺，並透過設施間通訊次系統與終端電腦複合次系統連線。
- (七)自動化雷達終端系統軟體：這套軟體自1970年沿用迄今，特性與美國國家空域航路系統軟體相近，並經實驗印證可執行雷達監視、自動追蹤、空中交通危險、以及地形障礙物危險監視警示與空域保護之功能。後二者即是具有空中互撞警示(CA、與最低安全高度警告(MSAW)與穿越限航區警示等功能，並能在航機接近障礙物時提出警告。

自動化雷達終端系統軟體之工作包括雷達輸入處理、氣象處理、感測器追蹤、真時品管、設施間通訊、空中交通危險監視、地形及障礙物危險監視、動態模擬、顯示輸出處理等，以提供管制席及塔臺DBRITE顯示器所需之航管功能，並維持終端感測器所獲得之目標報告與飛航計畫之關聯作業。

4.2 我國與比利時航管自動化系統之比較分析

法國湯姆森 (Thomson-CSF) 公司在民航局顧問公司麥特 (Mitre) 公司的邀請之下，於1987年提出了一份以比利時電腦輔助國家航管中心 (CANAC) 系統為基礎的台灣航管自動化方案說明書，採用與CANAC幾乎完全相同的架構，故可依據該公司所設計之CANAC基本架構作為與我國航管系統間之比較分析。

基本而言，我國航管系統功能與CANAC的主要差別有下列三點：

一、外圍單位的不同，如比利時有空中交通服務報告室 (ARO)、訊息交換系統 (MSS)、布魯塞爾氣象中心，而我國則有飛航自動轉報系統及氣象中心；此外，CANAC實際上並沒有終端管制站，只有設在區管中心內的近場管制席，因此湯姆森在設計我國的終端站與相關介面聯線系統時，遭遇了在CANAC設計中所沒有的問題。

與CANAC不同的是，台北區管中心多了協調員的編制，而少了輔助管制員、軍用管制區單元、近場管制員、離場管制區單元及進場管制單元等，這是因為CANAC沒有終端管制站，因此近場及區域管制都整合在同一中心內。

二、CANAC可直接與比利時軍方的塞默札克雷達操作系統 (SERO) 交換航跡及飛航計畫，競標我國航管方案時則順應民航局計畫，把戰航管資料交換系統列為選購(option)配備。正因為CANAC可以從軍方雷達系統獲得航跡，進行航路管制，因此該公司在設計我國之方案中，係直接使用雷達資料處理器與戰管雷達聯線的作法，其雷達資料真時品管設計成效為民航局所質疑。

三、旁通處理器之需要與否：

CANAC由於採用半開放式架構，把雷達與通訊資料透過雷達前置處理器送到主電腦，必須再加裝一個旁通處理器，以免主電腦失效時資料無法送到各個管制與操作席。在台灣區管中心設計中，資料本來就送到區域網路上，各管制與操作席可直接從網路上擷取資料，所以不必再加裝旁通處理器，減少了一重裝備失效的困擾。

有關該公司設計之區管中心與終端管制站系統分述如下：

一、區管中心設計

該公司所規劃設計之我國航管自動化系統中之區管中心的方案具有下列功能：

- (一)處理並儲存來自飛航自動轉報系統、終端管制站及空軍(與戰管中心)的飛航資料，並儲存定期航班的飛航計畫。
- (二)因應飛航更新資訊來修改飛航資料庫，根據航機通過管制基準點(posting point)時的現況資料來計算抵達時間，並更新航跡資訊。

- (三)接收初/次級搜索雷達資料，處理並指派次級電達電碼給航機，處理並顯示飛機的初/次級雷達資料。
- (四)啓始航機的航跡(*track in-initiation*)，保持並關聯(匹配)飛航計畫及航跡，處理並顯示圖號及航跡資訊，輔助管制員在區管中心各區段間或與其他外圍設施進行交管(*hand-off*)作業。
- (五)接收、儲存並顯示來自飛航自動轉報系統的飛行員提示資料。
- (六)與其他終端管制站及防空設施交換資訊。
- (七)進行真時品管(*RTQC*)及系統分析記錄。
- (八)提供模擬、訓練及軟體發展功能。

該公司設計之臺北區管中心其電腦主機是五部 *Data General MV 40000* 型電腦，比 *CANAC* 的 *MV 10000* 系統容量更大，總數目也多一部，具有更佳的失效保障，因此其降級(*degraded*)操作的模式切換也不同。

MV 40000 使用一個 *TBS 301* 型介面與二號以太(*ETHERNET*) (服務)網路連線，並以二個 *TBS 301* 型介面與一號以太(作業)網路相連，此外還有一個 *TBS 279* 型監督機板掌握整體運作的正確度。

基本而言，該系統係二個雙重本地區域網路及全開放式架構。全系統的每一個組件幾乎都連接至二個雙重以太(*ETHERNET*)本地區域網路上，包括四個 *ISE 1000* 型四重雷

達資料處理器，一個 *ISE 1000* 型四重資料通訊處理器，五部 *MV 40000* 型主電腦，一部監測處理器，空中運動資訊服務 (*AMIS*) 操作席，軟體發展與維護席，電腦操作與裝備席，以及各個雷達/計畫/協調/督導管制席。

二、終端管制站系統

由於湯姆森無法從過去的設計經驗中，不管是丹麥的 *CATCAS* 或比利時 *CANAC* 等，提出一套較符合民航局需求的專用終端管制站系統設計，而且該公司也想大幅提昇其終端管制站的研製能力，因此就根據區管中心的方案，擬出一套無論是架構或功能皆十分相近的終端管制自動化系統設計。若以1987年該公司所提出的說明資料為準，其終端管制系統之架構機幾乎與區管中心完全相同，採用了五部 *Data General MV 15000* 型主電腦，比 *CANAC* 系統更新，也使用於荷蘭的 *PHARISII* 系統，最大記憶容量32百萬位元。另外還有一具 *ISE 1000* 型四重資料通訊處理器，一部監測處理器及四具 *TCL 800* 型交換元件，二套雙重以太 (*ETHERNET*) 本地區域網路，一套電腦操作員與裝備席，一套硬體維護席，一套軟體發展與維護席，一套模擬飛行員席以及完全相同的雷達/計畫/督導管制席。其操作模式(正常、降降級與旁通)也與區管中心相同。

不同的是，雷達資料處理器只有四個單重的 *ISE 1000*；多了一套塔台顯示處理系統，採用了 *GSC 1011* 型顯

示處理器，記憶容量570百萬位元的M1型螢幕，以及飛航資料顯示器；但少了一套系統協調席、空中運動資訊服務席等。

4.3 我國與日本航空交通管制自動化系統之比較分析

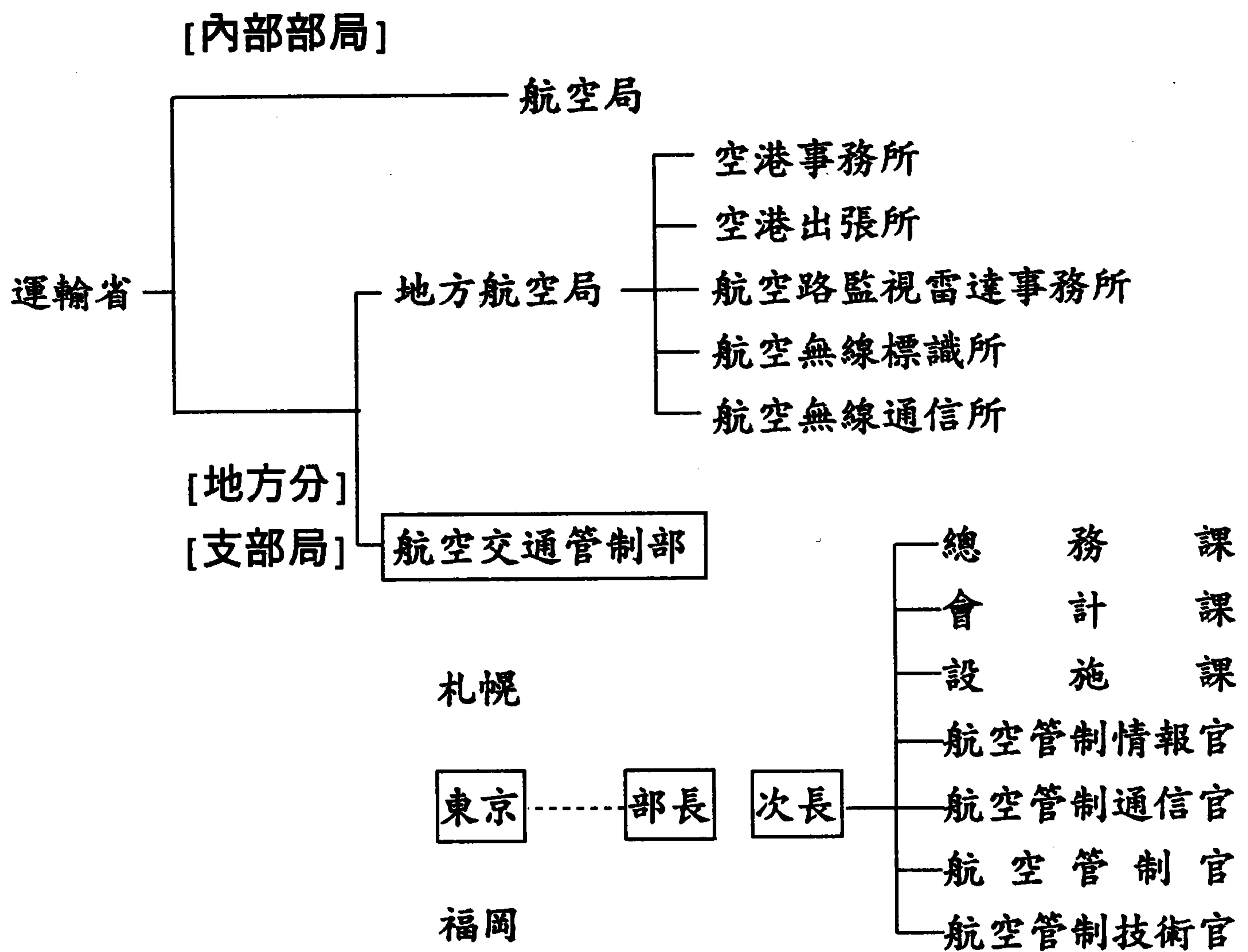
依據民航局派員赴日本東京考察其航空交通管制自動化系統之報告[15]，分就日本航空交通管制組織、航管自動化系統設備及其維護方式與制度、航空交通技術人員之培訓制度等與我國加以比較分析如下：

一、日本航空交通管制組織

依據國際民航組織劃分給日本之空域共有二個，一為東京飛航情報區，一為那霸飛航情報區。由於東京飛航情報區相當大，故劃歸由東京、札幌及福岡三個管制部管轄。日本航空交通管制部下設有總務、會計、設施、情報、通信、管制、技術等部門，有關組織架構詳如圖4-3所示。

二、日本航管自動化系統設備

依據統計東京飛航情報區每日之飛機流量約為2,300架次，而東京航空交通管制部設備主要可分為：(一)飛航情報、(二)無線電通信、(三)雷達、(四)航管自動化系統等四類。其中航管自動化系統又包括輸入資料處理(*Input Data Process*, 簡稱IDP)、雷達資料處理(*Radar Data Process*, 簡稱RDP)、飛航資料處理(*Flight Data Process*, 簡稱FDP)及海洋飛航資料處理(*Ocean Data Process*, 簡稱ODP)四個系統，分別敘述如下：



資料來源：[15]

圖4-3 日本航空交通管制部組織架構

(一)輸入資料處理 (IDP)：主要功能是接收由DTAX與AFTAX二系統送來之國內外飛航業務電報，選取其中之飛行計畫及有關之起飛、落地、交管、修改、取消等電報送給「飛航資料處理(FDP)系統」。次要功能為編輯最新情報資料透過AEIS(Aeronautical Enroute Information Service)的無線電傳達給飛機。

(二)雷達資料處理(RDP)：使用NEC 750大型電腦主機二套，內容二個主處理器、四個輸出入處理器、32K隱藏記憶體以及最大可達32 Mega Bytes主記憶體；追蹤控制器二套作為主系統之前置處理器，可處理來自八座長程雷達數據資料建立目標追蹤資料，預測其前進位置提供主系統做更進一步之處理。該系統主要功能包括自動追蹤航機、雷達資料與飛行計畫資料做相關之辨認、顯示飛機位置、呼號、高度等數據資料、雷達自動交接、防撞自動警示、多雷達處理以及危害天氣數據顯示。

(三)飛航資料處理(FDP)：採用NEC 575大型電腦主機，其記憶體為1 Mega Bytes，最多可連接20個Data Channels，80終端設備控制器；利用前置通信控制器(Front End Communication Processor, 簡稱FECP)以提高終端設備傳輸效率；在四個航空交通管制部分別裝有可自動切換的分佈集線通信控制處理器(Distribution and Concentration Communication Processor, 簡稱DCCP)，用以接收由集中處理系統送來之飛行計畫資料，DCCP係由二部NEC 7299A設計成雙重運轉系統，可打印飛行計畫紙條或接受終端機控作資料；而終端設備則包含印條機、終端機、印表機、磁碟機以及磁帶機等。該系統每天約可處理飛行計畫9830件，系統處理之反應時間則為95%者均可在三秒內完成。

(四)海洋飛航資料處理(ODP)：採用NEC 4044-11中央處理機二套、磁碟機與磁帶機個二套、線路切換開關一部、網路控制器二套、監視器一部與航情顯示器六部。該系統除接收 FDP系統主要飛行計畫外，另一資料來源為飛行員透過VHF Data Link 送來之位置報告，經IDF傳入本系統，計算飛機飛越海洋航路之時間，以預測方式在顯示器上標示飛機追蹤管制目標以方便航管人員掌握航機動態。

三、日本航管自動化系統維護方式與制度

為配合國際飛航業務，東京航空管制部所有航管及自動化系統作業亦採每天二十四小時輪值工作，不過航管及自動化系統工作人員之輪班方式略有不同，其中航管人員採四班制，自動化系統工作人員採二班制，不像我國之航管及自動化系統工作人員之輪班方式均為三班制，有關人員輪值時間表詳如表4.1所示。

表4.1 日本與我國航管及自動化系統工作人員之輪班方式比較

人員分類	日 本	我 國
航 管 人 員	早班 07:30 - 14:45	早班 07:00 - 13:00
	中班 11:45 - 19:15	中班 13:00 - 19:00
	小夜 14:45 - 21:15	夜班 19:00 - 07:00
	大夜 21:15 - 07:30	
自 動 化 系 統 工 作 人 員	日班 08:50 - 15:30	早班 07:00 - 13:00
	夜班 15:30 - 09:30	中班 13:00 - 19:00
		夜班 19:00 - 07:00

資料來源：[15, 44]

日本與英、美在航管自動化系統的維護制度與方式差異不大，共同點為系統軟體均由民航局自行維護與操作，僅電腦主機系統外包給原廠指定之子公司進行維護，其他週邊設備均自行維護。在航管自動化系統中飛航資料處理(FDP)與雷達資料處理(RDP)為個別獨立之系統，相互間以介面連繫，故管理維護亦分屬不同部門。其中 RDP係由航空管制技術部門維護，而 FDP則由航空管制部門負責管理與維護。至於其他如IDP、DLP、ODP 以及無線電設施監視和協調服務系統，則由航空管理技術部門負責管理與維護。

日本與英、美唯一的差異是自動化系統並不像英、美設有一位專門操作席，由專責之操作員(Operator)負責操作，日本是由軟、硬體人員混合值班兼任。

而我國航管自動化系統除其中航路管制自動化與終端管制自動化系統係於民國八十三年八月由IBM公司測試完成後，依照五年技術移轉計畫由該公司負責，五年期滿後由國內之中山科學研究院、資訊科技策進會等單位協助該系統之維護；其餘如飛航諮詢服務系統、航路通話系統、終端室內通話系統等軟硬體均由飛航服務總台之電腦中心與三個裝修區臺負責。至於日本在航管自動化系統維護上所須用人方面，茲僅就其航管上兩個主要系統之管理、操作、軟體與硬體之維護，飛航資料處理系統(FDP)包含管理與監控約需25位航空管制官，主機系統之操作係外包NEC，而硬體之維護則外包NEC之子公司汎澤電腦公司，含

主機系統操作約需15人；而雷達資料處理系統(RDP)之管理、操作與硬體維護約需25位航空管制技術官，主機則外包NTT公司。

而我國航管自動化系統所需人力依據IBM建議區管中心之維護人力依總臺與合約廠商合為操作需5人、管理需8人、軟體需10人、硬體需13人、行政需1人，共需56人。有關日本與我國在航管自動化系統維護上所須用人之比較詳如表4.2所示。

表4.2 日本與我國在航管自動化系統維護上所須用人之比較

國 別	人 員 分 類 與 人 數							
日 本	FDP			RDP		主 機 外 包		
	25人 (含管理與監控)			25人 (含管理、操作 與硬體維護)		15人 (含主機系 統操作)		
我 國	單位	操作	管理	軟體	硬體	行政	小計	合計
	總臺	0	6	10	10	1	27	56人
	廠商	5	2	19	3		29	

四、我國與日本航空交通技術人員之培訓制度與待遇比較

(一)我國與日本航空交通技術人員之培訓制度比較

日本為培育航空交通服務技術人員，特成立「航空保安大學」隸屬於運輸省下，專門負責培育航空交通所需之管制、通信、情報、技術、燈光及動力等技術人員。該大學本校設於東京，主要為訓練新進人員，另外在Iwanuma亦設有分校，專門訓練在職人員。

新進人員招收程度有二種，一為高中畢業程度，必須施予二年的教育訓練；一為大專以上畢業或在職人員轉任，則僅施予六個月訓練。結訓後則派往工作單位繼續在職訓練。接著再經過檢定考試，若取得技能證明即可擔任相關之管制官職務，而初階人員大多先擔任助理工作。

新進人員任職一段時期後，將再派往分校接受更深的各項訓練課程，結訓並經在職訓練後若通過技能檢定，則可再取得更高階之工作職位。而資深工作人員可獲選為參加航路或終端自動化系統以及通信、情報資料處理系統等自動化處理系統之訓練，而擔任系統管理、操作、軟體、硬體等工作。

綜觀日本對航空交通技術人員之進用與英國、瑞典、加拿大極為相似，大部分成員為高中畢業經招考錄用，經過完整之培訓後再經檢定考試合格後發給「技能證明」後取得任用資格，方能擔任職務。美國雖然沒有證照制度，但美國聯邦飛航總署之技術人員在擔任某一種裝備維護前，必須經過奧克拉荷馬民航學院受訓及格方准擔任，故與證照制度有異曲同工之效。

目前我國航空交通技術人員之進用須通過交通事業民航人員的特種考試，再經民航局技術人員訓練所加以培訓，隨後在通過學科考試後分發各單位實施在職訓練。由於訓練過程中幾乎是零淘汰[44]，而且欠缺進階(Ad-

vanced)之訓練計畫：加以航管設施各單位諸如區管中心、近場臺、塔臺等協助在職訓練之教官或督導人員之資格亦欠缺客觀鑑定考試，且訓練所與各場站間之訓練協調亦無法緊密配合，故日本對航空交通技術人員之完善之訓練、檢定制度頗值得我國效法。

(二)我國與日本航空交通技術人員之待遇比較

依據民航局所派人員赴日考察之報告顯示，日本航空交通技術人員之待遇如下：

1. 管制官(相當於我國之管制員)每月有特別津貼為日幣8,000元。
2. 管制技術官(相當於我國之機務員)若每月工作超過150小時，則有日幣5,900元加給。
3. 管制官本俸比其它人員高8%。
4. 管制官與管制技術官之待遇差距約在10%左右。

若探討我國航空交通技術人員之待遇，由於航管服務總臺各層級人員包括飛航通訊、飛航諮詢、飛航管制、航空氣象、電子機務以及自動化資訊等類人員，其薪給與專業加給各不相同，而對人員晉用與昇遷等方面計有以下問題：

1. 航管自動化部分人員之晉用職等過低，致薪資差距過多而影響士氣或導致流動率偏高。

航管技術人員中第一線之管制員經考試院授權民航局招考獲錄取，並經為期一年之訓練與實習後，其職等為委任五職等與薦任六職等間，相當於一般高考

錄取人員之職等。惟第二線資訊與機務支援人員部分係民航局自行招考以技術人員任用，錄取後卻以設計員、程式管理員以及機務員職稱任用，其職等約為委任三至四職等，故與其他航管自動化人員相比，職等上即吃虧二至三個職等，其薪資在本俸方面即少約五千元左右。不惟待遇較差，昇遷上起碼落後別人約五年以上。由於任用之職等過低與薪資差距過多而影響士氣或導致流動率偏高。這對於整體航管自動化作業之推展無疑是致命之傷害。

2. 航管自動化部分人員薪資結構不合理，導致薪資差距懸殊，亦嚴重打擊工作士氣。

航管技術人員中第一線之管制員領有飛航管制人員專業加給，依照民國八十三年七月一日調薪後之該專業加給而言，除助理管制員所領為24,870元外，飛雷達管制員、航管組技士、科員與技佐等級者可領30,620元；雷達管制員與主任級之管制員(含督導)、航管組技正與專員等級者可領34,270元；管制員包括教官、離到場工作席位間之協調員可領37,040元；主任級之管制員、塔臺長等級者可領40,220元；區域管制中心主任等級主管者則可領45,600元，詳如附件一所示。依其所領之專業加給對照一般公務人員之專業加給而言，公務人員文官體系裡之最高職等簡任十四職等之專業加給為31,650元，而薦任六職等者專業加給為15,920元，委任三職等者專業加給為13,570元，詳如附件二所示。可知一般委任與薦任公務人員之專業加給平均約較航管人員之專業加給低二分之一以上，由此可見部分人員之薪資結構確不合

理，導致薪資差距懸殊，亦嚴重打擊工作士氣。

3. 由於資訊軟硬體相關人員係航管自動化系統之主力部隊，惟其中亦存在薪資之差異，亦造成彼此待遇間之差距。

目前依行政院主計處訂定之電子作業技術人員技術加給支給標準表(詳如附件三)之規定，凡從事電子資料處理作業人員其職務經歸列「資訊處理職系」者得支領之。對於設計員委任三職等者技術加給為 3,600 元，管理員委任三職等者技術加給為 2,520 元；設計師、管理師、助理設計師與管理師級薦任六職等者為 6,010 元；簡任職之主任、副主任、組長、高級分析師與分析師等級者為 6,720 元至 6,880 元。估且不論及該加給多年來並未隨物價指數加以調整，而其支領僅限於軟體設計與管理人員，硬體維護人員則不符合支領之要件，故令人有偏重軟體而不重視硬體之感覺。以近年來我國民航各項導航、助航設施以及自動化設備硬體之維護而言，常因故障當機而致現場作業秩序大亂，似是其來有自。

對於民航局所轄飛航服務總臺之電算中心現職人員而言，即存在新進人員經特考及格後，卻以設計員職等任用，此與一般高考及格人員係以設計師任用，在職等上即相差二至三職等，其薪資自然差距較大，即使連資訊人員技術加給亦差

上2,000元以上，更遑論機務人員尚無法支領該項加給，其在區域管制中心內共同工作者，確因職務類別不同而所領薪資差距懸殊，不僅工作士氣無法提昇，這對我國航管自動化做業未來之推展將大有影響。

例如一位薦任程式設計員一規定可領電子作業技術加給4,650元，但他(她)必須從原來和民航局一般人員(管制員除外)所領之一般專業人員之專業加給17,670元改為領一般公務人員專業加給15,920元，使得實際所領(政府獎勵資訊人員)電子做業技術加給已降為

$$4,650元 - (17,670元 - 15,920元) = 2,900元$$

如此，不但使政府鼓勵作用消失，而且也嚴重影響其未來退休之給付。

另外，許多單位其非專業電子資訊人員兼為資訊業務，即使其為員級職稱，都可按其兼為資訊工作之性質(如系統分析或系統管理)，而比照支領分析師或管理師之電子作業加給。而總臺資訊人員則因無分析師、管理師或設計師之職務，必須只領設計師之加給，實在不公平，建議應予從寬認定比照改支領與工作性職相同之加給，亦即薦任六職等系統設計員應領6,490元而非現行之4,650元，以給予實質之獎勵。

4.4 未來航管自動化系統之發展趨勢

由以上歐美主要航管系統自動化系統之比較分析可知，未來之航管自動化系統之發展趨勢應為系統架構開放式、電腦系統大型化以及多維航管系統的引進等。

一、航管系統架構開放式

目前我國之航管自動化系統係採用類似美國先進自動化計畫之第二階段，而依該計畫第三階段的作法是把整個系統改為雷達資料 / 飛航資料 / 顯示 / 週邊分散處理的完全開放式架構。

由法國湯姆森公司所規劃設計之開放式架構觀之，該系統無論是通訊或雷達資料的輸入，或電腦管制與顯示、控制等資料的輸出，都在二個不同的雙重本地區域網路上進行交換，成為全開放式的架構，較比利時CANAC系統的半開放式祇有電腦輸出的顯示及管制部份是開放的架構要進步許多。可以在最少的操作中斷時間內，加裝或改設管制席、雷達與通訊設施及外部介面於主系統中，並能即時在線上評估新的軟硬體功能，持續更新主要次系統，因應實際狀況及需要來重組管制功能等，而不致於影響其他系統的正常運作，這是開放式架構及分散處理的最大好處。

二、航管系統電腦大型化

由美國先進自動化計畫第三階段的作法是將全新的390架構ES/9000系列電腦，改為新的先進自動化國家空域系統軟體，採用艾達語言以取代老舊的JOVIAL等。

在法國湯姆森公司將CANAC裡改用了新型式的大電腦，擴充了處理能量。這樣的設計已完全符合該公司最新的AIRCAT 2000航管系統的概念。

三、多維航管系統的引進

民航運輸包括二維與三維系統，其中二維系統包括機場周圍設施、機場客貨運輸等；三維運輸則包括機場跑道、進場離場程序、空域(Air Space)規劃、航路(Airway)系統、航空通訊、航空器識別、飛航計畫(Flight Plan)等，以及飛航管制技術、助航系統、導航輔助系統等層面。

目前世界各主要機場均因空中交通量急遽增加而日形擁擠，為了解決交通壅塞問題，國際間負責航管的機構正大力鼓吹一種三維航管系統(3D ATCS)，這種系統已經在美國紐約的終端雷達近場管制(Tracon)區域中使用，同時亦促使英國民航局發展出一套中央管制功能(CCF)系統的三維處理程序。這些類似的系統是以支應裝備最差的適航飛機為基準而設計的，因此飛機本身不必為了配合此項系統而更改設備，就可以創造出額外的空間和容量，可提高飛機在空中交通擁擠區域間之操作效率。

典型的終端管制區域就是飛機起降航線通過的地方，航管系統在此處的任務即是使這兩大交通流量不致於發生衝突，為此通常將起飛的班機留置在較低高度的航道飛行。

這些如美國的Tracon或英國的CCF一般的系統，係把空域假想成一層層的「管子」，上下之間有「窗口」，可

以讓飛機沿著「管子」飛行或由「窗口」起降。配有飛航管理系統的飛機可以更精確的在「管子」範圍內飛行。不過這項系統並不是絕對必要的。

如果使用前面提及的「中央管制功能」概念，根據英國民航局估計，可以為倫敦終端近場區域在尖峰時間帶來30%的額外交通容量，還能節省一半的燃油消耗及時間的浪費，不過要將這套概念實體化並訓練人員可能要到1995年才能完成。而且這只是針對在英國地區使用而言。如果不能將其拓展至歐洲的話，則以上這些目標成效就會大打折扣。

在此同時，另一種防止飛機發生衝撞意外的系統，例如TCAS空中交通警示及避撞系統，可以在航管設備出毛病或安全間距不足的情況下，適時向天上的飛機提出警告。

另外還有一種衝撞偵測系統內含在航管系統的電腦中，具有額外的飛機追蹤監控能力，使得飛機在穿越不同航管區域時，不管是在終端管制之近場區域爬升或是降落的狀態中，都依然保持一定的通訊聯絡，使航管人員的交接管理(hand-off)措施更為容易，真是一大福音。

除此之外也可利用像全球定位系統(GPS)或是微波降落系統之類的導航者設備，不過這些可能被定義為非強迫性的必要裝備。而目前航管系統中的資料鏈系統，則能在飛機預定起降之前傳送一些真時的飛行路線氣象資料，將可幫助航管系統處理多變的天氣情況，並且維持一定的服務品質。

至於更先進的航管系統，則比現在的三維系統多了一個時間的參數，成為四維操作系統，它能使飛機經由空間中預定的位置及時間來精確地飛行。這個系統將會要求飛機也須同樣裝設先進的導航輔助裝備，例如飛航管理系統、多重測距儀(MDME)或衛星定位裝置，使飛機在航道中可以精確無誤地飛行，並在預定的時間達到預定的地點。正如前述飛機係飛行在一根根的「管子」裡面，而這些「管子」的位置及規定事項已預先全部貯存在各航管系統、飛機上以及地面的電腦來直接交換資料，就可以應付突發狀況而能隨時改變航路。為了能同時傳送許多資料，正在發展中的S模式(Mode S)資料鍵可望提供這項功能。此外，在大洋或是人口稠密的地區也依照國際民航組織(ICAO)未來空中導航系統(FANS)委員會的建議，將採用衛星資料鍵系統。

在四維系統中，目前所面臨的問題都可以一併解決，而且中央管制功能也將成為過去式。它的高操作效率可以節省時間和油料的浪費，而且可以直接設定往返二地之間的行程，然而這項系統仍存在著一個十分重要的難題，就是如何找尋出適當的人員與設備之間的介面。這一項系統可能要到西元2010年才能在歐洲開始使用，但是許多研究員表示這就已經太遲了。航管人員可能會發現，終其一生還看不到這種技術的實際運用。

4.5 國內外航管系統發展所面臨之問題

4.5.1 國外航管系統發展所面臨之問題

隨著航管系統技術之日新月益，但是關於飛航安全間距標準的問題，則需要來自各方面的專家學者共同參與討論之後再付諸實行。目前世界各國正致力於飛行安全間距之問題改善。

英國民航局表示，雖然中央管制功能可以增加交通流量，但也同時會降低航管效率。不過如果環境確實需要的話，他們仍會繼續發展這種系統。到公元2000年的時候，歐洲將會非常需要這種系統，除非是戰爭或是經濟蕭條降低了交通流量需求的成長，不然這項需求將會超過航管系統的能力極限。有關這些系統的雛型已經可以在最近美國及歐洲的一些工程中看到，許多歐洲研究航管系統的專家都同意這項系統將會似多階段的方式來改進，而且多年來航管系統不斷更新的部份設備，如雷達輔助裝置、次級搜索雷達(SSR)等，這些航管新科技的發展亦迫使航管人員須調整各航機之間的間距標準，惟其調整仍須建立在保障飛航安全的基礎之上。

飛機彼此間的「安全距離」一般可分為垂直間距和水平間距二部分。

基本而言，完全程序化的系統是以時間來區隔間距；而在雷達監視的系統中，經修定後的最小水平距離則是5哩(9公里)。這並不是一般飛機水平間距的平均數，而是經過分析研

究之後所定出的最低限度。不過在充份利用利用間隔的同時也須對整體的飛航安全作出保證，飛機上裝置防止碰撞警告系統即是在這種需求下應運而生之新科技。

至於垂直的「安全間隔」，目前的標準是以多年前氣壓高度計的誤差來決定的。飛機在29,000呎(8845公尺)的高空以下，其間距為1000呎(305公尺)，而飛行高度在29,000呎之上時則必須加大為2,000呎(610公尺)的間隔。現在的高度計精確度已改善許多，因此29,000呎以上的間隔可以縮小為1,000呎。目前各航空公司飛機的飛行高度大都在36,000呎以下，在不使用高價位大氣資料系統的情況下，就可以使上層空域的交通流量加倍。

就現在使用的航管措施來說，垂直間隔的管制作業還是依次序來進行的，也就是說，當一架飛機從一定高度的航道，爬升或下降至另一高度航道時，任何其它的飛機不得處於當時穿越該飛行路線之中的任何一段。或許有人認為這樣使用航道是十分不合經濟效益的，可是對負責航管的工作人員來說，這是飛航安全的另一層保障。因為如困在這段轉換航道期間發生通訊失靈或雷達搜索、數據資料處理失效的現象時，也不會有其它飛機誤入該航道而發生碰撞意外。

4.5.2 我國航管系統發展所面臨之問題與對策

未來空中交通管理作業系統的目標包括下列各項：[42, 43]

- 一、能維持或增進既有之飛航安全。
- 二、可擴增系統容量及充份利用容量資源以符合空中交通管理的需求。
- 三、可靈活掌控駕駛員所喜愛的三度和四度空間之飛行航道。
- 四、可處理各種機型的航空器及其在空中操作之能力。
- 五、可提供駕駛員較好之諮詢服務，例如天氣狀況、航情狀態及設施之利用情形等。
- 六、可加強航行及落地能力俾便提供更進步之進場與離場程序。
- 七、能增進駕駛員參與制定空中交通管理作業的決策，例如飛航路徑磋商之空地電腦溝通。
- 八、儘可能創造一個讓駕駛員暢通無阻且連續和諧的空域。
- 九、依據空中交通管理作業系統之規定及程序所架設出之合理空域結構。

上述目標大都屬於系統導向的，唯有最後二項為與系統結構本身有關。雖然飛航管制系統是按照一般尖峰之流量需求來設計，但須能加以擴充以因應未來預期之航行成長量，惟對於過度成長而致壅塞之航行量仍難加以應付。

未來的空中交通管理作業系統包括兩大類：一為空中部份，另一為地面部份。展望我國未來航管系統發展所面臨之問題包括空域規劃與管理、人為因素等加以說明，並將解決對策以及整體航管作業系統發展之配合措施分別敘述如下：

一、空域規劃與管理

空域的規劃、設計與管理是構成未來空中交通管理作業系統中較為制度化的部分。在空域的結構裡進行空域管理的目標，是對有限的空域在靈活的時間共用下，能作最後的運用；而且有時可就不同的使用者，依據其短期之需求來加以劃分空域。

目前在國內對於空域管理的概念，仍著重於軍方與民航機活動時，協調如何使用空域。由於軍方以空防為主與民航機以直達便利為考量之目標多所衝突，故協調空域之使用分配上較易流於本位。

欲使空域暢通無阻之目標能達成，就必須擴大空域管理觀念的層面，將不同航空器例如直昇機、輕型飛行器、軍機與民航機所使用之空域加以區隔，並須考慮國際航線飛出國界之空中活動，以及不同區域中彼此空中交通管理作業之授權規定等。

而依目前空中交通管理作業系統架構，飛航服務與飛航流量管理部門均屬民航局組織體系中的一部分，而且彼此密切關聯；而空防部分係由軍方負責，故未來空中交通管理作業系統在演進過程中，應隨時審查空域中航行量之增長情形，俾作適當調整空域之使用規劃，必要時希能透過跨部會之機構加以協調國防與交通兩部門，以使我國空域之規劃與管理能發揮最有效率之利用。

二、人爲因素

一個進步的空中交通管理作業系統，其規劃與執行須能將「人爲因素」之影響和需求加以考量。近年來由於國內機場航行量快速成長，已呈現壅塞情形，加以飛航事故頻傳，其中不乏因人爲失誤例如駕駛員反應不當、航管人員疏失等原因，故因應未來空中交通管理作業系統演進之過程中，在「人爲因素」之考量上應著重下列各項：

- (一)未來空中交通管理作業系統所制定之安全基準，除參考國際上各種系統之統計數字外，尚須考慮因人的機能與限制而引發錯誤之可能性，以及其他一些重要個案，以避免重蹈覆轍。
- (二)系統和資源的容量應考慮飛航相關人員之責任、機能與限制。須使其瞭解爲執行其職務所需隨時保持之警覺與互相諒解。
- (三)系統應以靈活掌控三度和四度空間之飛行航道，且能滿足提供飛航駕駛員所喜愛的路徑爲目標，惟因人爲能力之限制與爲提供安全之隔離而必須有序安排航行之流量時，須對人因工程方面進行相關之研究。
- (四)在大量與飛航相關人員有關之資訊中，應篩選具有絕對必要之資訊，且比有效整套處理之方式來處理與傳送，以避免在提供相關需求之資料時，會發生資訊過度負荷之情況。

(五)單一空域之連續性應不受到作業上因空域管理之單位間不一致之影響，以避免影響機上飛行人員職務上之操作。

(六)在實施空中交通管理作業系統前，應明確訂定飛航相關人員之責任；其作業程序並應以該等人員易瞭解之方式來加以訂定。

三、整體航管作業系統發展之配合措施

由於目前民航局執行航管自動化系統任務為臨時編組之工程隊，俟任務完成後即將解散，對於爾後更先進飛航管制系統之規劃與研究，以及因應航管自動化系統作業相關人力之培訓等，建議應考量下列相關之配合措施：

(一)交通部應成立民航運輸三維與四維系統研究小組，以謀求航管先進科技在國內生根。

由於多年來民航局多依賴美國麥特機構(MITRE)擔任技術顧問，未求航管先進技術之自主與生根，亟須由交通部成立一個以民航運輸為主之研究小組，專門負責與國內外學術研究機構或科技機構之交流與合作，進行下一階段更先進之飛航管制系統之研究與規劃，並適時提供主管機關解決問題之謀略。

(二)調整航管技術人員培訓、更新與進修計畫，以及研擬人員定量補充計畫，以解除長久以來飛航管制相關人

員之不足現象；並建立技能檢定之認證制度，以配合航管新科技之發展。

由於目前民航局培訓新進人員之訓練課程與日後實際參與工作間時有不協調之缺憾，對訓練結業者未加以技能檢定之考核，以建立專業技能之認證制度；而對資深航管相關人員並未規劃進階(*Advanced*)課程，致資深人員欠缺先進航管技術之發展訓練，對我國未來航管更新技術之發展極有影響。故須儘早調整人員培訓、更新與進修計畫，讓新進人員能有完善之基礎訓練課程，使能適應實際之工作職務；並讓參與航管自動化系統規劃及決策之資深人員，能有機會研習新的科技與知識。

而由於管制空中交通量激增，在航機速度與流量大幅提昇之結果，對航管相關人員造成更大之工作壓力，導致人員流動率相對之提高，亦需積極研擬人員定量補充計畫，以解除長久以來民航技術人力不足之問題。

(三)研擬航管相關科技人員合理薪資結構調整計畫，以適應飛航管制技術科技化、自動化之發展。

由於目前負責航管技術支援方面之部分人員，例如機務人員之職等偏低，且無航管專業津貼，故因薪資結構不合理而致流動率偏高，士氣低落，對未來航管系統發展會造成斷層。建議應儘速研擬航管相關科技人員之合理薪資結構調整計畫，以適應飛航管制技術所帶來之技術面衝擊。

另外，建議應適當調整航管技術人員之職等，日後將特考錄取之大專畢業資訊技術人員比照高考以設計師、管理師以及分析師等級任用，以使其工作與職等相符，不致於工作士氣受到打擊；而對於資訊、機務、通訊等航管自動化做業軟硬體支援人員，建議比照管制人員專業加給，核發航管科技之加給，以利為來航管自動化技術之發展。

第五章 結論與建議

航空事業的發展，隨著科技的進步和日新月異，世界各國的競爭頗為激烈。然而航空事業愈發達，航空安全則愈形重要，而空中交通管理亦愈為艱鉅繁重。所以世界各國均不惜投資巨額資金從事場站建設，逐步更新導航與助航設備，改進飛航管制作業程序，培養優秀管制人員，以謀求提高飛航之服務品質。本研究針對國內外空中交通管理之發展進行分析後，獲致以下結論與建議：

5.1 結 論

- 一、所謂空中交通管理係指為使航空器於起飛、降落及飛航過程中能保持空中交通之有序與暢通，利用電腦自動化監測或通訊設備傳達相關位置，再依據電腦數據化計算之安全隔離標準予以導航，以減少航空器間之隔離時間或距離，而增加跑道或航路之容量，以及促進飛航交通安全之目的。故空中交通管理名義上雖稱為管理，實際上是提供一切有關飛航業務之服務，包括飛航情報、飛航管制、航空通信、航空氣象、助航設施，以及搜尋救護等服務。

由於此等服務莫不因應飛航管制需要而生，因此飛航管制在該類服務中不僅是扮演了一個直接與積極的角色，而且兼具了代表性與綜合性。故一般論及空中交通管理之演進時，多側重於飛航管制方面。

二、論及空中交通管理之演進，大致可分為四個階段，而每個階段約有十年的重疊期：

(一)第一階段自1930年代中期至1950年代中期，完全係採人工作業方式管制；

(二)第二階段自1940年代末期至1970年代初期，主要採用初、次級雷達管制；

(三)第三階段自1960年代至1980年代，開始啓用自動化系統，把原先由管制員用人工完成的某些動作，以電腦的自動處理方式來代替；

(四)第四階段自1980年代迄今，採用中央控制管理，並結合通訊、導航與識別於一體之導航系統，而進入航管全自動化階段。

三、我國負責空中交通管理之業務者為民航局下之飛航服務總臺，而實際負責飛航管制之單位為臺北區域管制中心，為掌理臺北飛航情報區內中外軍民航空器之區域管制、及出入飛航情報區查核管制等事項。

臺北區域管制中心下設有臺北、臺中、高雄、花蓮、臺東與馬公等六個終端管制區域，分別負責中正、臺中、高雄、花蓮、臺東與馬公等六個近場臺之管制業務。其中中正近場臺範圍內設有松山、中正、桃園與新竹等四個塔臺；臺中近場臺範圍內設有水湳、嘉義、清泉岡等三個塔臺；高雄近場臺範圍內設有高雄、臺南、岡山、

臺範圍內設有志航、豐年、蘭嶼與綠島等四個塔臺；而馬公終端管制區域設有馬公塔臺。有關中正近場臺之近場程序如照片3所示。

四、由民國七十六年迄八十三年臺北飛航情報區飛航管制架次之成長而言，僅依臺北區域管制、中正近場管制與松山機場管制三個管制單位觀之，臺北區域管制架次成長約143,438架次，成長率為128%；中正近場管制成約155,867架次，成長率為150%；而松山機場管制則成長約118,128架次，成長率高達283%。其中臺北區域管制主要以管制國際航線飛航為主，對外並代表所有航管單位。中正近場管制以中正國際機場及松山國內機場以及桃園、新竹兩軍用機場之離到場管制為主。

五、自民國五十七年後，民航局即積極推動航管自動化構想，而臺北飛航情報區早期之航管自動化發展計畫分為二大類：

(一)終端雷達自動化系統係使用美製ASR-7(有效距離100公里)機場搜索雷達及TPX-42A型式次級搜索雷達(SSR，有效距離數百公里)各二套，成對分設於台北及高雄國際機場，以汰換EPS-8或補其不足，二者分別於民國六十年及六十一年開始操作。另外購買美製NOVA 800型迷你電腦二套裝設於上述二處，以構成自動化的系統功能。

(二)航路雷達管制自動化系統，其中所謂的高瞻計畫，即以三套TPX-42A型次級搜索雷達配合北、中、南之嵩山、樂山、大崗山三處空軍FPS-88型長程搜索雷達，以汰換舊式次級搜索雷達，而配合自動化需求。

六、繼航管雷達自動化後，政府又以鉅資建立桃園中正(CKS)國際機場，並加裝一具ASR-8K新型終端雷達，於民國六十八年正式完成。同時又在台中清泉崗成立中部雷達管制站，並新建高雄終端機房及管制站，使台灣除有航路雷達管制外，並有北、中、南三大終端管制，使大部份航路上和近場中的飛機皆在雷達管制下。

七、雖然臺北飛航情報區在民國六十六年完成了初期航管自動化系統，但因計畫內容祇著重雷達管制自動化，對全面的航管自動化系統，例如氣象與飛航情報系統、通訊系統、助航系統及後勤維護系統等，並未加以規劃改進。因此在民國六十七年我國與美國斷交後，一向為我國提供航管顧問的美國民航小組裁撤之後，民航局另以美國麥特(Mitre)顧問公司為我國航管系統之工程顧問，與民航局合作研擬臺北飛航情報區航管系統十年發展主計畫，於民國六十九年完成撰寫，並核准施行。

此項簡稱十年計劃的工程，為我國近年來最大的航管發展計劃，並奉行政院列管為國家十四項重要經濟建設之一，預計全部計畫將耗費新臺幣數十億元。因與軍方戰管系統密切銜結，因此重要性不亞於前期的戰管系統。

八、臺北飛航情報區十年航管發展主計畫之內容與實施狀況
包括：

- (一)航管自動化系統：由於洛克希德的施工品質不佳，延誤交貨時程，而由中信局於民國七十七年六月二十五日發函終止全部合約。
- (二)飛航諮詢服務系統：由於湯姆森公司改組，故對完成合約之承諾不足，且未能符合規格要求，交貨時程延誤，已於民國七十六年七月通知終止其全部合約。
- (三)航路室內通話系統(一套)：由美國丹諾公司擇定國內三光惟達電子公司，為其架設、測試、驗收、訓練，已於民國七十七年完成驗收。
- (四)終端室內通話系統(三套)：由丹諾公司負責施工，因受終端自動化系統施工影響，原訂進度稍有延誤，但全部工程已在民國七十八年六月施工完畢。
- (五)戰航管自動化系統銜接工程：本工程因與空防關係最密切而益顯重要，已經由洛克希德公司在軍方雷達傳輸線路上設置雷達訊號分離器及所需之傳輸光纜，以截取戰管雷達資料。此部份工程(即第一銜接介面工程)已完工驗收，惟因承包商逾期交貨，有關問題則由中信局處理。至於銜接戰管系統、交換傳遞資料的第二銜接介面工程，則改為交通部列管。

(六)終端雷達系統：原計畫須架設二座終端雷達系統，分別位於花蓮與嘉義，後來花蓮部份因軍方啓用湯姆森公司地面管制近場(GCA)雷達，已解決該區航管作業需求。另爲配合台金航線開闢，須架設於嘉義之終端雷達系統，爲顧及該地區航管作業之需求而決定改架馬公。該案經委託中信局辦理，由湯姆森承包此項工程，採用其TRAC 2100型初／次級搜索雷達系統，已在民國七十九年十二月完成安裝與測試驗收。

(七)新區管中心作業大廈新建工程：原先進度落後的新區管中心(地下一層、地上三層，在台北公館蟾蜍山附近)，已由力霸公司在民國七十四年七月十四日如期完工。

(八)後勤管理系統：因遠端監控系統部份並無現貨，加上民航局既有裝備老舊無法配合運用，已在交通部的同意之下，將此項工程款項移至新區管中心作業大廈項目之下，同時將此項目自十年主計畫中剔除。

九、民航局有鑑於臺北飛航情報區現行之航管系統多已老舊，而區內航機流量由於本地區蓬勃的經濟發展情勢，以及政府開放天空及開放大陸探親政策的影響，已有顯著的成長；在十年航管主計畫部分項目未能及時完成時，應重新辦理航管自動化系統採購，已屬刻不容緩。

民航局已體認航管系統更新之迫切，故於民國七十七年六月，於終止洛克希德公司合約的當月，即提出一份延續「十年計畫」之「調整計畫」草案，歷經七次的修改，

終於在同年十一月十六日提交行政院經建會第四八六次審查委員會，而奉准通過。該「調整計畫」係延伸「十年計畫」自民國七十八年六月三十日至民國八十二年六月三十日，計延長原計畫四年；並增列經費九億六千餘萬元，以配合重新辦理航管自動化系統及飛航資料自動轉報系統。

十、目前我國航管系統十年發展主計畫之調整計畫執行情況爲：

- (一)航路自動化系統一套與終端自動化系統三套：民航局經重新採購符合本區規格要求之替代現貨系統，已於民國八十年與IBM公司簽約，預定於八十三年八月完成系統測試與驗收。
- (二)飛航諮詢服務系統：民航局經重新採購符合本區規格要求之替代轉報現貨系統，已於民國八十年七月二十日完成驗收，並於八十年八月二十日正式啓用。
- (三)航路室內通話系統一套與終端室內通話系統三套：民航局已於民國七十七年與七十八年分別完成驗收，目前且已完成備份零組件之採購，並將配合調整計畫航路及終端自動化系統架設時程，遷架各通信面板，已於八十二年底前完成遷架。
- (四)戰航管自動化系統相互銜接：本案在民國七十八年第一銜接介面已完工，第二銜接介面改爲交通部列管。目前因市場無現貨，故在調整計畫已剔除戰航管自動化系統第二銜接介面，並於民國八十一年四月一日另案辦理簽約，已於八十二年十月完成。

(五)終端雷達系統：調整計畫中之馬公終端雷達已於民國八十年二月二十八日完成驗收，並於八十年四月二十四日正式啓用。

(六)新區管中心作業大廈：調整計畫中另列中正、臺中及高雄近場臺擴建及改建物之水電、空調冷氣配合工程；均於民國八十二年六月前完工。

十一、經比較分析我國與歐、美、日等國主要的航管自動化系統後發現計有下列相同與差異之處：

(一)由於我國航管系統自動化工程係由美國國際商業機器(IBM)公司承製，其研擬設計主要是以美國聯邦航空總署(FAA)目前使用中的HOST電腦系統與自動化雷達終端系統，再加上發展中的先進自動化系統(Advanced Automation System，簡稱AAS)所應用的初始區段組件次系統(ISSS)而成，因此我國的航管自動化系統未來的走向將勢將與美國類同，以完全的先進自動化系統為終極的目標。

(二)我國與歐、美、日等國之航管自動化系統在架構上均屬於半開放式之整體架構，亦即採輸入不開放而輸出(顯示處理)開放之架構。該種系統係以使用HOST電腦來集中處理雷達/飛航計畫資料，而在不須互相協調的顯示控制處理方面，則採用分散式處理。

(三)我國航管系統功能與歐洲比利時的航管系統CANAC的主要差別有下列三點：

1. 外圍單位的不同，比利時有空中交通服務報告室(ARO)、訊息交換系統(MSS)、布魯塞爾氣象中心，而我國則有飛航自動轉報系統及氣象中心；此外，CANAC實際上並沒有終端管制站，只有設在區管中心內的近場管制席，而我國則設有終端管制站與相關介面的連線系統。

此外，與CANAC不同的是，台北區管中心多了協調員的編制，而少了輔助管制員、軍用管制區單元、近場管制員、離場管制區單元及進場管制單元等，這是因為CANAC沒有終端管制站，因此近場及區域管制都整合在同一中心內。

2. CANAC可直接與比利時軍方的塞默札克雷達操作系統(SERO)交換航跡及飛航計畫，而我國之戰航管自動化系統須透過第一與第二介面加以銜接，以使雷達資料之真時品管得以確保。

3. 旁通處理器之需要與否：

CANAC由於採用半開放式架構，把雷達與通訊資料透過雷達前置處理器送到主電腦，必須再加裝一個旁通處理器，以免主電腦失效時資料無法送到各個管制與操作席。在台灣區管中心設計中，資料本來就送

到區域網路上，各管制與操作席可直接從網路上擷取資料，所以不必再加裝旁通處理器，減少了一重裝備失效的困擾。

(四)而依日本東京航空交通管制部設備主要分為：1. 飛航情報、2. 無線電通信、3. 雷達、4. 航管自動化系統等四類。其中航管自動化系統又包括輸入資料處理、雷達資料處理、飛航資料處理以及海洋飛航資料處理等四個系統，與我國航管自動化作業極為相似，惟其所使用之電腦主機系統為NEC 750系列，與我國使用IBM RISC/6000不同。

(五)歐、美與日本等國在航管自動化系統的維護制度與方式上均由民航主管機關自行維護與操作，僅電腦主機系統外包給原廠指定之子公司進行維護，其他週邊設備均自行維護。而我國航管自動化系統除其中航路管制自動化與終端管制自動化系統係由IBM公司進行五年之維護，期滿則由國內之中山科學研究院、資訊科技策進會等單位協助該系統之維護；其餘如飛航諮詢服務系統、航路通話系統、終端室內通話系統等軟硬體均由飛航服務總台之電腦中心與三個裝修區臺負責。

5.2 建 議

因應歐、美、日本等世界主要航管系統自動化系統之未來發展為系統架構開放式、電腦系統大型化以及多維航管系統的發展等趨勢，未來的空中交通管理作業系統包括兩大類：

一爲空中部份，另一爲地面部份。展望我國未來航管系統發展所面臨之問題包括空域規劃與管理、人爲因素等。

本研究特別說明這些問題，並將解決對策以及整體航管作業系統發展之配合措施建議如下：

一、加強我國空域之整體規劃與安全管理，並成立跨部會之機構加以協調國防與交通兩部門，以對有限的空域做最靈活之運用。

二、在空中交通管理作業系統規劃與執行時，須能考量「人爲因素」之影響。

爲因應國內機場航行量快速成長，爲疏解壅塞現象，並減少人爲之疏失，故在規劃與執行未來空中交通管理作業系統時應著重下列各項：

(一)未來空中交通管理作業系統所制定之安全基準，除參考國際上各種系統之統計數字外，尚須考慮因人的機能與限制而引發錯誤之可能性，以及其他一些重要個案，以避免重蹈覆轍。

(二)系統和資源的容量應考慮飛航相關人員之責任、機能與限制。須使其瞭解爲執行其職務所需隨時保持之警覺與互相諒解。

(三)系統應以靈活掌控三度和四度空間之飛行航道，且能滿足提供飛航駕駛員所喜愛的路徑爲目標，惟因人爲能力之限制與爲提供安全之隔離而必須有序安排航行之流量時，須對人因工程方面進行相關之研究。

(四)在大量與飛航相關人員有關之資訊中，應篩選具有絕對必要之資訊，且比有效整套處理之方式來處理與傳送，以避免在提供相關需求之資料時，會發生資訊過度負荷之情況。

(五)單一空域之連續性應不受到作業上因空域管理之單位間不一致之影響，以避免影響機上飛行人員職務上之操作。

(六)在實施空中交通管理作業系統前，應明確訂定飛航相關人員之責任；其作業程序並應以該等人員易瞭解之方式來加以訂定。

三、在整體航管作業系統發展上應對相關人力之培訓、建立合理之薪資結構與升遷制度上多加以考量，以激勵士氣。

由於目前民航局執行航管自動化系統任務為臨時編組之工程隊，俟任務完成後即將解散，對於爾後更先進飛航管制系統之規劃與研究，以及因應航管自動化系統作業，建議應考量下列相關之配合措施：

(一)交通部應成立民航運輸三維與四維系統研究小組，以謀求航管先進科技在國內生根。

(二)調整航管人員培訓、更新與進修計畫，以及研擬人員定量補充計畫，以解除長久以來飛航管制相關人員之不足現象；並建立技能檢定之認證制度，以配合航管新科技之發展。

(三)研擬航管相關科技人員合理薪資結構調整計畫，以適應飛航管制技術科技化、自動化之發展。

誌 謝

本研究進行期間，承蒙本部民用航空局飛航服務總臺各位長官與同仁提供資料與技術指導，特致最誠摯的謝意。作者特別向區管中心鄔主任立宇、陳主任管制員服平、林協調員昌富、電腦中心鐘主任平祥、李副主任文魁、賈系統工程師慶凱小姐、洪系統工程師美雲小姐與徐珮小姐等人致謝。

參 考 文 獻

一、中文部分

(一)民用航空局資料

1. 中華民國交通部，“交通部民用航空局組織條例”，民國六十一年一月六日修正公佈。
2. 交通部民用航空局，“飛航服務總臺組織規程”，民國六十三年八月二十四日修正公佈。
3. 交通部民用航空局，臺北飛航情報區飛航管制系統十年發展主計畫，民國六十九年。
4. 民用航空局技術人員訓練所，“飛航管制訓練手冊”，民國七十一年十一月二十日。

5. 交通部民用航空局，臺北飛航情報區飛航管制系統十年發展主計畫，民國六十九年。
6. 民用航空局飛航服務總臺，臺北區域管制中心業務手冊，民國七十二年九月一日。
7. 民用航空局飛航服務總臺，高雄近場管制塔臺業務手冊，民國七十四年九月一日。
8. 交通部民用航空局，飛航規則，民國七十六年三月十五日。
9. 民用航空局飛航服務總臺，花蓮近場臺業務手冊，民國七十六年七月十六日。
10. 交通部民用航空局，臺北飛航情報區飛航管制系統十年發展主計畫之調整計畫，民國七十八年。
11. 交通部民用航空局與空軍總司令部，飛航管制程序，民國七十八年一月。
12. 民用航空局飛航服務總臺，臺中近場管制塔臺業務手冊，民國七十八年十二月二十日。
13. 民用航空局飛航服務總臺，臺北塔臺業務手冊，民國七十九年四月一日。
14. 交通部民用航空局，臺北飛航情報區飛航指南，民國八十年八月二十二日。
15. 民用航空局飛航服務總臺，赴日本觀摩東京航空管制部航管自動化設備及維護方式與制度報告，民國八十二年六月二十五日。

(二)交通建設月刊

16. 劉育孟，" 臺北飛航情報區航管系統新貌--航管系統十年發展計畫實施近況 "，第三十四卷第一期，pp. 3-5，民國七十四年一月出版。
17. 劉育孟、蒲金標，" 民用航空局飛航諮詢服務系統簡介 "，第三十四卷第一期，pp. 9-11，民國七十四年一月出版。
18. 簡婉瓊，" 飛航諮詢服務 "，第三十四卷第一期，pp. 33-35，民國七十四年一月出版。
19. 鐘平祥，" 飛航管制安全隔離警示系統 "，第三十四卷第一期，pp. 42 -55，民國七十四年一月出版。
20. 林東岳，" 中正國際機場助航設施修護監視系統 "，第三十四卷第一期，pp. 56-59，民國七十四年一月出版。
21. 劉育孟，" 「航管系統十年發展主計畫」技術轉移方案之實施現況 "，第三十五卷第一期，pp. 7-10，民國七十五年一月出版。
22. 曾憲瑗，" 自動地面氣象觀測與飛航氣象服務 "，第三十五卷第一期，pp. 34-37，民國七十五年一月出版。
23. 林貞期，" 飛航情報自動化 "，第三十五卷第一期，pp. 37-42，民國七十五年一月出版。
24. 劉育孟，" 航管系統十年發展主計畫之執行現況與檢討 "，第三十六卷第一期，pp. 7-10，民國七十六年一月出版。

25. 速家麟，" 臺北飛航情報區助航設施之成長 "，第三十六卷第一期，pp. 10-12，民國七十六年一月出版。
26. 江天錚，" 臺北區域管制中心與鄰區之雷達管制交接作業 "，第三十六卷第一期，pp. 52-54，民國七十六年一月出版。
27. 曾憲瑗，" 臺北飛航情報區航空氣象服務之改進 "，第三十六卷第一期，pp. 54-56，民國七十六年一月出版。
28. 江天錚，" 改善臺東地區航管業務芻議 "，第三十七卷第一期，pp. 1-8，民國七十七年一月出版。
29. 曾憲瑗，" 中正機場督卜勒氣象雷達資料應用與飛航安全 "，第三十七卷第一期，pp. 28-33，民國七十七年一月出版。
30. 黃獻招，" 西雅圖飛航服務站簡介及中美兩國飛航諮詢服務工作之比較 "，第三十七卷第一期，pp. 43-44，民國七十七年一月出版。
31. 王宏智，" 東部及離島助航設施之發展 "，第三十八卷第一期，pp. 1-6，民國七十八年一月出版。
32. 民航局航管組，" 臺北飛航情報區航管系統發展主計畫執行現況與調整計畫綱要 "，第三十八卷第一期，pp. 6-9，民國七十八年一月出版。
33. 林怡忠，" 民用航空器儀航程序起降作業標準 "，第三十九卷第一期，pp. 48-54，民國七十九年一月出版。

34. 侯建文，" 飛航管制與飛航管制系統 "，第三十九卷第一期，pp. 57- 60，民國七十九年一月出版。

35. 曹雲巍，" 臺東地區航管業務改進與發展 "，第四十卷第一期，pp. 61-62，民國八十年一月出版。

(三) 飛航管制季刊

36. " 飛航管制作業現況檢討 "，第九卷第三期，pp. 8-10，民國七十八年十一月。

37. " 管制員之進用、升遷、訓練與考核 "，第九卷第四期，pp. 8-11，民國七十九年一月。

38. " IBM臺灣航管自動化方案 "，第十一卷第二期。

39. " 飛航管制系統人爲因素問題 "，第十一卷第三期，pp. 11-14，民國八十九年九月。

(四) 民用航空評論

40. 馮翔緯，" 臺灣航管發展與十年主計畫 "，民國八十年二月。

41. 薛義興，" 湯姆森臺灣航管自動化設計 "，pp. 12-18，民國八十年三月。

42. 薛義興，" IBM臺灣航管自動化方案 "，pp. 19-28，民國八十年三月。

(五) 本所出版品

43. 交通部運輸研究所，飛航管制系統發展計畫評估研究，民國八十一年六月。

44. 交通部運輸研究所，航管自動化發展配合計畫之研究—飛航管制人員作業制度分析與檢討，民國八十一年九月。
45. 交通部運輸研究所，航空安全相關法規與事故資料之分析研究，民國八十二年三月。

二、西文部分

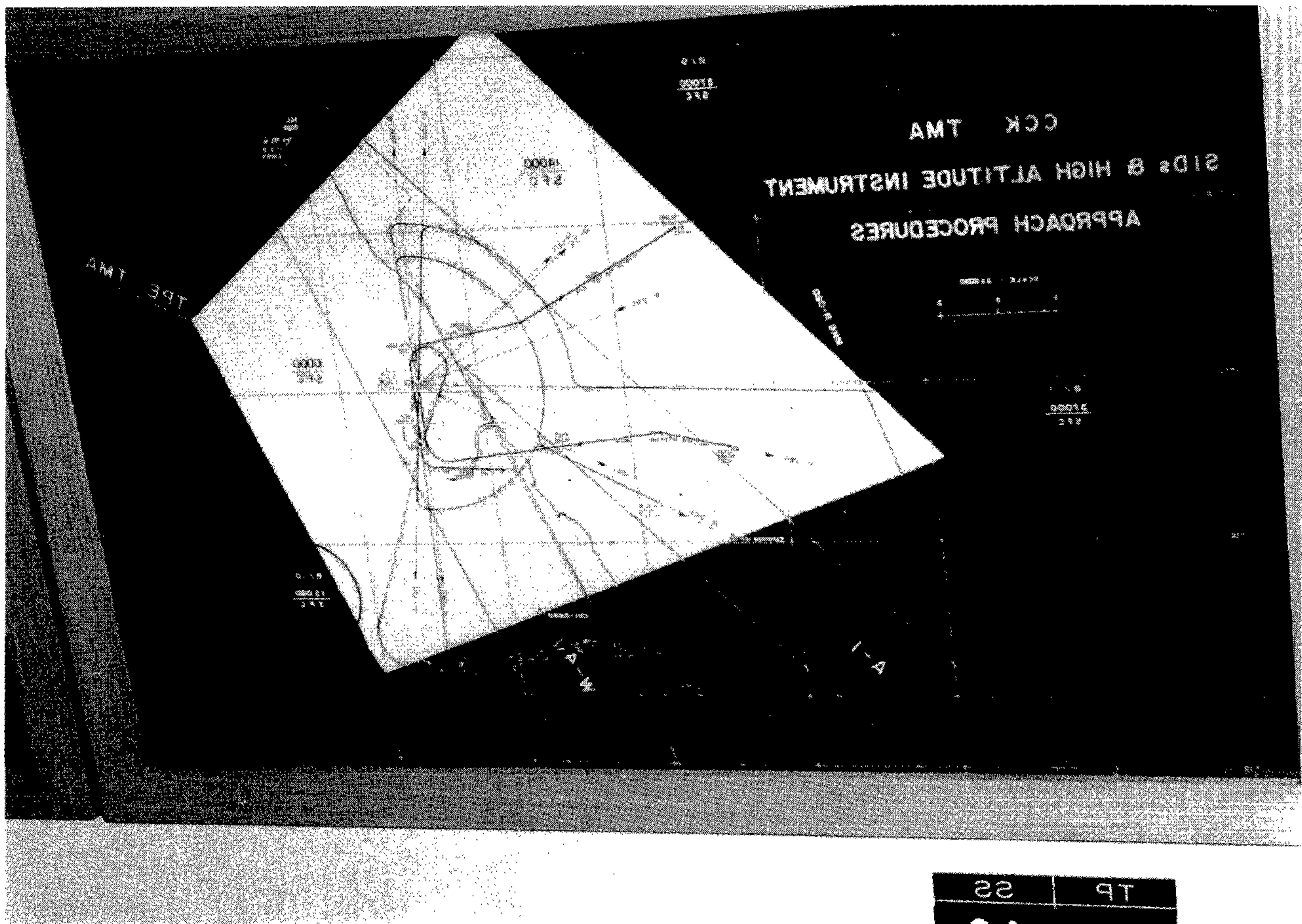
46. William J. Dunlay and Robert Horonjeff, "Application of Human Factors Data to Estimating Air Traffic Control Conflicts," *Transportation Research*, vol. 8, pp. 205-217.
47. Daniel J. Berniner, "Understanding the Role of Human Error in Aircraft Accidents," *Transportation Research Record* 1298, 1990.



照片1 新臺北區管中心管制席位作業情形



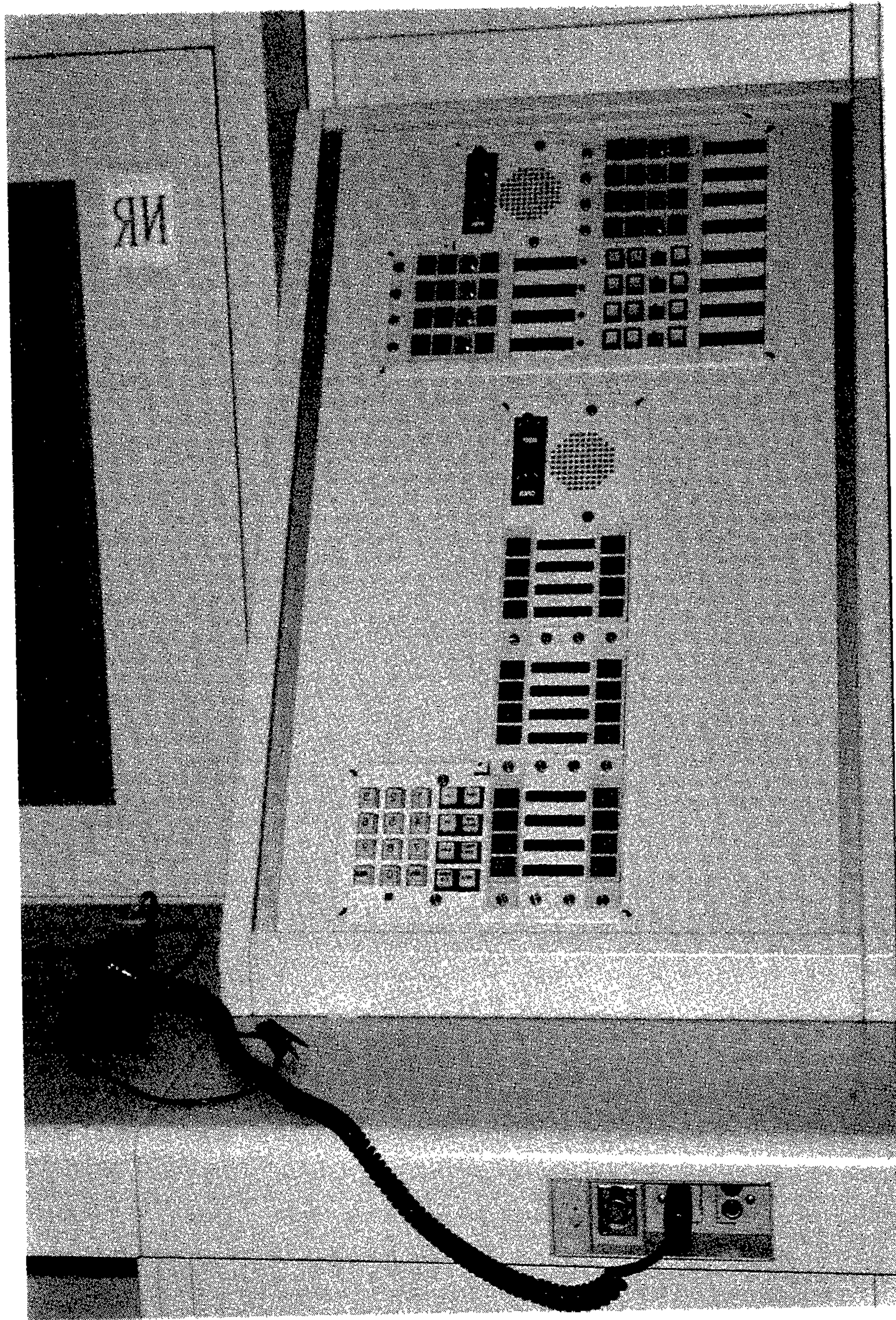
照片2 新臺北區管中心管制督導席位作業情形



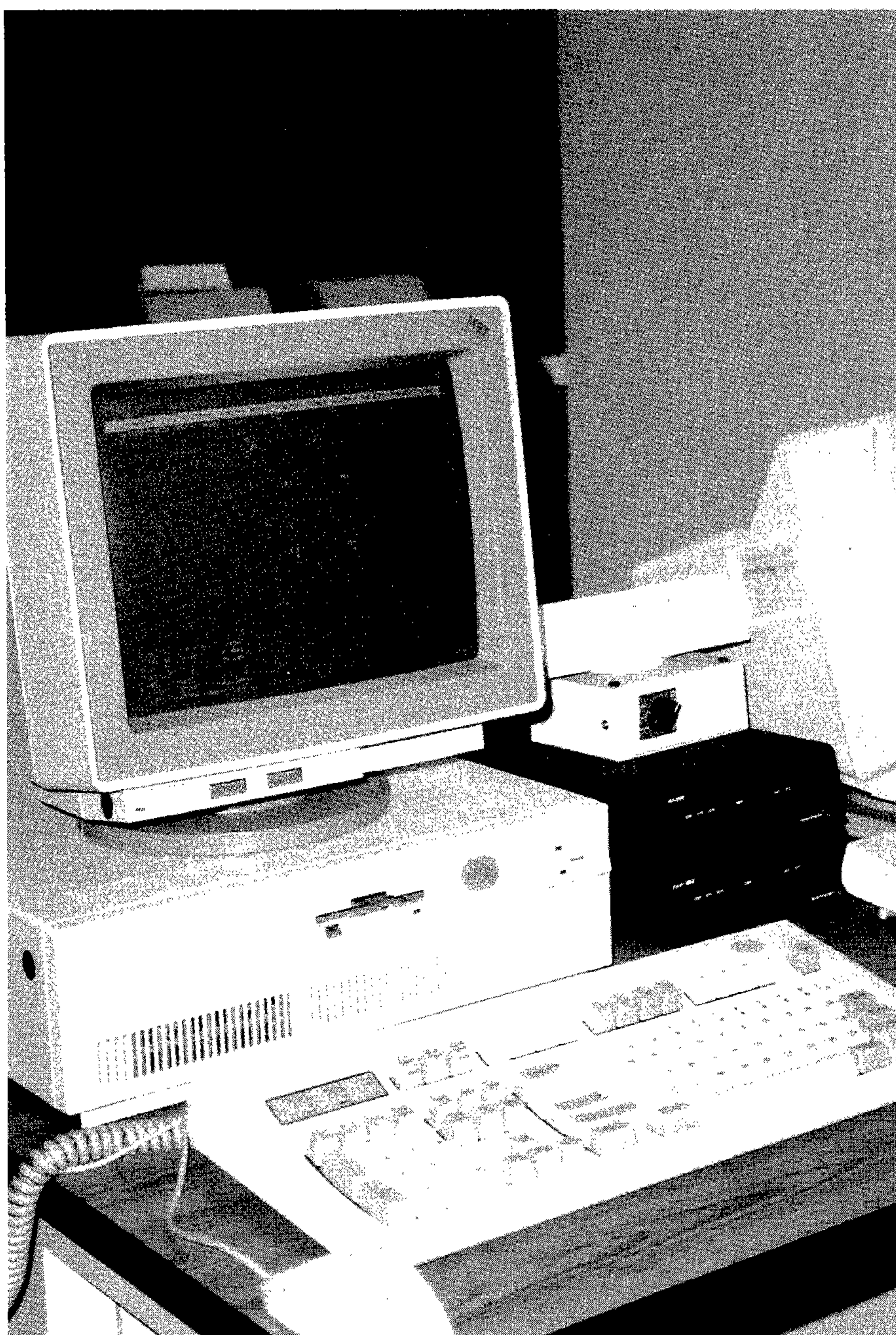
照片3 中正近場臺近場程序圖



照片4 航管自動化新設區管中心管制席位配備



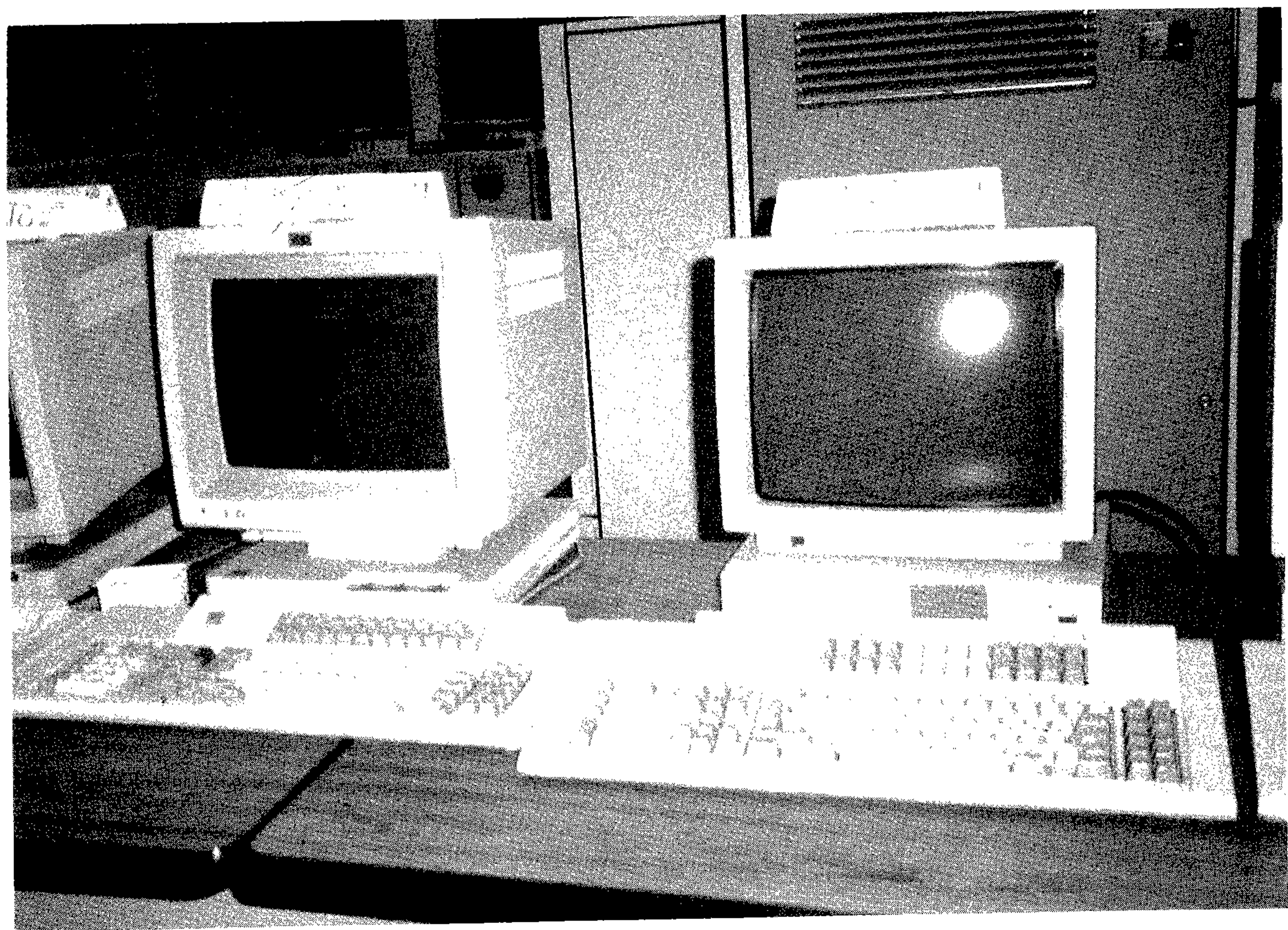
照片5 航路室內通話系統之配備



照片6 終端雷達監測及控制次系統之配備



照片7 飛航管制印條機與管制條



照片8 設施維護及支援次系統之配備

附 錄

附錄一 交通部民用航空局飛航管制人員專業加給支給標準表

單位：新台幣元

管 制 人 員	月支數額	83.6.30前 月 支
助理管制員	24,870	23,920
管制員(非雷達管制)、航管組技士、科員、技佐	30,620	29,640
管制員(雷達管制)(非雷達管制教官)、主任管制員或管制員(塔台班務督導)、航管組技正、專員、管制員(非雷達管制、儀器飛航管制程序作業)	34,270	33,230
管制員(雷達管制教官、離到場工作席位間及近場與區域管制工作席位間之協調工作)、管制員(航管自動化電腦程式之設計及維護)、管制員(雷達管制儀器飛航管制程序作業)	37,040	36,000
主任管制員或管制員(雷達管制班務督導)、塔台長(機場及近場管制)、副塔台長(機場及近場管制)、副主任(區域管制中心)、台長(近場管制)、航管組系統管制科科长、訓練所實習教務課長	40,220	39,110
主任(區域管制中心)、副總台長(服務總台主管飛航管制)、主管(主管飛航管制)、航管組組長、副組長、訓練所所長	45,590	44,360

- 註：1. 支領本專業加給者，除在職訓練管制員及助理管制員外，必須持有有效之民用航空人員執業證書、檢定證、體檢證。
2. 飛航管制人員每月工作時數，仍依原核定之162小時為基準，超時值班者，依其等級及超時工作時數發給加班費。加班費之支給，准依行政院民國七十七年十一月二十一日台七十七人政肆字第四070一號函核定之計算方式，即以月支薪俸額及專業加給二項，主管人員連同主管職務加給三項之總和除以二四0為每小時支給標準。
3. 表列數額含八十四年度眷屬實物代金一大口併入數額五七0元在內。
4. 本表自民國八十三年七月一日起實施。

附錄二 一般專業人員專業加給支給標準表

單位：新台幣元

官等	職等	月支數額	83.6.30前	83.7.1後
簡任	14		31,150	32,630
	13		29,160	30,580
	12		28,270	29,660
	11		25,570	26,870
	10		24,000	25,230
荐任	9		19,940	21,080
	8		19,230	20,340
	7		17,280	18,320
	6		16,650	17,670
委任	5		14,350	15,330
	4		13,790	14,750
	3		13,670	14,620
	2		13,620	14,570
	1		13,210	14,160
雇員			13,210	14,160
適用對象	<ol style="list-style-type: none"> 內政部營建署所屬國家公園管理處專業人員。 地政人員：地政機關或單位實際從事地政工作之編制內專業人員。 戶政人員：戶政機關或單位實際從事戶政工作之編制內專業人員。 財政部國有財產局、各集中支付處及各縣市政府財政局(科)負責支付業務專員及庫款支付課(股)工作人員。 經濟部商品檢驗局、中央標準局、水資源統一規劃委員會、投資審議委員會、中央地質調查所、中小企業處人員。 交通部民用航空局、觀光局、中央氣象局暨所屬機關人員。 行政院勞工委員會職業訓練局及所屬職業訓練中心、行政院青年輔導委員會青年職業訓練中心專業人員、行政院農業委員會漁業幹部船員訓練中心專業人員。 行政院公平交易委員會專業工作人員。 台灣省物資局、林務局、礦務局技術及業務人員、石門水庫管理局、手工業研究所、度量衡檢定所技術人員、交通處航空隊行政配合人員、勞工處南、北區職業訓練中心職業訓練師。 台北市政府勞工局職業訓練中心職業訓練師、台北市立天文台。 行政院國軍退除役官兵輔導委員會職技訓練中心職業訓練師。 行政院大陸委員會從事大陸事務之企劃、文教、經濟、法政、聯絡及港澳地區政策之研究規劃與處理等專業工作人員。 省市府社會處局及縣市政府所屬育幼院、仁愛之家、教養院、習藝中心、廣慈博愛院、敬老院等實際從事教養、保育、監護工作之教保人員(育幼院保育組長、輔導員、保育員、助理保育員；仁愛之家輔導員、保育員及安老所、殘疾所、教養所、少教所之所長；教養院教保組長、輔導員、保育員；習藝中心輔導組(課)長、輔導員、技術員)。各教保機關實際從事監護工作之技工工友增支專業加給700元。 法務部所屬各技能訓練所職業訓練師。 			

註：1. 表列數額含八十四年度眷屬實物代金一大口併入數額570元。

2. 交通部民用航空局、觀光局、中央氣象局暨所屬機關、台灣省礦務局人員原按改任換敘前原等級之相當標準支給有案者，准按原等級之相當標準繼續調整支給。

3. 本表自民國八十三年七月一日起實施。

附錄二（續）

一般公務人員專業加給標準表

單位：新台幣元

官等	職等	月支數額
簡任 (派)	14	31,650
	13	29,430
	12	28,530
	11	25,310
	10	23,190
荐任 (派)	9	19,860
	8	19,020
	7	16,630
	6	15,920
委任 (派)	5	14,410
	4	13,740
	3	13,570
	2	13,520
	1	13,460

- 註：1. 雇員月支13,460元，技工月支11,630元，工友月支11,400元。
2. 表列數額含八十四年度眷屬實物代金一大口併入數額570元。
3. 本表自民國八十三年七月一日起實施。

附錄三 電子作業技術人員技術加給支給標準表

月 支 官 等		職 稱 準 等	主 副 組 高 分	主 任 長 分 析 師	設 計 師 管 理 師 助 理 設 計 師 助 理 管 理 師	設計員	管理員	附 註
簡任(派)	13		6,880					<p>一、支給對象： 以依組織法、組織條例、組織通則、組織規程所設之資訊機構，及經本院核定或由省市府依授權核定以任務編組型態所設之資訊機構內，符合下列要件之專業人員為限： (一)本表所列職稱人員。但在本函規定以前已奉准成立之資訊機構不在此限。 (二)職務經歸列「資訊處理職系」人員。但原支給有案而未符合本項要件者，准予繼續支給至離職為止。 (三)實際從事電子資料處理作業人員。</p> <p>二、各機關組織法規規定之資訊機構職務及經權責機關核准資訊機構編組表之職務，如其職務係歸列資訊處理職系；且實際從事電子資料處理作業，但非屬本表所列職稱者(如技士、技佐等)，由各主管機關視其實際工作內容比照本表相當職稱人員標準支給。</p> <p>三、本項加給改按敘定職等標準支給後，如較原支標準為低者，准予補足差額。</p> <p>四、支領不屬一般公務人員專業加給(原專業補助費)人員，如支給本項加給，應同時改支一般公務人員專業加給(原工作補助費)。</p> <p>五、支給本項加給者，不得另支其他類似津貼或獎金。</p> <p>六、本表自民國八十一年七月一日起實施。</p>
	12		6,810					
	11		6,770					
	10		6,720					
荐任(派)	9		6,650		6,220			
	8		6,600		6,170			
	7		6,550		6,120	增列 5,000		
	6		6,490		6,070	增列 4,650		
委任(派)	5		6,440		6,010	4,300	3,010	
	4				5,530	3,950	2,770	
	3				5,040	3,000	2,520	
	2					2,670	2,200	
	1						1,870	

我國飛航管制系統發展之研究

著者：交通部運輸研究所

發行人：張家祝

發行所：交通部運輸研究所

地址：台北市敦化北路150號7樓

電話：(02)7123121

經銷處：交通部運輸研究所運輸資訊組

地址：台北市敦化北路150號3樓

電話：(02)7123121

中華民國政府出版品展售中心

地址：台北市衡陽路20號3樓

電話：(02)3821394

印刷者：萬達打字印刷有限公司

地址：台北市新生南路三段84-1號2樓

電話：(02)3639367

中華民國八十四年二月初版一刷

本書印製190冊・每冊工本費158元