

# 臺灣地區飛航安全概述



交通部運輸研究所

中華民國八十五年六月

交通部運輸研究所出版品摘要表

出版品名稱：臺灣地區飛航安全概述			
國際標準書號（或叢刊號）		政府出版品統一編號 009104850335	運輸研究所出版品編號 85-33-3136
主辦單位：運輸安全組 主 管：林豐福 計畫主持人：林豐福 研究人員：林沛達 電 話：(02) 349-6863 傳 真：(02) 545-0429			研究期間  自 84 年 05月  至 85 年 06月
關鍵詞：飛航組員、飛航管制、航空氣象、場站安全、飛航維修			
摘要： 針對國內日益蓬勃發展的民用航空運輸事業，我國政府在鼓勵民間業者參與民航運輸、發展臺灣地區多樣化大眾運輸體系的同時，應關切到臺灣地區近三十年來的飛航安全記錄在國際飛安統計上已落入危險飛航國家的範圍，即政府在輔導業者發展必須同時負起監督民航飛航安全的相對責任，並提供國內及國際旅客在運輸上的生命安全保障。  本研究針對相關於飛航安全的諸多課題，就現行國內民航體系整體現況，包含航員、航管、場站管理、氣象、與飛機設計性能、維修等各方面融合民航法規相關問題，依分類及操作狀況做一分析，並蒐集最新國內外飛航安全統計資料加以分析比較，提出多項國內外飛航失事實例以及案例說明，以期達到警惕效果且突顯潛在危險因素，並提出可能改善對策，以因應日後飛航安全的實際需要，及進而提供各相關主管單位作為推動我國民航建設和飛航安全維護之參考題材。			
出版日期	頁數	工本費	本出版品取得方式
85 年 6月	156	200	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"/> 解密日期為 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。			

**PUBLICATION ABSTRACTS OF RESEARCH PROGRAM**  
**INSTITUTE OF TRANSPORTATION**  
**MINISTRY OF TRANSPORTATION AND COMMUNICATIONS**

TITLE : Flight Safety Study in Taiwan Area			
ISBN(OR ISSN)	UNIFORM SERIAL CODE FOR GOVERNMENT PUBLICATIONS 009104850335		IOT SERIAL NUMBER 85-33-3136
DIVISION : Transportation Safety Division		PROJECT PERIOD	
DIVISION CHIEF : Fong-Fu Lin		FROM Nov., 1994	
PRINCIPAL INVESTIGATOR : Fong-Fu Lin		TO Jan., 1996	
PROJECT STAFF: Pei-Da Lin			
PHONE : 886-2-3496863			
FAX : 886-2-5450429			
KEY WORDS : Air Crew, Air Traffic Control, Weather, Airport Safety, Maintenance			
<p>ABSTRACT : Due to the fast growth of the domestic air transportation business in the country, the government is encouraging more private groups to be involved in developing public transportation systems in the Taiwan area. At the same time, we are worrying about the flight safety statistical record of the Taiwan area in the past 30 years which is beyond the acceptable safety degree and almost is considered as one of the countries of highly dangerous air transportation. The authority should provide the life security of the domestic and overseas travelers while using air planes as their transportation mode.</p> <p>This research focuses on many of the subjects regarding the flight safety of the current condition of the domestic aviation system, including crew, air traffic control, airport management and safety, weather, aircraft performance, repairing and maintenance, etc. From each side which related to the civil aeronautics regulations are analyzed according to their operational functions and the categorized problems. In this report, flight safety statistical information collected from Taiwan and other countries has been analyzed and compared. Besides, many previous accident or incident cases also have been examined carefully. They both are trying to identify the existing potential danger factors. The future improvement suggestions are made according to the practical needs. Hopefully, according to those efforts the flight safety in Taiwan area can be enhanced in the near future.</p>			
DATE OF PUBLICATION  June, 1996	NUMBER OF PAGES  156	PRICE  200	CLASSIFICATION <input type="checkbox"/> SECRET <input type="checkbox"/> CONFIDENTIAL <input checked="" type="checkbox"/> UNCLASSIFIED
The views expressed in this publication are not necessarily those of Ministry of Transportation and Communications			

# 台灣地區飛航安全概述

## 目錄

	頁次
第一章 緒論-----	1
1.1 前言-----	1
1.2 研究緣起-----	11
1.3 研究目的-----	11
1.4 研究方法-----	11
1.5 研究內容-----	13
第二章 飛安影響因子(一)航員-----	14
2.1 失事案例引述-----	14
2.2 航員人因肇事比例分析-----	15
2.3 人因範圍-----	17
2.4 航員資源管理-----	18
2.4.1 歷史沿革-----	18
2.4.2 管理理論-----	18
2.4.2.1 目的及定義-----	18
2.4.2.2 CRM 管理理論及原則-----	19
2.4.2.3 實施狀況-----	21
2.5 航醫體檢-----	22
2.5.1 航空生理因素-----	22
2.5.2 航空心理-----	24
2.6 人為因素危害飛安問題建議-----	26
參考文獻-----	30
第三章 飛安影響因子(二)--機械因素-----	31
3.1 前言-----	31
3.1.1 失事案例-----	31
3.1.2 機械故障及維修因素危害飛安比例分析-----	32
3.2 分析國內外各主要航空公司-----	34
3.2.1 國內航空公司飛機現況-----	34
3.2.2 國內各主要航空公司維修現況-----	37
3.2.2.1 國外專業維修廠簡述-----	37
3.2.2.2 國內航空公司附設維修廠及專業維修廠簡述-----	38
3.3 飛機與維修問題研討與建議-----	45

3.3.1 後勤基地的設立與強化	45
3.3.2 建立機型分類維修人員檢定証照制度	46
3.3.3 確實執行民用航空局飛航安全查核	46
3.3.4 電腦化的修管制度及品質檢驗	47
3.3.5 訂定最低裝備需求表列	48
3.3.6 品管組織的獨立	48
3.3.7 加強非破壞性結構檢測的工作	48
3.3.8 加強種子修護員的質與量	50
3.3.9 後勤零組件加強備料供應	50
3.3.10 適航檢定機構的人力補充	50
3.3.11 地面機械員執照中加到航空電子專業維修師	50
參考文獻	51
第四章 飛安影響因子(三)--飛航管制安全	52
4.1 台灣地區飛航管制單位組織	52
4.2 台灣地區飛航管制作業流程	58
4.3 台灣地區飛航管制規則與設備	59
4.3.1 飛航管制程序的隔離標準	59
4.3.2 飛航規則	60
4.3.3 台灣地區助航設備	61
4.4 近年台灣地區航管飛航事件案例	63
4.5 建議與結論	64
4.5.1 改善助航設施及加強現有設備測試工作	64
4.5.2 空域劃分規劃與管理	64
4.5.3 人為因素的改善	65
4.5.4 解決航管員不足及超時工作問題	65
4.5.5 研擬航管相關科技人員合理薪資結構調整計劃以適應飛 航管制技術科技化、自動化之發展	66
4.5.6 航管單位地位未定，角色應予以釐清	67
4.5.7 加強管制員對外交流及溝通能力	67
4.5.8 積極建立國家未來空中導航系統	67
參考文獻	70
第五章 飛航影響因子(四)--場站安全	71
5.1 引言	71
5.2 場站安全	71
5.2.1 近場安全	71
5.2.1.1 限禁建	71

5.2.1.2 鳥擊事件的改善-----	74
5.2.2 跑道安全-----	74
5.2.2.1 跑道障礙物的清除-----	75
5.2.2.2 道外物傷害的避免-----	75
5.2.2.3 跑道橡膠沾附之清除-----	75
5.2.3 停機坪安全-----	75
5.3 結論與建議-----	79
參考文獻-----	83
第六章 飛安影響因子(五)——天候因素-----	84
6.1 前言-----	84
6.1.1 風因-----	84
6.1.1.1 有利因素-----	86
6.1.1.2 有害因素-----	87
6.1.2 降雨、結冰與飛航安全-----	91
6.1.2.1 降雨與飛航安全-----	93
6.1.2.2 結冰與飛航安全-----	93
6.1.3 雲、霧-----	93
6.2 航空氣象觀測系統-----	93
6.2.1 機場地面氣象觀測-----	94
6.2.2 飛機觀測-----	95
6.2.3 飛機終端都卜勒氣象雷達觀測-----	95
6.2.3.1 都卜勒雷達觀測原理-----	95
6.2.3.2 都卜勒氣象雷達的功能-----	96
6.2.3.3 都卜勒氣象雷達的限制-----	96
6.2.4 機場低空風切警告系統-----	97
6.2.5 剖風儀的觀測-----	97
6.3 航空氣象預報系統-----	98
6.3.1 航空氣象預報的種類-----	98
6.3.1.1 短時預報-----	98
6.3.1.2 中長時預報-----	98
6.3.2 航空氣象資料的網路傳遞-----	99
6.4 結論與建議-----	100
6.4.1 航空氣象觀測國內現況與建議-----	100
6.4.2 航空氣象預報及警告國內現況及建議-----	100
6.4.3 航空氣象網路傳遞國內現況及建議-----	101
參考文獻-----	101

第七章 結論與建議	104
7.1 結論	104
7.1.1 國際飛安	104
7.1.2 國內飛安	108
7.2 建議	113
7.2.1 建立飛航安全報告體系及失事調查專責組織	103
7.2.2 積極建立國家未來空中導航系統	115
7.2.3 推動民航技術及管理人才培訓	116
7.2.4 修定從事飛安公共事務民用航空人員	118
7.2.5 積極推業者實行航員資源管理訓練，減少人為因素危害 飛安	119
7.2.6 建立國內各機場緊急應變及救助措施的架構及能量	119
7.2.7 航空人員證照檢定給證制度應重新調整	120
7.2.8 建立國內外機場緊急應變能力加強場站安全	121
附錄 1-我國常用商用客機飛機性能及規格表	122

## 表 目 錄

表 1-1	我國國籍航空公司經營業務概況-----	頁次 2
表 1-2	台灣地區國際及國內航空旅客與貨物運量成長情形-----	4
表 1-3	我國歷年航空事故統計表-----	6
表 1-4	波音公司-飛安事故預防策略-----	9
表 1-5	亞洲各國航空公司近 15 年飛機重大失事統計表與美洲 各國航空公司近 15 年飛機重大失事統計表-----	10
表 2-1	波音公司 1959-1994 重大失事統計表-----	15
表 2-2	波音公司 1959-1994 飛機全毀失事統計表-----	16
表 2-3	波音公司 1959-1994 飛機致命失事統計表-----	16
表 2-4	波音公司 1959-1994 飛機致命及死亡人數統計表-----	16
表 2-5	國籍航空公器歷年致命失事統計表-----	17
表 2-6	歷年來飛行員值勤發病一覽表-----	22
表 2-7	民航駕駛員分齡千人年停飛率中外研究之比較及航空人員 十年來體檢計人次統計表-----	23
表 2-8	我國民航機駕駛員喪失執照之疾病分析資料來源-----	23
表 3-1	1959-1994 全球商用機致命失事主因分析-----	32
表 3-2	1970-1995 我國兩萬公斤以上民航致命重大事故次數與 肇因分析-----	33
表 3-3	國內航空公司飛機現況-----	34
表 3-4	國內各主要航空公司維修現況-----	40
表 3-5	常用非破壞性檢測(DNT)方法比較表-----	49
表 4-1	終端管制範圍與業務負責-----	57



表 4-2	民航局轄下之各機場塔台管制範圍-----	57
表 5-1	波音公司提報 11 家航空公司 1986.8-1992.12 航機地面 意外事件統計表-----	76
表 6-1	近 30 年來台灣地區與氣象有關之軍民航機意外件統計表--	85
表 6-2	為民用航空器起降測風的標準-----	87
表 6-3	機場飛機起降能見度標準-----	94
表 7-1	致命失事及死亡人數表-----	105
表 7-2	國籍航空公司兩萬公斤以上歷年致命失事表-----	108
表 7-3	國籍航空公司歷年致命失事表-----	109
表 7-4	國籍航空器歷年致命失事統計表-----	110
表 7-5	我國機隊致命失事已知主要因素暨飛行狀態矩陣表-----	112
表 7-6	我國機隊兩萬公斤以上致命失事已知主要因素暨飛行 狀態矩陣者-----	112
表 7-7	1994-1995.10 中正機場場內事故成因統計表-----	120

## 圖 目 錄

	頁次
圖 1-1 全國運輸工具百萬延人公里比例分配圖-----	1
圖 1-2 台灣地區國際航空旅客運量成長-----	4
圖 1-3 台灣地區國內航空旅運量成長圖-----	4
圖 1-4 全球商用噴射客機重大失事統計-----	5
圖 1-5 我國歷年航空事故統計圖-----	6
圖 1-6 IATA 全球失事率統計圖表-----	7
圖 1-6 圖籍航空公司兩萬公斤以上飛機(1985-1994)失事率統計表-----	7
圖 1-8 報告流程圖-----	12
圖 1-9 航空事故比例示意圖-----	13
圖 1-10 航空失事錯誤鍊理論模型-----	13
圖 2-1 壓力操作曲線圖-----	24
圖 2-2 壓力操作與工作複雜度-----	24
圖 2-3 壓力反應曲線圖-----	25
圖 4-1 民航局組織圖-----	52
圖 4-2 飛航服務總臺現行組織系統-----	53
圖 4-3 台北飛航情報區飛航管制範圍-----	54
圖 4-4 台北飛航情報區之飛航管制業務-----	56
圖 4-5 飛航管制控制模式-----	58
圖 5-1 中正航空站飛航安全標準範圍-----	73
圖 5-2 波音公司提報十一家航空公司 1986.8-1992.12 航機 地面意外事件派型圖-----	76

圖 6-1	近年來因風切所導致的失事及致命人數統計表-----	88
圖 6-2	小型下爆氣流運動示意圖-----	89
圖 6-3	飛機在低空風切中進場的姿態示意圖-----	90
圖 6-4	飛機在低空風切中進場的路徑示意圖-----	91
圖 7-1	致命失事狀態圖-----	106
圖 7-2	主要失事因素-致命失事表-----	107
圖 7-3	國籍航空器歷年兩萬公斤以上飛機致命失事統計分析圖---	110

# 臺灣地區飛航安全概述

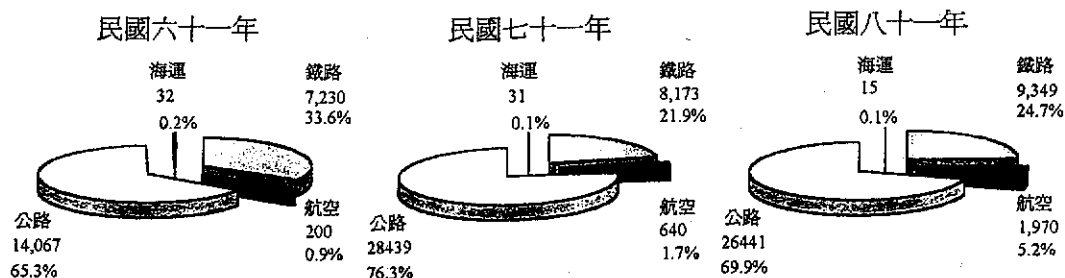
## 第一章 緒論

### 1.1 前言

臺灣地處西太平洋中樞，南北銜接東北亞東南亞以及澳洲大陸，東西交匯東亞及美洲兩大經濟體，地理位置的優越性使得幅員狹小的台灣具備了海洋性國家島嶼經濟及外貿導向的要件，早年的外貿客貨運幾乎仰賴海權航路的擴張以及發展，台灣的經濟基礎也因此得以奠定。隨著我國經濟實力的日漸增強，在對外客貨運輸交通的需求日益擴大，客運人口結構轉而趨向以高品質觀光或商務，而貨運趨向於運送質輕、價高且時效性較高的商品為主，海運在迅速舒適的運輸需求下逐漸被航空客貨運輸所取代。國際上航空運輸取代海運的趨勢，也在國內運輸市場產生替代鐵路公路以及海運的效應。

依據臺灣地區國內客運的分佈圖（圖 1-1）顯示民國 61 年國內航空客運僅 200 百萬延人公里，民國 71 年增至 640 百萬延人公里，到了民國 76 年政府實施「開放天空政策」以來至民國 81 年大幅增至 1970 百萬延人公里。其成長率由民國 61 年到民國 71 年，年成長率平均為 22%，民國 71 年到民國 81 年，年成長率平均為 20.8%。根據整體分配圖比較，航空客運在海運及鐵路公路整體比例分配由民國 61 年的 0.9%，民國 71 年的 1.7%，到民國 81 年大幅增加為 5.2%，每十年的整體比例均遠超出鐵、公路與海運的成長率，而呈現蠶食其他旅運交通工具運量比例的現象。

圖 1-1 全國運輸工具百萬延人公里比例分配圖



單位：百萬延人公里

以臺灣地區民航運輸業的發展狀況，可以回溯自1960年以前，我國的民航客貨運皆由美商CAT(飛虎隊為前身)承攬國際及國內航線運輸，直到大部份航空器相繼失事後才停業。在此同時國內的民航業者相繼成立，陸續有復興、遠東、中華、永興、台灣及大華等公司加入民航運輸業的行列，民航運輸由此時期開始茁壯。到了民國76年以後政府大力施行「開放天空政策」，帶動國內運輸事業的強力發展，也因此推動國內經濟活力再一波的向前躍進，國籍的長榮航空公司於84年設立，接著華信航空也加入國際線營運，而國內航線方面則有馬公、瑞聯(中亞)、中興、台北、大鵬、金鷹、達信及凌天等航空公司相繼設立，表1-1列出。

表 1-1、我國國籍航空公司經營業務概況

公司名稱	經營業者
一、民用航空運輸業：	
(1)中華航空公司	經營國際及國內航線定期及不定期客、貨、郵運輸業務。
(2)長榮航空公司	經營國際及國內航線定期及不定期客、貨、郵運輸業務。
(3)華信航空公司	經營國際及國內航線定期及不定期客、貨、郵運輸業務。
(4)遠東航空公司	經營國際及國內航線定期及不定期客、貨、郵運輸業務。
(5)復興航空公司	經營國際及國內航線定期及不定期客、貨、郵運輸業務及國際航運客包機業務。
(6)大華航空公司	經營國際及國內航線定期及不定期客、貨、郵運輸業務。
(7)馬公航空公司	經營國際及國內航線定期及不定期客、貨、郵運輸業務及國際航運客包機業務。
(8)永興航空公司	經營國際及國內航線定期及不定期客、貨、郵運輸業務並辦理普通航空業務。
(9)台灣航空公司	經營國際及國內航線定期及不定期客、貨、郵運輸業務。
(10)瑞聯航空公司	經營國際及國內航線定期及不定期客、貨、郵運輸業務。
二、普通航空運輸業：	
(1)亞太航空公司	經營普通航空業務
(2)中興航空公司	經營普通航空業務
(3)大鵬航空公司	經營普通航空業務
(4)金鷹航空公司	經營普通航空業務
(5)台北航空公司	經營普通航空業務
(6)凌天航空公司	經營普通航空業務
(7)達信航空公司	經營普通航空業務

資料來源：交通部運輸研究所

依據交通部運輸研究所統計資料顯示，民國 65 年國際線運旅客有 2,434,482 人次，到了民國 75 年到達 4,828,131 人次平均年成長率為 6.5%，自從開放天空政策後，民國 76 年國際線旅客由 5,679,049 人次到民國 82 年的 12,886,533 人次平均年成長率大幅升高到 15.3%，國內航線部份民國 65 年為 4,760,949 人次至民國 75 年的 5,301,534 人次平均成長率大幅增加至 9.9% (如圖 1-2, 1-3, 表 1-2 所示)。回顧往年的統計資料，顯示出民國 75 年至 76 年間，對航空客運的成長率而言是很大的分界點，其主要因素還是在於政府推動「開放天空政策」，造成供給與需求相互間的放大效應，在日益蓬勃的經濟體運作下，民用航空業者運量的增加在未來是可以預期，而政府的管理策略以及法令的修定相對的也顯現出其重要性。

另外根據國際空運協會(IATA)對未來市場成長的預測，亞太地區在 1991～1995 年間每年空運量具有 8.6% 的年成長率，由於亞太地區經濟活動蓬勃發展，新興工業國家迅速發展，不僅僅所謂的亞洲四小龍，再加上逐漸趕上的泰國、印尼、越南等國家，另外隨之中國大陸勵行改革開放措施，國內生產毛額也驟增到台灣總額的兩倍，並有逐漸擴大的趨勢，因此航空運輸市場榮景將是可期的，尤其是亞太地區，在全球 17 條繁忙航線中有 7 條位於此區內。同時公元 1995～2000 年全球航空運旅量預測達到 7.5% 的高年成長率，亞太地區的空運量也將由 1985 年的 25.2% 全球佔有率到 2010 年全球運旅量的 50%，另外到了 2005 年時全球民航空運的總量也將達目前的兩倍，為未來航空運輸事業的榮景提出學理性的數據統計預測。

航空事業過去和未來的蓬勃發展，雖然顯現世界及亞太地區經濟活力的發展強大以及世界一家地球村趨勢的實踐，但無可諱言的交通運輸事業在於滿足人類空間轉換及貨暢其流的目的，因此如何將人、貨安全送達目的地則是交通事業體最基本需要滿足的要求，為了達到這種要求，交通運輸安全的提倡實應凌駕於交通運輸量的成長，成為交通事業體發展交通事業的最高原則。

依據台灣飛行安全基金會所出 1959～1994 年全球商用噴射客機重大失事統計看來，自 1966 年以來每百萬離場的失事率穩定的維持在一、二架的區間中震盪(如圖 1-4 所示)，因此在全球的運旅量增加的狀況下，母體的增大失事事件並未隨之減少，反而因失事率維持在定值，失事事件隨著母體的增加而增加，因此以未來的前景展望，失事事件將隨百萬離場次數的增加而增加，尤其對飛行安全危害的比重將日益增加，飛航安全工作者對此種趨勢勢必加以關切與分析，並以最佳安全度為最終目標，因此在發掘我國飛航安全缺失及建立我國飛航安全制度前，了解國內外大環境及過去統計趨勢是必要性的工作。

表 1-2 台灣地區國際及國內航空旅客與貨物運量成長情形

年份	國際旅客	成長率	國內旅客	成長率	國際貨運	成長率	國內貨運	成長率
65年	2,434,482		4,760,949		119,253		33,400	
66年	2,994,868	23%	6,667,698	40%	127,625	7%	40,558	21%
67年	3,119,481	4%	7,799,082	17%	139,501	9%	43,613	8%
68年	3,628,495	16%	7,620,345	-2%	189,595	36%	31,217	-28%
69年	3,783,899	4%	6,149,810	-19%	212,252	12%	22,735	-27%
70年	4,062,105	7%	5,638,231	-8%	224,913	6%	20,084	-12%
71年	4,136,272	2%	5,493,372	-3%	229,401	2%	23,934	10%
72年	4,297,599	4%	5,728,015	4%	282,854	23%	25,161	5%
73年	4,519,105	5%	6,342,439	11%	309,518	9%	27,953	11%
74年	4,523,195	0%	5,854,474	-8%	302,158	-2%	25,821	-8%
75年	4,828,131	7%	5,301,534	-9%	402,965	33%	21,575	-16%
76年	5,679,049	18%	6,632,253	26%	485,602	21%	25,143	17%
77年	7,129,129	26%	7,613,547	14%	516,053	6%	20,738	6%
78年	8,296,723	16%	8,910,308	17%	576,985	12%	31,571	18%
79年	9,679,919	17%	9,042,760	1%	625,430	8%	36,703	16%
80年	10,384,298	7%	11,210,397	24%	670,127	7%	44,680	22%
81年	12,117,273	17%	14,875,494	33%	263,307	14%	53,129	19%
82年	12,886,533	6%	18,441,857	24%	793,263	4%	60,615	14%

資料來源：運輸資料分析，交通部運輸研究所，83年

圖 1-2 台灣地區國際航空旅客運量成長圖

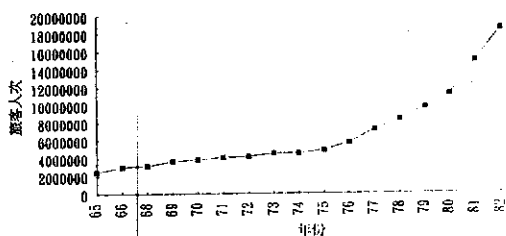


圖 1-3 台灣地區國內航空旅客運量成長圖

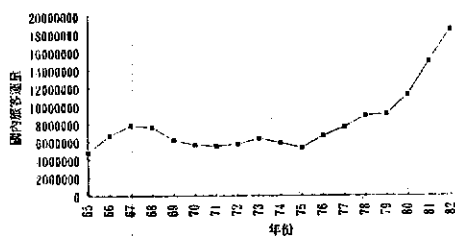
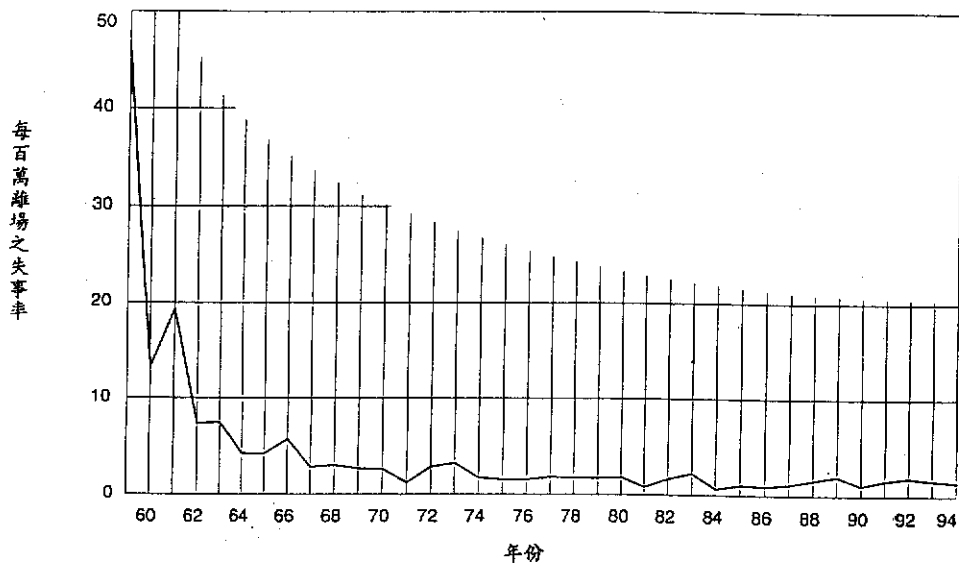


圖 1-4 全球商用噴射客機重大失事統計(1959-1994)



資料來源：臺灣飛行安全基金會

國際上的飛航安全資料概況如上所示，比較分析我國台灣地區的飛航安全紀錄（表 1-3 及圖 1-5），公元 1980 年到 1987 年之 7 年間平均每十萬小時失事率為 0.84 架次，即每百萬小時失事率為 8.4 架次。而依據飛行安全基金會引用 IATA 的全球近十年的失事統計數據顯示，1984 年到 1993 年 10 月間百萬飛行小時重大失事平均為 0.835 架次（如圖 1-6），比較國內的數值幾乎為國外的 10 倍有餘。

若引用國籍航空器 2 萬公斤以上飛機 1985-1994 最近 10 年間每百萬飛行年失事率統計，平均為 5 架次（如圖 1-7），和國際平均值比較起來也為其 6 倍。因此依據統計數字顯示，我們可以很明顯的看出台灣地區的飛行失事率在全球整體的平均值比較上，明顯的突出不少。

隨著臺灣地區經濟的蓬勃發展，不管在商務或觀光旅遊上，航空運輸在未來勢必成為城際運輸的主流，飛行小時的增加，若失事率維持一定比率下，失事事件必然大幅增加。以我國目前偏高的失事率，再加上飛行小時迅速增加的結果，未來失事事件數量的擴大，實是值得飛行安全工作者關切與注意。



圖 1-5 我國歷年航空事故統計圖

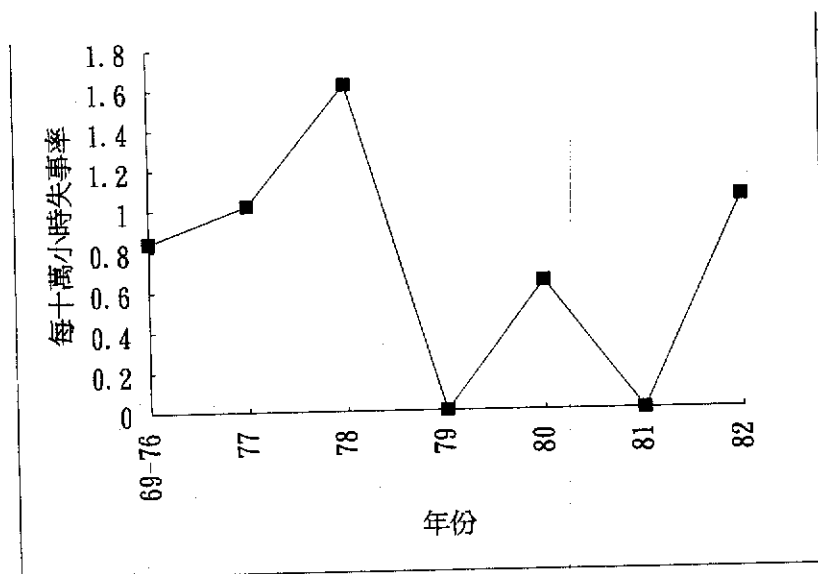


表 1-3 我國歷年航空事故統計表

年份	飛行小時 (時+分)	失事次數	每十萬小時 失事率	乘客死亡數
69-76	828,868+08	7	0.84	154
77	97,159+13	1	1.02	10
78	123,273+06	2	1.62	64
79	134,883+40	0	0	0
80	155,343+00	1	0.64	5
81	143,329+55	0	0	0
82	191,088+25	2	1.05	0

資料來源：交通部民用航空局

圖 1-6 IATA 全球失事率統計圖表(1984-1993)

資料來源:臺灣飛航安全基金會

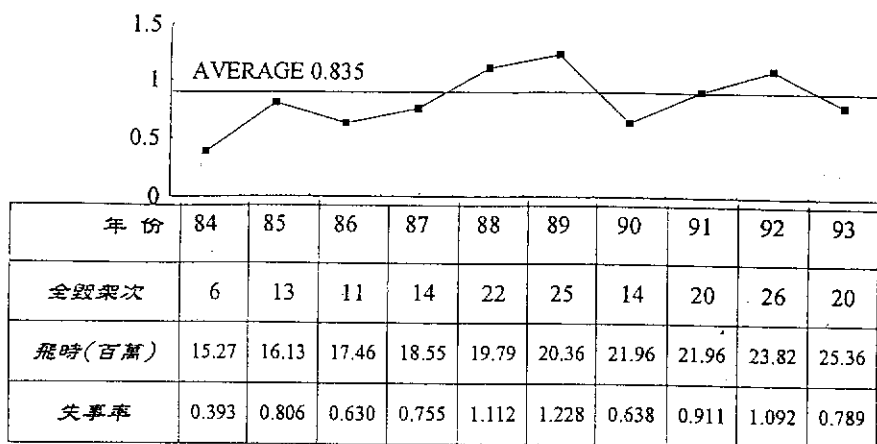
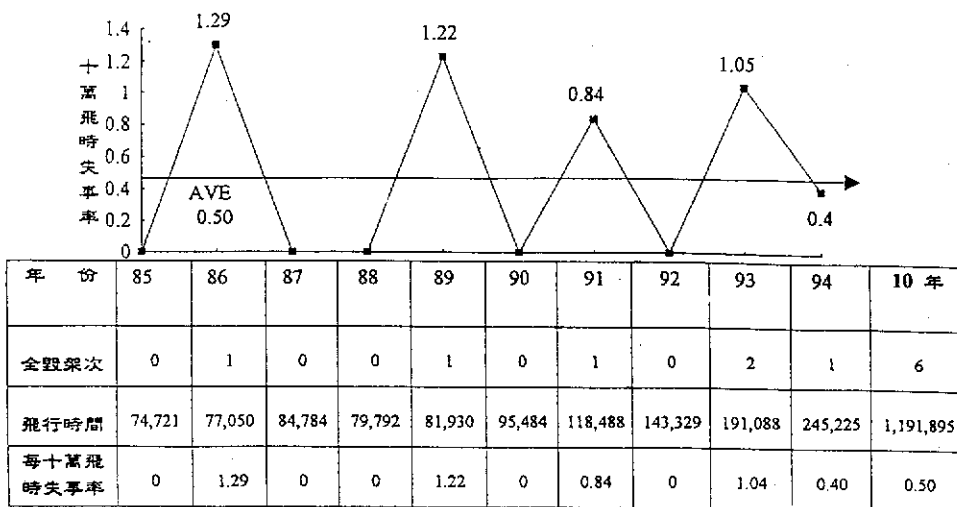


圖 1-6 國籍航空公司兩萬公斤以上飛機(1985-1994)失事率統計圖表

資料來源:臺灣飛航安全基金會



※每百萬飛時平均失事率5.00

※IATA統計20,000KG以上民航機最近10年每百萬飛時平均失事率0.835

飛行安全，在定義上很難有確切而嚴謹的文字表現，但其涵義主要為「凡是維護航空器乘員，貨物及地面人員財產的安全，對航空相關器具及人員在安全上所做的努力」。依據此項涵義，我們可以推行出的飛行安全的範圍實是相當的廣泛，分類方法也不在少數，此份報告引用波音公司的分類法來探討維持飛航安全所應注意的事項。

根據波音公司分類，飛行安全預防策略(Accident Prevention Strategies)的類別大體上可區分為七大類(如表 1.4 所示)，分別為航員(crew)，航空公司航務操作(Airline Flight Operations)，航管(ATC)， 航空管理(Airport Management)，氣象(Weather Information)，飛機性能(Airplane Design/Performance)，維修(Maintenance)等各方面，每一大類別即是一項專門的領域。例如航員(crew)方面，牽涉到飛行員是否遵守程序，機長是否再確認基本飛行技術，進場輔助設備的充份運用，進場路徑的穩定....等等 19 項，

一個飛行安全工作者，在事後認定飛行航員疏失的基本條件必然是其對飛行員操作的程序及各類儀器技術有相當程度的認知。同理，在航空公司航務操作方面有近地警告系統是否裝設，重量及重心的控制，空勤組員的疲勞控制等；在航管方面有航管系統的性能，航管/飛行員間的溝通程度等；在航空管理方面有跑道應變措施，有危險因素之排除等；在氣象方面有氣象資料提供與準確；在飛機設計及性能上有設計的改良、緊急裝備的完善、製造程序的品質...等等，以及在維修方面有維修或檢試作為。

以緊急裝備的完善與否而言，裝備種類、特性、適用的機種、安全可靠度以及對其他設備的影響程度評估，在航空器的驗證上都是一項專門的學問，更遑論其他如航管，先進電子儀器等的了解，因此我們在進行所謂的飛行安全作業上，在基本技術層面及環境上需有基本的技術認知，才能得以分析飛行記錄，並據此發現危害飛航安全的癥結。且在進行所謂的政策策略的企劃分析及規劃時，根據此癥結發展適合自己本土文化的失事預防策略並推廣到各個民航相關事業體，從良好管理技術上，對我國高失事率的飛行進行徹底的診治，以期在未來達成零失事率的目標。

以新加坡(SIA)和全日空(ANA)為例(如表 1-5 所示)，其良好的管理制度下所呈現出高百萬離場次數下的零失事事件，在國際上享有極高的聲譽。特別是新加坡在場站管理所投注的心力，使得國際旅客在進出其國家大門時，對新加坡留下良好的印象，因此提供良好的安全的管理，不僅減少人命的損失、航空公司財務的損失以及重大的社會成本支出，甚至在國家聲譽的提升上具有無形的影響力。因此可知飛航安全的提供與重視，不僅僅在於航空公司內部的管理策略上能夠達成企業目標，而國家的導引與重視，更能為國家累積無形和有形的資

表 1-4 波音公司-飛安事故預防策略

類別 (Group)	代碼 (Code)	失事預防策略 (Incident Prevention Strategies)
航 員 (Crew)	01	飛行員遵守程序 (Flying Pilot adherence to procedure)
	02	飛行員未遵守程序時應遵守程序 (Notifying pilot adherence to procedure)
	03	飛行員未遵守程序時應遵守程序 (Notifying pilot adherence to procedure)
	04	飛行員未遵守程序時應遵守程序 (Notifying pilot adherence to procedure)
	05	飛行員未遵守程序時應遵守程序 (Notifying pilot adherence to procedure)
	06	飛行員未遵守程序時應遵守程序 (Notifying pilot adherence to procedure)
	07	飛行員未遵守程序時應遵守程序 (Notifying pilot adherence to procedure)
	08	飛行員未遵守程序時應遵守程序 (Notifying pilot adherence to procedure)
	09	飛行員未遵守程序時應遵守程序 (Notifying pilot adherence to procedure)
	10	飛行員未遵守程序時應遵守程序 (Notifying pilot adherence to procedure)
	11	飛行員未遵守程序時應遵守程序 (Notifying pilot adherence to procedure)
	12	飛行員未遵守程序時應遵守程序 (Notifying pilot adherence to procedure)
	13	飛行員未遵守程序時應遵守程序 (Notifying pilot adherence to procedure)
	14	飛行員未遵守程序時應遵守程序 (Notifying pilot adherence to procedure)
	15	飛行員未遵守程序時應遵守程序 (Notifying pilot adherence to procedure)
	16	飛行員未遵守程序時應遵守程序 (Notifying pilot adherence to procedure)
	17	飛行員未遵守程序時應遵守程序 (Notifying pilot adherence to procedure)
	18	飛行員未遵守程序時應遵守程序 (Notifying pilot adherence to procedure)
航空公司 飛行操作 (Airline Flight Operations)	20	飛行員未遵守程序時應遵守程序 (Notifying pilot adherence to procedure)
	21	飛行員未遵守程序時應遵守程序 (Notifying pilot adherence to procedure)
	22	飛行員未遵守程序時應遵守程序 (Notifying pilot adherence to procedure)
	23	飛行員未遵守程序時應遵守程序 (Notifying pilot adherence to procedure)
	24	飛行員未遵守程序時應遵守程序 (Notifying pilot adherence to procedure)
	25	飛行員未遵守程序時應遵守程序 (Notifying pilot adherence to procedure)
	26	飛行員未遵守程序時應遵守程序 (Notifying pilot adherence to procedure)
	27	飛行員未遵守程序時應遵守程序 (Notifying pilot adherence to procedure)
	28	飛行員未遵守程序時應遵守程序 (Notifying pilot adherence to procedure)
	29	飛行員未遵守程序時應遵守程序 (Notifying pilot adherence to procedure)
	30	飛行員未遵守程序時應遵守程序 (Notifying pilot adherence to procedure)
	31	飛行員未遵守程序時應遵守程序 (Notifying pilot adherence to procedure)
航 管 (ATC)	40	航管系統之性能 (ATC system performance)
	41	航管系統之性能 (ATC system performance)
機場管理 (Airport Management)	50	機場危險區域的排除 (Eliminate runway hazards)
	51	機場危險區域的排除 (Eliminate runway hazards)
	52	機場危險區域的排除 (Eliminate runway hazards)
氣象 (Weather Information)	60	氣象資料之提供之準確性和完整性 (Weather information availability and accuracy)
	70	氣象資料之提供之準確性和完整性 (Weather information availability and accuracy)
	71	氣象資料之提供之準確性和完整性 (Weather information availability and accuracy)
飛機設計/性能 (Airplane Design/ Performance)	72	飛機設計/性能 (Airplane Design/Performance)
	73	飛機設計/性能 (Airplane Design/Performance)
	74	飛機設計/性能 (Airplane Design/Performance)
維修 (Maintenance)	80	維修或檢驗作業 (Maintenance or inspection actions)
	81	維修或檢驗作業 (Maintenance or inspection actions)

表 1-5

亞洲各國航空公司近15年飛機重大失事統計表

航 空 公 司	1977~1992 總飛行次數 (百萬次)	重大失事 次 數	每百萬次 飛行 重大失事率	每百萬次 飛行 意外死亡傷率
中 文 名 稱	英 文 名 稱			
亞 洲				
全 日 航	ANA	2,705	0	0.00
馬來西亞航空	MAS	1,621	1	0.61
印尼航空	Garuda	1,317	4	3.04
日 航	JAL	1,325	3	2.26
菲律賓航空	PAL	0,934	5	5.35
韓 航	KAL	0,892	4	4.48
巴基斯坦航空	PIA	0,811	4	4.93
新加坡航空	SIA	0,514	0	0.00
泰 航	Thai	0,521	4	7.67
南 泰 航	Coltroy Pacific	0,410	0	0.00
印度航空	Air India	0,262	4	15.26
日 亞 航	Japan Asia	0,075	0	0.00
中華航空	China Airline	NA	5	NA
中國大陸	CAAC	NA	11	NA
中 東 地 區				
沙烏地航空	Saudia	1,134	2	1.76
埃及航空	Egyptair	0,363	0	0.00
伊朗航空	Iran	0,455	3	6.59
科威特航空	Kuwait	0,177	1	5.64
海灣航空	Gulfair	0,176	1	5.68

美洲各國航空公司近15年飛機重大失事統計表

航 空 公 司	1977~1992 總飛行次數 (百萬次)	重大失事 次 數	每百萬次 飛行 重大失事率	每百萬次 飛行 意外死亡傷率
中 文 名 稱	英 文 名 稱			
北 美 洲				
達美航空	Delta	10,452	2	0.19
聯合航空	United	8,917	5	0.56
美國航空	American	8,647	2	0.23
環球航空	TWA	4,343	1	0.23
西北航空	Northwest	4,815	3	0.62
大陸航空	Continental	4,629	3	0.64
加拿大航空	Canadian	1,209	0	0.00
拉 丁 美 洲				
墨西哥航空	Aeromexico	1,201	3	2.75
阿根廷航空	Argentinas	0,96	0	0.00
哥倫比亞航空	Avianca	0,631	3	4.75
巴西航空	Transbrasil	0,682	2	2.74
巴 西	Varig	1,358	4	2.94
巴 西	VSAP	1,280	5	3.90

資料來源:交通部統計處,國籍航空器飛安事故模型建立及預測之研究

產，所以推動飛航安全應是我們每個人共同努力的目標。

目前各國的飛航安全主管機關以民航局為主，其位階置在交通部門之下，如美國的FAA(Federal Aviation Administration)，如國內的民航局。根據我國民用航空法第一條，「保障飛航安全，健全民航制度，符合國際民用航空標準法則，促進民用航空之發展，特制定本法」，開宗明義即為保障飛航安全而設立此法，而民航局組織條例第二條第四款也指出「交通部民用航空局職掌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」明確表現出對飛航安全的重視程度。以組織而言，各國的航空公司大部份將飛航安全管理機構的位階放置於航空公司總經理室之下，如國內長榮航空的飛行安全室，以副理為其主管。

飛航安全的位階放置於較高位置，已是時勢所趨，主要也是因為飛航安全跨越的領域幾乎為整個航空事業體，牽涉過多的領域造成管理監督技術的複雜，舉凡航空機械、電子、人力資源管理....等等不同領域，為了維護國家、公司的整體利益，飛航安全機構實是扮演一個監督管理者的角色，兼顧著各個點所構成的安全網，保護的對象不僅僅是公司或國家形象，更可以說是千百萬旅途中的乘客，職責重大，因此推動飛航安全組織的強化與位階的提升，對整體利益可預見有很大的提升。

飛航安全的課題是如此受到重視，因此此份報告一方面藉著對台灣地區的飛航環境及安全程度作一全盤性的了解，也提出多項失事案例以為警惕，一方面希望由此提出改善飛航安全的策略與作法，希望在廣泛性的探討過程中，找出癥結所在，俾能對台灣地區的飛航安全提出具體性的建議及看法，為台灣的飛航安全盡一份心力。

## 1.2 研究緣起

近年來我國民航事業不斷快速蓬勃的發展，自 1988 年政府宣布開放天空政策後，國內航線年飛航架次為 130,310 架次，載運 761 萬人次，截至 1993 年國內線飛航架次增為 361,061 架次，載運 1,844 萬人次，至於國際航線則由 1988 年的 47,183 架次，載運 7,129,129 人次，成長到 1993 年的 87,930 架次，載運 12,886,653 人次，短短六年間國內線飛航架次成長倍數為 2.77 倍，載運旅客成長倍數為 2.42 倍，國際線飛航架次成長倍數為 1.86 倍，載運旅客為 1.807 倍。如此高成長市場，尤其是國內線以二至三倍的速率膨脹，表面上不僅代表我國國民所得大幅增加，另一方面值得我們深思的是在如此高運量和密集航班下所潛藏的飛航危險因子。

雖然一個航空事故的發生比例較諸平面道路少了很多，但是一旦發生事故(Accident)，其致命和受傷的比例卻高達 70%~80%，甚而生還的機率十分渺小，不僅僅航空器擁有者蒙受重大損失，且社會成本的損失將是難以計數的。因此國內每當有飛安事故發生，之後雖然檢討聲不斷，卻因失考慮目前國內較為封閉之民航生態體系而未能作徹底的改善。因此小至民國 81 年，台航 BN-2A-26 引擎故障在台東沉入海底 7 人死亡的慘劇，大至民國 88 年 10 月中華航空 B737 客運在花蓮加禮宛山撞山失事，造成 54 人死亡的慘劇，皆在失事報告歸納為單一失事肇因後及時間淡忘下而成為去，而輿論要求檢討及改進的風浪也在提不出實際改善策略，而不了了之。

此份報告就現行國內民航體系整體現況，包含航員、航管、場站管理、氣象、與飛機設計性能、維修等各方面溶入民航法規相關問題，依分類及操作狀況做一分析，以期突顯潛在危險因素，並提出可能改善對策，以因應日後飛航安全的實際需要，並進而提供各相關主管單位作為推動我國民航建設和飛航安全維護之參考題材。

## 1.3、研究目的

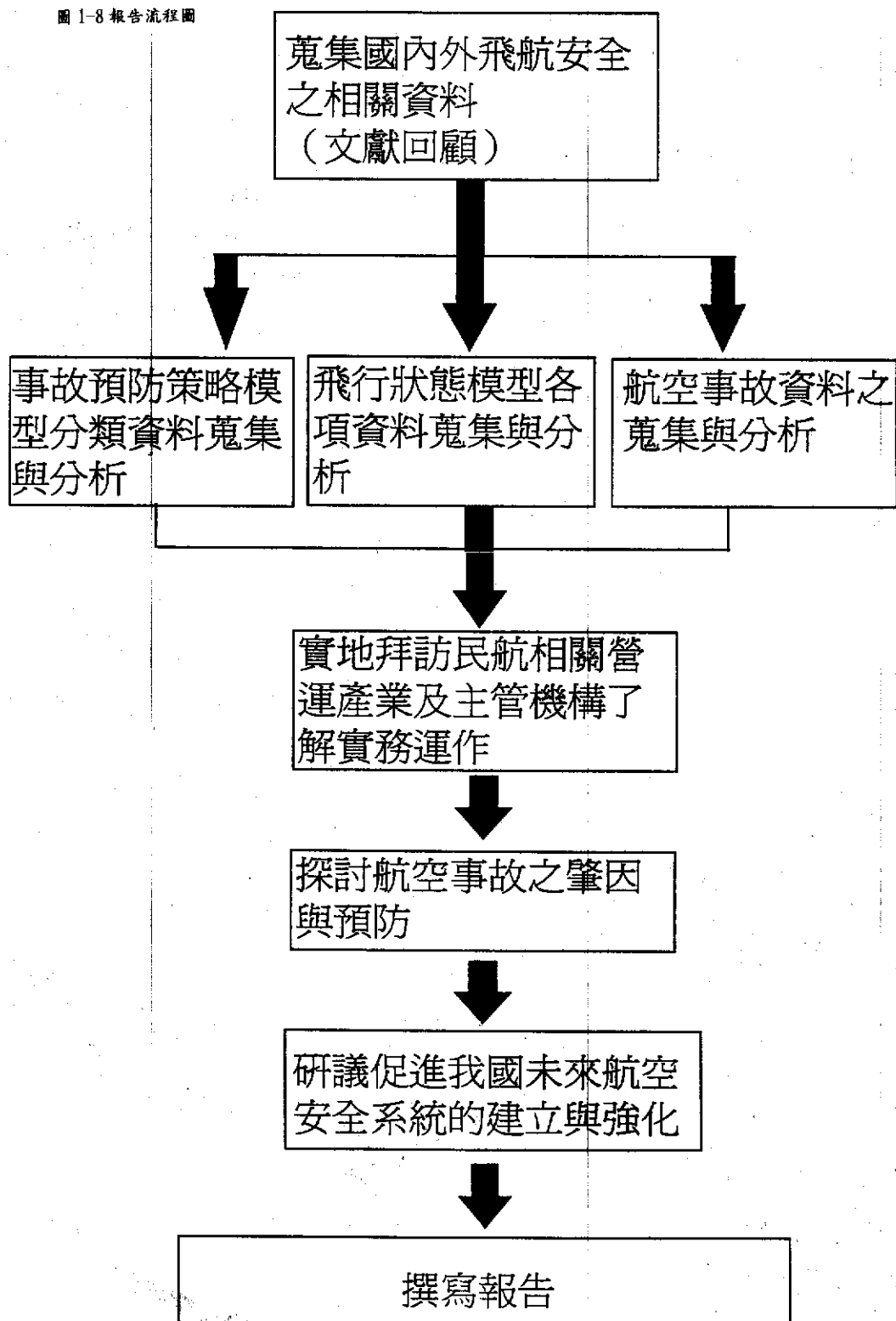
本計劃的研究目的主要如下：

- (1)建立航空交通安全環境
- (2)確立航空器安全飛行
- (3)探討意外事故發生潛在因素
- (4)維持飛航交通秩序

## 1.4、研究方法：

本計畫擬蒐集近年來相關資料，系統化地以整體性的考慮將觸角廣泛延伸至各個因素領域，並針對國內外航空事故資料進行分析，以探討航空事故肇因與預防，本報告之流程詳如圖 1-8 所示：

圖 1-8 報告流程圖



### 1.5、研究內容：

本研究擬由南加大安全及系統管理學院麥巴教授的飛安事件比例圖(如圖 1.8)及 Dr.Blame 的 Error Chain Rule 理論(如圖 1.9)為依據，並以 Accident Prevention Strategies 為架構，逐項分析現行國內外各項因素的表現及未來發展方向。依據麥巴理論顯示，事故(Accident)及事件(Event)的發生率為 1:600，並由事故以比例擴張，依序為重大失事(Serious injury)、輕微失事(Minor injury)、意外事件(Damage)及危險事件(Event)。因此 Blame 提出一套理論，顯示一個 Accident 的發生為一系列的 Events 所產生，而這些 Events 大致可區分成七大類的 Events。Blame 認為這一系列的 Events 組成環環相扣的鍊，只要我們打破其中一個 Element 這一個 Accident 就不能發生。此外 Phase of Rule 在失事調查上也是一個重要的分類，因此此份報告內容擬分別討論後並逐類歸納，俾能建立一完整體系的架構。以下為擬完成之研究內容。

- (一)依事故預防策略分類完成各類現況分析
- (一)依事故預防策略分類完成各肇因分析及探討
- (二)依飛航狀態對國內外重大案例進行分析
- (三)依事故預防策略就研擬未來發展趨勢

圖 1-9 航空事故比例示意圖

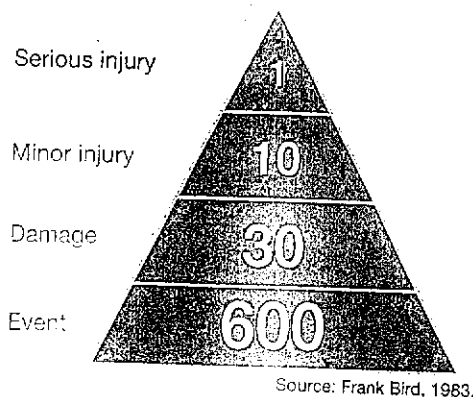
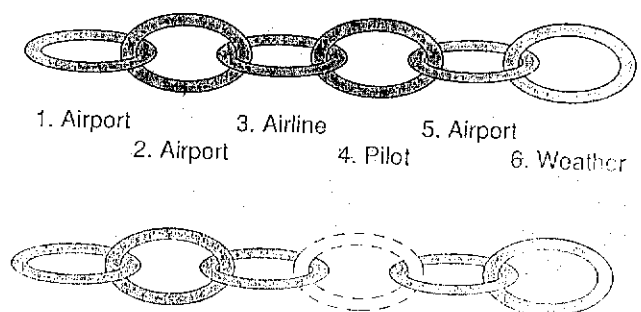


圖 1-10 航空失事錯誤鍊理論模型



Blame: remove one link and the accident is prevented



## 第二章 飛安影響因子(一) 航 員

本章首先針對航員(crew)影響飛行安全，造成過去失事事件進行了解以及探討，再者對航員人因肇事的比例進行分析並定義出航員人因的範圍，俾使得我們對於航員影響飛行安全了解其嚴重性，進而加以重視。接著闡述現今為改善航員對於飛安危害程度所實行的「航員資源管理(CRM)」原則及其管理理論，另外航醫體檢對於臺灣飛行員體能的狀態統計資料也加以分析。最後對於航員人因危害飛航安全的問題提出建議及改善方案，茲分述如下。

### 2.1 失事案例引述

民國83年4月26日，中華航空公司Airbus 300B4-600R在日本名古屋機場進場時失事，造成乘客及駕駛員共264人死亡，為我國近30年國內外航機單一失事最慘重的一次，使得我國因飛航失事造成的死亡數達到638人。目前失事原因及報告正在調查中，對其主要原因尚難定論，但根據飛行通話(CVR)及飛行操作資料(FDR)，顯示在副駕駛操作進場的情況下，誤按重飛紐，正駕駛接手進場後，以波音747的手控操縱桿模式，企圖解除重飛程序，而非以空中巴士的程序再按一次重飛紐解除重飛程序，造成了機首仰角過大，飛機迅速失速，釀成了重大事故，姑且不論飛行員操作不當或是飛機設計未考慮人因工程的習慣行為那一項是此次事件的主因，正副駕駛在飛行操作程序上不熟悉，已是錯誤鏈中無可避免的一個環節，而這一個環節，直接間接的造成了264人的死亡。

民國78年10月26日登記標誌B-180的中華航空公司的波音B-737-209客機從花蓮飛航台北的任務飛行中，於起飛後八分鐘內撞及花蓮縣秀林鄉的加禮宛山，造成7名組員47名乘客全部罹難，依失事調查報告，駕駛組員誤判跑道起飛的方向，使得該右轉的飛行動作在駕駛組員的操作下左轉，因而撞山失事，失事主因歸咎於人為因素。

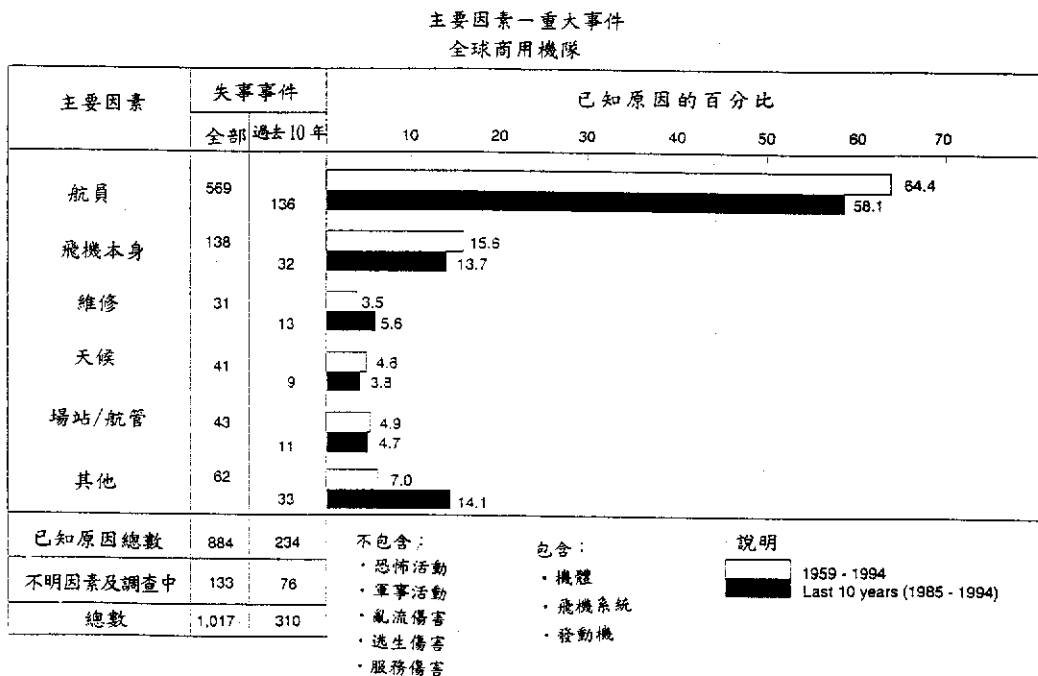
民國77年1月19日登記標誌B-11125的台灣航空公司BN-2A-27客機因天氣不佳，駕駛員並未遵守目視飛航規定，在蘭嶼撞山失事，1人生還，10人罹難，失事主因歸咎於人為因素。

民國64年7月31日遠東航空公司VC-8客機因重飛過程處理不當以致驟失升力，飛機撞及地面墜毀，造成28人死亡，47人受傷的慘劇，失事主因歸咎於人為因素。

## 2.2航員人因肇事比例分析：

依波音公司統計資料，自1959年至1994年發生機毀人亡的重大失事統計資料顯示，在飛機具有實質之毀損及人員死亡或嚴重傷害的事故中，三十餘年內發生之884件所有重大事故(All Accident)，歸究於人為因素者佔569件約總數的64.4%(如表2-1所示)，為所有分類裡佔最大比例，而在飛機全毀(Hull Loss,如表2-2所示)的446件事故中，歸究於人為因素者最多計327件約佔73.3%，三十年內發生的死亡失事(Fatal Accident,如表2-3)共414件，剛好造成了20,000人的死亡(如表2-4)，其中人為因素所引起223件的共佔已知失事因素349件的63.9%，此項數據顯示，國際民航界發生的失事案例中，航員人因肇事以超過所有因素百分之六十的高比例佔所有肇事因素(機械，環境...)的首位，比對現今科技的進步，航空電子、機械技術的純熟，人為因素所犯錯誤所造成的失事，在整體失事率所佔得的比例大幅增加，成為探討及改善飛安事故最重要的研究課題。

表2-1波音公司1959-1994重大失事統計表



(資料來源)：波音公司

表2-2波音公司1959-1994飛機全毀失事統計表

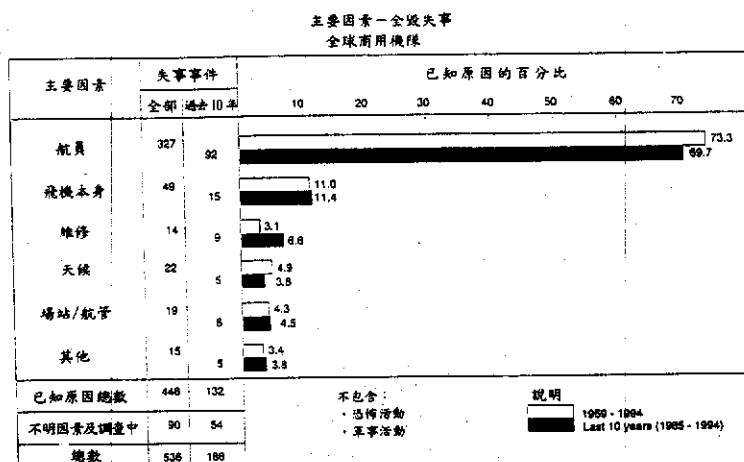


表2-3波音公司1959-1994飛機致命失事統計表

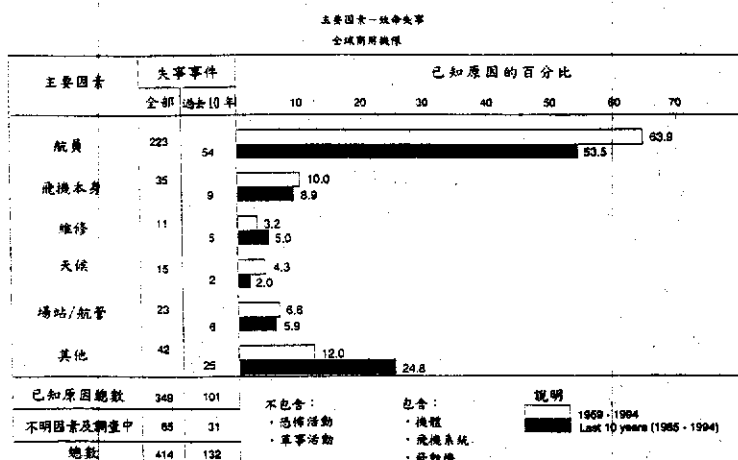


表2-4波音公司1959-1994飛機致命及死亡人數統計表

主要因素	事件總數 機上人員數	失事事件數												
		總數	起飛	初期爬升	爬升	巡航	下降	初期進場	終端進場	落地	滑行道客			
航員	223 11,855	18	27	10	615	0	71	29	47	73	9	498	2	38
飛機本身	35 1,532	4	3	18	368	7	3	3	0	3	3	83	283	17
維修	11 1,789	3	1	3	1,933	113	8	0	0	1	0	0	0	0
天候	15 829	0	2	2	167	19	2	1	5	1	0	1	9	4
場站/航管	23 629	3	1	2	141	131	2	1	4	4	15	2	11	11
其他	42 951	10	2	2	5	2	1	1	1	5	1	14	238	
原因不明	85 2,424	7	8	6	7	4	10	9	12	11	1	8		
總數	414 26,888	45	44	35	35	42	84	96	35	82	22	424		

(資料來源)：波音公司

以國內的飛安狀況(如表2-5)而言，自民國59年至84年，共發生了25件致命空難，其中航員人因12次佔48%最高，其次有原因不明五次佔20%，而飛機及維修有3次佔12%，天候因素有二件佔8%，不明因素5件20%，其它1件佔4%，調查中2件佔8%，從此項國內分析仍可以清楚的看到航員人為因素仍是造成國內飛安失事的主要因素。

表2.5國籍航空器歷年致命失事統計表(1970-1984)

可能肇因	1970 ~1995		近十年 (1985-1995)	
	件數	比例	件數	比例
人為因素	12	48%	5	41.67%
天候因素	2	8%	0	0%
飛機及維修	3	12%	2	16.67%
不明	5	20%	3	25%
其他	1	4%	0	0%
調查中	2	8%	2	16.67%
Total	25	100%	12	100%

## 2.3人因範圍

廣義的人因泛指所有有關航管，機械、電子維修，航務，航員、機場管理中，牽涉人為因素危害飛安的部份。以航管為例，國內就曾經發生航管人員對航機管制疏失造成空中接近的危險事件，如83年12月4日台北區管中心航管人員將新加坡航空881號班機誤認為印尼航空981班機，而將新航班機引導爬升，導致與西北航空在垂直空域航線交會，造成相距僅三哩高度差一千呎的空中接近事件。以機械維修方面的人為疏失為例，民國八十二年12月15日復興航空ART-41，在前一天晚上檢修加滑油，維修人員疏失未蓋上滑油蓋，導至油料溢出燒毀發動機，所幸以單發動機降落成功，才未釀成意外。然而若以人為因直接、間接操作飛行機器的組員對飛安因素之廣泛，欲探討影響飛安的因素，實為範圍母體過大之樣本，故本章探討人因疏失的範圍主要限定在直接飛航操作組員對飛安的影響。

## 2.4航員資源管理(CRM)

### 2.4.1歷史沿革

正如前言所述，人為因素正是我們目前飛航安全與品質中最為迫切需要改善的地方，而目前我們在這方面的努力以民航界提出的CRM(Crew Resource Management)航員資源管理為主要潮流[3]。CRM訓練主要在70年代由KLM航空公司率先研發及強制訓練，美國太空總署(NASA, AMES)研究中心的人為因素研究計劃，於1979年舉行NASA第一次的飛行座艙資源管理研習會，隨後於80年代和德州大學聯合開發航員管理訓練教材。1989年12月1日FAA以ACNO.120-51號通告正式將此訓練命名為Cockpit Resource Management(CRM)，由美國戰略空軍率先推行，而聯美航空是最先把CRM溶入航務訓練課目內的業者。經過了近三年推廣CRM訓練，1993年2月10日FAA又以ACNO120-51A號通告把Cockpit Resource Management改名為(Crew Resource Management)，以便將座艙組員擴至其他相關飛航組員層面。

### 2.4.2管理理論[4]

#### 2.4.2.1目的及定義

「航員資源管理」指的是有效運用全部可供利用的資源達到飛航安全之有效的非技術性(Non Technical Training)訓練計劃。Crew取代Cockpit而為一個包含空服員、維修人員、簽派員、ATC、地面人員及其他直接影響飛航任務的人員，Resource指的是包括全體空勤組員，維修人員，飛航管制人員，航機系統，標準作業程序，緊急處理程序等軟硬體資源之手段、處置及臨機的應變能力，茲可細分如下：

- (A)硬體：如飛機本身及導航系統(GPS)、地面防撞系統(GPWS)及各種先進的飛航電子儀器。
- (B)軟體：如飛航操作手冊、標準操作程序，航行及到離場圖，飛航氣象通告等。
- (C)人力資源：如飛航組員、客艙組員、機務人員、簽派員、ATC等等。

CRM最主最的目的在於使飛航組員經過一系列領導、決策、環境了解及溝通課程達成下列目的：

- 1.了解個人行為特質
- 2.建立領導統御能力
- 3.強化環境良性互動關係
- 4.達成高效率安全飛航任務

#### 2.4.2.2 CRM管理理論及原則

第一代CRM發展之初著重於航員對自我特質的了解與領導決策的溝通和傳達，第二代的CRM以航員本身的工作態度，工作方法為管理訓練的目標。基本上CRM是一種全球性安全的管理對策，因此CRM的技巧是基於文化和操作環境的不同，而有程序及作法不同。

1977年3月17日西班牙(TENERIFE)機場跑道上，航管人員疏失造成汎美航空B747與荷蘭航空B747相撞失事，史上最為慘重的失事事件，583人罹難於焉產生。我們分析過去25年來商務噴射客機意外事件，發現大部份的意外事件導因於領導統御，溝通及航機組員的協調能力，NASA的飛安報告系統(Aviation Safety Reporting System)將其歸納為7個主要因素。

1. 不適當的領導。
2. 委派工作及責任歸屬的不適當
3. 失敗的溝通意願和計劃
4. 不適當的處分
5. 優先處理順序設定的不適當
6. 不充分使用可利用資料
7. 少數機械因素

以CRM而言，我們需要加強了解飛航組員的表現和團隊行為，而在改善及影響團隊行為之前，我們必須了解主要輸入的團隊行為因素以及了解主要輸出的問題或目標。以輸入因素而言，包括私人，團體組織及操作環境的特性，個人特質明顯的決定個人及團體特性，據研究顯示飛航組員受機長的企圖心及人際關係技巧影響飛行安全很大。以輸出因素而言，基本上，輸出的效果直接影響輸入的因素，且輸出的效果直接影響下列數個問題的答案。

1. 數名陌生成員如何建立一個團結合作而有效率的團隊？
2. 團隊中工作如何管理及委派？
3. 如何整合及檢核模糊的及不完整的資料以達成最佳化？
4. 因為疲勞、個人問題及緊急情況導致影響團隊的績效如何處理及溝通？
5. 什麼是飛行組員間有效和無效領導的特徵？

上述五個問題中明顯的指出了CRM的需求及目的，故我們以下列數個考量的原則來說明CRM理論基礎。

1. 整合：為了達成有效的團隊績效，人為因素及飛行技巧必須被有效的整合。
2. 溝通程序及決策：資料傳送的程序及決策決定飛航組員的績效，據研究顯示較佳的溝通產生較少的操作錯誤。

3. 團隊組成及維持：溝通和互動的形成程序型態可導致有效的團隊維持型態。
4. 工作負荷管理及情境感知：所謂情境感知指的是操作時的狀況及偶發事件的感知，這項因素造成一連串的飛航意外事件，卓越的飛航組員，總是能領先目前的操作狀況，當不正常的狀況出現，某一部份的組員或許負荷過多的且多樣的工作時，運用有效率的組員管理去分散工作及避免某個體過度的工作負荷。
5. 技術性的飛行控制技巧：飛行控制技術標準是安全和有效率操作飛行器的基本要素，重點在於洞察如何飛展訓練課程。

上述五點我們定義出了理想的飛航組員績效和技巧，而現在我們再加入數個項目以求得CRM課程的完整性。

1. 雇員的選擇：勝任團隊任務上之重要而特定的個人特質和組員的績效是息息相關的，而從頭開始是較有效的方法，教導學生從合適的個人和組員行為開始，然後以技術性的技巧去整合兩者是較有效的方法。
2. 航路導向飛行訓練LOFT(Line Oriented Flight Training)和角色扮演：

航路導向飛行訓練LOFT(Line Oriented Flight Training)結合航員組員飛行訓練FLIGHT CREW OPERATION TRAINING(FCOT)及航員資源管理訓練CREW RESOURCE MANAGEMENT TRAINING(CRMT)。而為了達成有效的航員資源管理及順暢的航員協調能力，全真任務情境訓練(Full Mission Situation Training)是被高度建議的。要改變一個人多年養成的習慣，特別是在高度壓力之緊急情況下是非常不容易的，以錄影帶回顧並對個人及組員的績效及行為方式提出建議，是對改變個人習慣非常有效的方式。另一項在緊急情況及不正常的情境演練下的角色扮演能強化及練習人為因素技巧。

3. CRM重複訓練(CRM Recurrent Training)：藉著重複的CRM訓練，CRM變成一種生活的方式。
4. CRM訓練的品質管制：設計師、檢查員及指導者應提供特別的訓練課程，監督訓練的進行並決定那一部份的訓練必須被強化。
5. CRM的管理接受度：當高層主管支持CRM及有效提供訓練所需的資源，則作業組員對CRM的接受度更形提升，另

外飛行操作手冊及訓練手冊應涵蓋CRM的觀念在內，俾提供飛航組員需要的策略和程序。

6. 排班：固定的成員提供較佳的團隊及全面性績效，而這個團隊包括駕駛員及空服員。研究顯示，經過長時間值勤的團隊比休假結束剛上機服務的團隊在處理緊急事件時有較佳的表現。
7. 評估系統：為了繼續改進，我們必須建立我們的評估系統，持續監控反饋及修正即有的系統。
8. 整合TQM：全面品質管理Total Quality Management和CRM的結合是必要的。
9. 組織因素：這裏有一系列有關組織的因素能改善且增加組員的效率。
  - (1) 在航員的觀念上，加強高品質服務的訓練。
  - (2) 在管理者及其他的操作成員如飛行員、空服員、維修人員、簽派員間建立有效的雙向溝通管道。
  - (3) 資源飛行員及機師檢定員在航空公司享有崇高的地位，也代表航空公司的整體形象，因此如何加強此類人員在轉訓練中強調公司及國家文化，和飛行技術是同等重要的。
10. 文化整合：每一文化以他們不同的正面價值及道德觀念，對飛航的安全和效率目的提供助益。而輸入的因素如資源和支持，組織文化既定政策，飛行員的訓練及選擇，有很大的差異，除了這些已知的不同，其他如團隊的組成和管理，人際關係，溝通和決策...也多有不同。雖然策略會隨文化和操作環境的不同而有所不同，但基本上CRM是種環球語言具有共通及一操作致的原則，因此在文化的整合上也是重要的一環。

綜上所述，可以知道CRM基本上和管理學的一部份，我國由民航局引進並推廣到各個航空公司，希望對肇事成因比例最高的人為因素有所助益，也因為其為管理學一支，在程序上受環境、個體及文化影響很大，故以上述原則為主要依循準則，在細節上訓練課程方法及程序上各個公司不同，而制定不同的課目以訓練飛航組員。

#### 2.4.2.3 實施狀況

根據飛行安全基金會(Flight Safety Foundation)在1994年所出的關於直升機安全報告中指出，從1987年起美國海軍實施CRM及ADM (Aeronautical Decision Making)訓練，當訓練開始時錯誤率為7.01%，到了1990年時已減低到5.05%，幾乎有28%的改善。貝



爾直升機公司基於發現不良的判斷力是貝爾直升機人因意外事件主因，故貝爾公司遂進行一系列CRM及ADM的訓練計劃，到了1990年貝爾206的人因意外事故率已從3.9/1,000,000飛行小時減低到2.49/100,000飛行小時，幾乎有36.2%的改善。

從國內的情況分析，1983年起民航局標準組引進CRM起，已有華航、長榮及遠東航空公司陸續實行CRM訓練課程，目前統計資料尚難以判定CRM的成效，但以國外航空公司的經驗顯示，此一趨勢是值得正面肯定而加以推廣。但若是航空公司太小，經濟規模不夠的情況下，多半以合作或代訓的模式對組員進行訓練。

## 2.5、航醫體檢

民國83年5月17日一架由日本東京飛航台北的華航班機在中正機場準備降落時因風向改變而重飛，直到飛機安然著地，副駕駛被發現心臟病發主動脈剝離破裂，送醫急救後仍不治死亡。出事時發生在出事率最高的降落階段，倘若恰巧是正駕駛病發，而副駕駛經驗尚且不足的情況下則機內乘客的安全實有重大的顧慮(表2-6)。以駕駛員的人為因素區分，固然人為疏失及訓練不足產生主要的飛安事件，但駕駛員的生理及心理狀況也實是不可忽略的因素之一。

表2-6 歷年來飛行員值勤發病一覽表

類別	代稱	年齡	日期	病 因	說 明
執勤中發作	A君	41歲	76.08.12	腦血管瘤破裂	登機執勤時由扶梯上跌下，昏迷手術治療
	B君	58歲	78.09.09	亞急性性內膜炎	執勤時，由美以額外組員方式送回榮總急診
	C君	55歲	79.09.18	癲 癇	執勤時，新加坡旅館打牌發作
	D君	57歲	81.07.08	腦血管梗塞	於辦公室輕微中風，復原情形良好
	E君	48歲	81.08.23	癲癇、腦血管瘤	執勤時，新加坡旅館打牌發作
	F君	59歲	81.09.27	腦血管梗塞	執勤時，輕度中風於駕駛座右座
	G君	44歲	81.12.06	用藥？飲酒？隱疾？	執勤時，猝死於高雄組員旅館
	H君	44歲	83.05.17	主動脈剝離破裂	落地時，猝死於駕駛座右座
	I君	43歲	79.11.20	硬腦膜上腔出血	酒醉跌倒，送醫手術急救
酒醉意外	J君	55歲	80.02.23	頸椎骨折	酒醉樓梯上滾下，頸椎骨折手術後肺炎死亡

資料：航醫中心

製表：許金禾 製圖：黃寶琴

### 2.5.1 航空生理因素

根據航空醫務中心主任何邦立先生統計分析指出我國民航駕駛員飛行總人數6509人(1971-1990)，因生理因素停飛為55人，千人年停飛率為8.4%，其中有4分之1的比例是在值勤時發生，其中以心臟血管疾病佔52.7%包括冠心病，心律不整，瓣膜疾病，高血壓等等。另外神經系統及癌症各佔12.7%，感覺運動器官疾病及其他也分佔了10.9%，因此顯易見的心臟血管疾病是主要病源。值得注意的是四分之一的發生率發生在執勤時，若其中有一半發生在駕駛員身上在加上生澀的副駕駛，後果堪慮。

以年齡層來區分，停飛年齡四分之三已年過五十，據研究資料顯示，隨著年齡的增加，停飛率亦增加，特別是年過45歲，體檢不合格率隨著年齡直線上升(如表2-7、表2-8所示)。並以心臟血管的



## 2.5.2 航空心理因素

飛行員的工作挑戰性大，相對的壓力也非常的大，尤其在值勤時出現突發狀況非常的多，機長在決策的過程中須要充份的運用到個人的技術、學養，失事鍊形成的過程中，一錯再錯是失事的主因，機長只要停止其中一個錯誤就能夠防止失事，但是在多項錯誤下並存的混合壓力是不可忽視的。以下茲介紹幾種航空心理現象，俾作為今後改善的重點：

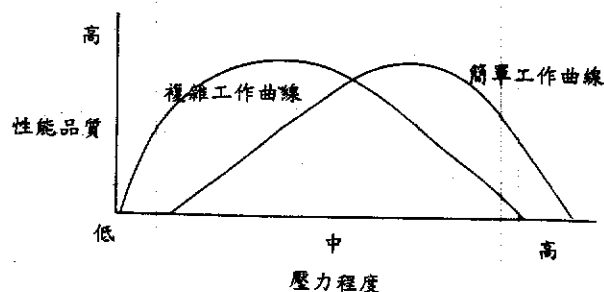
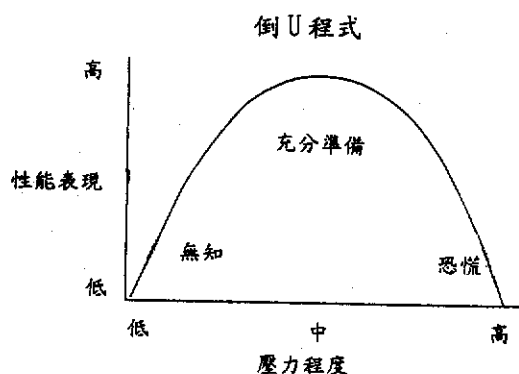
### 一、壓力心理變化：

一般而言，壓力改變了人的身體警覺程度，適度的壓力造成了人體警覺程度提高，但是過度的壓力確產生了疲憊而造成操作表現的降低。

圖2-1表現出了壓力對人體的操作表現產生的影響，形成一個倒U字型。觀察圖中顯示操作表現在適度的壓力下表現的最好，但是一旦壓力超過臨界點操作表現就反而隨著壓力加大操作表現降低，而產生負面效果。另一方面工作程度的複雜性則會直接影響曲線的平移T與否(如圖2-2所示)，工作複雜度越高，曲線往前移動，適度壓力的值會越低，也就是說承受壓力的能力會越低，越容易緊張，而達到越低的工作品質。

圖2-1 壓力操作曲線圖

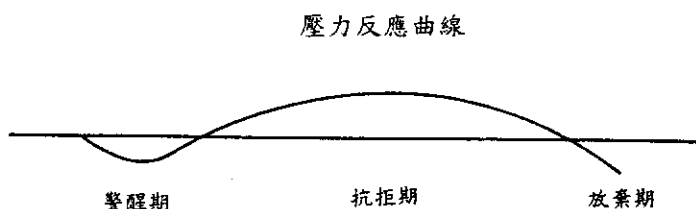
圖2-2 壓力操作與工作複雜度曲線圖



參考資料：尹滿榮，航空安全人為因素，84年航空安全計劃管理訓練班

圖2-3顯示出了人對於壓力的反應情形及時程，人在接觸到壓力時有一小段時間表現出了不知所措的警醒期，經過了長時期的應變抗拒期，最後因此疲倦而放棄作反應。

圖2-3 壓力反應曲線圖



參考資料：尹滿榮，航空安全人為因素，84年航空安全計劃管理訓練班

如何運用自身管理或是風險管理的方式，將壓力適度反應，以達到最佳操作性能，是我們研究人為因素者應該考慮到的方式，譬如說在降低壓力方面，可以考慮到複習操作程序，和組員交互檢查，掌控優先順序....等等，以達到降低壓力的目的地，這些都是經過管理標準程序可以達成的。

## 二、缺氧及過度換氣症：

缺氧及過度換氣大部份是壓力造成的反應，缺氧容易造成血中溶氧不足，過度換氣容易造成血中二氧化碳濃度加大產生肌肉顫動，操控飛機不良的效果。

## 三、輕度失能現象：

輕度失能現象在航空醫學上越來越受到重視，其高度危險性是外在表現較不容易發現，表面看起來毫無異狀實際上已局部功能失效，最普遍的現象就是所謂的失神。

此類現象發病的原因不一，可能為疲憊、壓力及藥物反應，特徵為對組員的行動及呼喚無反應、面露疲態、漫不經心、時常偏離標準程序...等等。

## 四、空間迷向：

空間迷向最常發生在戰鬥機飛行員身上，陀螺儀海天判斷錯誤，經常造成失事。應用在民航機上則常因臨時更換跑道方向，飛行員仍延用原來的習慣左轉或右轉因此經常造成撞山失事。

綜觀上述航空生理及心理現象，在防範此因素危害飛航安全以及推行航空醫學保健制度上，希望嚴格實施並遵行下述原則。

## 一、新進人員嚴格篩選：

確保新進人員體格心理狀況良好，以先期篩選維持飛航人員體

格之一定水準。

## 二、定期保健諮詢：

在生理上以儀器定期檢測如血糖耐量檢查、履帶運動心電圖檢查....等等，在心理上成立心理研究室，以個別諮詢協助我國民航駕駛員身心健康的維護。

## 三、建立職業醫學觀念：

所謂的職業醫學包括先期保健、發病治療、追蹤考核、適航核定、職業病判定...等等。國內現行的制度僅只於2-4項，其中適航檢定更是現行制度的重點，但是飛行員一旦被裁定不適任飛行，不僅僅飛行員本身的保健，航空公司、航醫中心也都有責任，相對的產生出職業病如何判定及賠償的問題，這一整套的制度及觀念都是最新形成的，急待我們去考慮與推動。

## 2.6、人為因素危害飛安問題與建議：

### (1)加強各個航空公司座艙資源管理課程：

自去年民航局引進座艙資源管理(CRM)觀念後，先後已有華航、長榮、遠航等大型航空公司運用及管理，因各個航空公司針對其本身的公司文化訂定課程，在其中或有疏漏之處，可能導致危害飛安因子的存在，值得各個航空公司注意。

另外在實行CRM時，現行以大型航空公司領先實施，主要為其經濟規模及人力物力支援較為齊備，因此小型航空業者有無力施行之慨，在這種狀況下大型航空業者以現有的人力物力支援小型航空業者培訓、代訓人員較為可行。

在CRM訓練中主要加強飛行組員對各種狀況的認知，且人類行為標準在配合科技發展間的斷層應予以接續。

### (2)加強「失事傾向」飛行員的發現與查核：

所謂的「失事傾向飛行員」指的是經常在操作動作程序上飛生錯誤或延遲傾向的飛行員，但因尚未造成重大飛安事故故應及時發現並列成追蹤考核的重點，以防止其在錯誤鏈的形成中造成必然事故的接續。因此飛行資料記錄器在此種目的下扮演了相當重要的功能。

飛行資料紀錄器(Flight Data Record, FDR)即所謂的黑盒子。其目的在紀錄飛行參數資料(如時間，方位，空速，攻角，控制桿位置，襟翼，副翼，轉動角，側滑角，G力...)，此種飛行參數資料可多達六百多種，以便於失事時幫助找出事件飛生的原因。目前的FDR可記錄25飛行小時的資料，因此藉由研判FDR內的資料可以知道

每次飛行任務中飛行員在操作過程中的表現及所犯下的錯誤，藉此可查核飛行員的可靠度，並可發現及再訓練錯誤率飛生過高的駕駛員。

### (3)健全航醫中心功能的執行：

目前航醫中心停飛的飛行員中有四分之一是在執勤中病發，以此數據而言顯見航醫中心對飛行員的先期預防及檢查仍不夠確實。而飛行員的健康和飛行安全有絕對密切的關係，因此建議應加強航醫中心的功能推行職業醫學制度，並強制航空公司對因職業病遭受停飛的飛行員提出一定的補償措施，另外對航空醫學檢查增加一定的受權醫院，非僅航空醫學中心一家，以提供申訴及裁判的管道，維持其制度上的公平性，並希望針對不同族群(外籍、軍方轉任、本國培訓)飛行員查核不同的重點項目。

### (4)加強組員生活紀律管理：

組員的生理狀況及心理狀況直接影響飛行安全，航醫中心驗出的病症是結果，而先期的預防工作則有賴加強組員的生活紀律管理，目前的航空公司文化，以酗酒及打麻將最為普遍，以民航局規定之執勤前最少24小時不得喝酒，但備受爭議後，由航空公司業者們協議8小時，前後相距3倍，頗值得再議。而打麻將盛行於國籍航空則是不爭的事實，徹夜通宵的結果，甚而利用藥物提神，勢必影響飛行品質。

對前述的現象，建議以管理方式加強組員生活紀律，亦或是利用科學法檢測其疲勞程度以達成自律的目的。

### (5)建立危機(風險)管理模式

所謂的危機管理，也就是各種危機意外狀況的分析，掌握與處置程序。如何經由系統化的安全規劃管理，將危機管理及處理模式納入航空公司的安全部門成為其工作項目，並用以整合其他的相關訓練與應變措施。

### (6)加強考核正駕駛核証資格：

以副駕駛升正駕駛為例實習副駕駛經過一定的飛行時數及檢定機長認可或可升任正駕駛，航空公司為了其正駕駛人數不足，可能忽略其不適任正駕駛的缺失，加速考試升任。然而因為正駕駛為直接控制飛機的核心人物，其心智的成熟穩定及危機處理能力不同於其飛行技能的操練，需要時間的歷練及查核，故純粹以飛行時數與起降次數決定其是否適任駕駛員實是有欠完善。

對此前述問題癥結，建議加強記錄副駕駛在危機處理能力上的反應是否得當，並延遲副駕駛升任正駕駛的時間以茲觀察並確保安全可靠度。

(7)機型職位分級制：

目前飛機製造商快速的研發新機能力，飛機機型轉換快速，高科技產品加入新機的比例日形增高，要以二、三十年前的駕駛員及操作習慣來操控新機，兩者間的差異性極高。故建議在轉換機型的過程中，其它機型的正駕駛在培訓期間由副駕駛作起，且冠以機型名稱如(A-330 Pilot/F.O., Boeing 777Pilot/F.O....)，確實落實機型職位分級制。

(8)延長法定的休息時間：

民航法規定在連續飛行一定時數後，必須做同樣時數的休息，各航空公司也確實做到了，但在這些時數中，卻並未扣掉行車，吃飯....等等的時數，也因為機師人力的短缺故多家航空公司時常游走於法律邊緣，造成飛行員真正休息的時間不夠，並必須在短時間內做多次的起降，相對增高其危險度。因此在此建議延長法定的休息時間以維護飛行品質。

(9)航管與駕駛員間的溝通：

83年12月12日9時30分長榮由台北飛往紐西蘭的班機，或因更換跑道未設定重新設定進離場程序，或因飛行員節省油料造成在距機場東北約5哩位置高度3千2百呎，接近大屯、觀音山，並造成與另一飛機「空中接近」，後經航管員導正後，才順利完成任務。

此事件曝露兩件訊息，一、飛行員有其「喜愛」的航路，其可以縮短距離及時間，或為公司節省成本，二、在懲處方面，航空公司受處罰程度與飛行員本身不成比例，達不到自我管理的效果。基於以上兩點，建議主管單位研議加重航空公司的責任，加強其管理此類事件及機師的方式，若多次違規，予以重罰甚而停業。另一方面建議加強航管人員與駕駛員間的溝通管道，在安全許可內以較佳路徑予其方便，但應嚴格遵守航管人員指示。

(10)改進「地面接近警告」裝置(Ground Proximity Warning System):

GPWS近年飛航有控撞山的事件日益增加，除了歸因於組員疏失氣候因素之外，小型飛機應加強GPWS的裝置，以提供飛行員較充分的應變時間，減少撞山或接近撞山、地面的意外事件。以美國為例

目前已立法要求，在美國領空飛行的航空器不管其是否為美國註冊，都必須裝置這種空中警示暨防撞系統。

(11) 民航學院的設立：

航空公司的上述諸多問題皆歸因於飛行員人數的不足。因此民航專門學校的設立實有其必要性，但對其訓練區域的設立，訓練系統的建立等等均須主管機關的配合實行。民航學校的設立，對人才的培訓、管理，有立即和有效的成果，但因牽涉的單位過廣，且資源的調度及分配不易，故目前仍在研議階段並未有具體成果出現。建議主管單位能大力推動，以從根本上解決人為因素造成飛安事件的隱憂。



## 參考文獻

1. 劉韻珠，“航空安全相關法規與事故資料之分析研究”，交通部運輸研究所，中華民國八十二年三月。
2. 李雲寧，“失事預防~飛航人因工程的永續”，中華民國八十三年航空安全研討會。
3. 尹滿榮，“1993年國際民航飛機失事統計分析摘要”，飛行安全
4. 何慶生，“座艙資源管理”，安全季刊3

## 第三章、飛安影響因子(二)-機械因素

### 3.1 前言

#### 3.1.1 失事案例：

1986年3月13日，台灣航空公司貝爾212型登記標誌B-11120在台北縣板橋市漢生東路因正駕駛發現尾旋翼舵有故障現象在準備返航過程中撞及高壓電線，機身斷裂成三截，所幸駕駛操控得宜，僅一人受到波及。

1990年3月8日，永興航空公司UH-12E型於12點35分經頭份上空一千呎時，因發動機故障，引擎熄火失控，迫降於嘉新畜產公司的廠房，飛機全毀，機員受輕傷。

1991年12月29日中華航空公司波音747-200F型全貨機飛往美國安克拉治途中，第二號引擎發生故障(左方內側引擎)，請求返航途中機件陸續掉落，但因貨機自動偵測、警告系統發生故障，故正駕駛並不知道損壞程度，造成了失控於3點10分機翼起火，墜落於台北縣萬里鄉中幅山，機上五名機員全部罹難。

1992年4月10日台灣航空公司一架BN-2A-26型飛機從台東機場起飛到綠島，後經蘭嶼回返台東，11點41分台東機場塔台收到正駕駛緊急呼叫「機件故障，準備迫降」的訊號後，飛機隨即迫降海上，此案7人死亡。

1992年7月30日一架環球航空編號843的L-1011載著280位旅客及12位組員從紐約飛往舊金山，在起飛的過程中失速警告器突然顯示，攻角過高(28°)有失速現象產生，副駕駛將主控權移交正駕駛，並立刻決定放棄起飛，惟因油料尚多，超出最大落地重量，使得降落後右翼油箱漏油引發大火，機上292人安全逃離但飛機就此報廢。事件調查結果顯示攻角感應器失靈導致啟動失速警告系統，而這套系統在70小時內在別架飛機上壞了8次之多。

1994年3月1日一架西北航空編號18的波音747客機自香港飛抵東京，飛機降落後，機翼外側引擎及派龍(Pylon連接機翼及引擎的介面)自機翼脫落並造成引擎大火，但無人受傷。事件調查報告顯示固定保險銷的螺絲及夾子各一，在飛機前次的C級檢修後並裝回原位，造成派龍及引擎脫離機身，事故因而產生。

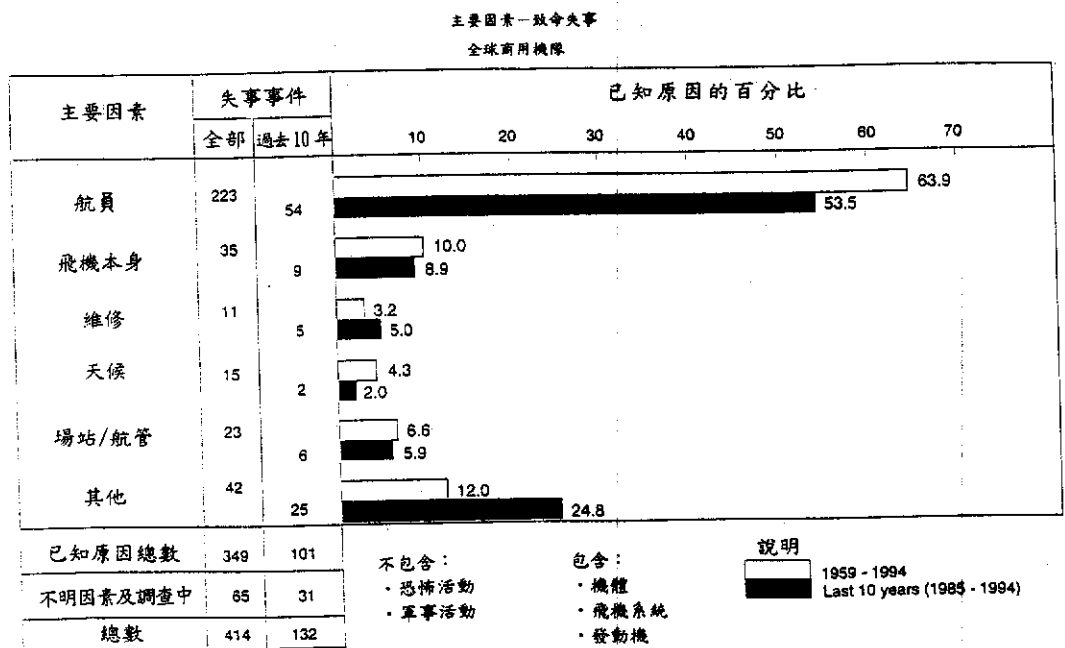
1991年9月11日，美國大陸航空飛航編號2547的EMB-120客機自德州Laredo飛往Houston，飛機劇烈震動，隨即失控墜毀在Eagle Lake，造成機上組員及乘客14人嚴重受傷，事件調查報告顯示維修

人員忘了裝上左側水平尾翼的前緣部份(Leading Edge of Left Stabilizer)的47顆螺絲釘，造成了尾翼前緣的掉落，飛機失控而致墜落，值得注意的是水平尾翼檢查是「必要檢查清單」的一個重要部份，品檢人員未確實檢查便放飛，以至不幸產生。

### 3.1.2 機械故障及維修因素危害飛安比例分析：

以現有的分類方式，國際民航的統計分析，將飛機本身及維修區分為兩大類，而我國國內民航事故分類又將飛機本身及維修，區分為飛機機械故障及飛機金屬疲勞，而其中的飛機機械故障及飛機身金屬疲勞又隱含有維修上的失誤，甚而在原因不明的項目中機械故障及維修因素可能佔的成份比例不小。為了方便分析起見，本章擬將飛機本身及維修合併為一個硬體單項，而原有國內的機械故障及飛機金屬疲勞也合併為同一個單項，統稱機械因素。

表3-1：1959-1994全球商用機致命失事主因分析



資料來源：波音公司

參考表3-1自1959年至1994年國際民航致命失事肇因分析，國際上在肇事主因方面飛機本身及維修佔所有比率的13.2%，在所有肇因排行中僅次於航員因素，而台灣自民國59年至84年我國兩萬公斤以

上民航致命失事統計表中，飛機及維修造成飛安事故佔16.67%，以國內外的比值差距並不是很大的狀況來看，一般飛機及機械維修所佔約比率幾乎為十幾百分比，除了飛行組員50%(國內)及63.9%(國際)外，飛機機械及維修方面在所有致命事故中佔的比例最高[參考表3-2]。

表3.2:1970-1995我國兩萬公斤以上民航致命重大事故次數與肇因分析

國籍航空公司歷年二萬公斤以上致命失事統計表 (1970-1995.10)

可能肇因	1970~1995		近十年(1985~1995)	
	件數	比例	件數	比例
人為因素	6	50%	2	40%
天候因素	1	8.34%	0	0%
飛機及維修	2	16.67%	1	20%
不明	0	0%	0	0%
其他	1	8.34%	0	0%
調查中	2	16.67%	2	40%
Total	12	100%	5	100%

資料來源:(1)

一般而言，航空器硬體設計者在設計民航機及軍用機上有很大的不同點，軍用機應用所有尖端科技，本身以性能為導向，以突破及反制為優先目的，因此在設計指標上要求觀念新穎，功能強悍。

反之民航航空器的設計要點則首重安全，任何新型的科技裝備在應用於民航機上大部份經過長期測試，觀念測試成熟及安全可靠度穩定才可裝配於民航機上。因此一具民用航空器的問世須經過層層可靠度測試及應用才可以通過適航認證。舉例而言，GPS(Global Position System)全球衛星定位系統的問世已經很久，我們也深刻了解其優點，但目前GPS有許多缺點危害到飛航安全及穩定性不足，例如：

1. 錯誤信號的校正與衛星的修復上會造成延誤。
2. 干擾目前飛機現有的部份重要裝備。
3. 電訊信號減弱或衛星失效時，缺乏警示。
4. 接受器缺乏可信度的問題無法克服。

故GPS直至目前一直是民航機上的輔助裝備而非制式裝備。

因此本章在討論飛機本身設計以及機械故障對飛航安全的影響時，對於下述國內外現有飛航維修能量及維護系統上，飛機性能的闡述及相對於飛航安全的關連性作一重點性的敘述，俾能加強對我國國內維修影響飛安的了解，以增加改善策略方向，維護飛航安全的可靠度。

1. 現行國內機種性能簡述(因數據資料繁多故摘錄於附錄一中)

2. 剖析國內各航空公司現有維修能量及預估未來產業發展。
3. 剖析國外各航空公司及專業維修場現有維修能量及預估未來產業發展。
4. 飛機與維修問題危害飛安研討與建議

### 3.2 分析國內外各主要航空公司維修現況

#### 3.2.1 國內航空公司飛機現況

表3-3為國內航空公司飛機架數及機種現況，包括各家航空公司的機種載客數、值勤數、值勤架次，訂購架次，引擎型式及各家航空公司總數小計(參照表3-3)。

表3-3國內航空公司飛機現況

AirLines	Aircraft Model	Number of Passenger	Aircraft In Service	Aircraft on order	Engine Model	Remark	Sub-Total
China Airline 中華	B747-400	411	5	4(After, 1996)	4 PW4000	Leased from CAA 1EA Leased from CAA	31 (43)
	B737-200	Cargo	1	-	4 PWJT9D-7A		
	B747-209B	377	3	-	4 PWJT9D-7A		
	B747-209F	Cargo	2	-	4 PWJT9D-7A		
	B747-09SP	281	2	-	4 PWJT9D-7A		
	B737-209	120	3	-	2 PWJT8D-15A		
	A300B4-200	245	6	-	2 PWJT9D-59A		
	A300B4-622R	263	5	-	2 PW4000		
	A330	280-400	0	10(After 1997)	2 PW4000		
	MD-11	340	4	-	3 PW4000		
Maindarin 華信	B747-400	411	0	1EA 1995.6	4 PW 4000	租用華航飛機	2 (3)
	B747-09sp	281	2	-	-		
EVA 長榮	B767-200	233	4	(-)	2 GE CF6-80A		20(25)
	B767-300R	411	5	(-)	-		
	B747-400	307-450	8	(2EA 1995)	4 GE CF6-80C2		
	MD-11		3	(3EA 1995)	2 GE CF6-80C2		
Far eastern Air Transport 遠東	B757	205	2	4(1995)	2 PW2000	3EA B737 retired in 1995	16 (17)
	B737-200	120	6	-1(1995)	3 PWJT8D-9A		
	B737-100	109	2	-2(1995)	2 PWJT8D-7A		
	MD-82	154	5	-	2 PWJT8D-219		
	MD-83	154	1	-	2 PWJT8D-200		

Formosa (永興)	SAAB SF-340	36	9	-	2 GECT7-5A2		20
	DO228-201/202	19	7	-	2 TFE331-S-252D		
	BN-2A(Islander)	9	1	-	2 LYC 0-540-E4C5		
	UH-12E	2	3	-	1 LYC V0540-C2A		
	DO-328	38	0	5(After 1995)	2 PW-120		
	F-50		2	-	-		
Foshing 復興	ATR-42-300	50	5	-2(1995)	2 PW120	2EA ATR-42 Leasd out in 1995	20 (21)
	ATR-72-201	70	13	-	2 PW124		
	A320	162	2	1(After 1995)	2 V2500-A1		
	A321	186	0	(2EA, 1996)	2 V2500-A1		
Taiwan 台航	BN-2-26B	8	3	-	2 LYC 0-540-E4C5		4
	BN-2A-MK3	16	1	-	2 LYC 0-540-E4C5		
Great China 大華	DHC-8-102	40	4	-4(1995)	2 PW120	4EA DH6-8-102 sold in 1995	10 (14)
	DHC-8-311	52	6	5(4EA, 1995, 1EA, 1996)	2 PW120		
	MD-90-30T	158	0	3(After 1998)	2 V2500		
Asia Paxific Airline 亞太	Bell 412 SP	14	2	-1(1995)	2 PT6T-3B	1 EA Bell 412 sold in 1995	4 (6)
	Bell 206	7	2	2(1995)	1 AL-250		
	S-76	14	0	1(1995)	2 PT6-B		
Markung 馬公	A320	180	0	1 Lease, 1995	4 LYC A4502R-5		8 (9)
	BAE-146-300	128	5	-	2 RR Dart MK.		
	HS-748-2B	54	2	-	2 RR 535-E4		
	B 757	212	1	-	-		

Civil Aeronautical Administration 民航局(CAA)	Beech King 350 B747-400 MD-11 B747-209F A300B4-220	11 411 370-450 Cargo 245	1 (2) (4) (1) (4)		2 PT6A-67 4 PW4000 3 PW4000 4 PWJT9D-7A 2 PWJT90-59AE4C5	Total 11EA A/C been Leased to CAL	1
省政府	S-58T S-76B PA-31 Beech-200 Beech-350	14   11 11	2 2 1 1 1		2 PT6T-6 2 PT6T-6  2 PT6T-6 2 PT6A		5
警政署 (空中警察)	AS365 Hughes 300 Hughes 500	8 2 2	7 4 1	3(Before 2000)	2 Lyc Avco 1 Lyc piston 1 Lyc piston		12 (25)
遠信航空	BK-117	7	1		2 LTS101		1
中興航空	BK-117 R-22	7 2	0 2	1 EA, 1995 3(pending)	2 LTS101 1 D-320B2C1		1
台北航空	R-22M	2	4		1 D-320B2C1		4
China Asia 中亞航空	SD-360	37	1		2 PT6A-67R		1

資料來源：曾文杰，工研院航太中心

並茲就各家航空公司的飛機現況及特性分述如下：

1. 中華航空(CAL)：中華航空公司的機種主要區分為3大系統，美國波音、法國空中巴士(Airbus)及美國麥克唐納道格拉斯(MD)，這三家公司正好也為全球大型客機三大供應商。現今中華航空公司主要機種大致為Boeing737，Boeing747，A300，A330，及MD-11。這幾型飛機在國際上被公認為可靠度極高的機種。

在引擎的選用上華航採用精簡策略一體使用普懷廠的PW4000，PWJT8D及PWJT9D系列，採用精簡策略是目前值得鼓勵的，據此在引擎的維修項目，程序及方法上較為一致，牽涉到的相關人員如維修人員、安檢人員、品管人員的培訓上及對機械的熟悉度也較為統一。

2. 華信航空(Maindarin)：華信航空的飛機以租用華航的飛機為主，機種為Boeing747系列，總架次為2架。另一架訂購的Boeing 747-400於1995.6交機，屆時有3架飛機可資運用。
3. 長榮航空(EVA)：長榮也採用與華航相同的策略，主要機種為Boeing767，Boeing747及MD-11，以引擎的模型而言長榮異於華航採用美國奇異公司GE CF-6-80系統
4. 永興航空(Formosa)：目前狀況頻頻的國華航空，雖其有自己的維修棚，但其飛機機種過多，有瑞典的SAAB，

有荷蘭的Fokker-50，英國諾曼的BN-2及都尼爾DORNIER228、328，甚至旋翼機的UH-12E，因此引擎的種類也是五花八門，包括奇異、TFE、普懷及萊康明，幾乎是一個機種一種引擎，目前尚無研究顯示其出事率和機種複雜及其維護困難度的關聯，但以其國內近三十年來25件的飛安重大事故，永興(國華)即佔了4件，以1989年6月27日在高雄09跑道起飛墜毀造成12人死之1人重傷的失事較為嚴重，而1983年永興BN-2A台東蘭嶼機場落地後，機械故障煞車失效致飛機偏出跑道翻覆，飛機損壞；1990年3月8日永興UH-12於苗栗頭份引擎熄火迫降飛機全毀，顯示其機械品質對飛安品質的影響。

5. 台灣航空(Taiwan)：以台航而言其機種簡單，全為英國諾曼公司的BN-2型飛機，但以其飛航離島航線危險性相對高，因此該公司之前的Boeing707，Bell212及Donier228都因失事而毀壞，因此改善飛機機務的品質能力及加速汰換老舊及不安全的小型飛機實是值得考量。
6. 大華航空(Great China)：大華航空主要以Dash8系列經經營4條航線，其中台北到嘉義營運狀況佳，目前有4架DHC-8-100系列及6架DHC-8-300系列，而另外訂購5架DHC-8-300系列將於1995及1996年陸續交貨，大華航空是亞太地區Dash飛機最大的一單使用者，從1989年一月營運至今尚無重大致命飛安事故，且佔有10%的國內市場，載運近100萬人。
7. 復興航空(Foshing)：復興航空目前以ATR72為主力，另外法國A320系列也是其公司發展的方向，ATR系列在國內僅有復興航空在使用，該公司是台灣國內線機隊數及主要航線最多的公司，以台北—台南的航線為其獲利最好的航線。
8. 遠東航空(Far eastern Air Transport)：遠航是國內線運能最大的航空公司，北高航線為其主力，載客率可達80%，其機隊主力以6架Boeing737-200及5架MD-82為主，引擎系統也循華航系統以普懷引擎為主，目前朝向購買波音757及737-400為公司發展方向。

### 3.2.2國內各主要航空公司維修現況：參考[3]

本節主要針對國內5家主要航空公司目前的飛機維修狀況作一概述，其中包含機型，檢查種類，引擎種類，修護種類，主要設備，對專業維修業者(Third Party)之依賴度等的探討，並對國內外第三維修業(Third Party)的現況及前景做一概略性的分析，以俾從中探討維修狀況對飛安造成的影響。

1980年代航空運輸業蓬勃發展，航空公司的大量下訂單購機的情況下，本身的維修容量並未有效的增加，因此釋出了至少20%的後續維修需求至專業的維修廠(即所謂Third Party)。專業維修廠因而大幅成長。一般而言，航空公司考慮為了減低營運成本，增加更精確的廠級維護度、減低工作時間，及減少公司人員工作負荷以致力於公司營運企劃及產品銷售等因素，外包維修飛機至專業維修廠是較為經濟的作法。因此航空公司採行此一策略的公司並不在少數，但直到了1991年，市場的供給超過需求9個百分比，受到了前幾年營運市場低迷航空公司實行訂單緊縮政策影響，致使得飛機維修工程的外包廠商陷入困境。

一般而言，對公元二千年外包維修業的前景有兩種極端的看法，所持的竟然是相同的理由，即是機隊的成長將是目前的兩倍。對於外包維修業持樂觀看法的人士指出，機隊成長迅速致使得飛機維修工程的需要隨之增加；持悲觀看法的人士指出新機的購入使得舊機的汰換率增高，相對的維護新機所需的維修成本遠低於老舊機所需的成本，因此外包維修業務量將持續的萎縮。過份樂觀與過份悲觀皆是不當的，持續的監控兩項主要因素是做未來評估的重點，第一是新機的成長是否大於一定比例，若大於一定比例則新機的維修量增加將遠超過汰換舊機後損失的業務，第二是總體航空公司的經營策略，航空公司應加強本身維修能力亦或是整體撤出由外包維修業，將決定Third Party的未來前景，並由此可以影響政府和管理航空公司維修安全的走向。

#### 3.2.2.1國外專業維修廠簡述：

國外航空外包維修業在全球包含航空公司本身維修部門的公司近50家，其中主要的著名廠商包括AMECO(飛機維修公司，北京)，GAMECO(廣州飛機維修工程公司，廣州)，Airod(馬航，吉隆坡)，HAECO(香港飛機工程公司，香港)，ASTAAS(澳洲航太科技暨飛機服務公司，澳洲)，SASCO(新加坡航空服務公司，樟宜)，SIAECO(新加坡航工程公司，樟宜)，MAE(莫比爾航太公司，Alabama，USA)TEAM Aer Lingus(Team)林格斯航空維修公司，愛爾蘭)，MTU(慕尼黑馬達



暨渦輪機聯合公司，德國)，....等等，其中和我國民航業較為相關的維修業以HAECO和SASCO為主，因此茲分述其業務及維修項目如下：

(1)HAECO：香港飛機工程公司挾其香港啓德機場的維修獨佔市場成為亞洲最大的飛機維修業，主要客戶包括國泰航空及港龍航空，而台灣長榮航空曾與其建立合作關係，其和英國航太與德國LTU等簽訂了工程合約，業務內容包括Boeing747的翻修(overhaul)防鏽蝕偵測，非破壞性結構檢測，客艙裡整及老舊段翻修，值得一提的是HAECO是波音公司外全球首先執行Boeing747 41段翻修的飛機維修業，因為營運狀況良好，該公司宣稱其業務量已排到1995年。

(2)SASCO：新加坡航空服務公司，屬於新加坡宇航，專營B747.41段修理及B737，B727，DC-10，MD80，L1011的結構修理目前共有三座機棚，主要服務線上與區段維修，結構修護及零件整修，引擎冷熱段系統維修，適航測試....。

### 3.2.2.2 國內航空公司附設維修廠及專業維修廠簡述[5]

以下茲就國內五家航空公司附設維修廠及專業維修廠，作一概括性介紹，以作為研討機械及維修影響飛航安全的前導了解，期能於其中發現改善缺失及強化飛航維護品質亦或是提高飛航妥善率的方法。

(一)中華航空公司：華航的機隊以Boeing-747，Airbus-300及MD-11為主，而引擎部份主要使用普懷廠之PW4000 Series，JT8，JT9，年度總維修費用大約二百六十八億至三百二十八億，其中外包維修費用大約為15%左右，機體部份的修護可達到D級檢修，此項修護能力在全國居於領先地位，而引擎部份除了JT9只做到冷熱系統維修外，其餘JT8，PW4000series皆已達到翻修(overhaul)的能力。

華航目前修護的主要設施包括可同時容納兩架Boeing747的機棚一架Boeing737的機棚，及發動機棚，發動機工廠各一，但因其機隊擴張迅速，其修護能量及維修棚數無法滿足未來擴張後所需的容量，而軟體方面人員的流失，人員素質的培養，及人員自訓練皆是華航在維護飛安機械品質所當加以重視的。

(二)長榮航空：長榮的機隊以Boeing767及747為主，引擎部份主要使用美國通用電氣GE的CF6-80系列，年度總維修費用大約為一千萬八百萬至五千八百萬左右，比較起來因為長榮的機隊均為新機，所須維護的費用相對的減少很多。機體維修部份B767已達翻修的能力，而長榮在B747部份正積極由C級檢修邁向D級檢修的能量，過去曾外包維修至香港飛機工程公司HAECO及新加坡航空服務公司。

目前遭遇的困難包括人員養成訓練不及機隊擴張速度，線上工作人手不足及場站修護能力的提升，改善這些困境及籌建自主性的維修能量，皆能直接間接改善其在飛航安全上的表現。

(三)遠東航空公司：遠航以其B737及MD82為其主機隊，引擎部份以普懷的J8D Series為主，年度總維修費用為1億1千萬至1億4千萬。目前遭遇的困難主要為遠航是以國內航線為主的航空公司，母基地為松山機場，但因松山機場無可擴張的腹地，該公司因而面臨機棚數嚴重不足的窘境，其主要設施為一座B737機棚及一座發動工廠，可修護包括B737及MD82/83的機身及JT8，PT6，DART，GTCP85的引擎翻修。遠航由於新機型逐年汰舊換新，而維修能量不再意圖建立或改良，故可預見對專業維修廠的依賴勢必加重。

(四)復興航空：復興航空機隊主要以ATR72及A320為主，使用PW120Series及V2500Series，目前同樣遭遇維修機棚嚴重不足的問題，因為該公司正籌建國際長程飛機之能量，故有強烈意圖接收華航退出松山機場的舊設備。且由於機隊擴張過快速，再加上新購大型區間客機，因此對於專業維修的依賴度日益增高。

(五)亞洲航空：亞航是國內著名的專業維修廠，自美軍撤退後，成為國內技術資本最大的維修廠，直至今日累積了豐富的軍民航機及直升機修護經驗，但隨著科技提升，設備漸趨老舊，對民航機使用的Turbopan Engine(渦輪扇引擎)及航空電子設備的維護能力呈顯不足的窘境，因此增建機棚，及專業人才的培訓皆是亞航的目前的主要課題。

表 3.4 國內各主要航空公司維修現況

1994/5/19 CAST

公司名稱			中華航空		目前遭遇之困難	未來發展計劃
機型	數目	全數	使用引擎	年度維修數目		
747-9SP	4	4	JT9D-7A	共 36 具	目前修復能量不敷機隊擴張用。	建立機隊本身所需之全部修復能量。
747-209SF	1	1	JT9D-7A			
747-209B	3	3	JT9D-7Q	10	維修棚數不夠。	發動機工廠客修量預計達每年 250 具，可承包國內外維修。
747-209F	2	2	JT9D-7R4G2	9	維修人員訓練無法應付未來擴張需求。	
747-409	4	4	PW4056	5		計劃爭取軍方民航機之維修；如 F-50, B-1900D
737-209	3	3	JT8D-9A	11		
A300 B4-200	6	6	JT9D-59A	19		
A300 B4-622R	5	5	PW4158	6		
MD-11	4	4	PW4460	4		
外包維修費用			年度總維修費用			
456~567million(NT\$)			2689~3281million(NT\$)			

公司名稱		中華航空		主要設施	數目	對專業維修之依賴度	可採用之建議步驟
機型	檢查種類	引擎種類	修理種類				
B747	D	JT9D	II/CSR	2×747 機棚	1	對機身結構之維修能量雖可達 OVII，但是受限於機棚、人員等限制，仍然無法迎合未來需求。	1. 國內外使用普魯發動機之航空公司可利用發動機工廠之多餘修復能量。(250具/Yr) 2. 部份華航無法執行之機身維修有轉交。專業維修公司處理。
B737	D	PW4000Series	OVII	1×737 機棚	1		
A300	D	JT8D	OVII	發動機機棚	1		
MD-11	D			發動機工廠	1		
		GTCP660/7000	OVII	100,000LB 試車台	1		
				20,000LB 試車台	1		

資料來源：曾文杰，工研院航太中心

資料來源：曾文杰，工研院航太中心

公司名稱			長榮航空		目前遭遇之困難	未來發展計劃
機型	數目	全數目	使用引擎	年度維修數目		
767-300ER	5	5	CF6-80C2	共 400具 (HSI)	人員之養成訓練無法迎合機隊之快速擴展；	因應機隊快速擴張之需求，籌建自主性維修能量
767-200	4	4	CF6-80C2			
747-400	8	10	CF6-80C2		線上工作人手不足	三年內積極建立 747型 D
767-200	4	4	CF6-80C2		場站修護能力待提升	Check能為目標。
						短期內將建立引擎Module
						更換及檢測之能量。
						棚廠使用率低，可承包其他客戶執行維修。
外包維修費用			年度總維修費用			
2.6~13million(NT\$)			18~58.2million(NT\$)			

公司名稱		長榮航空		主要設施	數目	對專業維修之依賴	可採用建議步驟
機型	檢查種類	引擎種類	修理種類				
B767	OVI	CF6-80C2	HSI	2×747 1×767 機棚	1	因長榮極度傾向於建立自主的維修系統，過去雖曾送IAECC和SASCO執行C CHECK，但目前已獲得FAA之認證許可並且擺脫此種維修上的仰賴，目前正積極籌建D CHECK能量；往後等廠站維修能量建立後，將可達到自給自足的地步。	長榮為國內目前最大GE引擎使用者，可依此基礎再加上新增建的試車台成為GE引擎的專業維修站。 未來3~4年內的棚廠使用率仍然很低，可以提供給其他國內外航空公司維修機會。
B747	C			100,000LB試車台	1		

資料來源：曾文杰，工研院航太中心

資料來源：曾文杰，工研院航太中心

公 司 名 稱			遠 東 航 空		目 前 遭 遇 之 困 難	未 來 發 展 計 劃
機 型	數 目	全 部 目	使用引擎	年 度 維 修 數 目		
737-100	2	1	JT8D-7A	共 20 具	機棚數嚴重不足	持續維持國內航線
737-200	6	6	JT8D-9A		松山站無可擴張面積	購置MD新機以淘汰波音飛機，並且維持原有之機隊規模不變。
MD-82	5	5	JT8D-200		民航局無可用之法規以規範	
MD-83	1	1	JT8D-200		劃修護站。	不再積極建立維修能量
						以目前之維修規模爭取軍機維修市場。
						對SASCO 的維修依賴日重
外 包 維 修 費 用			年 度 總 維 修 費 用			
22 ~ 31million(NT\$)			117 ~ 144million(NT\$)			

國內各主要航空公司維修現況

公 司 名 稱		遠 東 航 空		主 要 設 施	數 目	對專業維修之依賴度	可採用之建議步驟
機 型	檢查種類	引擎種類	修護種類				
B737	OVI	JT8D	OVI	1×737 機棚	1	由於新機型逐年汰舊換新，而維修能量又不再建立或改良，將來對專業維修廠的依賴勢必加重。未來新MD機仍採用JT8D引擎，短期內引擎維修可自給自足，無須仰賴其他維修廠。	新MD機型之系統、零組件可交由維修中心來處理，而不必再送至新加坡字航。遠航之發動機工廠及試車台可作適當之投資，爭取軍方民航機和亞太地區渦輪螺旋客機的市場。
MD82/83	OVI	PT6	OVI	發動機工廠	1		
		DART	OVI	2,500SHIP試車台	1		
		GTCP85	OVI				

資料來源：曹文杰，工研院航太中心

資料來源：曹文杰，工研院航太中心

國內各主要航空公司維修現況

公司名稱			復興航空		目前遭遇之困難	未來發展計劃
機型	數目	全部日數	使用引擎	年度維修數目		
ATR-42-300	5	5	PW-120	4	維修機棚嚴重不足	籌建本身所需之維修能量
ATR-72-201	7	7	PW-124B	共 8 具	引擎維修全部仰賴國外，	希望購買華航在松山機場之舊設備。
ATR-72-202	5	5			曠日時久不易控制	
A320-231	2	4	V2500-A1	3	國內機場落地次數不夠	籌建國際長程飛機之能量
A321-100	0	2	V2530-A5	0		購買大型機如：A320等
						若有專業維修業者負擔其
						其全盤維修工程，願意不
						再發展廠站級維修能量。
外包維修費用			年度總維修費用			
11.2 million (NT\$)			181.1 million (NT\$)			

公司名稱		復興航空		主要設施	數目	對專業維修之依賴度	可採用之建議步驟
機型	檢查種類	引擎種類	修理種類				
ATR 42	D	PW-120	待籌建	1 x ATR維修機棚	1	由於機隊擴張過於快速，再加上新購較大 型區間客機即將加入 營運，對於維修能量 之建立和需求最為殷 切，但是自身發展， 恐怕曠日廢時，而且 投資耗費大，所以對 專業維修之依賴頗高 。	復興機隊的機身翻 修及高級維修可交 由維修中心處理， 本身僅保留線上及 D級檢查即可。 由於空軍岡山發動 機工廠已有完善之 PW-100引擎維修能 力，故應可將引擎 交由空軍維修。
ATR 72	D	PW-124	待籌建				
A320	B						

資料來源：曾文杰，工研院航太中心

資料來源：曾文杰，工研院航太中心

國內各主要航空公司維修現況

公 司 名 稱			亞 洲 航 空		日 前 遭 遇 之 困 難	未 來 發 展 計 劃
機 型	數 目	全 部 目	使 用 引 擎	年 度 維 修 數 目		
					設備老舊，無法應付廣體客機及噴射風扇引擎之需求。	1億2,000萬更新維修設備 五年內增資至40億元
					人員青黃不接，無法應付	增建2×747機棚
					未來建立維修能量之需求	在短期增建試車台
					航電修復能力不足	爭取軍機商維之機會
					噴射引擎修復能力不足	改善薪資結構，以防止人才外流。
外 包 維 修 費 用			年 度 總 維 修 費 用			

公司名稱		亞洲航空		主要設施	數目	對專業維修之依賴度	可採用之建議步驟
機型	檢查種類	引擎種類	修復種類				
737	OVH	T-53	OVH	1 x 727維修機棚	1		亞航是個40年歷史的專業維修業者，具有雄厚的基礎和可運用的腹地，可再加以投資擴建新設施，吸收人才加以培育。 1. 增建機棚，籌建廣體機維修能力。 2. 擴建渦輪軸引擎試車台。 3. 協助建立航電維修能量。 4. 訓練人才彌補專業人員之接替斷層 5. 部份陸軍/空軍使用之軍機可交由亞航維修如B-1900D, F-50, A11-1W, OH-58D等。
C-130	OVH	TPE 331	OVH	修復工廠	1		
L-100	OVH	PT6	OVH				
DC-9	OVH	AL 250	OVH				
DC-10	OVH	各式活塞往復式引擎					
727	OVH						
等各式客體及轉型							
客機/軍機							

資料來源：曾文杰，工研院航太中心

資料來源：曾文杰，工研院航太中心

國內各航空公司對維修中心之需求

			機身維修	引擎維修	對專業維修之需求
國際線航空公司	CAL	發展成熟	自給自足	自給自足	低
	EVA	急遽成長	短期內須仰賴ANA, HAECO, SASCO, SIA	在2-3年內須全盤仰賴G.E.	中/低
區間航空公司	FAT	發展成熟	自給自足	自給自足	低
	復興	急遽成長	能量不足	能量不足	高
	大華馬公	穩定成長	能量不足	依賴SECA, IAI, P&W	高
國內其它小型航空公司	亞航、亞太、省府	發展成熟	能給自足	依賴SIA, CAL, P&W	中/高
	永興	穩定成長	能量不足	能量不足	高

資料來源：曾文杰，工研院航太中心

### 3.3 飛機與維修問題研討與建議

#### 3.3.1 後勤基地的設立與強化

以前述幾家大型航空運輸業者的維修現況分析來看，目前面對的最大困境皆是維修場棚不足的問題，大型航空業者如此，更遑論其他規模較小的業者如瑞聯、台北、中興....等。因此各航空公司在執行廠修週檢時，後勤基地及設備的不足，造成飛機週檢時時數不足，就送修或時數過多才送修，以配合廠棚的調度。目前除了華航、長榮、遠航等大型民航業者以外，其餘業者(除停機線檢查等簡易維修)多數以外包專業維修廠商或由友航維修支援如華航支援華信，長榮支援馬公等等，視大型民航業者受到飛機製造商認證級數的程度而決定可檢修的級數，因此顯而易見的航空運輸業者，在飛機維修的品質保證上受後勤基地資源不足的影響很大，造成影響飛航安全的一個重要環節。

如何解決後勤基地不足的問題，主要區分二方面，一為土地使



用分配合理化，如同停車問題，機棚數的土地利用，理應由主管機關將土地資源擴大或訂立良好管理辦法，並估計未來供需量評估，提供業者充足的機棚土地面積。以松山機場而言已無可利用的土地面積擴建機棚，即是問題之一。

二為後勤基地資源的強化，以現行的民航法規，並未將維修能力評估列入基本申設航空器營運的強制要件，應以完善的先期規劃書，建立自身維修人員能量及規劃設立未來後勤維修廠棚，並藉由民間的規劃書達到對浮濫申設公司的限制且可藉由民間的規劃資源提供民航局建議，如此相輔相成來強化後勤基地的資源。

### 3.3.2 建立機型分類維修人員檢定証照制度

飛機機型種類繁多，各式新型裝備日新月異，尤其是航電的轉換更是一日千里，在此種情況下維修人員在面對不同的機型檢修方式及程序上有明顯的區隔。但以目前民航法規定修管人員通過筆試後，再通過資深修管人員及CAA人員的口試術科檢定得具領執照。在航空業者擁有單一機種的情況下，通過口試取得的修管員，對此機型的檢查細目及修護程序擁有專業及嫺熟技術是不可否認的。但對公司內擁有多架機型，面對多種不同的安檢維修細目，是否有足夠的專業性去處理不同的機型，值得爭議。

以華航為例共約一百九十多位維修人員，分成4大班，一大班再分12小班，一天24小時作業，因而華航1小班有4個人，再面對波音747-9sp，747-209，737-409，737-209及Air Bus 300，MD-11等不同機種及JT8，JT9，PW4056 PW4158 PW4460等不同引擎，在一大班人員作業下完成不同機體引擎的檢修，其中多少百分比員工尚未通過CAA檢定，而其中通過CAA人員檢定的修管人員又有多少百分比的員工對每日不同及引擎的修管程序有熟練的技術，尤其是Boeing(美式系統)及Air Bus(法式系統)在修護的設計及邏輯上有很大的不同，因此如何改善方面的困境，實是維護飛安的個重要環節。

如何解決因修管人員專業不足引發的飛安問題，吾人認為應建立「機型分類維修人員檢定証照制度」，也就是建立專業機型專業維修的証照考核制度，一名修管人員在不同機體及引擎維修上必須有不同CAA執照，如此雖然相對的航空公司在人員的調度上，增加了很大的困難，因此到的阻礙勢必很大，但以專業的技術來控制修護品質，對飛航安全的增加有很大的助力，仍值得民航主管機關去大力推動。

### 3.3.3 確實執行民用航空局飛航安全查核

據民用航空局飛航安全查核要點規定，飛航安全查核分為飛航查核及機務查核兩項，機務查核又分為航空器適航查核、航空器工廠維護查核、航空器停機線查核、航空器修理廠所檢定查核等茲分述如下[10]：

- (一)航空器適航查核：按機務查核記錄表於航空器中(換)領適航証時實施。
- (二)航空器工廠維護查核：按查核項目於航空器翻修、大修、改裝或三級以上檢查時實施。
- (三)航空器停機線查核：在各航空站對使用之航空器維護情況不定期予以抽查。
- (四)航空器修理廠所檢定查核：按「民用航空器修理廠所設立檢定規則之規定辦理。

一般而言航空器適航查核屬於定期查核，航空器停機線查核屬於不定期查核，航空公司在接受定期查核之前，會收到「查核任務通知單」，因此航空器的適航查核係針對各個航空器，在每隔一段期間接受是否適航的檢查，由民航局標準組人員會同其他公司的資深檢定機師，針對某架飛行器做全盤性的檢核，以確保該機的適航安全性。而不定期的「航空器停機線查核」僅由民航局人員於當日持「查核任務通知單」至該公司要求查核即可。查核項目主要包括確定持CAA執照的維修人員及駕駛員是否依據維修手冊(Maintenance Log)完成包括全機360°檢查程序，駕駛員是否做起飛前，後推....等檢查。

83年12月5日，由民航局長率同民航局人員及資深檢定機師對改進航空公司進行全面的飛安總檢，於84年1月6日公布檢查結果及整體改進意見。在機務查核及停機線查核部份，主管單位確實執行，定期及不定期的查核，值得肯定，但對於查核的項目及標準，建議應提出標準化格式通告航空業者以免業者無所是從並依法規確實執行，定期出版查核報表，供外界查詢，以達成公眾監督的效果。

### 3.3.4 電腦化的修管制度及品質檢驗

飛機的維護項目及程序林林總總且種類繁多，發生錯誤與疏失的機率很高，經過電腦的處理，每一架飛機每一個組裝段，每一件細微零件的飛行時數與週期都列入管理。而另一方面經過電腦化的管理能將日常複雜且繁多的週檢程序精確的列出最佳化程序並且在維修時機及時程上能掌握最大效度。

以一般航空公司而言，目前安檢體系依飛機機型、飛行時數來進行不同等級的維修工作。超過了應維修的飛行時數而不進行維

修，易造成飛行安全上的顧慮；未達到飛行時數就進行維修是資源的浪費，相對的拆裝程序中疏失的機率也提高不少。

舉例而言，航空公司的某機工長為了配合公司的營運調度，將原訂C Check時進廠所需的時數相對的減少很多，降低了航空公司大量的成本，以法律而言是合法的但在各部份零件飛行時數的計算上易生偏差且組接面及鎖頭的多次拆裝易生鬆脫掉落對飛航空全的危害不容忽視。

以建立電腦分析系統的華航機務為例，在日常維修的飛行前檢查、過境檢查、飛行後檢查....等等，建立先期規劃，期中管理及後期覆查的功能，確保維修人員在詳明的檢查工作單(卡)上逐一完成修檢項目並簽字以示負責，如此對於修護機務的確實及嚴謹性能有效的加強。因此，「電腦化的修管制度及品質檢驗」實是改善維修品質中，較為重要的一種工具，也成為未來維修品管的大趨勢。

### 3.3.5訂定最低裝備需求表列[8]

以停機線檢查而言，機務人員在起飛前環機做360°檢視，在時間不足的情況下，只得放飛。建議增列最低裝備需求檢查表，將飛機上起降巡航等最基本的裝備表列，附於維修檢查卡(Maintenance Log)上，並要求逐項檢驗功能正常與否，對增進飛航安全上相信有正面的助益。

### 3.3.6品管組織的獨立[8]

部份航空公司尤其是小型航空公司，品管單位和維修單位同列一個部門而未能獨立，造成品管單位在稽核上產生權責不清及角色混淆的困擾。此外一個有經驗的品管人員必須具備一定的維修年資，因此檢驗的人力不足的問題是可以想見的。另一方面品保稽查制度落實及加強各項缺點統計分析並定期追蹤複查也是獨立的品管組織應加以確實執行的要項。

### 3.3.7加強非破壞性結構檢測的工作[7]

民國70年8月22日，國內航線發生了有史以來最重大的空難事件，遠東航空公司的波音737客機發生「機體金屬疲勞」以致於苗栗三義上空發生解體爆炸，共有包括旅客及機員共110人罹難。發生此次事件的主因為「機體金屬疲勞」，一般而言屬於結構上的內部裂紋及缺陷，在表面的檢視不易發現，早期國內對此項缺失並不十分重視，且牽涉到較高精度及儀器的需求，但經過此次事件，而引進所謂非破壞性結構檢測法(NDT)，其目的在於不破壞結構的狀況下檢

測金屬或非金屬材料在使用年限過久，使用不當及材質不佳，設計不佳等因素下產生疲勞損壞(Fatigue Failure)等現象，這種非外在環境產生的慢性突變通常外觀上不易察覺，因此一般常用包括液滲檢測法、渦電流檢測法、磁粉探傷法、放射線透視法、中子束透視法、超音波探傷法等等，其優點及適用範圍如同表3.5。

表3.5常用非破壞性檢測(DNT)方法比較

方 法	適用材料種類	檢測缺陷種類	優 點	缺 點
1.液滲檢測法(染色探傷法) Liquid Penetrant Inspection	不 限	表面缺陷	成本低廉、設備可攜帶、操作簡單	須徹底清理表面，無法測知缺陷深度，對極緊密缺陷之檢測有困難
2.渦電流檢測法 Eddy Current Inspection	金 屬	表面或近表面缺陷	可自動化快速檢測	檢測深度小，訊號分析須訓練
3.磁粉探傷法 Magnetic Particle Inspection	順磁性材料	表面或近表面缺陷	對緊密缺陷特別靈敏，檢測快速，成本低廉，設備可攜帶	只限於順磁材料，檢測後須去磁及清理磁粉
4.放射線透視法(X-或 $\gamma$ -射線) Radiological Examination	不 限	表面或內部缺陷	可提供永久記錄，對密度變化檢測靈敏	透視深度與厚度均比面降低，缺陷無法預測，具放射線，成本高
5.中子束透視法 Neutron Radiological Examination	不 限	表面或內部缺陷	較大透視能力，可同時檢測存在之輕元素(H、B、Li)及Cd、Pu等，可鑑定腐蝕變化	須使用液體中子源或加速器，成本高，須長時間暴露
6.超音波探傷法 Ultrasonic Testing	不 限	表面或內部缺陷	檢測快速，設備可攜帶，可自動化	須使用液體介質，訊號分析須訓練，對複雜物件檢測困難

\* 各種工程材適用之超音波頻率：< 1 MHz (水泥質材料)，1~25MHz (金屬材料)，> 25MHz (精密陶瓷材料)

資料來源：[7]

因為內部結構的缺陷或疲勞產生的飛安顧慮，值得各航空業者及相關主管單位重視，在此建議在飛安體檢及日常定期及不定期檢查下將非破壞性檢測項目加強查核，以避免此類事前毫無預警及徵兆的空中解體及爆炸事件的再次產生。

### 3.3.8加強種子修護員的質與量

新型機型在引進航空公司時，面臨的最大問題在於熟悉修護技令及程序的人數太少而且質的保證不足。以輪班制度來維持24小時作業的情況之下，種子修護員的數目明顯的不足。建議以法律限定引進新機種之前，業者應提報維修種子教官的數量，專業領域及受訓時數以為參考。

### 3.3.9後勤零組件加強備料供應

後勤零組件備料的不足，容易造成使用其他飛機的套件來使用，以利於公司的調度，但在換裝過程中，可能未經過檢定。或在航材不足的情況下，僅維持最低起飛適航標準，因此建議航空業者補強後勤機件的不足。

### 3.3.10適航檢定機構的人力補充〔9〕

以現有的制度而言，飛機經過大修完工後需通過適航檢定簽証，但民航局所委託的檢定工程師，皆不外由華航、遠航、亞航....等公司來調度，以國內現行航空運輸生態，易生弊端，建議修改組織使適航檢定單位具有足夠的人力與能力並擁有超然的檢驗執行力。

### 3.3.11地面機械員執照中加列航空電子專業維修師

航空電子學在各大專航空系所及專科飛機修護科中，屬於較弱一環，各家航空公司培訓電子專業人才也皆從電子系所畢業生中重新訓練起，以目前新式航空器，航空電子在其修護比重及難度上有益發重要的趨勢，而問題在於現行地面機械員的檢定證照中並沒有將航空電子做明顯的區分，因此建議增列航空電子專業執行執照考試，增加航空電子人才的投入及保障。

## 參考文獻

1. 劉韻珠，“航空安全相關法規與事故資料之分析研究”，交通部運輸研究所，中華民國八十二年三月。
2. 李雲寧，“失事預防-飛航人因工程的永續”，中華民國八十三年航空安全研討會。
3. 尹滿榮，“1993年國際民航飛機失事統計分析摘要”，飛行安全
4. 何慶生，“座艙資源管理”，安全季刊3
5. 曾文杰，工研院航太中心
6. OCT 20~26, 1993, FLIGHT INTERNATIONAL
7. 許清賢，飛機機件失效破損分析與研究，中華民國八十三年航空安全研討會。
8. 飛安總檢查報告，民航局84年1月6日
9. 全國飛航安全盲點掃瞄行動計劃，交大，中華民國82年6月
10. 飛安0七-01B，民用航空局飛行安全查核要點，民用航空法規彙編。



圖4.2飛航服務總臺現行組織系統

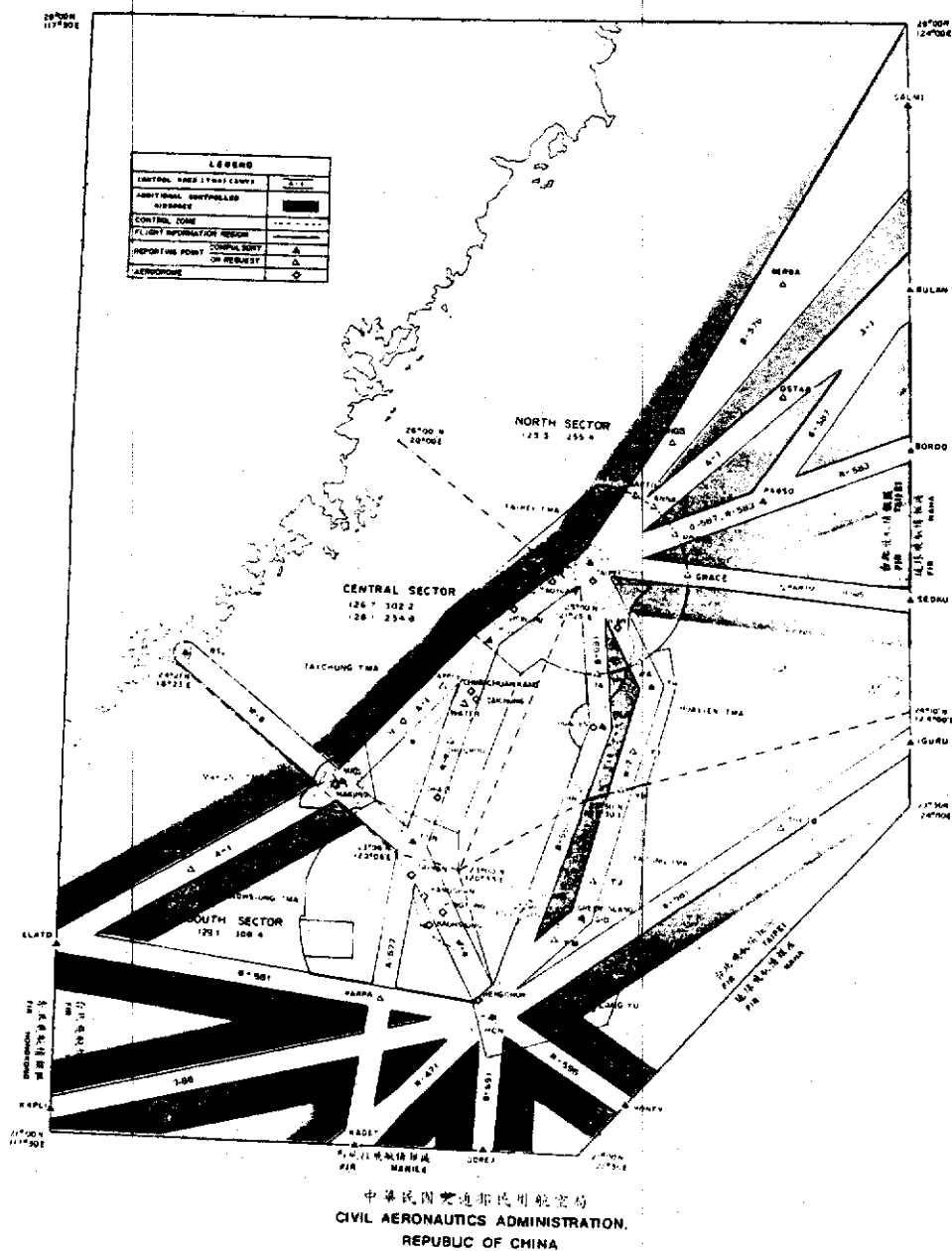


區域管制提供數千平方英里上空的區域及航空器之飛航管制服務，其中心內通信網路涵蓋整個管制區，以管轄管制區內各的各個近場管制台及機場塔台，和附近區管單位(如香港、馬尼拉及琉球)保持連繫並交換航機資料，同時也 and 駕駛員保持密切的無線電通信，確實掌握航機動向，維持安全間隔。以台灣為例，台北區管中心主控台北飛航情報區(Taipei Flight Information Region)(如圖



4-3)，空域涵蓋北緯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分等各點連線以內區域，共有W-4、W-6、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及R-596等九條國際航線，為東亞間及與西太平洋航路的樞紐，交通極為頻繁。

圖4-3臺北飛航情報區飛航管制範圍



資料來源：[2]

因此管制中心將空域劃分出四個管制席位。所謂的管制席位係指一劃定的水平與垂直範圍之空域，由一組管制員負責此空域的管制責任，以目前我國的區管中心共有四個席位：北部席位，中部席位，南部席位，馬公席位。

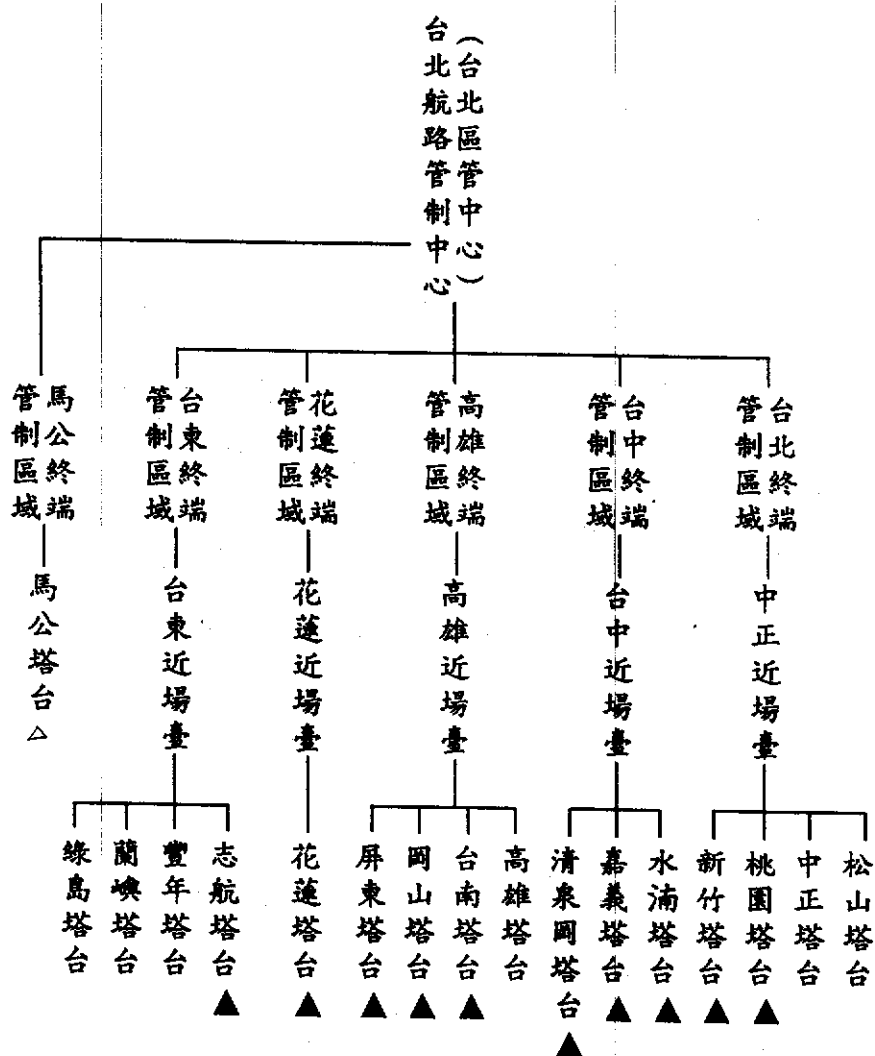
北部席位以後龍以北為區分；中部席位以後龍以南至台南之間；南部席位以台南以南含東部地區為區分，馬公席位以台灣西部馬公地區為區分。每一管制席位有雷達管制員(radar Controller)一人、計劃管制員(Planning Controller)一人、協調員(Coordinator)一人及一位督導員。當夜間航行量減少時全部只有六位管制員執勤。

台北區管中心主要負責航路管制的工作，而轄下的終端管制區域(近場台)主要有台北終端管制區域，台中終端管制區域，高雄終端管制區域，花蓮終端管制區域，台東終端管制區域，馬公終端管制區域。各終端管制區域屬各個近場台所掌控，如中正近場台，台中近場台，高雄近場台，花蓮近場台、台東近場台及馬公塔台。近場台主要負責的業務為監控及引導自機場爬升進場的航行器在其近場管制範圍內的飛航管制業務。

近場管制業務的範圍一般而言為以主機場半徑六十哩範圍，高度約三萬呎以下的空域，其管制單位多配備短程雷達，提供管制區內的雷達管制服務，其管制空域(如圖4-4，表4-1)所示，顯示各終端管制區域之管制空域範圍與業務負責的單位。與各近場台有關的塔台可再細分如下，如中正近場台業務上負責接管松山塔台，中正塔台，桃園塔台，新竹塔台，台中近場台的進出航機；台中近場台負責台中塔台，嘉義塔台及清泉岡塔台；高雄近場台負責高雄塔台，台南塔台，岡山塔台及屏東塔台，花蓮近場塔台負責花蓮塔台；台東近場台負責志航塔台，豐年塔台，蘭嶼塔台。

一般而言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，如表4.2所示。塔台的業務範圍，包括頒發起飛許可，降落許可，滑行指引，跑道指引，....等。而塔台管制員所提供的管制服務以在目視航機的狀況下，自近場台承接管制的責任，以馬公塔台並未具備近場管制台控管為例，航機由區管中心(航路中心)交予馬公塔台頒發近場許可。

圖4-4台北飛航情報區之飛航管制業務



其他由軍方管轄的塔台有：

恆春 (▲)、小琉球 (▲)、宜蘭 (▲) 等

表 4.1 終端管制範圍與業務負責

終端管制區域名稱	管制空域上、下(呎)	近場台名稱	業務負責
台北終端管制區	1,000(含)~20,000(含)	中正近場台	松山塔台 中正塔台 桃園塔台 新竹塔台
台中終端管制區	1,000(含)~20,000(含)	台中近場台	台中塔台 嘉義塔台 清泉崗塔台
高雄終端管制區	1,500(含)~24,000(含)	高雄近場台	高雄塔台 台南塔台 岡山塔台 屏東塔台
花蓮終端管制區	1,500(含)~20,000(含)	花蓮近場台	花蓮塔台
台東終端管制區	2,000(含)~10,000(含)	台東近場台	志航塔台 豐年塔台 蘭嶼塔台
馬公終端管制區	2,000(含)~10,000(含)		馬公塔台

表 4.2 民航局轄下之各機場塔台管制範圍

塔 台	管制機場	管制空域上限(呎)
松山塔台	以松山機場跑道為中心，十哩為半徑所畫圓周以內之範圍(與桃園機場管制地帶重疊部份仍屬松山機場管制地帶)	4,000MSL (不含)
中正塔台	以北緯 25° 04' 14" 東京 121° 04' 05" 為中心，十哩為半徑所畫弧之範圍(與桃園機場管制地帶重疊部份不在範圍內)	3,000MSL (不含)
高雄塔台	以高雄機場跑道為中心，六哩為半徑所畫畫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	4,000MSL (不含)
豐年塔台	以志航豐年機場跑道為中心，十哩為半徑所畫兩圓周以內之範圍。豐年使用西航線(僅用於輕型航空器)	4,000MSL (不含)

資料來源：(2)

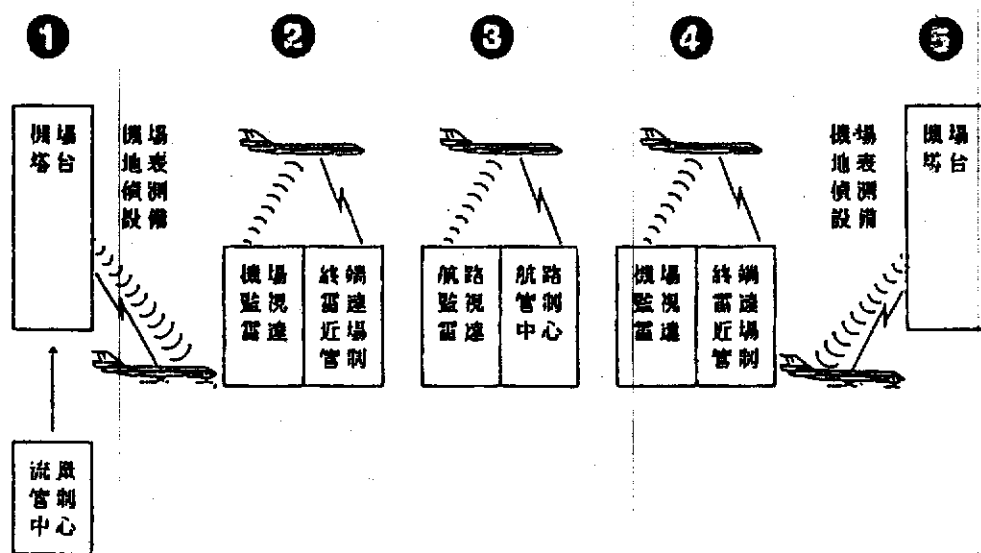
## 4.2 台灣地區飛航管制作業流程〔2〕

依據韓復華先生所著航管自動化發展配合計劃之研究-飛航管制人員作業制度分析與檢討第43頁所述：在台北飛行情報區內，無論是國際飛航或國內飛航，儀器或目視飛航均須於起飛前30分鐘填妥飛航計畫書，若為往返台北、香港兩飛航情報區間之國際定期客運班機及國內定期客運站機可按長期飛航計畫實施程序辦理長期飛航計劃。此兩類飛航計劃經過民用航空世界性網路自動通報處理系統或航用固定通信網路分別在相關航管單位產生管制記錄條(Flight Progress Strip)或電子電報文，供航空器申請航管許可之參考。

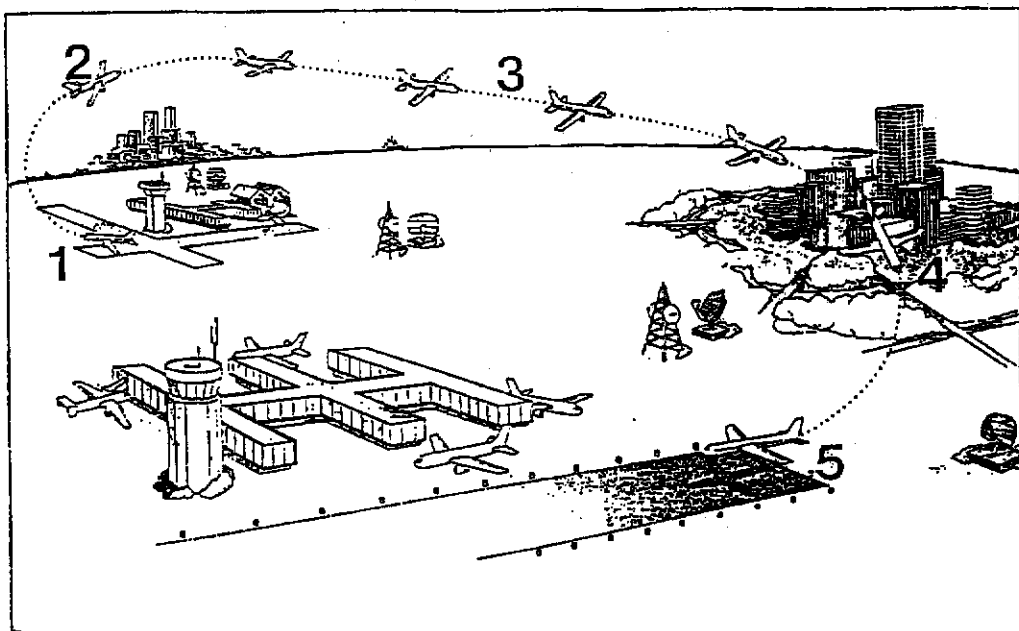
通常航空器在開機前五分鐘呼叫塔台的頒發許可，管制員並申請航管許可，此時塔台的頒發許可，由管制員用專線電話向區管中心(國際班機)或近場台(國內班機)代其申請許可，並於獲得許可後，以無線電轉頒予航空器，於駕駛員覆誦無誤始算完成。

航空器開機後推再滑向跑道準備起飛，塔台地面管制員判斷該機與其他到離場航空器無潛在問題時即許可起飛，等該機通過跑道末端時，將之轉交近場台接管，近場台聯絡及識別該機後便監視並引導其至指定航路，直至近場台之空域邊界前再交予台北區管中心或相鄰近場台繼續管制，若為長程飛行，可按上述相關方式逐站交接，若經由不同飛航情報區則由不同飛航情報區交接負責，直到將至下降目的地機場時依序由區管中心、近場台、塔台接管直至該機落地關機為止如圖4-5所示。

圖4-5飛航管制控制模式



資料來源：〔2〕



資料來源：〔2〕

航空器飛航其間各單位均有均有飛航資料之傳遞，若備有飛航資料自動化處理系統之單位，則會自動列印管制記錄條提供管制員航機的動態資料如交管位置、時間及高度等，若無此系統之航管單位則須以電話作交管(transfer)，若兩相鄰航管單位有重疊之雷達涵蓋區，經協議後尚可實施電達交接(hand off)，可以縮短航空器間之隔離，並提昇航路之使用效率。

#### 4.3 台灣地區飛航管制規則與設備

##### 4.3.1 飛航管制程序的隔離標準

航空器的隔離在飛航管制中占有很重要的影響，必須加以規範，以達成安全的隔離標準，依據「儀器飛航規則」隔離標準可分為「程序隔離標準」及「雷達隔離標準」。

程序隔離標準適用於雷達無法服務的管制空域可區分為垂直隔離、水平隔離與左右隔離。茲分述如下〔2〕：

- 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、左右隔離：航空器間左右隔離係由管制員據駕駛員發出的定位訊號，作出隔離的標準。如兩航空器同方向同高度，對同一多向導航台，所測得的方位角取得15度的夾角，且測出之距離已超過二十哩則取得航空器間的隔離標準。

三、水平隔離：水平隔離可以時間或距離為準，以時間為準者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的飛行方向，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，其時間隔離標準有所不同。

以距離為標準，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而有所不同。

程序隔離標準須依管制和駕駛員間有效的無線電通話，報知航空器的高度、位置、速度等相關資料，而當航空器在流量龐大的狀況之下，此類的通話既耗費時間也容易在對話之間造成誤解，因此電達設備的裝置在交通流量大的航空站益形重要。

以雷達隔離的標準而言，為在雷達天線四十哩範圍內前後保持三哩。在雷達天線四十哩範圍外，前後保持五哩即取可取得安全之隔離，因此在雷達隔離的航路航站其交通管理的效率增加不少。

#### 4.3.2 飛航規則〔2〕

國際民航組織為達到安全有序的飛航特別訂定了「目視飛航規則」與「儀器飛航規則」成為各國統一的標準茲分述如下

##### 一、目視飛航規則

目視飛航規則有其限制條件，以台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，基於看的見相互避讓的基本原則、且在保持不進入雲層的規定，由駕駛員目視飛航隔離安全。

以台北飛航情報區而言，對目視飛行並不提供飛航管制服務，

但實施目視守望作業，其作業程序則由填具飛行計劃(呼號、機型、起飛地點、預計起飛時間、飛行路線、目的地)送至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預計通過的時間，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救任務。

## 二、儀器飛航規則[2]

儀器飛航駕駛員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，取得檢定証及航空人員體檢及格證者，才具資格實施儀器飛行。

儀器飛行的航空器必須裝備有標準的飛行儀器與適航、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。其施程序如下：(一)起飛前填具飛行計劃由航管單位頒發航管許可，(二)飛行中作定時的位置報告，(三)變更飛行計劃須獲得航管單位核准。

依據此二種飛航規則航空器得以順利運行。

## 4.3.3台灣地區助航設備[2]

### (一)機場搜索雷達(Airport Surveillance Radar 簡稱ASR)

ASR主要的功能在偵測空中飛機的方位、距離及其高度，使用於較短程的機場附近，以監視空中航空器間有無保持安全距離及正確的飛行方向。因為其所費不貲，動則數億元且其每年維修費用昂貴，故對於空中交通較頻繁的區域其使用的經濟效率較高，依據美國民航總署的規定每年若起降五萬架次的機場較值得考量使用ASR系統，以台灣為例目前共有二套ASR-7分設於清泉崗機場及高雄國際機場，一套ASK8設於中正國際機場，另外並有次級雷達TPX-42六套，三套用於航路，三套分別配合ASR-7及ASR-8。

民國83年民航局在高雄、台中、中正機場三地換裝較新的ASR-9終端雷達，並預計在三貂角、恆春裝設兩套長程雷達，東部的花蓮、台東及松山機場預計加設三套終端雷達以改善助航訊號。

### (二)儀器降落系統(Instrument Landing System簡稱ILS)

儀器降落系統，發射高週率的電波(VHF，頻率由75~335兆赫)，由左右定位台依據電波的相位差對目標航機進行導引降落的系統。



此系統可使航機在最低降落天氣標準下降落，民國84年7月間松山機場的左右定位台因受潮導致ILS發生故障，造成了近年來松山機場最嚴重的空中交通壅塞現象。此系統最大的缺點為測試期間過長，新機架設或故障機修復，往往須測試數月始能完成。另外，因發射電波為VHF，受地形阻擋易生扭曲。因此以台灣為例，目前只有台北松山、台南、高雄、馬公各一套，中正國際機場四套，台北松山及花蓮兩機場並裝設左右定位輔助台一套。

### (三)微波降落系統(Microwave Landing System簡稱MLS)

微波使用頻率由5030至5090兆赫的微波範圍，屬於歐洲民航系統所推行，目前已有取代儀器降落系統的趨勢，原因為MLS系統可替補ILS系統的缺點，電波在任何地形皆能不受影響地彎曲反射折射，故在任何機場皆可安裝，但其規格形式依機場內跑道長度、建築物情況及機場外環境地形有所不同。美國民航總署對MLS訂出7種不同型別，花蓮機場03跑道所架設的即為第四類型，其方位台高度台波束均寬1度，方位台掃描加減40度。台東豐年機場04跑道所架設即為第一類型微波降落系統，其方位台發射波為二度，高度為1.5度，方位台掃描加減四十度。

### (四)多向導航台及測距儀(VHF Omni Range Radio Station簡稱VOR, & Distance Measurement Equipment 簡稱DME)

VOR及DME裝設於航路上稱為航路用多向導航台，前者信號可使航空器駕駛人知道航機發射電台間的在機場的方位角，後者可使駕駛員知道航機與電台間的準確距離。

VOR因使用VHF電波易受地形干擾而失去準確性，故目前只有中正及馬公機場架設成功，而航路用的多向導航台，可以引導飛機接近機場跑道頭降落。

以台灣為例，共有特高頻多向導航台(VOR)8座，分設在台北大屯山(TPE)、台南西港(TNN)、恆春(HCN)、花蓮(HLN)、馬公(MKG)、後龍(HLG)、綠島(GIP)、桃園(TIA)。另有測距儀(DME)十座，分設在台北大屯山上及台北松山機場各一座，花蓮及花蓮機場各一座，中正國際機場三座、台南、高雄、馬公等機場各一座。

### (五)太康(Tactical Navigation, TACAN)

太康台能提供距離予民航機，其發射頻率達到一千兆赫其接收機體積很小故可用於軍機上使用，但可提供軍機距離和方位，故多架設於軍機機場以便提供終端服務，並和民航機提供方位角的VOR組

合成VORTAC以供航路上使用。

台灣的太康台共六座，分設在台北林口(LKU)、台南(TNN)、恆春(HCN)、後龍(HLG)、綠島(GID)及桃園中正國際機場(TIA)。

#### (六)歸航台(NDB)：

簡易的歸航台提供軍民航機飛行的簡易的定向服務，售價低廉、構造簡單、易於架設且適用於軍民航機為歸航台的優點。台灣地區長程歸航台分別架設於台北大屯山區(AP)、花蓮(YU)、台南(TNN)、恆春(KW)、後龍(HLG)、馬公(MS)、及綠島(GID)。

#### (七)定位台(Compass Locator)

定位台(Locator)立要用於機場終端或跑道外端機場周圍，因其僅能發射功率較小的訊號，提供空中航空器穿降或離到機場定向之用。台灣共有定位台12座分設於台北六座(SG、O、S、SW、LK、LU)，高雄機場附近二座(SK、CO)、桃園二座(TI、KS)、台中一座(SN)及花蓮機場附近一座(HW)。

#### (八)機場燈光系統：

機場燈光系統，類別依機場的大小及種類而有所差異如進場燈光系統(Approach Lamp System, ALS)、目視滑降燈光(Visual Approach, VASIS)、路道中心線燈(R\WCL)、落地區燈(RW TDZLTS)、路道邊燈、頭燈及主端燈(R\W Edge, Ther&End LTS)、跑道端識別燈(REZL)、機場信號燈(Rotation Beacon)、及其它燈光，視各機場航機流量大小，考慮經濟效益而決定燈光規模的大小。

### 4.4近年台灣地區航管飛航事件案例

民國83年12月4日上午，台北區管中心一名航管人員，將新航881號班機誤認為印尼航空的981號班機，引導時指示新航班機爬升，卻發現西北航空班機迎面飛來兩機相距僅三哩，高度差一千呎。

民國83年5月中正機場發生二次雷達當機，一次27分鐘，一次3分鐘，8月8日號再次發生雷達當機時間長達二個多小時。在雷達螢幕空白期間管制員只得使用陸空通訊無線電系統指揮班機起降。

而民國八十一年間民航局台北區管中心無線電通訊系統發生故障，從5月24日上午7時10分故障到下午5時30分才修復，期間要求所在區管中心控管下的飛機下降至二萬呎以下由各近場台接管。

民國83年12月12日一架長榮班機、由中正機場飛，目的地為紐

西蘭，飛機向北飛行到三千呎後未依規定於四千七百呎就向右轉，朝著只有4千呎的大屯觀音山飛去，所幸航管人員即時發現，引導航機爬升至5千呎才免除一場空難事件。

民國68年10月26日，一架由花蓮起飛的華航班機，目的地為台北，因機場更換跑道方向，飛行員未作重新設定的程序以致飛機起飛後轉彎方向錯誤造成空難54人死亡，責任認定為駕駛人人為疏失，但若航管員即時發現予以警示，相信結果應會有不同。

## 4.5 建議與結論

### 4.5.1 改善助航設施及加強現有設備測試工作

以機場而言，目前主要以微波降落系統MLS來引導航機降落為較新趨勢，GPS系統在目前處於輔助設施的地位，主要原因為GPS的系統較為龐大，至少需要19顆不停運作的衛星，且空中及地面原子鐘的差距須經過一天後才能校正，這對空中交通頻繁的航機定位及管制產生很大的影響，故GPS受限於目前科技無法解決的瓶頸，對安全性有所顧慮，因目前的GPS系統應用於航空器導航及管制僅止於輔助裝備尚未成為制式裝備。而MLS系統應用於機場，不受地形地物干擾限制，故適宜裝設在各種形式機場，這也是MLS系統取代ILS系統最重要的因素，勢必成為未來發展趨勢，值得民航主管單位針對不適合裝設ILS系統的機場如花蓮及台東加以考量。

對於機場搜索雷達的更新與添置更須在經濟和飛航規模日益龐大的環境下，隨時增購與換新裝備，如ASR-9的換裝皆是主管單位視科技的發展及環境的變遷所應該隨時掌握資訊及充實助航設施。

關於測試作業，為了確時掌握現有設備的可靠性及正常運作，民航局配置有Super King Air-20D測試機，機上配置各類精密的查核對各項助航設備實施定期或不定期測試。此外並備有電波偵測車一輛，經常偵測各助航設備的頻率及有礙助航設備的電波以保障正常的發射功能。

### 4.5.2 空域劃分規劃與管理

所謂「資源有很慾望無窮」是管理學形成的重要因素，其應用在空域的管理上實有其必要性，台灣的空域在有限的空間資源下已達飽和的狀態，空域的規劃、設計與管理在達成空域資源的有效運用下更形重要。

民用航空器在開放天空政策實施後，運輸流量容量逐年大幅增加，加上近年來基於民間要求及環境的變遷，漸漸放寬旋翼機的運輸市場，以台灣企業的運作活力，將來在空域中旋翼機的高密度飛

行勢必在飛行安全伏下潛在的危險性，因此如何在規劃空域上將安全因素置於首位，並運用規劃管理將容量達到最大化。

另外台灣在空域的管理上，目前以軍方和民航機構兩者為主要系統，軍管和航管基本上掌理不同空域，但若軍民合用的機場主要實以軍方為主要控管者。以高雄小港機場為例，小港機場緊臨岡山訓練基地，訓練機的操作增加了航管人員的負荷及對航機的安全威脅日益嚴重，但是雙方基於本位主義，時有矛盾，再加上我120架IDF、120架F16及60架的MIRAGE2000-5型戰機即將服役，此一問題實有待兩部會明確劃分職責範圍，避免在權責不清的狀況下影響飛航安全。

#### 4.5.3、人為因素的改善

根據交通部運輸研究所所提人為因素的改善：在一個進步空中交通管理作業系統，其規劃與執行須能將「人為因素」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，其中不乏因人為失誤，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「人為因素」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。須使其瞭解為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為目標，惟因為能力之限制與為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料中，應篩選具有絕對必要之資訊，且此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之資料時，會發生資訊過度負荷。
- (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。

#### 4.5.4解決航管員不足及超時工作的問題

根據飛航管制季刊統計，民國七十年我國中正近場台飛行架次

共9萬架次，飛航管制員額150人，到了民國81年飛行架次為20萬架次，飛航管制人數181人，飛行架次十一年間成長了1.2倍，但飛航管制人數僅增加了0.23倍，明顯的航管人員的工作負荷大增，但人員的增加顯然趕不上交通流量的增加速度因而衍生不少問題。茲分述如下：

#### (一)超時工作

以中正近場台為例，平均每小時4點5位人力，且超時工作的情形相當嚴重。日本航管人員每月管制時數不得超過一百二十五小時，新加坡每月管制時數不得超過44小時，反觀台灣每月管制時數至少做滿162小時，加班另計，台灣航管人員的現況則是工作時數每人每月平均230~240個小時，與國外航管員的工作量比較起來負荷太重，在精神不足及壓力太大的工作環境之下，如何能確保每位管制員控管下的數萬名乘客安全，值得注意。

#### (二)人員培訓制度的建立

人員不足一直是航管系統缺失的主因，概因人員不足，管制員以大量的加班工時來換取額外的薪資報酬，且目前的航管系統人事加班並不受公務員加班最大工時的上限，故在人員不足的情況下，主管單位只能放任管制員超時加班造成危險度的增加，因此為了達成市場機能的平衡，增加管制人員的培訓實是民航主管單位應根本解決的問題，若因此受限於公務員額的限制，致使業務不健全，是否考慮將航管系統由民航局分出，以民營或財團法人的形式經營，能否達成較佳的效率，值得進一步探討。

因此以人員培訓而言，調整航管人員培訓、進修計劃，並建立技能檢定認證的制度化，另一方面對日益更新的電子裝備規劃將資深管制官納入進修課程，並隨時更新航管新資訊，增加出國見習機會，使管制員在封閉的管制室中隨時接受國內外訊息及案例，對我國航管體系及航管人員個人成長有正面助益，更能因此增進飛航安全的可靠度，但以目前我國民航局規定管制員每年二次見習卻受限於經費並未徹底執行，值得注意。

### 4.5.5研擬航管相關科技人員合理薪資結構調整計劃

#### 以適應飛航管制技術科技化、自動化之發展

根據交通部運輸研究所劉韻珠小姐所著「我國飛航管制系統發展之研究」中提及：由於目前負責航管技術支援方面之部份人員如機務人員之職等偏低、且無航管業津貼、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造成斷層。建議應儘速研擬航管相關人員之合理薪資結構調整計劃，以適應飛航管技術

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，日後考慮錄取之大專畢業資訊軟體及工程人員比照高考以設計師、管理師及分析師等級任用。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、通訊航管自動化作業軟硬體支援人員，建議比照管制人員專業加給，核發航管科技之加給，以利未來航管自動化技術之發展。

#### 4.5.6 航管單位地位未定，角色應予以釐清

航管單位的地位未定，可區分為兩大項：一為民航局航管組在規劃和研發工作上和飛航服務總台權責不清時有衝突，建議航管組應有幕僚功能及規劃、考核研發之能力，而飛航服務總台負責實際作業執行工作，協調合作加強飛安。另一項為飛航管制業務主管機關為民航局，當空難造成時在責任的認定上，民航局很容易予人球員兼裁判的印象，對此項擬由二方面解決問題，一為建立超然的失事事故調查委員會，建立民航監察及裁判制度，不僅在失事發生時，超越民航局及事業體的角色完成失事調查的責任歸屬。第二則將航管系統獨立成為民營公司或財團法人型態，受民航局監督考核，並且財務上自給自足，不論那一種方式對現行體制都有強烈的衝擊，但對目前航管作業系統的改善，確實值得深入評估。

#### 4.5.7 加強管制員對外交流及溝通能力

根據交通大學運工管系韓復華教授所著「全國飛航安全盲點掃描行動計劃」，在飛航管制上的缺失，不乏管制員和飛行員之交流溝通，各個國籍的駕駛員和管制員在業務上的溝通是密切而頻繁的，因此加強管制員和駕駛員的交流及溝通是必要的。

另外管制員和管制員間的溝通協調不夠、交接不當是造成飛安事故的可能肇因，因在管制空域重疊狀況下管制員間的溝通協調更顯得重要。

#### 4.5.8 積極建立國家未來空中導航系統(FANS, Future Air Navigation System)

國際上自 1983 年 ICAO 提出 FANS 的觀念之後，各國為了滿足未來在有限空域下的航管及通訊，紛紛進行規劃工作，尤其是我國空域狹小更是需要 FANS 的協助縮短航機隔離的時間，立即反應環境變遷改變航路，利用衛星通訊連繫航管，縮短許可時間，降低業者直接操作成本，並增加有限空域的航機容量。這樣的系統面對我國航

空班次密集且空域狹小的特性正是符合我們的需求，因此積極架構我國的 FANS，實是必要的。

1991 年九月第十屆世界 Air Navigation Conference 確定 FANS 的內涵為兩部份 CNS 及 ATM。CNS 為 Communication(通訊)，Navigation(導航)，及 Surveillance(監守)，而 ATM 為 Air Traffic Management(空中交通管理系統)，我們將其內涵分述如下：

CNS:

一.通訊 Communication：建立航管數據通聯(ATCDL)，連接飛行管理電腦(Flight Management Computer)及航機通報系統(Aircraft Communication, Addressing and Reporting System)，透過軟體轉換達成除了現有 VHF/HF 語音通訊之外的地空數據雙向通聯的目的。

二.導航 Navigation:利用美國軍方的監視衛星建立全球定位系統(GPS，Global Position System)並配合區域擴增系統(LAAS，Local Area Augmentation System)改善其有效性及可靠度。

三.監守 Surveillance：近場引導以提昇現有的 SSR 雷達至 Mode S 為主，航路監守以建立自動報告位置的 ADS(Automatic Dependent Surveillance)，配合飛行管理電腦使地面航管及航空公司知道航空器定點位置。

ATCDL，GPS，ADS 構成航空器在航路上及近場最短隔離距離，最精確定位，以及最有效航道利用。

ATM:

一.縮短航機隔離:利用 FANS1 可將平面隔離面積減少十倍以上，垂直隔離減少兩倍。

二.制定航路 RNP(Requirement Navigation Performance):將不同交通擁擠量的 RNP 訂定不同標準，交通量大的 RNP 值小隔離距離較小，相對的航機定位的精度(ANP,Actual Navigation Performance)要求較高，反之亦然。

三.到達時間的要求(RTA,Require Time of Arrival):FANS1 在 FMC 中設定定點定時功能以達成受環境而影響到達時間的航機準時準點降落。

FANS 較為成功的一點是能省下加裝地面雷達及導航臺的投資，並在現有的基礎之下花費最少的費用達成最有效的空域利用，值得主管單位積極推動。



### 參考文獻：

- [1]劉韻珠，我國飛航管制系統發展之研究
- [2]韓復華，航管自動化發展配合計劃之研究-飛航管制人員作業制度分析與檢討

## 第五章、飛航影響因子-(四)場站安全

### 5.1、引言

航管ATC(Air Traffic Control)與場站(Airport)之於飛行器就如同電腦主機上CPU(Central Processing Unit)與各終端機(terminal)之於資訊一樣，資訊的傳遞、運算與控制必須藉由CPU來控制管理，而成功的運送到各個終端機來顯示，同樣的飛行器不論是定期客運、不定期客運、貨運、區間客運，在全球各地的運作飛行上，必須仰賴航管的控制與場站的管理，迅速達成其所要的目的，不論是起飛、降落、載客、卸貨、維修、補給，均要航管與場站的支援，因此了解與維護航管及場站安全實是強化飛航安全不可或缺的一環。

根據遠航於八十三年航空安全研討會所作1959~1993年全球商用噴射機失事主因分析，場站與航管佔失事主因4.8%，但綜觀1983年~1993年的統計資料，場站及航管造成了7.4%的飛航失事。這項資料顯示三十多年來的平均場站航管失事率在近十年來有明顯增高的趨勢，因此在場站與航管的安全維護上，實有其強化的必要性，然而國內就航管及場站安全上來說，二十年來並未發生重大失事事件產生，為了防範於未然實有必要借重於國外的資料及經驗，而航管與場站安全基本上在強調的範圍及要點上有很大的區分，航管方面已由前一章述及，本章茲就場站安全部份引述近年來國際上場站內發生安全事件的案例、可能產生危險的因素、並導出國內應較為重視的結論及建議。

### 5.2.場站安全

場站安全基本上可區分為三大部份：一為近場安全，一為跑道安全，其次為停機坪安全。近場安全主要在於強調航空器在進離場時，在安全維護上所受到的威脅，如建物高度的限制，如鳥擊事件的危險，如外在輕型飛行器的撞擊。跑道安全主要在於強調航空器在跑道上可能遭受到的危害如牛群野狗的侵入，如跑道工程瑕疵，如跑道的橡膠沾附等。而停機坪安全主要強調航空器在滑行、檢修、補給貨物及接送乘客過程中所受到的安全危害。其他部份如機場安檢爆裂物的偵測、劫機的預防與處置、場站停電消防、防震、防毒氣等相關事項，將一一分述如下。

#### 5.2.1近場安全

##### 5.2.1.1限禁建:

一般而言，近場安全最主要的部份在於限制及禁止建築物的規定，民航法規場站11-01A「飛航安全標準及航空站、飛行場、助航設備四週禁止、限制建築辦法」中有詳細的規定，以中正機場為例，其法規限制及禁止建築如下〔1〕：

第三條第一款中正航空站為長包括跑道全長及自跑道兩端延伸各三百公尺，寬由跑道中心線向兩側各展225公尺所構成的矩形。...，前項飛航安全標準之範圍，為禁止建築地區。

第四條第一款進場面為在距跑道端60公尺處寬300公尺及在跑道端15,060公尺處寬4,800公尺所形成之喇叭口形之斜面，該斜面自裡往外延伸斜上至距跑道3,060公尺處，高距比為1比50；其後延進場面之斜面在距跑道端3,060公尺處至15,060公尺處，其高距比為1比40。

第四條第二款....中正航空站之水平面僅設於跑道南側，為各以跑道兩端中心點為圓心，在距離機場標高45公尺之上空，以4,000公尺半徑為圓弧與連接各圓弧之切線範圍內所構成之水平面。

第四條第三款中正航空站之轉接面為自跑道中心線兩側各150公尺處，延伸至與進場水平相接處所形成之斜面，其高距比為一比七。

第四條第四款中正航空站之圓錐面其範圍為自水平面之周圍以2000公尺之水平距離斜上向外所構成之斜面之高距比為一比二十，... 前項飛航安全標準之範圍，為限制建築地區(如圖5-1所示)。

第六條助航設備四周之飛航安全，以左列範圍為標準：

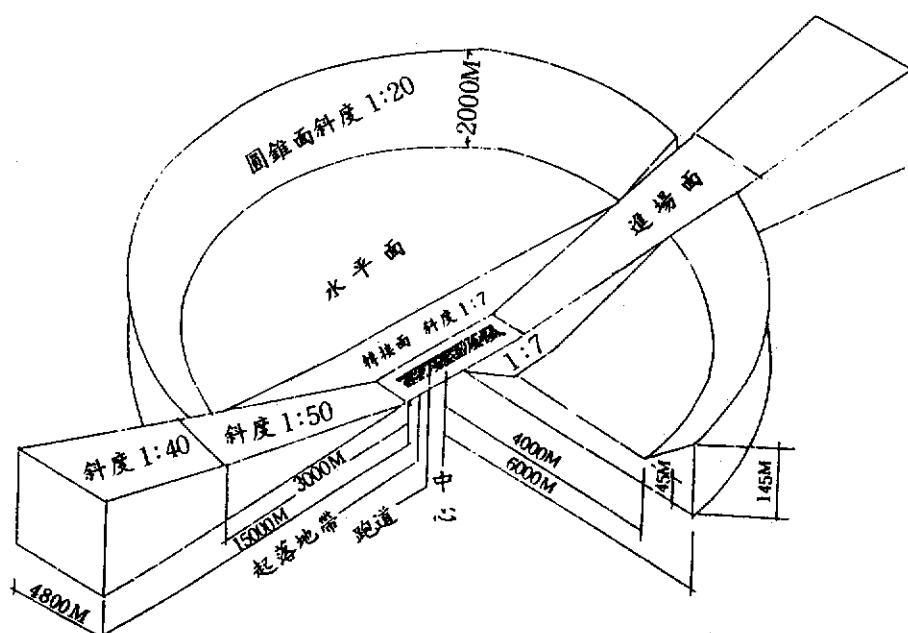
- 一、儀器降落系統左右定位臺，天線週圍一五〇公尺半徑內及自天線兩側各一五〇公尺至跑道端之矩形地區，其地面必須平整。
- 二、儀器降落系統之滑降臺，自跑道中心線至其天線並延伸一二五公尺寬，及自天線向跑道端方向一五〇公尺長之矩形地區，其地必須平整。
- 三、多向導航臺，天線三〇〇公尺半徑內之地區，其地面須平整。
- 四、機場搜索雷達，以天線三〇〇公尺半徑以外地區，所有導致電波反射之物體，均應在天線基地線起算之仰角一度以下。
- 五、多向導航臺，天線三〇〇公尺半徑以外地區，所有導致電波反射之物體，均應在天線基地線起算之仰角一度以下。
- 六、機場搜索雷達，以天線為中心，半徑三五〇公尺以外地區之物體，其高度以天線為觀察點，在進場面及其上空，不得有任何投影。

前項第一款至第四款所定飛航安全標準之範圍為禁止建築地區：第五款及第六款為限制建築地區。

第八條:經核定禁止、限制建築之地區，其建築管理依下列規定辦理：

- 一、禁止建築地區，除飛航安全所必需之設施外，不得有任何建築物：其原有建築物應由當地縣(市)政府通知物主拆遷之。
  - 二、各當地(縣)市政府對申請在限制建築地區營建者，其建築物之高度應依第四條或第六條第一項第五款或第六款之規定辦理；其原有建築物之高度超過者，應通知物主就其超高部分拆除之。
- 前項拆遷拆除，應由民用航空局給予合理之補償。

圖5-1中正航空站飛航安全標準範圍



資料來源:[1]

以目前國內的限建及禁建，基本上由於軍警方強力的維持，以致於限建及禁建措施施行成效良好。因此如何因應現行社會制度工商利益團體的壓力之下，堅持機場周圍限建及禁建措施，值得有關單位重視並定期查核及取締違建戶，以維持飛行器在進離場時飛行難度的降低，及安全度的提升。

一般而言，飛行器在進離場時受建物影響以致發生失事事件的案例在國內及國際上均很少見。主因為各國對此項安全標準控制良好，並列為基本安全項目，因此可見得建物限禁建在場站安全上的

重要性，值得有關單位嚴格把關，持續加強。

### 5.2.1.2 鳥擊事件的改善：

鳥擊事件指的是飛行器在發行狀態中遭遇鳥群以致於引擎內部進氣段(Inlet)及壓縮段(Compressor)受到鳥類屍塊的擊打以致發生引擎出力不正常狀況產生。此即外物擊傷(FOD)的一種，機場附近主要會產生FOD的外物可能為飛鳥、風箏、石塊等，而尤以飛鳥對航空器產生的傷害機率最頻繁，損害的程度視飛鳥的大小及數量結果有很大的不同，飛鳥擊傷引擎的部份主要可區分為二大項，一為進氣導片，一為壓縮段的定子及轉子，進氣導片的破壞導致進氣量的不穩定，壓縮段的定子(stator)及轉子(rotator)破壞導致壓縮比不正常及轉速不穩定，嚴重的話，可能導致熄火的狀況產生。以航空公司對FOD的處置措施幾乎都以返航檢修為最後結果，但以現行機種兩具發動機的情況，兩具同時因FOD以致熄火的可能性微乎其微，因此若發生一具發動機熄火的狀況，機長皆會選擇以one engine energy的狀況於備用跑道返航，但鳥擊事件卻不能因此被忽略，因為近場時的進離場四分鐘是飛行狀態中最危險的階段，一旦發生事故，緩衝時間短，潛藏的危機也最大，如何消除因鳥擊引發的飛航安全事件實是有關單位應確實掌握的要項之一。

鳥類危害近場安全，現行解決方法為野鳥部份以獵槍定期狙殺清除，而家鳥則由航警人員取締之。國內機場曾引進超音波裝置進行驅鳥行動，此裝置類似美國利用超音波驅逐破壞太空梭腹隔熱導片的啄木鳥一樣，可惜成效不彰，因此仍利用以往的傳統方式進行驅鳥。但目前可見的情況，松山機場進場跑道頭附近的民宅仍可看見大量的飛鴿穿梭於航線中，可見主管單位執行此項安全措施時，仍有值得加強的地方。

### 5.2.2 跑道安全

如前所述跑道安全主要在強調航空器在跑道上可能遭受的危害茲將危害安全的幾項因素分段敘述如下：

#### 5.2.2.1 跑道障礙物的清除

民國八十一年六月十八日晚上，中正機場北跑道發現有牛隻侵入，經過航警人員的驅離始未釀成重大意外。民國八十二年三月，華航由高雄飛往台北的班機，在松山機場著路時，撞死一隻野狗，為此關閉跑道十幾分鐘。

跑道障礙物的偵測以及及時清除系統在我國的場站管理上並未落實的很好，以障礙物如牛隻出現於跑道上而言對飛機的起降所造成的危害實時非同小可，如何管制附近民家牛群或野狗的進入；如

何及時偵測出跑道周邊一定範圍內障礙物的侵入；如何建立即時清除系統；如何在有限人力物力下，維持立即有效的快速反應能量，值得有關單位重視。

#### 5.2.2.2跑道外物傷害的避免

民國82年10月25日遠航於高雄機場起飛後，發現發動機異常現象而決定回航造成9人受傷，民國83年6月25日遠航於同地點滑行準備進入跑道起飛時，機師同樣發現引擎不正常而被迫退回停機線檢修，所幸並無人傷亡。這兩起事件據事後檢修結果均指向跑道外物傷害(FOD)的結論而發生的地點均在高雄機場，因此清除跑道的殘留物實是維護飛航安全及場站提供航空公司良好服務不可或缺的要件之一。

跑道外物如何產生的，其來源很主要有老舊飛機起降時震動脫落的殘留物如螺釘，插銷、如滑行道上車輛遺留的扳手起子等等，而飛機在起降過程尤其是起飛時進氣量加大，進氣導片在渦輪扇引擎的需求下加大能量造成吸力大增，一旦小如沙石螺釘之類的物體被吸入引擎進氣段，壓縮段在高速運轉下，造成了轉子定子的斷裂，其連鎖效應下的後果可想而知，嚴重的話甚至整個壓縮段全毀，引擎不得不熄火。

因此，為了維護場站安全，如何能夠隨時清除跑道外物，如何在不影響跑道運作的狀況下，快速完成作業；如何能夠嚴格管制異物掉落跑道及滑行道，吾人認為值得有關主管單位深慮。

#### 5.2.2.3跑道橡膠沾附之清除

飛機在降落的一剎那由於重力作用及輪胎橡膠在速度差下磨擦產生高溫，造成熱固性橡膠的溶解並沾附於著陸點上，每架次的飛行器遺留少許在跑道上，日積月累的結果可見得跑道頭幾公尺著陸區的範圍內，黑色橡膠沾附的狀況嚴重，這將會造成跑道摩擦力的降低，相對的飛機在著陸時摩擦力不足及側滑的現象將會益發的嚴重，因此場站管理單位，在維護跑道安全上，對橡膠沾附物之清除值得重視。

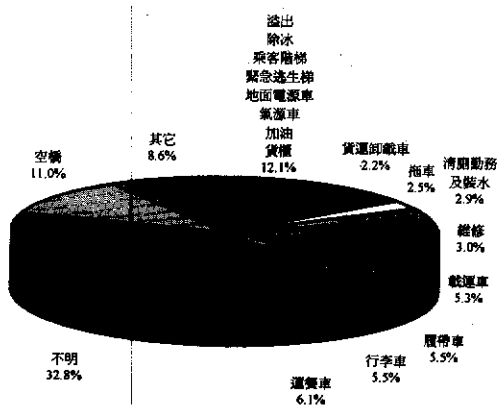
#### 5.2.3停機坪安全

停機坪須注意的安全項目五花八門，主要是因為機坪上滿佈滑行中的飛行器，穿梭其內的各式車輛，上下空橋Jetway的旅客及各式複雜昂貴的儀器，因此稍不留意或管制失當將造成意外事件的發

生。

引用[2]所述，根據波音公司統計1986年8月至1992年12月間11家航空公司提報的地面意外事件顯示於表5-1，表5-1中包括損壞的原因，各個航空公司因此因素所佔的比率及事件發生總數，圖5-2顯示表5-1的圓形圖，結果顯示出可分類的項目繁多，而列於其他因素所佔的比例和件數也不少，原因不明的項目最大宗有773件而行李車、貨物裝載車、行李履帶運送車及Jetway也同樣為出事率較高的項目，而下列數項例子舉出意外事件產生的可能肇因、經過及維修費用等直接成本俾為之參考，但航空公司因此次事件所造成停飛損失及旅客賠償等間接費用實是難以估計的。

圖5-2波音公司提報十一家航空公司1986.8-1992.12 航機地面意外事件派型圖  
表5-1波音公司提報十一家航空公司1986.8-1992.12航機地面意外事件統計表



資料來源:[2]

(A)地面壓縮空氣輸送管：一架B757等待靠橋，地面導引人員快速檢查安全區域並注意到一輛氣源車放置位置超越安全線，但先前曾有其他飛機使用

損壞來源	區間	件數
氣源車	00.93-01.79	32
行李車	01.33-12.20	137
履帶車	00.41-09.66	122
貨運卸載車	01.20-22.58	50
運餐車	02.67-08.85	137
貨櫃	02.65-09.55	44
除冰	01.06-02.07	22
緊急逃生梯	01.06-13.33	24
加油	00.01-05.33	33
地面電源車	01.06-02.07	30
空橋	01.61-23.34	246
清廁勤務及裝水	00.03-06.02	68
載運車	05.57-09.92	101
維修	00.53-09.73	86
乘客階梯	00.88-10.84	25
溢油	01.33-20.97	18
滑行拖機	00.83-00.94	52
拖車	01.33-05.37	57
其他	12.00-43.35	194
不明	09.02-45.87	773
Total		2,241

空橋，故引導人員認為一切正常。當此B757沿J-Line滑入空橋時，引導人員無法看見氣源車位置在其後方而無注意，結果空氣輸送管被左邊引擎吸入。更換之引擎罩價值30萬美元，另外也更換了價值1,400美元的空氣輸送管和連接器。損失費用：50萬美元，另外飛機停飛二天以更換引擎。

資料來源：[2]

(B)行李車：一輛未停妥之行李車被引擎噴射氣流吹襲撞上一架B727-200航機的後登機梯。

損失費用：23,800美元，停飛27小時。

(C)行李輸送帶車：一輛行李輸送帶車撞上一架B737-200機身。

損失費用：24,000美元，停飛144小時。

(D)貨運卸載車：一輛貨運裝載車誤停位置，結果扯斷一架B747航機的Door Seal。

損失費用：3,500美元，停飛3小時。

(E)運餐車：一部餐車當停靠一架B737-300上餐時發生火警。經調查航機右前門結構無損壞但內部線路、緊急逃生梯及其他零件必須更換。另外，一組機身蒙皮亦需更換。

損失費用：13,000美元，飛機停飛18天並需1728個工時修復。

(F)化學品溢出：水銀流入一架B737-300前貨艙

損失費用：1萬美元，停飛22小時以執行貨艙清潔工作。

(G)輪檔：一架過夜的B737-200航機遭受時速75-80英哩的狂風吹襲，主輪有使用輪檔檔住，但鼻輪則無，狂風將飛機停置方向吹離成與風向成90度，並撞及電源車、登機梯及行李輸送帶車。損害部份包括引擎罩、電子艙和鼻輪艙門被撕斷而電子艙門門栓則無法修復。

(H)貨櫃：班機延誤抵達，停機坪附近應保留予貨櫃拖車活動的區域被平台車佔據。一輛拖著三個LD-2(一種飛機用貨櫃)的拖車由前往後從B747三號和四號引擎間穿越，剛過完機翼，駕駛員向左轉，第二個貨櫃撞上四號引擎。駕駛員感覺撞上物品，停車、倒車，又撞上引擎。引擎罩和引擎葉片受損，須更換引擎，以恢復正常作業。



損失費用：505,000美元，停飛19小時。

- (I)除冰:19:40當天正下著雪且機坪燈光昏暗。機長感覺飛機被外物撞擊即通知機務人員。本架B737-200正進行除冰作業，因吊車操作員和車輛駕駛員誤解彼此通話，導致航機左邊升降舵被撞擊損壞。在吊桿未收妥前，車輛就由左大向右移動，結果又導致水桶撞擊升降舵末端，形成一個10吋薄面及曲面。該班次被迫取消。隔天06:15當飛機修妥，從機棚拖向停機坪時，天正下著雨，飛機從不平坦機坪地面突然脫離滑向柏油路邊，右邊副翼撞上圍籬後停住。

損失費用：64,000美元。第一次意外事件停飛3天，第二次意外事件損失19,200美元並停飛12小時。

- (J)緊急逃生梯:機務人員將飛機靠橋，待全部旅客上機且機門關妥時，機務人員發覺一組工具遺留在飛機內。粗心大意的空服員打開左前門時誤啟動緊急逃生梯。因無備份更換，全部旅客下機改由另一架飛機轉降接駁。

損失費用：4,700美元。

- (K)油箱蓋板:加油完畢時，一架B737-300油箱蓋板未關妥，飛航途中油箱蓋皮不斷拍打前緣襟翼。

損失費用：50,000美元。

- (L)引擎被異物撞擊:當餐車停放於後艙機門邊時，放置於餐車平臺上的拖把與抹布被吸入輔助動力系統(APU)的進氣口。

損失費用：29,000美元

- (M)加油:一輛加油車在無人協助下獨自向飛機方向倒車，結果撞上一架B737-400航機右邊的引擎罩。經臨時性的修復後放飛，其永久性修復則留得飛機過夜時執行。

損失費用：45,000美元。

- (N)地面電源車:一輛地面電源車在電源線尚未從航機連線點解開前即駛離，導致一架B747的電源插座損壞。

損失費用：7,200美元，停飛24小時

- (O)噴射氣流:一架飛機滑出停機坪，並加油門滑行。結果把一輛行李車吹至一架B737-400引擎尾管內。

損失費用：90,000美元。

- (P)空橋:空橋靠橋時把一架B737-300攻角指示器撞壞。

損失費用：5,300美元，停飛7小時。

- (Q)清廁勤務:一輛清廁車在未解開連接管時即駛離，結果造成一架B737-300四英吋排水口的損壞。

損失費用：1,200美元。

(R)維修：機務人員欲使用升降車至輔助動力系統，結果卻撞壞機身蒙皮。

損失費用：2,000元。

(S)移動式Mobil Lounge：一架B747正欲離開空橋，一輛移動式Mobil Lounge正巧在後機身下方，因碰撞造成APU排氣尾管、APU末端蒙皮和骨架等的損傷。另因航機臨時的派遣，卻也導致了後續一連串的延誤。該飛機經臨時性修復後以3小時的航程空機飛渡至維修基地執行維修工作。

損失費用：196,930美元，停飛11天。

(T)滑行：一架滑行中之B747-400撞上一架停妥的B747-200，造成翼尖嚴重損傷。

損失費用：1,150,000美元，停飛240小時。

(U)拖機：21:00，天氣惡劣，一架B747-300正在執行後推作業。因天氣關係，許多地面裝備集結在空橋附近。此架航機的後推作業由一輛無頂、低駕駛台的拖車負責，機邊人員使用勤務通話系統與飛機駕駛艙內人員連繫，拖車則因通話系統故障而由機邊人員指揮。這架飛機執行後推以160°迴轉往左。在後推時，機邊人員要求啟動1號引擎，導致拖桿之兩根應力栓中的一根折斷（調查顯示此應力栓先前已使用低於標準的1/2吋鋼栓代替）。地勤人員討論情況後決繼續作業並將飛機往前拖使其向左轉，此時，拖桿已彎曲超過90度並已和鼻輪接觸。機邊人員立刻要求關閉引擎，拖車司機踩煞車後飛機仍向前滑行10-15英尺且於撞上拖車左上角後停住，駕駛台上而劇烈的壓擠使駕駛盤被折斷，司機經送醫檢查後無重大傷害，但卻造成飛機嚴重的結構損壞。

損失費用：56,330美元，停飛22天。

### 5.3 結論及建議

以下根據參考[3]列出幾項已經發生而提報到美國飛行安全基金會(Flight Safety Foundation)的案例，並加以歸納出停機坪可能發生的安全問題，提出對機坪安全細節上的建議。

(一)地面車輛對滑行中飛機的威脅：地面車輛常常穿梭於駕駛道與滑行道間，為了爭取工作效率，往往無視於移動中的飛機

或自以為安全及距離皆容許而加速穿過路口，最近一架廣體客機，自機坪(terminal)滑行至跑道(runway)經過機場駕駛道，駕駛員看到一輛送餐車自左方疾馳而來，並有減速的動作，飛機駕駛員立刻採取急煞車在距飛機15公尺內停住，但送餐車仍以高速撞上鼻輪區，造成了500萬美金的損失。

以香港啓德機場為例，繁複的地面作業任務，致使機場管理單位使用地面交通號誌管制措施來確保機坪安全，因此，啓德機場的道路兩側不論是滑行道或駕駛道，皆由紅綠燈控制其送餐車清潔車，運送旅客巴士等各式車輛，以保障機場機坪安全。

因此在航空站的安全及管理部份，平面號誌應用於航站交通管誌應是其一可行方案，尤其是現今地勤作業除了桃勤之外，民航局將允許第二家地勤公司的申設，未來在機具、車輛及人員的增加下，航站交通量的增加是可期的，如何航站內規劃良好的交管系統，並對機坪傷害做出積極性的安全保障。

(二)停機坪防止FOD程序管制：某航空公司經理為了清除飛機附近的石塊碎片而調用了兩個trubojet的吹雪車將石塊碎片清除。但這些被吹散的碎片反而散落在鄰近的其他機坪及滑行道上。建議航站管理單位以吸附式的清潔車清除停機坪以及滑行道的異物。

(三)障礙物高度的限制：障礙物高度指的是停在地面車輛之高度，地面堆積物之高度等，以免飛機在地面移動時受到干擾。

(四)機場機坪行人管制與指揮：機坪到飛機間若無空橋的服務，往往造成行人散佈於機坪間，容易造成飛機或車輛對於行人的傷害，最近在華盛頓特區，就發生了一起機坪車輛失控撞向行人的意外。

(五)行李車管制：有兩項案例其一為搬運人員駕駛行李車準備裝貨時必須經過機身下方與3號引擎間，常因貨車高度調節不當而發生機身撞擊事件，其二為行李推車

並未配煞車固定裝置，當遭遇到暴風雨及強風影響，可能擊毀正在轉動中的螺旋，嚴動的話碎片對機身及乘客將有致命的破壞力。

(六)機坪車輛速度的限制：機坪車輛的速度，不僅僅關係到撞擊飛機後產生的危險程度，甚而影響到車輛因車速高震動程度大而掉落的附件對飛機的FOD造成的危險。以TWA航空公司而言限制車輛在距離飛機75呎範圍內速限30mile per hour。

(七)危險區的避免：危險區的避免包括攻角指示器，皮托管和總溫感測器，的特定範圍內包括空橋、車輛的接近撞擊，均會造成的航空器的立即停飛；飛機引擎間車輛通過時應特別小心，飛機在滿載及空車時垂直移動變量可達10~24in，故空橋，行李搬運車的高度必須注意。

(八)機坪車輛長度及距離的限制：行李拖車長度須遵守作業程序所規定的皮車數目，而American Airline建議在距離飛機50呎及80呎處須特別注意，車輛駕駛員必須僅遵車行方向使駕駛座位置在靠近飛機的一方。

(九)機坪作業手冊的攜帶：機坪作業手冊有助於立刻有效的查詢到所須的資料，減低因不安全行為所造成的危害。

以前述的幾項較細節建議可知，維護機坪的安全不需要高科技的裝備及繁雜的技術，但卻可因為策略運用成功，完全降低因安全事件所需花費的大量成本並建立完善而有系統的機坪安全制度，因此對機坪安全有下列幾項整體性建議：

- (一)對車輛及飛機駕駛員培養正確的基本常識。
- (二)機場經理對場站全盤作業及自身職責的了解。
- (三)檢討機坪人員正確的訓練通訊及監督管理方式。
- (四)利用防範意外的演練來加強各項作業之安全。
- (五)宣達工作人員追求最高的企業安全表現。
- (六)建立自發性、保密性及公正性的飛航安全通報系統，予相關單位公司提供早期警報之相關資訊管理系統作為決策參考。
- (七)定期刊物及宣導措施使眾皆知場站安全
- (八)各航空公司於各場站設置地面意外部門執行預防、教育訓練、

及事件追查責任的任務，並於每月檢討工作程序、意外事件回顧、問題與危險的探討及地面事件原因檢討及預防，並將事件提供飛航通報系統。

參考文獻：

- 一、中華民國八十三年四月，“民用法規彙編”，民用航空局
- 二、陳旺枝、曾秀強譯，航機地面意外事件，安全季刊No.13  
By A.T.Lloyd, Ramp Rash Airplane Ground Damage, Airline Magazine
- 三、楊嘉明譯，機坪作業對整體飛行安全的影響，安全季刊No.7  
By FSF, Ramp Operations Hold Key to Overall Flight Safety Level

## 第六章 飛安影響因子(五)-天候因素

### 6.1、前言

航空器之所以能夠飛行，一般而言皆依賴大氣的作用（舉凡航空器起飛、仰轉、爬升、返航下降、初期進場、最後進場、降落、滑行皆逃不出大氣的範圍）因此氣象學在航空器的運作及應用，實佔了相當大的重要性，就如同一個不知水性的人想悠游於水中無異是自殺，因此預防航空器失事的一個重要環境因素，即是了解航空氣象天候特性，達到航空器趨吉避凶的目的。

依據國際民航組織所作從1970年到1985年世界各地民用航空器意外失事的統計顯示出其中顯示與天氣有關者約佔30%，而美國國家運輸安全委員會於1972年至1981年間統計數字顯示，因氣象因素而導致民航機發生意外的比例大致佔總數的22%而發生意外死亡的比例佔總數的37%，其中1975年東方航空公司EAL-66在甘迺迪機場失事，112人喪生；隨後1982年PAA-759泛美航空在紐奧良的失事導致159人喪生，9人重傷的慘劇。低空風切產生小型下爆氣流致命的殺手特性，實是令人印象深刻。至於國內方面民國59年中華航空公司的B-156(YS-11)於雷雨中的松山機場附近墜毀於左方的福山，該次意外造成18人喪生，17人受傷；民國64年7月31日遠東航空公司B-2029(VC-8)於雷陣雨中於松山機場落地時偏離跑道失事也釀致28人喪生，47人輕重傷，民國83年11月4日上午11時40分，華航一架波音747-400型編號605班機在香港啓德機場降落在跑道上滑行遭遇到西北向的瞬間強風加上跑道積水無法有效煞車，而衝出跑道墜入海中。

根據統計[1]國內於民國48年至82年的這33年間，軍用及民航機意外事件與氣象有關者計有32件(如表6-1)，造成137人死亡，87人受傷，損傷慘重。根據分析結果發現，綜觀上述統計數字我們不難發現，影響飛航空全的氣象因素不外乎晴空亂流、雷雨亂流、低空風切，山嶽波亂流、低能見度、積水與降雨等六大項，而這些現象即是目前普遍危害飛航空全最主要的因素，因此為了探討各項有害氣象，本章茲將由組成有害天氣的各項要素如風、雨、雲、霧、霾、溫度....等有害氣象歸類並分別敘述其組成因素、組成環境、危害飛航程度、個案分析，以資增進了解氣象對航空安全的影響，最後茲將目前航空氣象觀測、航空氣象預報及即時天氣預報系統作一介紹，此外我們在

了解氣象特徵之後，相應的解決或避免天氣危害飛航安全的解決之策，如都卜勒雷達、剖風儀、低空風切警告系統之介紹。

表6-1 近30年來台灣地區與氣象有關之軍民航機意外事件統計表

次 序	日 期	單位及機種	傷亡人數	失 事 地 點	失 事 原 因	天氣系統
1	48.8.13 0900	華航班機 C-46	1人亡 1人傷	距馬公約50哩上空	亂流。由6,000'下降至1,000'	雷 雨
2	58.1.2. 1154L	華航班機 C-47	不詳	大武山區撞山	亂流。山區山巖波亂流。	東北季風
3	59.8.12 1145L	遠航班機 YS-11	12人亡 14人傷	台北福山山區	亂流。	萬達颶風環流
4	64.7.31 1557L	遠航班機 子爵式	28人亡 47人傷	松山機場	亂流。	雷 雨
5	65.8.9 1910L	日航貨機 D-8		松山機場	側風。起飛時遇強烈側風 44KTS。	貝爾颶風環流
6	66.3.30 1016L	省府林務局 S-58E/T	人安	林口南勢埔村農田	亂流。上升至1,000'無法通過 惡劣天氣遇亂流墜毀。	鋒 面
7	67.4.3 1020L	本軍 C-47	人安	松山機場	側風。側風降落操縱過當撞擊 草地。	東北季風
8	67.8.7 1432L	本軍 F-5E	1人亡	花蓮外海	低雲幕。2,000'在雲中企圖下 降出雲忽略高度墜海。	西南氣流
9	67.11.7 0926L	本軍 F-5E	1人亡	馬公附近海域	低雲幕。1,000'進雲產生錯覺 墜海。	鋒 面
10	68.8.28 1703L	本軍 C-119	20人亡	大雪山撞山	低雲幕。低能見度。穿越雷雨 區迷航撞山。	雷 雨
11	69.11.8 1045L	本軍 S-2E	1人亡	茂林3050'山區	低能見度。能見度差誤認地標 撞山。	鋒 面
12	70.6.13 1017L	台航客機 馬嶼型BN-12	1人亡	花蓮東方外海	亂流及低能見度	艾克颶風及其伴 隨之外圍雲系
13	70.9.25 1344L	本軍 F-5E	2人亡	大屯西峰	低雲幕。盲目穿雲下降撞及 2,900'之大屯西峰。	西南氣流
14	70.10.28 1618L	本軍 中興號	4人亡	屏東大武山區	低雲幕。在山區飛行穿雲下降 撞及5,300'之山區。	東北季風
15	71.6.10 0906L	本軍 C-119	人安	迫降大甲溪	低雲幕。穿雲下降撞及710'之 高壓電線。	鋒 面
16	71.5.14 0830L	本軍 S-2E	1人亡	台南南勢村山區	低雲幕。在雲中飛行撞及 2,529'之二尖山頂。	鋒 面
17	72.9.28 0651L	台航班機 BN-2-11109	10人亡	蘭嶼紅頭村	低能見度。濃霧及大雨中墜 毀。	間熱帶幅合區
18	71.8.30 1303L	本軍 C-47	10人亡 7人傷	松山機場	側風。起飛時受側風影響。飛行員 正過量。左翼下沉打地失事。	費依颶風環流
19	73.3.13 2100L	華航班機 B-747	9人傷	琉球上空	亂流。遇強烈亂流返航。	雷 雨
20	73.8.16 1355L	本軍 T-33	1人亡	撞山	低雲幕及低能見度。進雲產生 錯覺撞山墜毀。	西南氣流
21	73.10.12 1014L	本軍 F-5E	1人亡	利稻村撞山	低雲幕。5,000'進雲撞山。	鋒 面
22	75.6.6 0817L	本軍 中興號	4人亡	竹崎鄉山區	低雲幕。2,000'雲中飛行撞 山。	鋒 面
23	76.6.28	本軍 F-104	人安	新竹機場	亂流。起飛滾行時。進入前機 尾流。	鋒 面
24	76.7.30	本軍 T-33	人安	官校	側風。落地時受90°側風。學生 緊張。	西南氣流
25	75.4.10 1223L	本軍 F-104	1人亡	清泉崗附近	低能見度。能見度差。未對準 跑道重飛失速。	西南氣流
26	77.1.19 0945L	台航班機 BN-2	9人亡	蘭嶼附近	亂流。低能見度。因亂流操縱 失速撞山。	鋒 面
27	78.1.26	本軍 F-5F	2人亡	檳谷山區	低雲幕。冒然穿雲下降撞山。	東北季風
28	78.5.5 1433L	本軍 T-33	2人亡	苗栗向天湖山	低雲幕。天氣突變返航時撞 山。	鋒 面
29	79.3.24 1054L	本軍 F-104	1人亡	新竹機場附近	低雲幕。穿雲下降產生空間迷 向墜地。	鋒 面
30	79.3.24 1108L	本軍 F-104	1人亡	新竹機場附近	低雲幕。穿雲下降產生空間迷 向墜地。	鋒 面
31	79.8.21 0758L	本軍 BH-1900	18人亡	竹崎鄉農田	亂流及低能見度。因亂流操縱 失速墜地。	楊希颶風環流
32	82.2.28	永興 多尼爾	6人亡	綠島、蘭嶼間	亂流。低能見度、低雲幕	微弱鋒面及對流 雲系

資料來源：[1]



### 6.1.1 風因：

水能載舟亦能覆舟，同樣的風能對飛機的飛行很大的助益，相對的也可能危害到飛航安全，因此我們分兩個方向來剖析風對飛航的利弊影響，第一為有利因素，第二為有害因素，茲分述如下：

#### 6.1.1.1 有利因素：

一般而言，風可區分為高空風和地面風，此兩種風依字面上的定義很明顯的可以了解到一為高空上的風、一為地面上的風，此兩類風在飛行狀態模型中各有不同的定位。高空風對巡航狀態下的航機有很大的影響力，舉例來說，飛機在受在右側風或是靜風影響下飛機為了達到相同目的地，故飛行的路徑明顯的不同，相對的耗油量也明顯的不同，因此對航空公司的營運成本也有不同。航機由台北飛往美國安克拉治、舊金山和洛杉磯等國際機場，冬天常選擇200hpa等壓面層高度以上的由西向東的噴射氣流(100~200mi/hr)順風飛行，雖然順風飛行對升力沒有很大的助益但可以省掉不少推力的作用，而且因此航行時間也相對的減少很多，不僅航空司減少成本而且對飛行員精神與體力上的壓力也減輕不少，相對的對飛航安全的觀點來說也頗有助益。

另外地面風在飛行狀態模型中會影響正在起飛和降落的航機，因為正在起飛和降落的航機對升力的要求較推力為大，起降期間飛行員依賴升力的大小決定爬升角或下滑角，譬如說降落時的最佳狀態應是重力和升力相互抵消的時候，若到達適當落地點時升力仍大於重力勢必需要較長的跑道，但若在落地點時重力遠大於升力則易造成重落地。

因此在起飛和降落的階段，如因有較強的頂風(逆風)時，起飛降落的速度就可以減少，即可達到起飛的升力，所以起飛降落所需要的跑道長度較短，載重量也可大幅的提高，因此航管單位在飛機起降時應斟酌考慮風向因素而改變航機進離場的方向以提高航站效率。目前民航局透過地面觀測以及即時廣播系統提供管制員及航空公司此類訊息。因此以松山機場為例，在西風順風超過10哩則起降常由10跑道換到28跑道。

除了頂風之外，進離場時側風的影響也很重要，側風中起降常常使飛機在操作的難度上增加不少，因此民航局對各種輕重機種，及各種風向都有不同的允許進離場側風風速(表6-2民用航空器起降測風的標準)，一般而言愈輕型的機種允許的側風風速愈低，相反的如波音

767這類重型機，側風對其影響的程度較小故允許的側風風速也較大，對同一機種而言，90°的側風對航機影響較0°的側風風向大，故90°的側風被允許的起降風速較小。我們如何應用風速風向的大小來控制營運成本，場站服務效率及減少影響飛航安全的因素，實是值得我們深入探討。

表6-2為民用航空器起降測風的標準

風向 風速 (浬/時) 機種	90°	80°	70°	60°	50°	40°	30°	20°	10°	0°
ATR-42	29	29	31	33	38	44	49	49	49	49
ATR-72	26	26	28	29	31	37	45	45	45	45
B-727	29	29	31	33	37	44	50	50	50	50
B-737	29	29	31	33	38	44	49	49	49	49
B-747	30	31	32	34	39	47	50	50	50	50
B-767	29	29	31	34	38	45	50	50	50	50
B-767-300ER	33	33	35	38	43	50	50	50	50	50
BAE-146	30	30	31	32	37	45	50	50	50	50
BN-2, MK-111	20	21	22	23	26	31	35	35	35	35
DO-228	25	26	27	28	32	38	40	40	40	40
SAAB-340	29	29	31	33	38	44	49	49	49	49

資料來源：[8]

#### 6.1.1.2 有害因素：

一般而言，風因在危害飛航上，主要區分為兩類一為晴空亂流一為低空風切，晴空亂流主要特性為亂流發生在平流層且為天氣晴朗的狀態，因無明顯的導因及徵兆，再者天氣晴朗時並無微粒可供氣象雷達偵測，故目前極難預測及防範，因此本章擬不就此部份進行討論。另外根據國際民航組織(ICAO)秘書提供1970~1985年間世界各地飛航意外事故或失事的統計資料顯示，尤其以後者低空風切占失事比例的百分之五，因此本節主要針對低空風切的導因、種類及危害模式做一系統的概述：

### (一) 低空風切的導因：

風切的定義及特徵為風速及風向在小距離、短時間內的瞬間變化，而可有垂直或平行地表的方向發生，或是水平及垂直兼而有之，而所謂的低空風切(Low-level Wind Shear)指的為接近地面1500呎高度的風切現象，而導致低空風切的成因主要有下列4項[3]：

#### (1) 逆溫：

夜間地面因輻射冷卻作用，使地面層較其上之空氣相對為低，因此層間空氣流動亦有顯著的不同。在逆溫層頂通常會有一較強風速帶存在，通稱夜間低層噴流(Night Low-Level Jet NLLJ)。至於風切的大小視一層間溫差大小及日間低層風速的強弱而定。

#### (2) 鋒面：

當鋒面移動時，地面或低空必有風向和風速的變化，且隨鋒面的強弱，移行的速度而有不同程度的風切發生。

#### (3) 雷雨：

雷雨的成因為大氣低層有強烈對流，一般有鋒面雷雨和氣團雷雨之分。在雷雨發展的三階段生命史中，均有風切亂流的現象，但其中以成熟期所發生的上衝氣流(up draft)和下衝氣流(down draft)中所謂的下爆氣流(down burst)對進離場區航空器之危害最大。

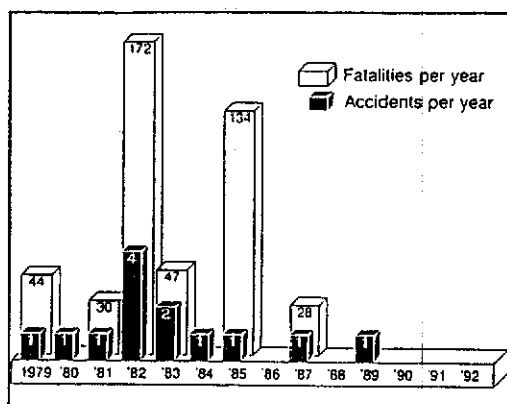
#### (4) 其他：

如沿海地區海風鋒面形成的風切熱帶地區颱風外圍環流強風帶下之風，及冬日地面強高壓(強風)帶外圍之風切，再有則是地面局部受熱發生對流作用所形成之風切，以及機場附近障礙物如：山丘、建築等，因機械作用亦可導致低空風切之發生。

### (二) 低空風切的種類

由於美國從1974年自泛美航空公司PAA-806(B707)在美屬薩摩亞之飛機失事事件起，陸續於1975~1989年發生了因風切所引起的飛行意外事件，如圖6-1所示。

圖6-1 近年來因風切所導致的失事及致命人數統計表



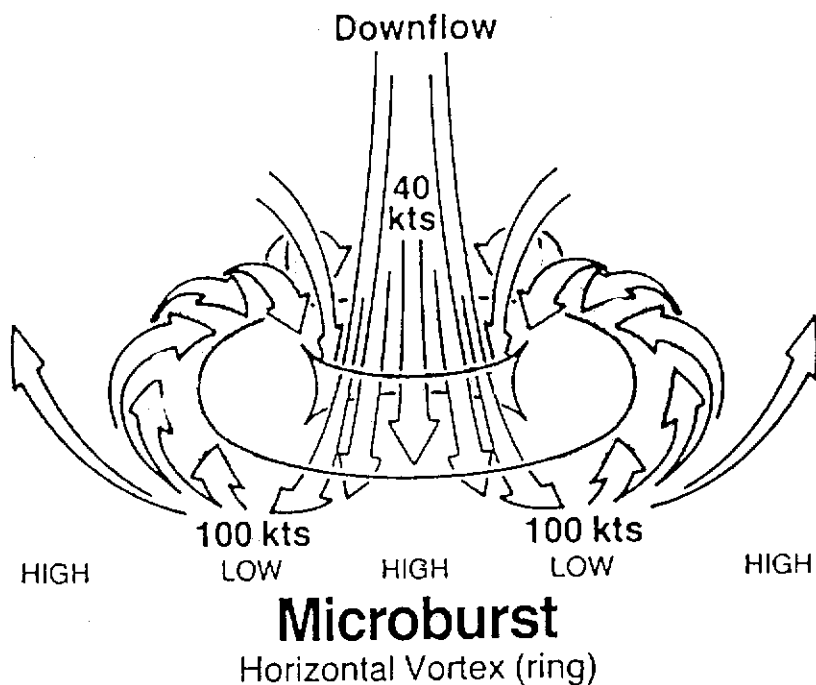
資料來源:[10]

尤其以1982年紐奧良機場泛美759班機，153人死亡，及1985年達拉斯沃斯堡達美航空191班機造成137人死亡最為嚴重，美國政府當局包含國家氣象局聯邦航空總署，國家航空及太空總署，國家科學基金委員會資助之大學研究聯盟、國家大氣研究中心，和民航界歷經十餘年的努力，建立並發現低空風切中對航空器最致命影響的下爆氣流(down burst)，而其中尤以小型下爆氣流有難偵測，高強度的特性對航機的飛行最為危險，因此在此分述小型及大型的下爆氣流如下：

(1)小型下爆氣流(Microburst)：

低空風切最能致命的莫過於小型下爆氣流，而以風切值大小來區分小型下爆氣流，若每1000呎內風切值超過12knot以上時即可形成強烈的下降氣流，當它向下衝擊到地面時可造成水平向外擴散的氣流(輻射流Divergence Outflow)及向內倒捲的渦流，時速可達到100kt以上，更有強度高達125kt。而其直徑範圍約只有4公里左右，2~5分鐘內可達到大強度，且只有持續十分鐘左右，並在同一地區產生複式小型下爆氣流的可能性很大，1975年東方航空失事在前後25分鐘內產生三次小型下爆氣流，即為一例(如圖6-2)。

圖6-2小型下爆氣流運動示意圖



資料來源：[11]

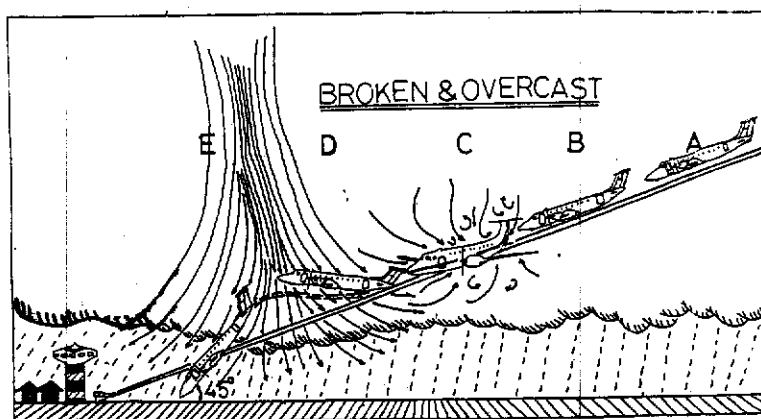
## (2) 大型下爆氣流(Macro burst)

雷雨前的陣風鋒面(Gust Front)常伴隨著大型下爆氣流(Maroburst)而其所謂大型指的是範圍超過 4 公里，發生時間可持續至三十分鐘，風速可高達120kt，發生時地面並伴有氣壓的急速變化與溫度下降的現象，因其尺度大，作用時間長，對航空器的影響也隨著偵測較容易而危害較輕。

### (三) 低空風切對飛航安全的危害模式

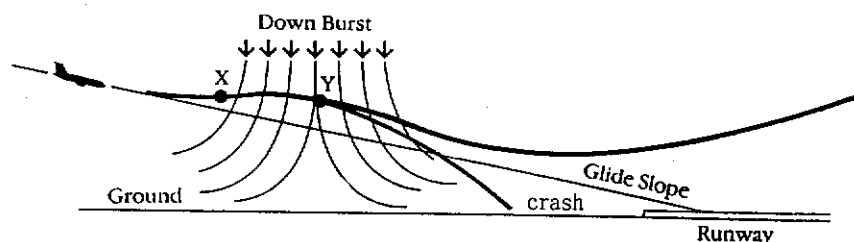
如(圖6-3)飛機在低空風切中進場的姿態示意圖及(圖6-4)飛機在低空風切中進場的路徑示意圖，顯示出飛機在進場遭遇一個強大的頂風區，在逆風飛行的狀態下飛機的動壓加大，升力大增而飛行的姿態角提高，駕駛員為了保持規定的下滑線及固定的著陸點，本能上的將機首下壓並減少推力以使飛機保持一定的下滑角，等到機首下推後，隨即遭遇到了低空風切中的下衝氣流(down draft)，下衝氣流不僅將機身往下壓，此時高度迅速下降且相對的喪失了空氣動力性，升力驟失，飛行員為了維持高度，勢必作出機首拉高的判斷，因此相對的喪失了速度，隨後而致的尾風區(Tailwind)，使得飛機的相對空速變的更低，因而減低了空氣動力性能，使得飛機突然失速，為了彌補失速，駕駛員可能更增大發動機的推力並提起機頭，無奈未能改善失速反將推力用在俯衝的姿態上，常常因此造成失事。

圖6-3 飛機在低空風切中進場的姿態示意圖



資料來源：〔1〕

圖6-4飛機在低空風切中進場的路徑示意圖



資料來源：〔1〕

而更危險而難以掌握的是當飛機降低高度準備進場時，必然穿過雷暴雨區也就是雲底上空的空域，此一區域受靜電及通信干擾最為嚴重，這時在通訊不易的狀態下再加上低空風切的天候無異是雪上加霜。

故民國79年8月21號空軍B-1900運輸機在雲林縣東勢鄉程海村失事機身以45°斜角插入泥土中，經檢視後發現，由於水平風切機身產生氣彈現象(Aeroelastic)而結構斷裂扭曲，再加上亂流，雲中靜電干擾，下衝氣流等而造成了失事，其風切強大的能量於此例中可見一斑，此次失事造成我國三位少將、九位上校在內的十八名乘員全體罹難，國家的損失實不可謂不大。

#### (四)低空風切導致飛航災害的例証

美國於1970至1987年間由於低空風切和下爆氣流造成的飛機失事和死亡人數就有18次及575人之多，我國雖然死亡人數並未如此驚人，但早在民國59年8月12日中午華航CI-206班機曾經撞毀於台北的福山，民國64年7月31日下午遠航134撞毀於松山機場跑道右方，再就中華航空於82年11月4日波音747在香港因大雨加上強側風導致衝出跑道，機首沉入海中，雖然民國59年及64年尚未發現所謂的微暴理論，但依目前理論印證前例，天候相關環境實不易排除低空風切為其事故發生之重要原因。

### 6.1.2 降雨、結冰與飛航安全

#### 6.1.2.1 降雨與飛航安全〔4〕

降雨對飛航安全的影響包含了下列幾項：(1)造成能見度不佳(2)造成滑行距離增長，(3)造成飛機發動機故障，(4)造成飛機空氣動力性能減少。而其影響程度又和飛行速度、降雨強度有關。

在降雨時駕駛員在中小雨飛行速度不大的情況下，空中能見度降至一～二公里，在大雨中飛行空中能見度卻只有數十公尺，尤其是降雨使駕駛艙罩玻璃形成水膜，造成了折射現象，甚至在夜間過早開啓著陸燈，在背景昏暗，水膜折射，可能產生光屏現象造成駕駛員誤判飛機高度或跑道距離，則容易造成失事。

民國六十二年12月27日美國一架DC-9-32型民航機在田納西州查德努加市(Chattanooga)失事，事後調查，即因水膜折射，誤判高度，沒有及時修正過大的下降率，以致失事。一般而言，資深駕駛在確定看清跑道有把握落地後才會打開著陸燈。另外機場管制塔台也會因為降雨因素，關閉機場，以確保起降安全，如民國82年6月17日1442-1531，松山機場上空大雷雨能見度降至800公尺，依規定機場關閉49分鐘。

而降雨也造成了跑道積水則有滑水現象產生，所謂的「滑水現象」就是飛機在一定的速度下，輪胎和跑道面之間被一層液體膜隔開，此時飛機和地面產生了類似水翼船翼地效應(Ground effect)，從而造成了輪胎和跑道間的摩擦力減小甚至消失，因此駕駛不易操控飛機甚至煞車不靈的狀況，而據航空工程專家研判在滑水的情況下，一般民航機需要增加百分之二十五的滑行距離，因此為了避免滑水現象危害飛安，應採取下列措施[4]。

- (1)改造機場排水及加大機場跑道面粗糙程度。
- (2)落地前正確計算滑行距離。
- (3)航空機械上改善煞車器以適合滑水時危險狀況。
- (4)著陸後擾流板和反向推力器應確實打開。
- (5)飛行器起降跑道上的水層不得超過十公分。
- (6)不能確保安全下可至其他輔助機場降落或等待至安全限度。

一般在大雨的情況下，由於飛機發動機進氣口容易吸入過多的雨水，雖然冷卻的空氣會有效提高效率增加推力，但過多的雨水卻容易造成點火不及以致發動機熄火，民國69年6月12日，美國威斯康辛航空一架SA226在內布拉斯加州降落時，遭遇大雨兩台發動機因吸入大量雨水而熄火，造成飛機失事墜毀。

另外大雨造成飛機撞擊雨珠使動能減少，而依附於飛機上的水增加飛機空重，且因雨水在機身上及機翼上使其粗糙度增加，阻力大增。一般而言，因大雨造成阻力增加5~20%甚至30%左右。

#### 6.1.2.2結冰與飛航安全

民國80年2月17日，一架DC-9-15在美克利夫蘭的霍浦金斯國際機場在起飛時失控墜毀，失事報告中主要原因即為飛機在爬行中殘留結冰於機翼，以致機翼喪失空氣動力特性因而失速。飛機因積冰主要為過冷水形成，造成(1)機體負荷大增，(2)機體表面上粗糙度增加，改變空氣動力特性，增大阻力，減小升力，因此飛機易產生危險，為了改善此種現象，一般飛機都有除冰裝置(anti-ice equipment)，如DC-9在第8節及第13節高壓放氣釋出熱空氣到各個可受結冰影響的區域如翼面及水平穩定器的前緣或駕駛艙風擋玻璃等等，或是將飛機上升至暖鋒雲層區藉著較高的溫度來除冰。

#### 6.1.3雲、霧

積雨雲較層積雲有較強的亂流，因此當飛機欲降落在機場時會穿過雲層，此時即可判斷亂流及其強度，因此可就飛行操作預做準備。

而在降雨區內[4]，由於低空濕度大，易生成碎層雲，因為此種型態的雲，通常只有200~700呎，雲底高度相差很大，對能見度的影響相當大。

各個飛行場容許民航機起降之最低天氣標準，受助航設施和儀降系統影響有不同的容許能見度和雲幕高的標準，(如表6-3所示)。以國內各機場的情況而言，中正機場的助航設施最好，因此所需容許能見度及雲幕高都較諸其他機場為低。

霧為水滴或冰晶所組成，且隨時間而變化，並在各個角度有不同的能見度，嚴重危害航機的起降，故各機場均訂有最低能見度標準，另中正和高雄國際機場常受平流霧的影響，能見度常降至起降標準之下，造成機場關閉，如民國82年2月6日凌晨1點至7點，中正國際機場大霧能見度降為0公尺，機場關閉6小時，禁止飛機起降。

#### 6.2航空氣象觀測系統[5]

在瞭解了上述各項危害飛航的天氣因素無論是風雨雲霧，我們知飛機無論是起飛、降落、巡航、或停放於飛行場內，受氣象因素影響



很大，所以如何有效的將天氣變化情形即時傳送到各飛行任務執行者手中，實端賴於氣象觀測的確實執行，並據以發布氣象報告預報或警告，以使飛行勤務能安全有效的執行，以下茲分述航空氣象的種類及觀測技術的發展現況：

### 6.2.1 機場地面氣象觀測

國內各表6-3 機場飛機起降能見度標準

資料來源：[2]

機場地面氣象觀測主要服務各航次班機在機場附近的起飛降落、滑行與停放，尤其在機場附近班機密集，因此飛機氣象因素的影響或危害實劇。

國際民用航空公約第三號附約(ANNEX-3)第四章規定，須在每一機場或機場附近某些點設置氣象觀測台，每小時或每半小時提供一次正常氣象觀測報告，除了本區飛航氣象單位使用外，尚可傳送至鄰近飛航氣象單位供作參考備查之用。而天氣變化較大時，須要作特別天氣觀測，並作特別天氣報告。天氣觀測報告須具備之基本要素及其影響為：

(一)風向風速：飛機在頂風狀態下降落可減少飛機衝力，縮短所需跑道，在起飛時可增加飛機升力。而側風是影響飛機能否起降的限制因素。

(二)能見度：無論機場是否採行助導航或儀降設施，能見度是機場決定飛機是否起降的主要限制，而能見度受雲、雨、霧的影響較大。

機 場	降 落		起 飛	
	能見度 (公尺)	雲幕高 (英尺)	能見度 (公尺)	雲幕高 (英尺)
中 正	350	100	350	100
高 雄	(09) 600	250	500	250
	(27) 3200	800	3200	800
松 山	(10) 800	250	800	250
	(28) 4800	900	4800	900
花 蓮	1600	400	1600	400
馬 公	800	200	800	200
豐 年	4000	700	4000	700
金 門	2000	500	2000	500
馬 祖	8000	1600	8000	1600

- (三)現在天氣：各機場主要天氣測報項目多達五十項，而其中足以影響飛機起降的主要為霧、雷雨及雪等。
- (四)雲或天空狀況：航空氣象以積雨雲對飛航危害最大，故國際間的編報層數，因積雨雲的影響，可多報一層。
- (五)溫度及濕度：大氣溫度高低對浮力、推力與落地時阻力影響很大，濕度影響輻射霧和雲雨的形成。
- (六)氣壓或高度表撥定值：機場氣壓測報即航空器停放點之高度，而短時間內氣壓的急速變化可知顯著天氣的變化已至。

## 6.2.2 飛機觀測

世界氣象組織和國際民航組織在世界各地均設有強制報告點，任何飛機飛經該點均須觀測，並強制回報各點風向、風速、氣溫、亂流與積冰、若有特殊的風切、亂流、雷暴雨等尚須做特殊天氣觀測，近年來除了空用X-band(3公分波長)的傳統氣象雷達外，一般中、大型航空器中也有空用的氣象雷達(Doppler Light Detection and Ranging or Laser Radar)等，可供飛行員得知風切的存在。

## 6.2.3 機場終端都卜勒氣象雷達觀測

### 6.2.3.1 都卜勒雷達觀測原理

民國七十六年中正機場完成架設都卜勒氣象雷達，此項產品為瑞典艾利生電子公司(Ericsson)產製的UAS 42107型C-band都卜勒氣象雷達，最大監測半徑為480公里，其頻率範圍為(5.60~5.65GHZ)，經資料處理後有效距離為120公里，解析度為1公里；非經都卜勒作業資料處理的資料範圍為半徑240公里，解析度為2公里。

而都卜勒氣象雷達是一種脈波式雷達，其運用都卜勒原理運作，若風場內的微小物質隨著風速移動，其微小物質運動軌跡代表著風的運動軌跡，故當都卜勒氣象雷達發出一次脈波雷達訊號後，即處於安靜監聽狀態中，直到下一次發出訊號為止，而所謂的都卜勒原理即是當空氣中的微小分子受到風帶動而和雷達移動波向同向或反向，此時脈波訊號反射回接收站的頻率相位會有偏移的結果，若向右偏移表示頻率被壓縮，風接近雷達，則顯示器表示冷色調，依程度不同而冷色程度不同，反之則以暖色調顯示。因此，經由冷暖色調本同色彩的資

料顯示，並予以判別，我們即可區分出亂流、雷雨、低空風切的強度和移動方向，並立刻通知航管人員以引導飛機趨避。

#### 6.2.3.2 都卜勒氣象雷達的功能

都卜勒氣象雷達主要有六項氣象雷達回波產品[6]。

- 第一、為水平面回波強度：此為傳統氣象雷達X-band的主要產品，可提供降雨系統的位置及強度，強度值和回波排列方式有助於研判天氣現象的劇烈程度。
- 第二、定高度平面回波強度：一般而言經角觀測資料轉換而成的定高度(1~5km)分析，可掌握高空冰晶及地面降雨系統強度。
- 第三、垂向積分可降雨量：由地面到雲頂做垂直空氣柱積分，可決定天氣系統到達時下雨的程度及雨量的大小等等。
- 第四、水平面雲頂高度：電腦根據資料分析出觀測範圍內各天氣回波最高雲頂高度，化作水平面顯示，因此可研判出是否有雷雨雲隱藏於雲中某一點內。
- 第五、垂直剖面顯示：此可顯示雷雨中多雲胞的發展情形，讓我們觀察中雲系發展高度有無超過結冰高度(五公里)，如果有則冰晶凍雨警告應即時發佈。
- 第六、都卜勒徑向風場：提供雷達站四週徑向風場的配置情形，而將空氣中氣流以不同顏色加以區分，以此方式可明顯判別風切的形成與否。

#### 6.2.3.3 都卜勒氣象雷達的限制

前述6.2.3.1中敘述了都卜勒雷達反射回波是以反射空氣中微小粒子如水分子、昆蟲...等等，因此當天候出現了晴空亂流時，都卜勒氣象雷達顯示器無法直接反應出任何徑向風場資料，因此晴空亂流是不可觀測的。另外亂流的強度大小也是都卜勒氣象雷達無法獲知的，因此只能由螢幕顯示出的顏色急劇變化處，表示該處有亂流存在。

冰雹是另一種都卜勒氣象雷達的限制，因為冰雹的表面形成種不規則面的反射體，因此冰雹的反射波不同於水珠，幾乎散射到不同角度去了，相對的氣象雷達接收器接收到的回波相較於水珠，其強度小了十幾倍，此種不良反射體，類似美空軍聶蹤戰機或F-22戰機的設計

原理，使雷達接收訊號的強度及面積小到極致，因此顯示器上很難發現其蹤跡，同樣的冰雹也是此種狀況，所以都卜勒氣象雷達無法觀測冰雹。

#### 6.2.4 機場低空風切警告系統

機場都卜勒氣象雷達主要可偵測沿跑道方向起降飛機的垂直風切情況，但對於整個機場近地面水平向跑道外發生的風切情況，仍然無法掌握，因為飛機進離場時需要掌控的不只是跑道部份，因此機場低空風切自動警告系統有其存在價值。

此種偵測系統為在中央及其四週選取若干適當地點裝設側風儀，並將各項風場資料，同時輸入一中央處理機，經過比較各點間的差值即可得知該方向的風切值，並經由設於塔台的警示器發出聲音或閃光，經由航管人員通知航機趨避。

低空風切自動警告系統，對小型下爆氣流的偵測正可以彌補都卜勒氣象雷達的不足。以中正機場為例，因為受預算的限制都卜勒氣象雷達解析度只能定為一公里，故低空風切自動警告系統適時發揮其功能。1988年7月8日美國丹佛(Denver)機場一架波音737客機，藉著風切警告系統發出的信號成功的躲避95mile/時的逆風。

國內現行中正機場二條跑道(06-24，05-23)兩端共設5套測風儀，若再增設4至5套將測得的資料輸入求取各點間水平風切的大小即可達到預警的效果。

#### 6.2.5 剖風儀的觀測

剖風儀主要觀測的是高空風場中的風場資料，對觀測台灣中尺度對流層下的風場變化及大氣亂流有很大幫助。〔7〕所謂的剖風儀是說可觀測對流層內高度參數的風場資料的儀器，英文名稱有三：1.Radar Wind Profile，2.Wind Profiler，3.Profile，目前國人習慣稱為剖風儀，剖風儀中的低頻剖風儀使用時所出現之降水回波較少，不利於風場測定，而高頻(HF)及特高頻(VHF)剖風儀有全天候觀測的能力。偵測的範圍視平均電力、天線大小、氣象條件、及所發射的無線電波頻率等因素而定。

剖風儀可以隨時算出溫度平流及垂直分佈情形，可提供大氣穩定度趨勢及中尺度垂直運動之資料，正足以彌補高空測站分佈不均且為

數不足，每日僅觀測兩次的缺點，而剖風儀每六分鐘即可獲得每150公尺間隔的風向風速資料，因此對高空風場的變化得到最適的資料。

## 6.3. 航空氣象預報系統

### 6.3.1 航空氣象預報的種類

#### 6.3.1.1 短時預報〔8〕

所謂短時預報指的是2~3個小時之內的預報，其預報種類有機場起飛和降落預報(Take-off FCST, Landing FCST Trend Type)，機場警告(Aerodrome Warning)和飛航情報區內的顯著危害天氣預報(SIGMET)，並以其預報項目和種類分述如下：

- (一)機場起飛和降落預報：其預報是附加於機場經常天氣報告或特別天氣報告的趨勢性報導，提供風、能見度、顯著天氣、雲、溫度、高度表撥定值以及進離區低空風切與亂流，給航管及航空器駕駛人參考。
- (二)機場警告：機場警告單一危害起降區安全之因素如強風、雷雨、冰雹、濃霧等等，由氣象單位主動發布。
- (三)飛航情報區內顯著危害天氣預報：氣象單位按飛航空層發布，如次音速巡航高度的活躍雷雨、大冰雹、火山灰雲、又如穿音速和超音速的積雨雲、中度及重度亂流等。

#### 6.3.1.2 中長時預報

此預報由幾小時到十幾小時不等，最長不超過24小時，大致有下列幾項茲分述如下：

- (一)機場終端預報(TAF)：機場的氣象預報，有效預報時效從9至24小時不等，包含風、雲、能見度、顯著天氣及附加資料。
- (二)航路預報(ROFOR)：飛機在航路飛行中，氣象單位不主動提供點的預報，而是有需求時才提供，預報內容包含風、溫度、顯著天氣及噴射氣流，風切等資料。

(三)區域預報(ARFOR)：此項航空氣象預報資料，對不定時非預定航路的飛機給與一般氣象資料。

(四)顯著天氣預報圖(SIGWX)：此天氣預報圖為較廣大範圍內之顯著天氣資料預報，長程及越洋的較高層料大都由世界氣象預報中心（華盛頓、倫敦）或地區預報中心（本區屬東京預報中心）一天兩次統一製備，至於小範圍中低高度則是國內相關氣象作業自行發佈，通常也是一天兩次。

(五)高空風與溫度預報圖(WINTEM)：依空層區分為FL390(200HPA)FL340(250HPA)，FL300(300HAP)，一天發佈兩次，中低緯度區每五個經緯一個風與溫度預報，高緯度時每10或20個緯度1點的風和溫度預報資料。

(六)空中氣象預報(AIRMET)：類似顯著危害天氣預報，但其多用於較低層飛航的空域。

### 6.3.2 航空氣象資料的網路傳遞〔8〕

國際民航組織（ICAO）和世界氣象組織（WMO）推行一世界氣象服務系統，其主要架構如下：(1)由華盛頓和倫敦的世界區域預報中心(WAFC)製作高空風和溫度預報(WINTEM)，(2)由區域預報中心(RAFC)製作大範圍內長程或洲際飛航用的高層(FL250-450)及顯著天氣預報圖，(3)中低層其餘天氣預報由各國及各地區自行製作發佈。

航空氣象資料的傳遞，以電報格式而言係經由全球通信系統(GTS)或世界區域預報系統(WAFS)下的通訊網路系統或航空平面通信網路(AFTN)，傳遞可經由衛星、有線電路及無線電傳遞。在機場對航機通訊方面，除了航管人員對航機通話外，另可透過航用電台(ATIS)的對空廣播或利用自動觀測系統(AWOS)中預報的語音查報等不同的方式提供。

以我國為例，民航局在中正、松山、高雄三個民用機場設有航空氣象觀測預報裝備外，在松山機場並設有氣象中心，統一製作編發，包括機場預報(TAF)，這對極短時間內的劇烈天氣變化，反應能力不足。為了改善此一缺點，民航區配合航管十年計畫的完成，在飛航資

料諮詢系統中(FISS)，將各機場的觀測資料及預報(中央氣象局之產品、中正機場及CCK之都卜勒氣象雷達觀測之雷達資料、衛星雲圖)結合成一即時預報系統(Nowcasting)，以增進迅速有效的天氣守視與預報能力另外在各個機場的自動化測報系統(AWOS)，以數值化自動編報，並模擬人聲自動對空廣播或以電話直接撥叫，並以自動化測報系統自動連線至飛航諮詢系統(FISS)供國內各飛航單位或航空公司人員參考。

## 6.4 結論與建議

本章概述國內航空氣象的種類、對飛航安全的危害情形、國內外氣象危害飛安的著名案例、航空氣象科技的現況及現行國內航空氣象觀測、航空氣象預報及資料傳遞做一概括性的介紹，俾使對航空氣象有全盤性的了解，並根據民國八十二年民用航空局委託交通大學運輸工程與管理學系對航空人員(包括駕駛員、飛航、機械員、地面機械員、管制員、簽派員)在飛航安全上的實務操作盲點分析，此章中引述該報告的氣象部份，並實地拜訪民航局氣象中心了解其運作狀況，俾在前述理論性概述後，加入現行實務操作上的意見以引導出建設性的建議，以利未來思考改進之方向。

### 6.4.1 航空氣象觀測國內現況與建議

前述航空氣象觀測的部份主要可分為四個部份，茲就國內的現狀分述如下：就氣象觀測報告而言，台北氣象中心轄下有台北氣象站、中正氣象站、高雄氣象站、豐年氣象站...等等，固定搜集風向風速、溫度、濕度、能見度...等等機場半徑十公里範圍的氣象基本資料，並據此提供給本飛航情報區的各個單位，如機場資料台、航管單位、氣象局、飛航諮詢系統...等等，及鄰區的飛航氣象單位如香港及東京的氣象中心，經過東京區域預報中心的分析再透過航空平面通信網路傳輸到世界各區域預報系統。

另外在觀測方面，國內已有機場自動觀測系統將自動感測的風向風速資料編報或化成語音傳送到各航管單位、航空公司、飛航諮詢系統...等等。

前述提及的飛機強制點觀測目前已行之有年，剖風儀設備尚未引進，而都卜勒雷達觀測目前除了中正機場及清泉岡基地各一套之外，氣象局擬在台北五分山架構另一套都卜勒雷達系統涵蓋較易形成風切

的台北松山機場，透過電腦的連線對改善北部的氣象觀測資料有所助益。

觀察國內目前的氣象觀測系統，大致上已成形但在資源利用上目前前有軍方的氣象聯隊、氣象局的觀測站、以及民航局氣象中心三大系統，這三大系統獨立作業，電腦互相聯線，雖然所需要截取的氣象重點資料各自不同，但基本需要的氣象資料卻是相同的，是否有需要從此處作起，整合各單位的資源，來達到區域內各個點皆有完整的氣象資料以供利用，但不重覆過多資源的投資，值得考慮。

#### 6.4.2 航空氣象預報及警告國內現況及建議

前述提及學理上預報分為短時預報及中長時預報，短時預報可分為機場起降預報、機場警告、顯著天氣預報，中長時預報可分為機場終端預報、航路預報、區域預報、顯著天氣預報、高空風與天氣預報、空中氣象預報。以國內目前的情況而言，航空氣象預報在觀測、預報及傳送三大系統中是最弱的一環，國內氣象中心所作出的氣象預測僅包涵短時預報中的機場起降預報及中長時預報的機場終端預報，其餘的七大項預報項目，目前依賴JAWA(日本氣象協會)在東京的計算中心，計算各國傳送過來的觀測資料並預測出一週的各項天氣預報，松山機場的氣象中心接收到這一份每日兩次的資料後，透過國內的航空氣象即時預報系統立刻將所接收的資料傳送到各個機場的氣象站、資料臺及氣象局。

據了解氣象中心目前尚無法作到即時警告的功能，目前除了前述的低空風切警告系統LLWAS(中正機場)尚在籌設中之外，松山機場的低空風切警告系統受限於機場外圍土地取得不易，故一直無法加以改善。目前中正機場只得仰賴都卜勒雷達由氣象站提供機場航管予以航機警告，因松山機場屬於都卜勒雷達邊緣地帶，雷達的邊界值誤差太大，故傳統上大部份由遭遇到劇烈天候的航機報告到航管單位，再由航管單位引導下一位航機趨避，此種辦法端視航機的運氣，就積極面而言實不可取。另一方面都卜勒雷達系統在實際運作上只能偵測出大約80~90%的低空風切，須依賴較為低廉的低空風切自動警告系統補強，因此在現有各機場缺乏即時自動警告系統且經費不足以購買都卜勒雷達的情況下，建議依據現有的架構先期添購低空風切自動警告系統給予各機場氣象站運用是較為可行的辦法。

再者氣象預報及警告發佈除了航管人員另外有各機場的資料台可供利用，但是各機場的資料臺及航管人員因為處理眾多資料且未受過



氣象專業訓練對危害飛航安全的天氣型態解讀能力不足，而只是覆述氣象單位提供的意見並對預報圖無判斷的能力，一旦發生誤述的情況時，造成的影響相當大，因此除了建議航管人員及資料臺人員增加對氣象的了解外，並建議航空公司增設專職的氣象人員以解讀氣象中心傳送過來的氣象資料及加強對駕駛員的氣象專業知識訓練，將可能發生危害的因素減到最低。

另外據了解我國的航空氣象仰賴東京氣象協會的預報資料尚無自主預測的能力，但銜諸我國氣象單位過去鉅資購買的超級電腦CRAY系統，氣象專業人才及電腦軟體製作能量，實有能力作出世界水準的航空氣象預報，而不需花費每年六百多萬的網路使用費，並可以因此在區域中扮演一個重要的地位，值得成為未來考慮的目標。

#### 6.4.3 航空氣象網路傳遞國內現況及建議

依據前述世界上由ICAO所主導的航空氣象網路，主要為AFTN航空平面通訊網路，但航空平面通訊網路過於繁忙，常常因為轉接層次過多，造成線路壅塞，如台灣氣象預報常需由香港次區域中心轉到東京的區域中心或是華盛頓的東半球世界區域預報系統。有鑑於此，前面述及的GTS全球通訊系統，因為網路負載的容量大增，相對的傳輸速度也快，有漸漸取代AFTN二三十年老舊系統的趨勢。另外航空公司在IATA的支援下另成一個所謂SITA的航空氣象聯絡通報網路，也以非正式的形態流通於航空公司業界。

就國內而言[9]，航空氣象網路的傳遞最為航空公司及飛行員所詬病的地方在於速度過於緩慢且不精確，惡劣天候並未普遍通報航空公司及航管單位。

關於這一點擬建議航管單位、航空公司和氣象中心建立一個獨立的通報電腦網路，由氣象單位專責將分析過且對飛航有用的氣象資料或突發的天氣變化即時鍵入電腦系統，達成即時警告的功能。

### 參考文獻：

1. 俞川心、潘大綱(空軍氣象聯隊)，“整合即時天氣預警、有效確保飛航安全”，中華民國八十三年航空安全研討會。
2. 蒲金標(民用航空局飛航服務總臺氣象中心)，“航線高空風、溫度和顯著危害天氣與飛航操作之影響”，中華民國八十三年航空安全研討會。
3. 曾憲瑗，“航空器於進離場時最大危害天氣因素—低空風切 曾憲瑗交通建設第42期第一期民國82年1月15日。
4. 劉昭民，“談風雨與飛航安全”，交通建設43卷第一期
5. 曾憲瑗，“航空氣象觀測與未來發展”，交通建設第四十一卷第一期民國81年1月15日。
6. 沈畦、徐天佑，中正理工學院，“清泉崗雷達分析危害飛安天氣季節特徵”，中華民國83年航空安全研討會。
7. 劉昭民，“略談剖風儀的原理與應用”，交通建設第四十一卷第一款中華民國81年1月15日。
8. 曾憲瑗，“航空氣象觀測、預報與飛航之應用與安全”，中華民國83年航空安全研討會。
9. 交通部民用航空局與國立交通大學運輸工程與管理學系，“全國飛航安全盲點掃瞄行動計劃”，中華民國八十二年1月。
10. 翁興中，“航空工程與航空安全”，中華民國83年航空安全研討會。
11. 陸鵬舉，“飛機在低空風切中的側向空氣動力特性及穩定度探討”，中華民國83年航空安全研討會。

## 第七章 結論與建議

### 7.1 結論

#### 7.1.1 國際飛安

根據波音公司 1995 國際飛安年會統計 1959-1994 全球商用客機致命失事統計資料顯示三種主要資料：一為致命失事及死亡人數表(Fatal Accidents and Fatalities);二為致命失事表(Fatal Accidents);三為主要失事因素-致命失事表(Primary Cause Factors-Fatal Accidents)，本章的結論及建議將依據這三項主要圖表分析國際最新飛安統計資料，並根據國內飛安數據進行比對及分析工作。

致命失事及死亡人數表主要表現失事的主要因素 ( Primary Cause Factor ) 及飛行階段 ( Flight Phase ) 的分類歸納結果，此表為其下兩表的數據總表，就主要因素分類而言波音公司歸納為航員、飛機本身 ( 包含機體結構、飛機系統、動力系統 )、維修、天氣、場站、航管、其它、及原因不明等，就飛行階段而言波音公司歸納為起飛、初期爬升、爬升、巡航、下降、初期近場、終端近場、落地及滑行載客。此份表格詳載各個單項的失事件數及因此死亡人數，並將恐怖破壞活動及軍事行為排除不予以計算，死亡人數的計算以機上人員為主並不包含因墜機造成機外人員的死亡。詳如表 7-1 所示我們可以看出就總數 414 件 1959-1994 的飛安事件中，死亡兩萬人，觀察分析歸納出下列數項，茲分析如下。

( 1 ) 失事件數矩陣分析排行：終端近場&航員因素(73 件)居首，其次陸續為初期近場&航員因素(47 件)，下降&航員因素(29 件)，初期爬升&航員因素(27 件)、起飛&航員因素(18 件)，滑行載客&其它(14 件)，落地&原因不明(12 件)，爬升&航員因素(10 件)，爬升&飛機本身(10 件)，起飛&其它(10 件)，初期近場&原因不明(10 件)。觀察前 5 名失事總件數共 194 件佔全部失事事件 46.8 %，如此高的比例幾乎集中在航員因素及機場十哩內的進離場階段。

( 2 ) 失事死亡人數矩陣排行：初期近場&航員因素(3266 人)居首，其次陸續為終端近場&航員因素(3184 人)，下降&航員因素(1768 人)，初期爬升&航員因素(1481 人)、爬升&維修(1033

人)、起飛&航員因素(720 人)、初期近場 &原因不明(667 人)、起飛&維修 ( 575 人)、爬升&飛機本身(569 人)、及初期爬升&原因不明(495 人)。其中前五名加入了爬升&維修因素，死亡人數共 10732 人，佔全部 53.7 %，而依然維持在進離場階段失事機率最大，滑行載客&其它因滑行時速度較低，故雖然件數有 14 件但死亡人數明顯降低。

(3) 交叉分析：另外我們觀察到飛機本身造成的飛安事故以爬升和巡航時造成的比例較高，迥異於其它主要因素皆集中於進離場階段的現象，這樣的狀態提供重視飛安的人士另一個省思的方向：雖然已離開進離場危險階段，仍不可因此鬆懈。此項組合因素造成了 741 人因此死亡。

我們注意到天氣造成的飛安事故以終端近場造成危害最大，在天氣因素總數 15 件下就有五件發生在終端近場，其中小型下爆氣流及低空風切的危害是可以適切解釋此種現象，風切現象發生在低空使得航空器反應時間不足，造成失事的模式在前述章節已予以描述。

表 7-1 致命失事及死亡人數表(Fatal Accidents and Fatalities)

主要因素	件數		失事件數									
	死亡人數											
	總數	起飛	初期爬升	爬升	巡航	下降	初期近場	終端近場	落地	滑行載客		
航員	223	18	27	10	9	29	47	73	8	2		
	11,855	729	1,481	615	371	1,768	3,266	3,184	400	56		
飛機本身	35	4	3	10	7	3	0	3	3	2		
	1,532	107	124	569	172	177	0	83	283	17		
維修	11	3	1	3	3	0	6	1	0	0		
	1,799	575	22	1,033	113	0	0	46	0	0		
天氣	15	0	2	2	2	2	1	5	1	0		
	829	0	176	167	59	84	63	270	30	0		
場站/航管	23	3	1	2	2	2	1	4	6	2		
	620	51	10	166	131	194	64	15	28	11		
其他	42	10	2	2	5	2	1	1	5	14		
	951	42	7	114	325	122	8	3	0	338		
原因不明	65	7	8	6	7	4	10	9	12	2		
	2,424	80	495	258	291	213	667	201	211	8		
總數	414	45	44	35	35	42	60	96	35	22		
	20,000	1,575	2,315	2,872	1,462	2,538	4,060	3,902	952	424		

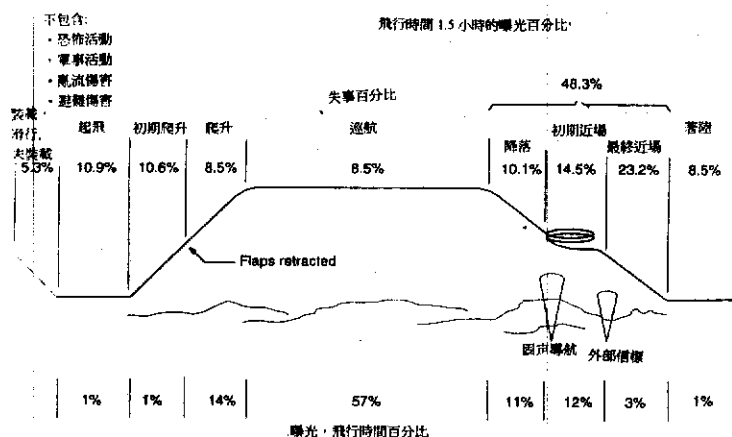
資料來源：波音公司

第二為圖 7-1 致命失事狀態圖(Fatal Accidents)顯示出 1959-1994 年間失事在各個階段所佔的百分比，其件數數據參閱表 7-1，並以全飛行時間 1.5 小時為例，分析各個階段所佔的時間百分比，其中失事的滑行階段 5.3 %、起飛 10.9 %、初期爬升 10.6 %、爬升 8.5 %、巡航 8.5 %、下降 10.1 %、初期近場 14.5 %、終端近場 23.2 %、落地 8.5 %，圖中特別顯示落地前的三個階段(下降、初期近場、終端近場)共佔 48.3 %。

飛行階段警覺權數：另一方面我們觀察以 1.5 小時的飛行時間為例，各階段曝光飛行時間如下：起飛 1.0 %、初期爬升 1.0 %、爬升 14 %、巡航 57 %、下降 11 %、初期近場 12 %、終端近場 3.0 %、落地 1.0 %，比對各個階段的失事率顯然和曝光率的差距很大，因此我們以另一種角度處理這兩份數據，將各個階段失事百分率除以階段曝光率(以假設中的 1.5 小時為例)，求出“飛行階段警覺權數”，分別為：

起飛 10.9、初期爬升 10.6、爬升 0.61、巡航 0.15、下降 0.91、初期近場 1.21、終端近場 7.73、落地 8.5，可以觀察出起飛、初期爬升、終端近場及落地所佔的權數平均值 9.43 較其餘四項權數平均值 0.72 大了不少，這樣的分析較能公平的表現出各個階段的飛安嚴重程度，結果顯示出了進離場的階段的确須要飛行組員及相關飛安人員特別注意的階段。

圖 7-1 致命失事狀態圖



資料來源：波音公司

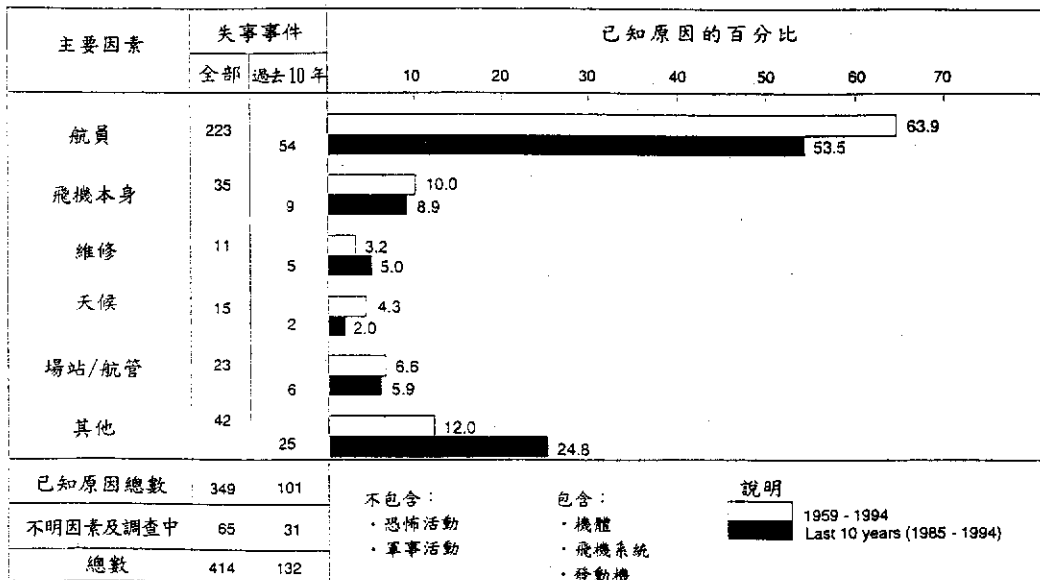
第三為圖 7-2 主要失事因素-致命失事圖(Primary Cause Factors-Fatal Accidents)，此表表現 1959-1994 年及近十年間各種主要原因所佔百分率，圖中白條線表示 1959-1994 年間百分率，全部失事總數為 414 件，全部已知原因失事總數為 349 件(86.75 %)，未知及調查中為 65 件(13.25 %)，黑條線表現近十年間百分率，全部失事總數為 132 件，全部已知原因失事總數為 101 件(76.52 %)，未知及調查中為 31 件(23.48 %)。

依據圖 7-2 的 1959-1994 年間已知失事主因分佈，顯示航員因素佔 63.9 % 最高，次為其它 12.0 %，其下依次為飛機本身 10.0 %，場站/航管 6.6 %，天氣 4.3 %，及維修 3.2 %，航員因素在先進機械設計及導航精密電子裝備的改進中成為飛安肇事的主要因素，而「維修」之所以成為比例最低的肇事因素，除了工程人員嚴格遵守維修技令之外，不可否認的欲從肇事殘骸發現維修缺失，技術上較為困難。而先進氣象雷達偵測及警告系統的改善，使得氣象因素危害飛安的比例降低。

比較近十年的飛安記錄我們可以很明顯的看出其它這項因素增加的很快，而「維修」方面也有所增長，其中可以解釋為科技進展迅速，飛行器系統及零件的複雜度增加，維修人員在不熟悉的情況下出錯的比例增高，而「其它」這項因素在環境變化劇烈的近十年中，無法歸納入前幾項因素而因此增加兩倍。

圖 7-2 主要失事因素-致命失事表(Primary Cause Factors-Fatal Accidents)

主要因素-致命失事  
全球商用機隊



資料來源:波音公司

## 7.1.2 國內飛安

台灣地區飛航安全概述歸納民航局歷年失事調查報告，並將失事以致命失事及兩萬公斤以上致命失事的分類製表如表 7-2, 7-3，表 7-2, 7-3 列舉 1970-1995 國籍航空公司失事日期，航空公司名稱，機型，飛航性質，失事地點，死亡人數，失事經過及可能發生的原因，就死亡人數而言以 1994.04.26 華航 Air Bus 300 在名古屋的 264 人居冠，直到目前為止民航局並未結案。其次是 1981.08.22 遠航 B737 在苗栗上空發生金屬疲勞而至解體，死亡 110 人，民航局結論最大可能為飛機及維修問題。

就失事地點而言發生在台灣本島及離島佔全部 25 件的 23 件，國內航線由於起降頻繁飛安事故機率較高可見一般。而兩萬公斤致命失事全部 12 件內在機場及機場半徑十哩內發生飛安事故的就有 4 件佔 33.3%，就世界整體平均而言，尚屬平均。值得注意的是中華航空佔所有兩萬公斤以上致命失事事件有 8 件，就失事的機種而言，以波音 737 最多，波音 707 次之。(參考表 7-2, 7-3)

表 7-2 國籍航空公司兩萬公斤以上歷年致命失事表

失事日期	航空公司	機型	飛航性質	失事地點	死亡人數	失事經過	可能因素
1970.02.20	遠東	DC-3 B-243	貨機	台北東南方海山	2	左發動機故障馬力消失高度下降 向左偏航致翼撞山致機下墜撞毀海山。	人為因素
1970.08.12	中華	YS-11A B-158	客運	松山機場西北方福山、檀 山位置向左偏離航線475 呎83°	14	進場時在雷雨亂流降風天氣狀況 可能影響操作與判斷又未適當利 用助航設施及作適當之處置以致 失事	天候因素
1971.11.20	中華	SE210 B-1852	客機	馬公西南約6哩	25	在航路上爆炸後失事	場站因素 (其它)
1975.07.31	遠東	VISCOUNT B-2029	客運	松山機場南航9修理棚前	28	在台北作儀器降落系統進場中於 著陸前降降兩龍見度轉著決定重 飛造成昇力驟減飛機下沉而右偏 出跑道外撞毀及右機翼尖撞擊地 面失事墜毀	人為因素
1979.09.11	中華	B707 B-1834	訓練	桃園竹圍漁港外海121° 15.E 25°	8	起飛後在飛行中可能產生不正常 狀況駕駛員不及辨別前已失去高度 改正不及而墜海	人為因素
1980.02.27	中華	B707 B-1826	客運	馬尼拉機場	5	在最後進場階段延遲延遲延遲不 使用以致產生高下沉率最後造成 在跑道端外異常之重落地失事	人為因素
1981.08.22	遠東	B737 B-2603	客運	苗栗縣三義鄉	110	空中解體墜地全毀	飛機及維修
1986.02.16	中華	B737-200 B-1870	客運	馬公機場320度位18哩	13	落地時飛機跳起，重飛後失去聯 絡。	人為因素
1989.10.26	中華	B737-200 B-12120	客運	花蓮加禮宛山	54	起飛後撞山失事。	人為因素
1991.12.29	中華	B747-200 B-198	貨運	台北萬里大湖區	5	引擎掛鉤脫落墜落。	飛機設計
1994.04.26	中華	A300 B6-600R B-1816	客機	日本名古屋	264	日本先事調查局負責調查	調查中
1995.01.30	復興	ATR-72 B-22717	客機	桃園縣龜山鄉九子坑山區	5	510A座次日飛進場於松山機場東 南11.2哩撞山失事	調查中

資料來源：交通部民航局 資料整理：交通部運輸研究所

表 7-3 國籍航空公司歷年致命失事表

失事日期	航空公司	機型	機組性質	失事地點	死亡人數	失事經過	可能因素
1970.12.21	遠東	DC-3 B-243	貨機	台北東南方雙指山	2	左發動機故障馬力消失高度下降向 左偏駕駛員為置失雷致飛機下墜 撞擊雙指山。	人為因素
1970.08.12	中華	YS-11A B-156	客運	松山機場西北方礮山, 撞 山位置向左偏離跑道475 呎83°	14	進場時在雷雨亂流陣風天氣狀況可 能影響操作與判斷又未適當利用助 航設施及作適當之偏置以致失事	天候因素
1971.11.20	中華	SE-210 B-1852	客機	馬公西南約6哩	25	在航路上爆炸後失事	場站管理 (其它)
1972.09.16	大華	Hughes300 B-15104	農機	南投縣名間鄉	1	研判急墜失事	人為因素
1975.07.31	遠東	VISCOUNT B-2029	客運	松山機場華航9修護棚廠 前	28	在台北作儀器降落系統進場中於雷 雨前降雨雨能見度驟降決定重飛達 成昇力驟減飛機下沉向左右偏出跑 道螺旋及右機翼尖撞擊地面失事墜 毀	人為因素
1978.08.20	永興	PL-12 B-12108	訓練	台中水南機場內	1	模擬噴嘴離陸墜地失事飛機損毀	人為因素
1978.08.13	台灣	CESSNA-206 B-11102	客運	蘇島機場西北端海濱	1	落地重飛墜地	人為因素
1979.09.11	中華	B707 B-1834	訓練	桃園竹圍漁港外海121° 15.E 25° ON	8	起飛後在飛行中可能產生不正常狀 況駕駛員不及辨別前已失去高度改正 不及而墜海	人為因素
1980.02.27	中華	B707 B-1826	客運	馬尼拉機場	5	在最後進場階段對進場線不正當使 用以致產生高下沉率最後造成在跑 道頭外異常之重落地失事	人為因素
1981.06.13	台灣	BN-2A-3 B-11108	客運	花蓮東南方B-7航路	2	躲避颱風航路途中失蹤	天候因素
1981.08.22	遠東	B737 B-2603	客運	苗栗縣三義鄉	110	空中解體墜地全毀	飛機及維修
1982.11.17	遠東	BELL 212 B-2311	運補	基隆357度75哩	15	台北松山機場起飛後未降落基隆北 方84哩深泊船上	不明因素
1984.09.28	台灣	BN-2A B-11109	客運	蘭嶼北方約七哩海面	10	台東豐年機場起飛後未降落蘭嶼機 場	不明因素
1986.02.16	中華	B737-200 B-1870	客運	馬公機場320度位18哩	13	落地時重落地飛機跳起, 重飛後失 去聯絡。	人為因素
1986.03.13	台灣	貝爾212 B-11120	運補	板橋市漢生東路205號	1	機械故障迫降飛機重損	飛機及維修
1988.01.19	台灣	BN-2A B-11125	客運	蘭嶼青蛇山	10	天氣不佳未遵守目視規定撞山失事	人為因素
1989.06.27	永興	CESSNA B-12206	客運	高雄機場1哩處	12	失事原因不詳	不明因素
1989.10.28	中華	B737-200 B-12120	客運	花蓮知禮苑山	54	起飛後撞山失事。	人為因素
1991.03.28	永興	UH-1H B-12111	農機	高雄縣六龜鄉中興村尾庄	1	實施農機尾梢剎鋼纜墜入小溪達 飛機分解。	人為因素
1991.12.20	中華	B747-200 B-198	貨運	台北萬里大湖區	5	引擎掛鉤斷裂脫落	飛機設計
1992.04.10	台航	BN-2A B-11116	客運	台東東南20哩海上	7	引擎故障迫降海上飛機沉入海中	不明因素
1993.02.28	永興	DO-228-201 B-12228	客運	蘇島與蘭嶼之間海上	6	可能原因: 1. 駕駛員未遵目視飛行 超低飛行操作不當墜海。 2. 超低空飛行天氣突變或遭遇亂流 在無法克服情況下墜海失事。	不明因素
1994.04.25	中華	A300 B6-600R B-1816	客機	日本名古屋	264	日本失事調查局負責調查	調查中
1995.01.30	復興	ATR-72 B-22717	客機	桃園縣龜山鄉克子坑山區	5	5:04班次目視進場於松山機場東南 11.2哩撞山失事	調查中
1995.02.27	亞太	Bell-206 (直升機) B-66222	運渡	嘉義縣梅山鄉南村大樹 腳山區	1	飛渡至玉井震會在梅山鄉南村大樹 腳山區撞山失事	人為因素

資料來源：交通部民航局 資料整理：交通部運輸研究所



以表 7-4，圖 7-3 可能肇因來分析，兩者之中的人為因素皆佔近 1/2 的比例，為所有失事比例的首位，所有致命失事事件及兩萬公斤以上致命失事事件最大不同的地方在於不明因素，以所有致命失事中不明因素佔 20%，而兩萬公斤以上致命失事中不明因素為 0%，由於此點可以看出小飛機是造成不明因素的主因，我國國內線因為多半墜海，打撈不易，無專業失事調查組織且小飛機安全紀錄裝備不足，無法取得失事時的飛行狀況，造成不明因素的發生，皆為兩萬公斤以下飛機所造成。再者飛機及維修部份因為大飛機維修部份較為複雜造成兩萬公斤以上致命失事的航空器失事佔 16.67%，較歷年致命失事多了近四個百分比。另外近十年兩萬公斤以上致命失事航空器調查中的比例佔 40%，因此或許可以解讀為大飛機失事在近十年比例增加且調查不易。

表 7-4 國籍航空器歷年致命失事統計表

可能肇因	1970 ~1995		近十年 (1985~1995)	
	件數	比例	件數	比例
人為因素	12	48%	5	41.67%
天候因素	2	8%	0	0%
飛機及維修	3	12%	2	16.67%
不明	5	20%	3	25%
其他	1	4%	0	0%
調查中	2	8%	2	16.67%
Total	25	100%	12	100%

圖 7-3 國籍航空器歷年兩萬公斤以上飛機致命失事統計分析圖

可能肇因	1970~1995		近十年(1985~1995)	
	件數	比例	件數	比例
人為因素	6	50%	2	40%
天候因素	1	8.34%	0	0%
飛機及維修	2	16.67%	1	20%
不明	0	0%	0	0%
其他	1	8.34%	0	0%
調查中	2	16.67%	2	40%
Total	12	100%	5	100%

另外我們仿波音公司製作之我國機隊致命失事已知主要因素暨飛行狀態矩陣表(參照表 7-5),及我國機隊兩萬公斤以上致命失事已知主要因素暨飛行狀態矩陣表(參照表 7-6),我們比照上述分析國際上的方法來加以闡述,就主要因素分類而言波音公司歸納為航員、飛機本身(包含機體結構、飛機系統、動力系統)、維修、天氣、場站\航管、其它、及原因不明等,就飛行階段而言波音公司歸納為起飛、初期爬升、爬升、巡航、下降、初期近場、終端近場、落地及滑行載客。此兩份表格詳載各個單項的失事件數及因此死亡人數,並將恐怖破壞活動及軍事行為排除不予以計算。詳如表 7-5 所示我們可以看出就已知因素及飛行狀態總數 18 件 1970-1995 的飛安事件中,死亡 284 人,觀察分析歸納出下列數項,茲分析如下。

- (1) 失事件數矩陣分析排行：初期爬升&航員因素(4 件)居首，其次陸續為巡航&航員因素(2 件)，最終近場&航員因素(2 件)，巡航&維修因素(2 件)、降落&不明因素(2 件)，觀察前 5 名失事總件數共 12 件佔全部失事事件三分之二，如此高的比例幾乎集中在航員因素及其中一半的比例在機場十哩內的進離場階段，與國際趨勢大致相符。
- (2) 失事死亡人數矩陣排行：巡航&維修因素(111 人)居首，其次陸續為初期爬升&航員因素(96 人)，巡航&其它因素(25 人)，其中前三名死亡人數共 232 人，佔全部的 82 %。值得注意的是我國航空器巡航階段的失事次數較少但死傷慘重且維修因素佔了相當大的比重，顯示我國民航維修水準及品管能力須要再努力。
- (3) 交叉分析：另外我們觀察到我國的飛安事故以巡航時造成的比例較高，迥異於它國主要因素皆集中於進離場階段的現象，這樣的狀態提供重視飛安的人士另一個省思的方向：雖然已離開進離場危險階段，仍不可因此鬆懈，且會造成巡航時失事我國主要為航員及維修因素，此項組合因素造成了 113 人因此死亡，理論上航員在巡航時動作最少，工作負荷最小，未何失事比例反而大，值得深入探討。

表 7-5 我國機隊致命失事已知主要因素暨飛行狀態矩陣表

我國機隊致命失事已知主要因素及飛行狀態矩陣表

失事件數/致命人數												
主要因素	總數	起飛	初期爬升	爬升	巡航	降落	初期近場	最終近場	降落	滑行載貨		
航員	10	116	1	96	1	2	2	1	10	2	6	
飛機本身	1	5				1	5					
維修	2	111			2	111						
天候	2				1	2						
場站/航管												
其他	1	25			1	25						
不明因素	3	25	1	12		2	13					
總數	18	284	5	108	1	2	7	145	3	23	2	6

不包含：

- 恐怖活動
- 軍事活動

表 7-6 我國機隊兩萬公斤以上致命失事已知主要因素暨飛行狀態矩陣表

我國機隊二萬公斤以上飛機致命失事已知主要因素及飛行狀態矩陣表

主要因素	失事件數/致命人數									
	總數	起飛	初期爬升	爬升	巡航	降落	初期近場	最終近場	降落	滑行載貨
航員	4	89	2	82	1	2			1	5
飛機本身	1	5				1	5			
維修	1	110			1	110				
天候										
場站/航管										
其他	1	25			1	25				
不明因素										
總數	7	229	2	82	1	2	3	140	1	5

不包含：

- 恐怖活動
- 軍事活動

## 7.2 建議

### 7.2.1 建立飛航安全報告體系(Aviation Safety

#### Reporting System,ASRS)及失事調查專責組織

航空安全報告系統在歐、美各國行之有年，主要任務在於收集各種已發生的飛航安全事件、意外事件、危險事件及失事的資訊，依據資料加以分析比較，找出相似及再發率高的事件通報全國航空產業相關公司及研究機構，避免類似事件再次發生，並依據統計資料研擬出預防策略及改進建議，以積極防範的作法加強飛安。此類系統架構之下列幾項基本原則如下：

- (1)主動通報:各發生事件的單位應有主動通報 ASRS 系統的義務。
- (2)責任保密:因目前各單位基於懼怕公司商業利益及單位形象的損失，並沒有足夠的誘因提供事件報告，因此應實施責任保密制，嚴格實施保密並建立洩密賠償責任，以建立各公司及相關單位信賴，期使資料量齊全，解決現有統計資料稀少的困境。
- (3)賞罰分明:發生事件的單位及個人若於三日之內提送通報，其保有責任豁免權，但若逾時通報或不報，事後經民航局查獲或因此發生失事事件，應經由民航局向 ASRS 系統證實該單位未報告後，由民航局予以重罰，甚至吊銷營業執照。
- (4)國際交流：國內飛航安全系統的事故資料經統計分析之後，應定期出版成冊，除了供國內營業及研究相關單位參考外，基於國際間互惠的原則，提供開放的資料通路，以為參考。

目前國際上已建立的飛航安全報告系統主要有四個，分別是美國、英國、加拿大及澳洲，以美國建立的最早(公元 1976 年)，資料量也最多(13,600-27,800 每年)，所屬單位為有學術研究性質的政府組織(美國太空總署 NASA)。英國的 CHIRP 系統多傾向人為因素造成事故的搜集，所屬機構為航醫中心。澳洲的 CAIR 系統最晚成立(公元 1988)，觀察其資料量已超過英國以及加拿大，但縱然事件發生這麼多，澳航的失事率始終為零，這種現象或許可以說明航空安全報告系統在主動預防的功能，澳洲將此系統納入該國失事調查的組織內，從資料蒐集、統計分析、預防策略擬定到飛機失事調查，在同一組織專業處理。

系統名稱	國名	起始年份	平均每年報告份數	系統所屬單位	系統發行刊物名稱
ASRS The Aviation Safety Reporting System	美國	1976	13,600~27,800	NASA The National Aeronautics and Space Administration	Callback Directline
CHIRP The Confidential Human Factors Incident Reporting Programing	英國	1982	200~380	The RAF Institute of Aviation Medicine	Feedback
CASRP The Confidential Aviation Safety Reporting System	加拿大	1985	230~350	TSB The Transportation Safety Board of Canada	Insight
CAIR The Confidential Aviation Incident Reporting Program	澳洲	1988	320~590	BASI Bureau of Air Safety Investigation	Asia Pacific Air Safety

資料來源:台灣飛安基金會

我國近年來持續推動的系統，主要迫切需要的為專責的失事調查組織，失事調查組織職掌我國民航機飛航事故及外國民航機在我國境內事故之調查、鑑定與處理。國際上普遍以 1944 年訂定的芝加哥公約(國際民用航空公約)之第 13 號附約(1951 年訂立)為失事調查最高處理原則，而我國有鑑於民航事業蓬勃發展，飛航失事持續發生，以國內主管單位民航局標準組現有人力，設備，及失事調查專業能力實不敷所需，再者民航局主管之航管、通訊、助航、場站、安全(security)在失事之中扮演重要的飛安失事因素，若由主管機關調查因自身引發的失事因素，難昭公信，易引起「球員兼裁判」之譏，因此成立飛航失事調查組織實為目前各界之共識。

我國八十四年六月立法院一讀會通過民用航空法修正案第二條第十七款指出「航空器飛航安全委員會:指負責航空器之失事調查、原因鑑定及提出失事報告、建議事項之常設委員會。」，另外民用航空法修正案第八十二條:「航空器失事時，該航空所有人、承租人或借用人，應即報告民航局與航空器飛航安全委員會，提供一切資料並

採取行動，救護並協助失事調查。」，第一百十五條規定「航空器登記、適航檢定給證、飛航失事調查處理.....，由交通部另定之。...」，民用航空法修正案提及關於航空器飛航安全委員會的職掌、定位，但對於航空器飛航安全委員會權責劃分、組織條例及作業程序由交通部援引第一百十五條另定之。因此是否在法令訂立之前，慎重參考國外法令架構及國內需求，訂定適合的法令。

縱觀國內需求，我國失事調查的市場畢竟屬於稀少事件，因此援往例的作法不外是由民航局本身的能量處理或委託國外失事調查組織協助，但不積極加強本身能量且完全仰賴國外援助並不是國家長久發展的對策，因此建議及早成立失事調查組織，並將飛航安全通報系統納入失事調查組織的日常功能，從預防、建議改善對策到失事調查，以建立一系列完整的研究體系。

### 7.2.2 積極建立國家未來空中導航系統(FANS, Future Air Navigation System)

國際上自 1983 年 ICAO 提出 FANS 的觀念之後，各國為了滿足未來在有限空域下的航管及通訊，紛紛進行規劃工作，尤其是我國空域狹小更是需要 FANS 的協助縮短航機隔離的時間，立即反應環境變遷改變航路，利用衛星通訊連繫航管，縮短許可時間，降低業者直接操作成本，並增加有限空域的航機容量。這樣的系統面對我國航空班次密集且空域狹小的特性正是符合我們的需求，因此積極架構我國的 FANS，實是必要的。

1991 年九月第十屆世界 Air Navigation Conference 確定 FANS 的內涵為兩部份 CNS 及 ATM。CNS 為 Communication(通訊)，Navigation(導航)，及 Surveillance(監守)，而 ATM 為 Air Traffic Management(空中交通管理系統)，我們將其內涵分述如下：

CNS:

一. 通訊 Communication：建立航管數據通聯(ATCDL)，連接飛行管理電腦(Flight Management Computer)及航機通報系統(Aircraft Communication, Addressing and Reporting System)，透過軟體轉換達成除了現有 VHF/HF 語音通訊之外的地空數據雙向通聯的目的。

二. 導航 Navigation: 利用美國軍方的監視衛星建立全球定位系統(GPS, Global Position System)並配合區域擴增系統(LAAS, Local Area Augmentation System)改善其有效性及可靠度。

三. 監守 Surveillance：近場引導以提昇現有的 SSR 雷達至 Mode S 為主，航路監守以建立自動報告位置的 ADS(Automatic Dependent Surveillance)，配合飛行管理電腦使地面航管及航空公司知道航空器定點位置。

ATCDL，GPS，ADS 構成航空器在航路上及近場最短隔離距離，最精確定位，以及最有效航道利用。

ATM：

一. 縮短航機隔離：利用 FANSI 可將平面隔離面積減少十倍以上，垂直隔離減少兩倍。

二. 制定航路 RNP(Requirement Navigation Performance)：將不同交通擁擠量的 RNP 訂定不同標準，交通量大的 RNP 值小隔離距離較小，相對的航機定位的精度 (ANP, Actual Navigation Performance) 要求較高，反之亦然。

三. 到達時間的要求(RTA, Require Time of Arrival)：FANSI 在 FMC 中設定定點定時功能以達成受環境而影響到達時間的航機準時準點降落。

FANS 較為成功的一點是能省下加裝地面雷達及導航臺的投資，並在現有的基礎之下花費最少的費用達成最有效的空域利用，值得主管單位積極推動。

### 7.2.3 推動民航技術及管理人才培訓工作：

民航技術及管理人才的培訓及儲備工作一直是國內民航界長久以來的隱憂，以技術人才而言可分成幾大項來討論：

一. 飛行員：國內航空業者所招聘的飛行員，其來源主要為(a)具國外飛行員執照人員(b)空軍退役人員(c)業者自行招考人員。其中空軍退役人員及業者自行招考人員經過航空公司地面訓練之後，大部份送往國外簽約機構接受飛行培訓。就培訓的量而言，空軍退役的人員最多，但在國內航空界易延續軍方學長學弟制度，引發嚴重的機長權威體制，造成人為因素影響飛安的負面影響。另一方面軍方退役人員普遍存在技術本位取向，以多年豐富戰鬥機手操經驗，對於複雜的航電設施及儀表接受度較低，容易造成人為失誤，而近年來國軍二代機即將服役，空軍為此留住大量人才，造成空軍退役人員轉任民航機駕駛人員大為降低。

以培訓的質而言，具國外飛行員執照的人員，因為具國外執照認證、駕駛經驗較為豐富且為航空公司省去大量的培訓經費，一直是航空公司最喜愛的方式，但是因此受制於國外市場而無法建立自給自足的人力市場，且具國外飛行員執照的人員和本國籍其它飛行組員因語言文化的差異，造成溝通不良的困難，在緊急事件發生時也非常的危險。航空公司自行培訓的駕駛員則較不易發生上述問題，但因為國內普遍因為體檢合格人數過少，經過學術科考驗之後人數更少，且國內航空公司自行培訓的駕駛員當初本身志向多以升學為主，因此初期基礎養成教育及背景較具國外飛行員執照人員及空軍退役人員為低。

國內飛行員來源在開放市場上，屬於賣方市場，就飛安的觀點而言相對的可用資源降低，餘度及容忍度也不足，造成了人為因素因此對飛安上某種程度的影響，而因此產生了三點直接影響(a) 機長權威體制 (b) 溝通不良 (c) 養成教育及背景不足的問題。

二. 航空機械及電子維修人才：我國的航空機械及電子人才主要來自國內各大專院校畢業生及軍方退役者，主要原因為國內民航界對航空維修人才的不尊重，薪資過低以至於軍隊較佳的待遇，使得軍方的人才低就的意願不高，因此以國內的現況而言，線上的人員一半是各大專院校畢業生且在空軍服義務役退伍的人員，且目前國內航空業者培訓方式主要仍為師徒制嚴重影響技術及知識的傳承，面對國內大幅增加的航空維修人員需求市場，督考人力不足、經驗不足、培訓制度的不足、新觀念的引進不足、薪資及企業尊重不足，成為航空機械及電子維修人才來源及培訓最大的隱憂。

三. 飛航安全計劃管理人才：航空安全受技術人才的影響最為直接，但飛航安全計劃管理人才卻是驅動企業整體飛安政策的原動力。國內現況除了中正理工學院有飛安官班之外，及臺灣飛航安全基金會不定期舉辦飛安計劃管理人才訓練之外，國內並無其它業者有



計畫及能量進行飛航安全計劃管理人才的培訓工作，且業者疏於對此類人才的積極培訓導致我國飛安紀錄始終高於世界平均失事率，要知道成立飛安計劃管理機構進行培訓人才，積極進行預防策略與失事後再行補救所花的費用比較實不足道，因此飛航安全計劃管理人才的不足及培訓實是有必要的。

縱觀上述三項民航技術及管理人才國內現況及困境，在此建議國內交通主管機關及教育部重視國家飛航安全及民航發展，儘速成立民航學院，從基礎上培養民航人才，徹底解決因人才不足對飛安造成的危害，並在尚未成立民航學院之前，階段性的加強各大專院校和業界的建教合作課程，以銜接理論和實務的差異性。

#### 7.2.4 修定從事飛安公共事務民用航空人員之公務員制度

從事飛安公共事務的人員主要可以舉出兩大類人員：一為民航局飛安執行單位，二為民航局所屬航管人員。

民航局飛安執行單位其人員主要來源為軍中轉任公務員，不僅薪資降低，且直接轉敘未具有民用航空器經驗，面對新科技發展下複雜的機械結構及航電系統，在沒有實務經驗的背景如何能進行督考作業，況且各家航空公司購進的航空器廠牌型式不一，而以執行航務及機務查核的標準組人員來說僅 18 人，面對目前 139 架航空器、1246 名機師及 1530 名地勤人員，如何發揮查核的功能？實在值得懷疑。在架構我國民用航空局人員素質及能量的考慮下，我們較希望能夠聘任有豐富民航機維修及航務經驗的人員，進行督考作業且有固定的管道進行再訓練，一方面可以最少的人力執行繁重的業務，另一方面航空業者面對經驗豐富且技術本位的公權力執行者較可免於流弊的產生。

但是以如此資歷及經驗的人員並沒有足夠的誘因促使他們參加公務員考試，且公務員制度並無法滿足這類人員對薪資的要求，若無法吸引此類人才投入就算民航局擴編恐怕只是事倍功半，因此面對目前的困境建議以下列三種可能的方式解決：一、循英國的模式將民航局以國家授權證照方式民營化、二、在現有體制之下增加約聘人員的名額及薪俸、三、由民航學院培訓專責督考人員。

民航局所屬航管單位人員其來源大部份為民航局對外招考，航管人員需要長期專注、反應靈敏、專業素質高且在封閉環境下工作，身

心壓力大。以現況而言為彌補人力不足，民航局採取加班的作法，造成每一名航管人員每月工時平均 220-240 小時超出標準工時 160 小時甚多，直接影響飛航安全甚鉅，且在如此專業技術要求甚高的情況下，待遇的偏低影響員工的工作士氣。建議主管當局採行下列兩種可能的方式解決：一. 循德國的成功模式採行航管民間經營模式、二. 在現有體制之下增加約聘人員的名額及薪俸。

以整體考量而言第一種模式牽涉整體架構的改變難度較高，但是民航局主管飛安事故調查及處罰，而航管單位涉及飛安事故的一環，若由民航局處理同一單位的飛安事故難以服眾，因此循德國的成功模式採行航管民間經營模式應是值得深入研究的課題。

### 7.2.5 積極推動業者實行航員資源管理訓練減少人為因素危害飛安

航員資源管理訓練屬於非科技訓練，主要讓飛航組員對本身職責、相關飛航組員及外在環境有所認識暨而減少因對相互關係的認識不足產生的錯誤，並整合各項人力資源為業者達到最大效益，去年民航局引進座艙資源管理(CRM)觀念後，先後已有華航、長榮、遠航等大型航空公司運用及管理，且自 1959 年至 1994 年發生機毀人亡的重大失事統計資料顯示，在飛機具有實質之毀損及人員死亡或嚴重傷害的事故中，三十餘年內發生之 884 件所有重大事故(All Accident)，歸究於人為因素者佔 569 件約總數的 64.4%，為所有分類裡佔最大比例，而在飛機全毀(Hull Loss)的 446 件事故中，歸究於人為因素者最多計 327 件約佔 73.3%，三十年內發生的死亡失事(Fatal Accident)共 414 件，剛好造成了 20,000 人的死亡，其中人為因素所引起 223 件的共佔已知失事因素 349 件的 63.9%，因此建議飛航組員資源管理課程應予以推廣及加強。

### 7.2.6 建立國內各機場緊急應變及救助措施的架構及能量：

我國自民國八十四年四月華航在名古屋發生空難之後，各界質疑我國機場若發生類似華航名古屋事件，依據現有單一航空器運能皆在 250 人以上的情況，一旦發生事故如何集結大規模的消防和醫療救護人員、如何指揮管理、如何規劃緊急聯外道路甚至替代路線以達到及時搶救傷患的目的、如何處理失事的航空器本身、及如何展開失事調查的工作，再再都是屬於環環相扣的問題，因此我國是否應研究我國國際機場在發生緊急事件，包括機場墜機、地震、火災、水災、劫機、及機場爆裂物處理等等，場站內外與安全相關的應變計畫及救助措施

的現況能力調查與評估，檢討硬體設備人員能量、法令規章、指揮體系、指揮模式、及狀況演練現有的情況，並提供國內對於發生緊急事故現有防護設施、防護人員、調度程序及緊急醫療救護體系的現有資源調查及管理方式，可具體成為未來體系發展及改善方向的參考依據，並提供相關單位據以發展成標準作業程序，更重要的是不僅僅要在法規上力求完備，實務演習及演練更是不可或缺的，唯有摹擬各種不同的事故情境，定期進行實地之應變救助演練，才能確保緊急事故發生時最佳應變方式及最短處理時間，因此建議應研議我國機場緊急應變及救助措施，期使我國在亞太空運中心建立之後，成為各國服務體系的重要環節。

### 7.2.7 航空人員證照檢定給證制度應重新調整

航空人員證照檢定給證制度目前出現數項問題茲分述如下：

- (一)法規和實際執行情況不符：依據航空法人員檢定給證規則第五十五條指出地面機械員之檢定分左列三類：一、航空器發動機維護，二、航空器通信電子維護，三、航空器機體維護。但是我國受限於督考能量不足無法有效檢核，以致於第二項航空通訊電子維護證照無法發出，造成法規和實際執行情況不符的情況。
- (二)尚未落實機型檢定給證(Type Rating)制度：機型檢定給證制度在各國早以行之有年，舉凡美國FAA的執照、東南亞的新加坡...等等，機型檢定給證制主要是將現有飛行員、簽派員、以及機務員的檢定依照機型細分發照，目的為加強各種技術人員的專業性，且並沒有限定個人只能擁有一張執照。但是我國在現有的體制之下只有飛行員有機型檢定執照，而關於機務方面卻只有單一的執業執照，並未將各機型的檢定執照分開，導致飛機維護人員在考照時遭遇範圍過大的困擾，且因為我國各家航空公司主力機型差異性頗大，造成民航局在聘任檢定人員時，不容易聘到非考試人員本身公司的檢定人員，因

執行困難導致機務方面檢定給證未能執行，直接影響飛航安全，建議主管機關儘速研擬證照機型分類檢定給照制度確保飛航安全。

- (三) 航空人員證照考試學、術科試題制度化:航空人員證照考試目前在飛行員、簽派員及機械員各方面並沒有建立學、術科試題制度化的規模。以飛行員為例，不論考照、升等其嚴格或寬鬆程度依主考官各人主觀好惡程度有所不同，尤其是術科採口試方式，造成應試者無所適從，因此建議建立證照考試試題制度化，將各種考試仿 TOFEL 英文留學考模式建立完整題庫以隨機抽樣的模式建立考試的公平性，使得我國的國家證照考試制度化，以防止流弊的產生。

### 7.2.8 建立我國國內及國際機場緊急應變能力並加強場站安全

1994 年 4 月 26 日中華航空 Air Bus 140 班機在日本名古屋發生空難，日方在處理場站空難事件之中有條不紊且面面俱到的方式，舉凡緊急應變處理程序、消防應變力、交通應變力、醫療檢傷應變力等等，在國際上皆獲得很好的評價，這不僅僅需要具有詳細且實際的緊急應變計畫，而計畫訂定後後續的日常演練工作則需持續進行，以達成一旦發生意外事件能夠迅速確實的進行處理。

因此如何在規畫設計機場緊急應變防護設施、防護人員、調度程序、緊急醫療救助體系、緊急交通調度方案以及針對機場墜機、地震、火災、水災、劫機及機場爆裂物處理等等不同意外事件，做出詳實的計畫，且定期實施演練，以達成健全機場緊急應變能力並加強場站安全的目的，而針對我國國際機場因應航空事故之緊急應變能力與救助措施之調查與評估，更為當急之務。

目前已知交通部運輸研究所刻正進行之計畫，研究對象以國內中正與高雄小港兩國際機場為主，希望行拋磚引玉之功效並提出具體有效參考對策，其研究內容包括：

1. 調查國際機場現行應變及通報程序、疏散指示設施、救助單位及能力。
2. 針對醫療與消防二項，進行詳細之容量評估分析，提出改善建議。
3. 摘譯日本及美國機場緊急應變計畫。
4. 檢討國內機場現行之緊急應變作業程序，並調查機場主管與專家之意見，俾配合國情提出改善建議。
5. 建立我國中正國際機場周邊緊急醫療能量與路況之示範性地理資訊系統，俾為建立機場緊急救難查詢及通報系統之基礎。

表 7.7 1994-1995.10 中正機場場內事故成因統計表

場內事故成因	發生次數	發生率%
1. 飛機機械系統故障	30	10.86
2. 飛機引擎故障	36	13.04
3. 飛機起落架故障	6	2.17
4. 飛機機翼故障	8	2.90
5. 飛機爆胎	9	3.26
6. 飛機失控衝出跑道	2	0.72
7. 飛機溢油事件	40	14.49
8. 建築物或草地火警	29	10.51
9. 維修廠房溢油事件	1	0.36
10. 地勤工作車意外事件	12	4.35
11. 場內人員意外事件	40	14.49
12. 演習	10	3.62
13. 跑道不潔	11	3.99
14. 劫機事件	2	0.72
15. 機上疑有爆裂物	3	1.08
16. 其他	37	13.42

資料來源：交通大學交研所

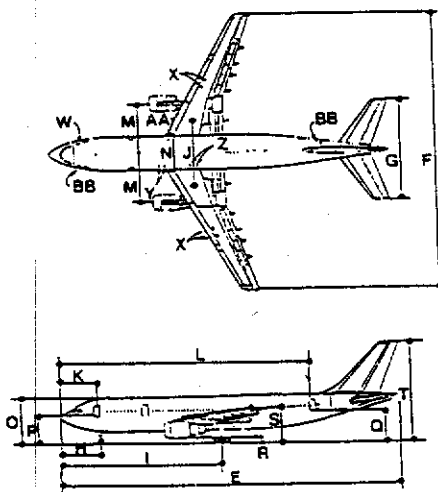
## 附錄 1

我國常用商用客機飛機性能及規格表

摘錄自：\*AIRCRAFT CHARACTERISTICS  
PLANNING DATA-1995  
BURNS & MCDONNELL  
\*Jane's All the World Aircraft

包含：A300-B4 A320-200 A321-100 A330-300  
BAE146-300  
B737-100 B737-200 B747-200 B747-400  
B747SP B757-200 B767-200 B767-300  
FOKKER 50 100  
MD-82 MD-83 MD-90 MD-11  
DeHavilland Dash 8 SERIES100 300 400  
DORNIER 228 328  
DORNIER 228 328  
SAAB SF340A  
ATR 42 72

Notes:  
 \* Dimensions Not Shown On Drawing  
 \*\* Steering Angle 65° (4° Slip)  
 \*\*\* All seating capacities shown for mixed class



Airport Reference Code	C-IV
Aircraft Range (nautical miles)	3,000-3,800 nm
*** Passenger Capacity	269 seats
A. Maximum Aircraft Ramp Weight	332,672 lbs 150,900kg
B. Maximum Aircraft Landing Weight	293,200 lbs 132,993kg
C. Maximum Aircraft Takeoff Weight	330,700 lbs 150,003kg
**D. Minimum Pavement Width for 180° Turn	128'-5" 39.2m
E. Length (Overall)	175'-6" 53.61m
F. Wing Span	147'-1" 44.83m
G. Tail Span	55'-6" 16.94m
H. Nose to Nose Gear	21'-10.6" 6.67m
I. Nose to Main Gear	82'-8" 25.20m
J. Main Gear Width	31'-6" 9.60m
K. Nose to Forward Passenger Door	19'-0" 5.80m
L. Nose to Aft Passenger Door	130'-6" 39.78m
M. Engine From Aircraft Centerline	26'-1" 7.94m
N. Fuselage Width	18'-6" 5.64m
O. Fuselage Height Above Ground	25'-4"/25'-1" 7.72m/7.65m
P. Forward Passenger Door Sill Height Above Ground	15'-4"/15'-2" 4.67m/4.62m
Q. Aft Passenger Door Sill Height Above Ground	17'-8"/16'-115.38m/5.16m
R. Engine Clearance Above Ground	3'-1"/2'-9" 0.93m/0.82m
S. Wing Tip Vertical Clearance	19'-11"/19'-46.07m/5.90m
T. Tail Height	54'-10"/53'-116.72m/16.43m
*U. Nose to Lower Cargo Doors	30'-10" 9.40m
	107'-4" 32.72m
	118'-8" 36.17m
*V. Lower Cargo Doors Sill Height Above Ground	9'-0"/8'-10" 2.73m/2.68m
	10'-2"/9'-7" 3.10m/2.92m
	10'-6"/9'-10" 3.20m/3.00m

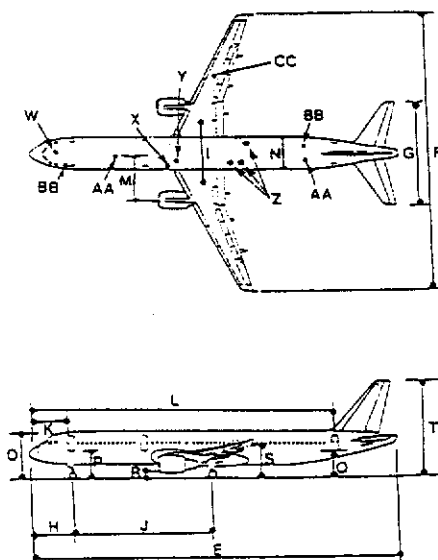
Legend:  
 X<sup>1</sup> - Distance aft of nose  
 Y<sup>2</sup> - Distance from aircraft centerline  
 Z<sup>3</sup> - Height above ground

## Service Point Data

Service Point	X <sup>1</sup>	Location Y <sup>2</sup>	Z <sup>3</sup>	Number/ (Connection Size)
W. Electrical 115/200-V, 3 Phase, 400 Hz 90 KVA required	14'-5" 4.40m	5'-7" R 1.71m R	10'-9" 3.29m	1
X. Pressure Fueling 390 gpm, 50 psig	79'-9" 24.31m	38'-10" R/L 11.84m R/L	13'-11" 4.26m	4/(2 <sup>1</sup> /2") 2 Each Wing
Y. Ground Conditioned Air	56'-9" 17.31m 55'-2" 16.82m	2'-8" L 0.82m L 2'-8" L 0.82 m L	7'-5" 2.27m 7'-5" 2.27m	1/(8") 1/(8")
Z. Pneumatics	70'-10" 21.60m	2'-11" L 0.88m L	7'-1" 2.15m	2/(3")
AA. Potable Water 24 gpm, 25 psi	60'-5" 18.41m	3'-8" R 1.13m R	6'-8" 2.48m	1/(2 <sup>1</sup> /2")
BB. Lavatory Service	138'-4" 42.16m 14'-5" 4.40m	2'-1" R 0.64m R 5'-7" L 1.71m L	14'-0" 4.29m 10'-9" 3.29m	1/(4") 1/(4")

Airport Reference Code	C-III
Aircraft Range (nautical miles)	2,870-3,000 nm
*** Passenger Capacity	164 seats ✓✓

Notes:  
 .. Dimensions Not Shown On Drawing  
 ... Steering Angle 75° (5° Slip)  
 ... All seating capacities shown for single class



A. Maximum Aircraft Ramp Weight	159,613 lbs	72,400kg
B. Maximum Aircraft Landing Weight	142,195 lbs	64,500kg
C. Maximum Aircraft Takeoff Weight	162,040 lbs	73,500kg
** D. Minimum Pavement Width for 180° Turn	75'-9"	23.11m
E. Length (Overall)	123'-3"	37.57m
F. Wing Span	111'-3"	33.91m
G. Tail Span	40'-10"	12.45m
H. Nose to Nose Gear	16'-8"	5.07m
I. Wheel Track	24'-11"	7.59m
J. Wheel Base	41'-5"	12.63m
K. Nose to Forward Passenger Door	16'-6"	5.02m
L. Nose to Aft Passenger Door	97'-3"	29.64m
M. Engine From Aircraft Center	18'-11"	5.76m
N. Fuselage Width	12'-11"	3.95m
O. Fuselage Height Above Ground	19'-3"/19'-6"	5.87m/5.94m
P. Forward Passenger Door Sill Height Above Ground	11'-3"	3.42m
Q. Aft Passenger Door Sill Height Above Ground	11'-3"	3.42m
R. Engine Clearance Above Ground	1'-8"/2'-0"	0.55m/0.62m
S. Wing Tip Vertical Clearance	13'-5"/13'-9"	4.08m/4.20m
T. Tail Height	38'-9"	11.80m
* U. Nose to Lower Cargo Doors	26'-9"	8.16m
	74'-5"	22.69m
	86'-2"	26.26m
* V. Lower Cargo Doors Sill Height Above Ground	6'-6"/6'-9"	6'-6"/6'-11"

Legend:  
 x<sup>1</sup> - Distance aft of nose  
 y<sup>2</sup> - Distance from aircraft centerline  
 z<sup>3</sup> - Height above ground

## Service Point Data

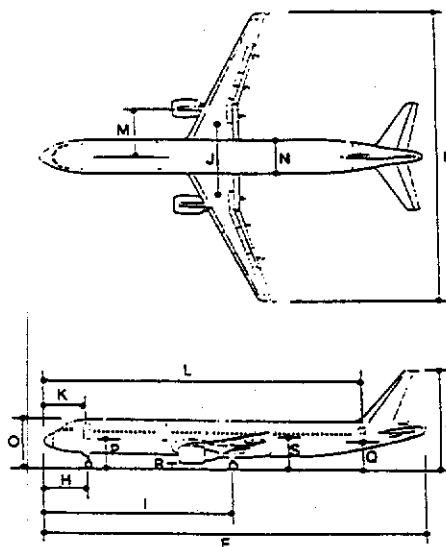
Service Point	x <sup>1</sup>	Location y <sup>2</sup>	z <sup>3</sup>	Number/ (Connection Size)
W. Electrical 115/200-V, 3 Phase, 400 Hz, 90 KVA required	10'-4" 2.55m	0' 0m	6'-7" 2.00m	1/(6 pin ISO-R-461)
X. Ground Service Conditioned Air	40'-10" 12.45m	3'-6" L 1.11m L	5'-9" 1.76m	1/(8")
Y. Pneumatic	42'-7" 12.98m	2'-9" L 0.84m L	5'-9" 1.75m	1/(3")
Z. Hydraulic Green/Yellow System Blue System	62'-9" 19.17m 60'-3" 20.22m	4'-1" L/R 1.27m L/R 4'-1" R 1.27m R	5'-7" 1.76m 5'-7" 1.76m	1 service panel 1 service panel
AA. Potable Water 15-29 gpm, 50-125 psi	94'-1" 28.70m	1'-4" L 0.42m L	8'-5" 2.59m	1/(3/4")
BB. Lavatory Service	93'-8" 28.6m 11'-2" 3.40m	2'-6" R 0.80m R 3'-9" R 1.20m R	9'-1" 2.79m 7'-7" 2.35m	2/(4")
CC. Pressure Fueling 390 gpm, 50 psig	57'-6" 17.50m 57'-6" 17.50m	32'-8" R 10.00m R 32'-8" R 10.00m R	11'-2" 3.40m 11'-2" 3.40m	2/(2")



# A321-100

## Notes:

- Dimensions Not Shown On Drawing
- ... All seating capacities shown for mixed class



Airport Reference Code	C-III	
Aircraft Range (nautical miles)	2,300-2,365 nm	
... Passenger Capacity	186 seats	
A. Maximum Aircraft Ramp Weight	103,771 lbs	47,070kg
B. Maximum Aircraft Landing Weight	160,985 lbs	73,000kg
C. Maximum Aircraft Takeoff Weight	181,220 lbs	82,200kg
D. Minimum Pavement Width for 180° Turn	Not Available	
E. Length (Overall)	146'-0"	44.51m
F. Wing Span	111'-10"	34.08m
G. Tail Span	40'-10"	12.45m
H. Nose to Nose Gear	Not Available	
I. Nose to Main Wing Gear	Not Available	
J. Main Gear Width	24'-11"	7.59m
K. Nose to Forward Passenger Door	Not Available	
L. Nose to Aft Passenger Door	Not Available	
M. Engine From Aircraft Centerline	Not Available	
N. Fuselage Width	12'-11"	3.95m
O. Fuselage Height Above Ground	19'-3"/19'-6"	5.87m/5.94m
P. Forward Passenger Door Sill Height Above Ground	11'-3"	3.42m
Q. Aft Passenger Door Sill Height Above Ground	11'-3"	3.42m
R. Engine Clearance Above Ground	1'-8"/2'-0"	0.55m/0.62m
S. Wing Tip Vertical Clearance	13'-5"/13'-9"	4.08m/4.20m
T. Tail Height	38'-9"	11.81m
*U. Nose to Lower Cargo Doors	Not Available	
*V. Nose to Main Deck Cargo Door	Not Available	
*W. Lower Cargo Doors Sill Height Above Ground	Not Available	
*X. Main Deck Cargo Door Sill Height Above Ground	Not Available	

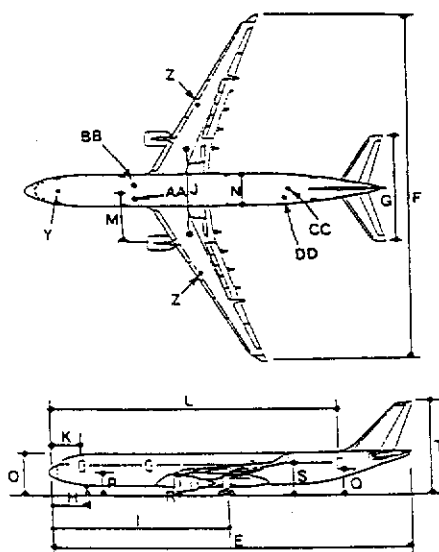
## Legend:

- X<sup>1</sup> - Distance aft of nose
- Y<sup>2</sup> - Distance from aircraft centerline
- Z<sup>3</sup> - Height above ground

## Service Point Data

Service Point	X <sup>1</sup>	Location Y <sup>2</sup>	Z <sup>3</sup>	Number/ (Connection Size)
Y. Electrical		Not Available		
Z. Pressure Fueling		Not Available		
Optional				
AA. Ground Conditioned Air		Not Available		
BB. Pneumatics		Not Available		
CC. Potable Water		Not Available		
DD. Lavatory Service		Not Available		

Notes:  
 .. Dimensions Not Shown On Drawing  
 ... Steering Angle 56°  
 ... All seating capacities shown for mixed class



Airport Reference Code	D-V	
Aircraft Range (nautical miles)	3,050-4,600 nm	
--- Passenger Capacity	295-335 seats	
A. Maximum Aircraft Ramp Weight	460,541 lbs	208,900kg
B. Maximum Aircraft Landing Weight	382,498 lbs	173,500kg
C. Maximum Aircraft Takeoff Weight	458,559 lbs	208,000kg
--D. Minimum pavement width for 180° Turn	144'-9"	44.13m
E. Length (Overall)	208'-10"	63.66m
F. Wing Span	198'-0"	60.30m
G. Tail Span	Not Available	
H. Nose to Nose Gear	21'-11"	6.67m
I. Nose to Main Gear	105'-10"	32.25m
J. Main Gear Width	35'-1.3"	10.70m
K. Nose to Forward Passenger Door	19'-2"	5.85m
L. Nose to Aft Passenger Door	Not Available	
M. Engine From Aircraft Centerline	30'-9"	9.37m
N. Fuselage Width	18'-6"	5.64m
O. Fuselage Height Above Ground	Not Available	
P. Forward Passenger Door Sill Height Above Ground	Not Available	
Q. Aft Passenger Door Sill Height Above Ground	Not Available	
R. Engine Clearance Above Ground	Not Available	
S. Wing Tip Vertical Clearance	Not Available	
T. Tail Height	54'-11"	16.74m
*U. Nose to Forward Cargo Doors	31'-3"	9.53m
*V. Nose to Aft Cargo Door	157'-2"	50.97m
*W. Forward Cargo Doors Sill Height Above Ground	Not Available	
*X. Aft Cargo Door Sill Height Above Ground	Not Available	

Legend:  
 X<sup>1</sup> - Distance aft of nose  
 Y<sup>2</sup> - Distance from aircraft centerline  
 Z<sup>3</sup> - Height above ground

## Service Point Data

Service Point	X <sup>1</sup>	Location Y <sup>2</sup>	Z <sup>3</sup>	Number/ (Connection Size)
Y. Electrical		Not Available		
Z. Pressure Fueling 417 gpm, 50 psig	98'-5" 30.00m	41'-4" R/L 12.50m R/L	16'-5" 5.00m	4/(2 1/2" ISO R45)
Optional (gravity)	113'-3" 34.50m	56'-5" R/L 17.20m R/L	19'-0" 5.80m	2
AA. Ground Conditioned Air		Not Available		
BB. Pneumatics		Not Available		
CC. Potable Water 12-22 gpm, 50-125 psi	157'-9" 48.15m	1'-7" R 0.51m R	10'-3" 3.15m	3/(2 1/4")
DD. Lavatory Service		Not Available		

## A320

### DIMENSIONS, EXTERNAL:

Wing span	33.91 m (111 ft 3 in)
Wing aspect ratio	9.4
Length overall	37.57 m (123 ft 3 in)
Fuselage/Max width	3.95 m (12 ft 11 1/2 in)
Max depth	4.14 m (13 ft 7 in)
Height overall	11.80 m (38 ft 8 1/2 in)
Tailplane span	12.45 m (40 ft 10 in)
Wheel track (c/o of shock struts)	7.59 m (24 ft 11 in)
Wheelbase	12.63 m (41 ft 5 in)
Passenger doors (port, fwd and rear), each:	
Height	1.85 m (6 ft 1 in)
Width	0.81 m (2 ft 8 in)
Height to sill	3.415 m (11 ft 2 1/2 in)
Service doors (stud, fwd and rear), each	
as corresponding passenger doors	
Overwing emergency exits (two port and two stbd), each:	
Height	1.02 m (3 ft 4 1/2 in)
Width	0.51 m (1 ft 8 in)
Underfloor baggage/cargo hold doors (stbd, fwd and each) each Height	1.249 m (4 ft 1 1/4 in)
Width	1.82 m (5 ft 11 1/2 in)

### DIMENSIONS, INTERNAL:

Cabin, excl flight deck: Length	27.83 m (89 ft 10 in)
Max width	3.696 m (12 ft 1 1/2 in)
Max height	2.22 m (7 ft 4 in)
Baggage/cargo hold volume:	
front	13.28 m <sup>3</sup> (469 cu ft)
rear	25.48 m <sup>3</sup> (900 cu ft)

### AREAS

Wings, gross	122.4 m <sup>2</sup> (1,317.5 sq ft)
Leading-edge slats (total)	12.64 m <sup>2</sup> (136.1 sq ft)
Trailing-edge flaps (total)	21.10 m <sup>2</sup> (227.1 sq ft)
Ailerons (total)	2.74 m <sup>2</sup> (29.49 sq ft)
Spoilers (total)	
Airbrakes (total)	
Horizontal tail surfaces (total)	3.10 m <sup>2</sup> (33.7 sq ft)

### WEIGHTS AND LOADINGS (Typical 150-passenger configuration A. CFM56-5A1 engines. B. V2500-A3s)

Operating weight empty: A	41,310 kg (91,073 lb)
B	41,640 kg (91,800 lb)
19,900 kg (42,307 lb)	
Max payload: A	18,860 kg (41,579 lb)
B	19,159 kg (42,238 lb)
Max fuel	73,500 kg (162,040 lb)
Max T-O weight: standard	73,500 kg (162,040 lb)
option	74,500 kg (164,050 lb)
Max landing weight	64,500 kg (142,195 lb)
Max zero-fuel weight	60,500 kg (133,380 lb)
Max wing loading	
standard	600.5 kg/m <sup>2</sup> (123.0 lb/sq ft)
option	616.8 kg/m <sup>2</sup> (126.3 lb/sq ft)

### PERFORMANCE (at max T-O weight except where indicated; engines A and B as for Weights and Loadings; C. CFM56-5A3)

T-O distance at S/L, ISA + 15°C:	
A	2,340 m (7,677 ft)
B	2,300 m (7,546 ft)
C	2,045 m (6,710 ft)
Landing distance at max landing weight:	
A, C	1,470 m (4,823 ft)
B	1,442 m (4,730 ft)
Runway ACN (flexible runway category B):	
twin-wheel standard 45 x 16 R 20 tyres	41
four-wheel bogie option 36 x 11-16 Type VII or 900 x 300-R 16	22
Range with 150 passengers and baggage in two-class layout, typical international reserves and 200 nm (370 km; 230 mile) diversion:	
standard: A, C	2,870 nm (5,318 km; 3,305 miles)
B	2,895 nm (5,365 km; 3,335 miles)
option: A, C	2,895 nm (5,460 km; 3,390 miles)
B	3,030 nm (5,615 km; 3,490 miles)

### OPERATIONAL NOISE LEVELS (ICAO Annex 16 Chapter 3)

T-O (flyover): A	88.0 EPNdB (91.5 limit)
B	86.6 EPNdB (91.5 limit)
C	86.5 EPNdB (91.5 limit)
T-O (sideline): A	94.4 EPNdB (96.8 limit)
B	92.8 EPNdB (96.8 limit)
C	94.8 EPNdB (96.8 limit)
Approach: A	96.2 EPNdB (100.5 limit)
B	96.6 EPNdB (100.5 limit)
C	96.0 EPNdB (100.5 limit)

## A321-100

### DIMENSIONS, EXTERNAL:

Wing span	34.09 m (111 ft 10 in)
Length overall	44.51 m (146 ft 0 in)
Height overall	11.81 m (38 ft 9 in)
Passenger and service doors (port/stbd, fwd and rear)	as for A320
Emergency exits (fwd stbd and rear port/stbd, each):	
Height	1.52 m (5 ft 0 in)
Width	0.76 m (2 ft 6 in)
Emergency exit (fwd port, usable also as passenger door):	
Height	1.85 m (6 ft 1 in)
Width	0.76 m (2 ft 6 in)

### DIMENSIONS, INTERNAL:

Cabin, excl flight deck: Length	34.39 m (112 ft 10 in)
Baggage/cargo hold volume:	
front	23.02 m <sup>3</sup> (813 cu ft)
rear	29.02 m <sup>3</sup> (1,025 cu ft)

### WEIGHTS AND LOADINGS (Typical 186-passenger layout. A. CFM 56-5 B1. B. V2530-A3. C. CFM 56-5B2)

Operating weight empty: A, C	46,960 kg (103,529 lb)
B	47,070 kg (103,771 lb)
Max payload: A	22,020 kg (48,546 lb)
B	21,950 kg (48,391 lb)
Max fuel: A, B, C	19,025 kg (41,943 lb)
Max T-O weight	82,200 kg (181,220 lb)
Max landing weight	73,000 kg (160,985 lb)
Max zero-fuel weight	69,000 kg (152,120 lb)
Max wing loading	671.6 kg/m <sup>2</sup> (137.5 lb/sq ft)

### PERFORMANCE (estimated):

T-O distance at max T-O weight, S/L, ISA + 15°C	
A	2,285 m (7,497 ft)
B	2,280 m (7,481 ft)
C	2,225 m (7,300 ft)
Landing distance at max landing weight:	
A, B, C	1,570 m (5,151 ft)
Runway ACN (flexible runway category B):	
standard	48
Range with 186 passengers and baggage at typical: airline OWE, FAR domestic reserves and 200 nm (370 km; 230 mile) diversion:	
A, C	2,300 nm (4,260 km; 2,648 miles)
B	2,365 nm (4,385 km; 2,723 miles)
OPERATIONAL NOISE LEVELS (ICAO Annex 16, Chapter 3, estimated):	
T-O (flyover): A	87.5 EPNdB (92.1 limit)
B	87.8 EPNdB (92.1 limit)
T-O (sideline): A	94.6 EPNdB (97.2 limit)
B	95.2 EPNdB (97.2 limit)
Approach: A	96.2 EPNdB (100.9 limit)
B	96.8 EPNdB (100.9 limit)

## A330-300

### DIMENSIONS, EXTERNAL:

Wing span (all versions)	60.30 m (197 ft 10 in)
Wing aspect ratio (all versions)	10.0
Length overall:	
A340-200	59.39 m (194 ft 10 in)
A330-300, A340-300	63.65 m (208 ft 10 in)
Fuselage: Max (diameter m) versions	5.64 m (18 ft 6 in)
Height overall (all versions)	16.74 m (54 ft 11 in)
Wheel track (all versions)	10.49 m (34 ft 5 in)

### AREAS:

Wings, gross (all versions)	363.1 m <sup>2</sup> (3,908.4 sq ft)
-----------------------------	--------------------------------------

### WEIGHTS AND LOADINGS (A3 - 300 basic versions - A, with

CF6-80EL B: with PW4064 and C: with Trent 768.	
A330-300 orisons versions D: with CF6-80E1A3 E: with PW4168, F: aill front 772, G: A330-400X with CF6-80E1A3	
A330-300 with 335 passengers, A340-200 three-class with 262 passengers, A340-300 with 295 passengers):	
Typical airline operating weight empty:	

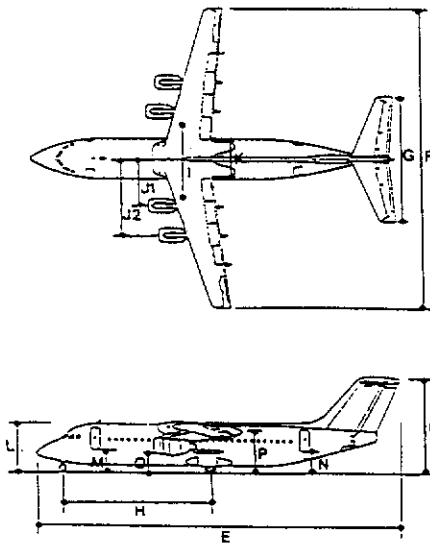
A	118,511 kg (261,316 lb)
B	118,935 kg (262,207 lb)
C	118,219 kg (260,628 lb)
D	121,027 kg (266,820 lb)
E	121,336 kg (267,500 lb)
F	120,666 kg (266,020 lb)
G	129,910 kg (286,400 lb)
H	130,220 kg (287,080 lb)
I	129,550 kg (285,600 lb)
A340-200: standard	122,346 kg (269,727 lb)
longer range version	124,740 kg (275,000 lb)
A340-300: standard	126,296 kg (278,435 lb)
longer range version	128,710 kg (283,750 lb)
Max payload: A	45,469 kg (100,241 lb)
B	45,065 kg (99,351 lb)
C	45,781 kg (100,928 lb)
D	50,973 kg (112,380 lb)
E	50,664 kg (111,700 lb)
F	51,334 kg (113,170 lb)
G	59,090 kg (130,270 lb)
H	58,780 kg (129,590 lb)
I	59,450 kg (131,060 lb)
A340-200: standard	46,654 kg (102,854 lb)
longer range version	47,260 kg (104,190 lb)
A340-300: standard	47,704 kg (105,169 lb)
longer range version	48,290 kg (106,460 lb)
Max T-O weight: A, B, C	212,000 kg (467,380 lb)
D, E, F, G, H, I	223,000 kg (491,030 lb)
A340-200/-300: standard	253,500 kg (558,870 lb)
longer range version	267,000 kg (588,630 lb)
Max landing weight: A330-30	174,000 kg (383,605 lb)
A330-300 optional	184,000 kg (405,650 lb)
A330-400X	199,000 kg (438,720 lb)
A340-200	184,000 kg (405,650 lb)
A340-300	189,000 kg (416,670 lb)
Max zero-fuel weight: A330-30	164,000 kg (361,560 lb)
A330-300 optional	172,000 kg (379,300 lb)
A330-400X	189,000 kg (416,670 lb)
A340-200	172,000 kg (379,300 lb)
A340-300	177,000 kg (390,220 lb)

### PERFORMANCE (estimated, definitions as for Weights and Loadings):

Max operating speed	Mach 0.84 to 0.86
Typical operating speed	Mach 0.82
Range at typical OWE, with allowances for 200 nm (370 km; 230 mile) diversion and international reserves:	
A330-300 with 335 passengers and baggage:	
A	4,740 nm (8,785 km; 5,460 miles)
B	4,730 nm (8,765 km; 5,445 miles)
C	4,660 nm (8,635 km; 5,365 miles)
C (from 1996)	4,750 nm (8,800 km; 5,470 miles)
A330-300: A, B, C	5,300 nm (9,800 km; 6,100 miles)
A330-400X with 379 passengers and baggage:	
A, B, C	3,950 nm (7,300 km; 4,550 miles)
A340-200: standard	7,550 nm (14,000 km; 8,700 miles)
with additional fuel	7,750 nm (14,400 km; 8,900 miles)
A340-300: standard	6,750 nm (12,510 km; 7,770 miles)
longer range version	7,150 nm (13,200 km; 8,200 miles)

# BAe146-300

Notes:  
 ... Dimensions Not Shown On Drawing  
 All seating capacities shown for single class



Airport Reference Code	C-III	
Aircraft Range (nautical miles)	1,040-1,502 nm	
Passenger Capacity	103 seats	
A. Maximum Aircraft Ramp Weight	98,000 lbs	44,452kg
B. Maximum Aircraft Landing Weight	84,500 lbs	38,328kg
C. Maximum Aircraft Takeoff Weight	197,500 lbs	44,225kg
D. Minimum Pavement Width for 180° Turn	Not Available	
E. Length (Overall)	101'-8.5"	30.99m
F. Wing Span	86'-5"	26.34m
G. Tail Span	36'-5"	11.09m
H. Wheel Base	41'-1"	12.52m
I. Wheel Track	15'-6"	4.72m
J1. Engine From Aircraft Centerline	13'-7"	4.14m
J2. Engine From Aircraft Centerline	22'-4"	6.81m
K. Fuselage Width	11'-8"	3.56m
L. Fuselage Height Above Ground	Not Available	
M. Forward Passenger Door Sill Height Above Ground	6'-2"	1.88m
N. Aft Passenger Door Sill Height Above Ground	6'-6"	1.98m
O. Engine Clearance Above Ground	5'-0"/4'-7"	1.52m/1.40m
P. Wing Tip Vertical Clearance	13'-11"	4.24m
Q. Tail Height	28'-1"	8.56m
*R. Under Floor Forward Cargo Door Sill Height Above Ground	2'-7"	0.78m

Legend:  
 X<sup>1</sup> - Distance aft of nose  
 Y<sup>2</sup> - Distance from aircraft centerline  
 Z<sup>3</sup> - Height above ground

## Service Point Data

Service Point	X <sup>1</sup>	Location Y <sup>2</sup>	Z <sup>3</sup>	Number/ (Connection Size)
Y. Electrical		Not Available		
Z. Pressure Fueling		Not Available		
Optional				
AA. Ground Conditioned Air		Not Available		
BB. Pneumatics		Not Available		
CC. Potable Water		Not Available		
DD. Lavatory Service		Not Available		

## Bae146-200 300

### DIMENSIONS EXTERNAL:

Wing span: all versions except NRA, excl. static	
dischargers	26.21 m (86 ft 0 in)
Note: Static disc charger extends 6.3 cm (2 1/2 in) from	
each wingtip	
NRA	29.60 m (97 ft 1 1/2 in)
Wing aspect ratio: all versions except NRA	8.97
NRA	9.72
Wing chord at root	2.75 m (9 ft 0 in)
at tip	0.91 m (3 ft 0 in)
Length overall: Series 100	26.20 m (85 ft 11 1/2 in)
Series 200	28.60 m (93 ft 10 in)
Series 300	30.99 m (101 ft 8 1/2 in)
NRA	36.36 m (119 ft 3 1/2 in)
Note: Static dischargers on elevator extend length of all	
series by 18.4 cm (7 1/4 in)	
Height overall: Series 100	8.61 m (28 ft 3 in)
Series 200	8.59 m (28 ft 2 in)
Fuselage max diameter	3.56 m (11 ft 8 in)
Tailplane span	11.09 m (36 ft 5 in)
Wheel track	4.72 m (15 ft 6 in)
Wheelbase: Series 100	10.09 m (33 ft 1 1/2 in)
Series 200	11.20 m (36 ft 9 in)
Series 300	12.52 m (41 ft 1 in)
Passenger doors (port. fwd and rear):	
Height	1.83 m (6 ft 0 in)
Width	0.85 m (2 ft 9 1/2 in)
Height to sill: fwd	1.88 m (6 ft 2 in)
rear	1.98 m (6 ft 6 in)
Servicing doors (stbd, fwd and rear):	
Height	1.47 m (4 ft 10 in)
Width	0.85 m (2 ft 9 1/2 in)
Height to sill: fwd	1.88 m (6 ft 2 in)
rear	1.98 m (6 ft 6 in)
Underfloor freight hold door (stbd, fwd):	
Height	1.09 m (3 ft 7 in)
Width	1.35 m (4 ft 5 in)
Height to sill	0.78 m (2 ft 7 in)
Underfloor freight hold door (stbd, rear):	
Height	1.04 m (3 ft 5 in)
Width	0.91 m (3 ft 0 in)
Height to sill	0.90 m (2 ft 11 1/2 in)
Freight door (Freighter versions):	
Height	1.93 m (6 ft 4 in)
Width: Series 100	2.92 m (9 ft 7 in)
Series 200	3.33 m (10 ft 11 in)
Height to sill	1.93 m (6 ft 4 in)

### DIMENSIONS INTERNAL:

Cabin (excl flight deck, incl galley and toilets):	
Length: Series 100	15.42 m (50 ft 7 in)
Series 200	17.81 m (58 ft 5 in)
Series 300	20.20 m (66 ft 3 1/4 in)
Max width	3.42 m (11 ft 2 1/2 in)
Max height	2.02 m (6 ft 7 1/2 in)
Freight cabin: Series 200-QT:	
Cargo floor: Length	16.08 m (52 ft 9 in)
Width	3.23 m (10 ft 7 in)
Volume: pallets/gaioos	60.3 m <sup>3</sup> (2,145 cu ft)
LD3 containers	42.66 m <sup>3</sup> (1,422 cu ft)
Baggage/freight holds, underfloor:	
Series 100	13.7 m <sup>3</sup> (479 cu ft)
Series 200	18.3 m <sup>3</sup> (645 cu ft)
Series 300	22.99 m <sup>3</sup> (812 cu ft)

### AREAS:

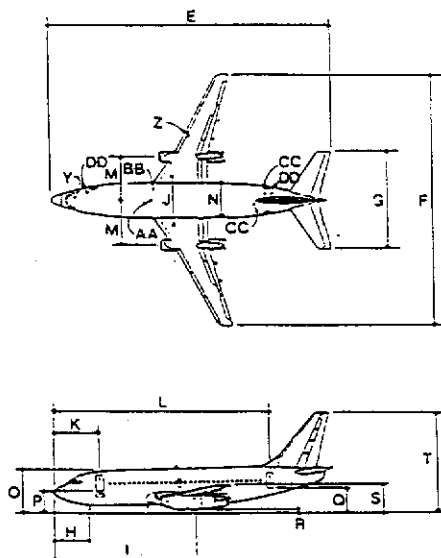
Wings gross:	
all versions except NRA	77.30m <sup>2</sup> (832.0 sq ft)
NRA	90.12 m <sup>2</sup> (970.0 sq ft)
Ailerons (total)	3.62 m <sup>2</sup> (39.0 sq ft)
Trailing-edge flaps (total)	19.51 m <sup>2</sup> (210.0 sq ft)
Spoilers (total)	10.03 m <sup>2</sup> (108.0 sq ft)
Fin	15.51 m <sup>2</sup> (167.0 sq ft)
Rudder	5.30 m <sup>2</sup> (57.0 sq ft)
Tailplane	15.61 m <sup>2</sup> (168.0 sq ft)
Elevators, incl tabs	10.03m <sup>2</sup> (108.0 sq ft)
WEIGHTS AND LOADINGS (see also under Current Versions):	
Operating weight empty:	
Series 100	23,336 kg (51,447 lb)
Series 200	23,897 kg (52,684 lb)
Series 200-QT	22,545 kg (49,704 lb)
Series 300	24,835 kg (54,752 lb)
Series 300-QT	23,189 kg (51,125 lb)

Max payload: Series 100	7,735 kg (17,053 lb)
Series 200	10,122 kg (22,316 lb)
Series 200-QT	11,474 kg (25,296 lb)
Series 300	10,771 kg (23,748 lb)
Series 300-QT	12,644 kg (27,875 lb)
Max fuel weight:	
All series: standard	9,362 kg (20,640 lb)
optional	10,298 kg (22,704 lb)
Max T-O weight: Series 100	38,102 kg (84,000 lb)
Series 200	42,184 kg (93,000 lb)
Series 300	44,225 kg (97,500 lb)
NRA	53,614 kg (118,200 lb)
Max ramp weight: Series 100	38,329 kg (84,500 lb)
Series 200	42,410 kg (93,500 lb)
Series 300	44,452 kg (98,000 lb)
Max zero-fuel weight: Series 100	31,071 kg (68,500 lb)
Series 200	34,019 kg (75,000 lb)
Series 300	35,607 kg (78,500 lb)
NRA	46,266 kg (102,000 lb)
Max landing weight: Series 100	35,153 kg (78,500 lb)
Series 200	36,741 kg (81,000 lb)
Series 300	38,328 kg (84,500 lb)
Max wing loading:	
Series 100	493.0 kg/m <sup>2</sup> (101.0 lb/sq ft)
Series 200	545.7 kg/m <sup>2</sup> (111.8 lb/sq ft)
Series 300	572.2 kg/m <sup>2</sup> (117.2 lb/sq ft)
NRA	594.9 kg/m <sup>2</sup> (121.8 lb/sq ft)
Max power loading:	
Series 100 standard	307.3 kg/kN (3.01 lb/st)
Series 200	340.2 kg/kN (3.34 lb/st)
Series 300	358.5 kg/kN (3.52 lb/st)
PERFORMANCE (at max standard T-O weight, except where	
indicated: NRA estimated):	
Max operating Mach No. (MMO): all versions except	
NRA	0.73
NRA	0.82
Max operating speed (VMO):	
Series 100	300 knots (555 km/h; 345 mph) CAS
Series 200, 300	295 knots (546 km/h; 339 mph) CAS
NRA	313 knots (580 km/h; 350 mph) CAS
Cruising speed at 8,840 m (29,000 ft) for 300 km (556 km:	
345 mile) sector:	
Series 100/200:	
high-speed	414 knots (767 km/h; 477 mph)
long-range	361 knots (669 km/h; 416 mph)
Series 300:	
high-speed	426 knots (789 km/h; 491 mph)
long-range	377 knots (699 km/h; 434 mph)
Stalling speed, 30 flap:	
Series 100	97 knots (180 km/h; 112 mph) EAS
Series 200, 300	102 knots (189 km/h; 118 mph) EAS
Stalling speed, 33 flap at max landing weight:	
Series 100	89 knots (165 km/h; 103 mph) EAS
Series 200, 300	92 knots (170 km/h; 106 mph) EAS
T-O to 10.7 m (35 ft), S/L, ISA:	
Series 100	1,219 m (4,000 ft)
Series 200, 300	1,509 m (4,950 ft)
FAR landing distance from 15 m (50 ft), S/L, ISA, at max	
landing weight: Series 100	1,067 m (3,500 ft)
Series 200	1,103 m (3,620 ft)
Series 300	1,229 m (4,030 ft)
Range with standard fuel:	
Series 100	1,620 nm (3,002 km; 1,865 miles)
Series 200	1,570 nm (2,909 km; 1,808 miles)
Series 300	1,520 nm (2,817 km; 1,750 miles)
Range with max payload:	
Series 100	880 nm (1,631 km; 1,013 miles)
Series 200	1,130 nm (2,094 km; 1,301 miles)
Series 200-QT	1,150 nm (2,131 km; 1,324 miles)
Series 300	1,040 nm (1,927 km; 1,197 miles)
Design range, NRA with 125 passengers	
	1,800 nm (3,335 km; 2,072 miles)
NRA with 139 passengers	
	1,490 nm (2,761 km; 1,715 miles)
OPERATIONAL NOISE LEVELS (FAR Pt 36-12, certified):	
T-O: Series 100	81.8 EPNdB
Series 200	85.2 EPNdB
Series 300	86.5 EPNdB
Approach: Series 100	95.6 EPNdB
Series 200	95.8 EPNdB
Series 300	95.6 EPNdB
Sideline: Series 100	87.7 EPNdB
Series 200	87.3 EPNdB
Series 300	86.7 EPNdB

# B737-100

## Notes:

- ... Dimensions Not Shown On Drawing
- ... Steering Angle 78° (3° Slip)
- ... All seating capacities shown for mixed class



Airport Reference Code		C-III
Aircraft Range (nautical miles)		1,000-1,700 nm
*** Passenger Capacity		85 seats
A. Maximum Aircraft Ramp Weight		
	111,000 lbs	50,340kg
B. Maximum Aircraft Landing Weight		
	99,000 lbs	44,900kg
C. Maximum Aircraft Takeoff Weight		
	110,000 lbs	49,190kg
**D. Minimum Pavement Width for 180° Turn		
	56'-1"	17.2m
E. Length (Overall)		
	94'-0"	28.65m
F. Wing Span		
	93'-0"	28.35m
G. Tail Span		
	36'-0"	10.97m
H. Nose to Nose Gear		
	13'-0"	3.96m
I. Nose to Main Gear		
	47'-4"	14.42m
J. Main Gear Width		
	17'-2"	5.23m
K. Nose to Forward Passenger Door		
	16'-6"	5.03m
L. Nose to Aft Passenger Door		
	70'-5"	21.46m
M. Engine From Aircraft Centerline		
	15'-10"	4.83m
N. Fuselage Width		
	12'-4"	3.76m
O. Fuselage Height Above Ground		
	16'-9"/16'-5"	5.11m/5.00m
P. Forward Passenger Door Sill Height Above Ground		
	8'-8"/8'-1"	2.64m/2.46m
Q. Aft Passenger Door Sill Height Above Ground		
	9'-1"/9'-0"	2.77m/2.74m
R. Engine Clearance Above Ground		
	1'-11"/1'-8"	0.58m/0.51m
S. Wing Tip Vertical Clearance		
	10'-2"/10'-0"	3.09m/3.05m
T. Tail Height		
	37'-2"/36'-10"	11.33m/11.22m
*U. Nose to Lower Cargo Doors		
	26'-4"	8.03m
	60'-3"	18.36m
*V. Nose to Main Deck Cargo Door		
	Not Available	
*W. Lower Cargo Doors Sill Height Above Ground		
	5'-1"/5'-0"	1.30m/1.17m
*X. Main Deck Cargo Door Sill Height Above Ground		
	Not Available	

## Legend:

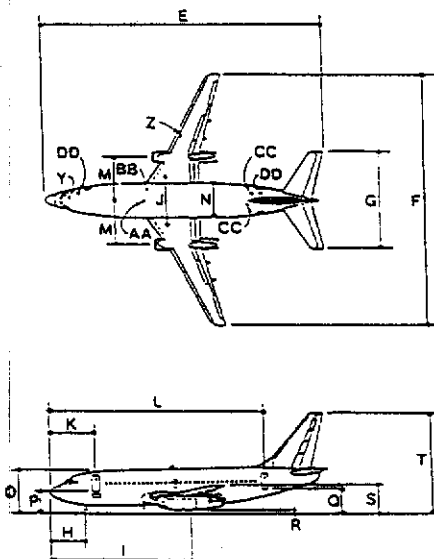
- X<sup>1</sup> - Distance aft of nose
- Y<sup>2</sup> - Distance from aircraft centerline
- Z<sup>3</sup> - Height above ground

## Service Point Data

Service Point	X <sup>1</sup>	Location Y <sup>2</sup>	Z <sup>3</sup>	Number/ (Connection Size)
Y. Electrical 120/208-V, 3 Phase AC, 400 Hz, 60 KVA load	8'-6" 2.59m	2'-11" R 0.69m R	5'-4" 1.63m	1
Z. Pressure Fueling 400 gpm, 55 psig	44'-1" 13.44m	23'-6" R 7.16m R	8'-0" 2.44m	1/(2 1/2")
AA. Ground Conditioned Air	33'-2" 10.11m	0" 0m	3'-3" 0.99m	1/(8")
BB. Pneumatics	34'-2" 10.41m	3'-0" R 0.91m R	3'-8" 1.12m	1/(3")
CC. Potable Water	68'-11" 21.00m	1'-0" L 0.30m L	6'-4" 1.93m	1/(2 1/4")
	72'-2" 22.00m	4'-8" R 1.42m R	10'-4" 3.15m	1/(2 1/4")
DD. Lavatory Service	72'-2" 22.00m	10" R 0.25m R	7'-10" 2.39m	1/(4")
	11'-8" 3.56m	3'-10" R 1.17m R	5'-10" 1.78m	1/(4")

## Notes:

- ... Dimensions Not Shown On Drawing
- ... Steering Angle 78° (3° Slip)
- ... All seating capacities shown for mixed class



Airport Reference Code	C-III	
Aircraft Range (nautical miles)	1,900-2,500 nm	
*** Passenger Capacity	95-110 seats	
A. Maximum Aircraft Ramp Weight	115,000 lbs	52,610kg
B. Maximum Aircraft Landing Weight	103,000 lbs	46,720kg
C. Maximum Aircraft Takeoff Weight	115,500 lbs	52,390kg
**D. Minimum Pavement Width for 180° Turn	60'-0"	18.3m
E. Length (Overall)	100'-2"	30.53m
F. Wing Span	93'-0"	28.35m
G. Tail Span	36'-0"	10.97m
H. Nose to Nose Gear	13'-0"	3.96m
I. Nose to Main Gear	50'-4"	15.34m
J. Main Gear Width	17'-2"	5.23m
K. Nose to Forward Passenger Door	16'-6"	5.03m
L. Nose to Aft Passenger Door	76'-9"	23.40m
M. Engine From Aircraft Centerline	15'-10"	4.82m
N. Fuselage Width	12'-4"	3.76m
O. Fuselage Height Above Ground	16'-9"/16'-4"	5.11m/4.98m
P. Forward Passenger Door Sill Height Above Ground	8'-7"/8'-1"	2.62m/2.46m
Q. Aft Passenger Door Sill Height Above Ground	9'-2"/9'-0"	2.80m/2.74m
R. Engine Clearance Above Ground	1'-11"/1'-8"	0.59m/0.51m
S. Wing Tip Vertical Clearance	10'-2"/10'-0"	3.10m/3.05m
T. Tail Height	37'-3"/36'-10"	11.35m/11.23m
*U. Nose to Lower Cargo Doors	28'-0"	8.53m
*V. Nose to Main Deck Cargo Door	63'-10"	19.46m
W. Lower Cargo Doors Sill Height Above Ground	4'-3"/3'-10"	1.30m/1.17m
X. Main Deck Cargo Door Sill Height Above Ground	4'-9"	1.45m
	Not Available	

## Legend:

- X<sup>1</sup> - Distance aft of nose
- Y<sup>2</sup> - Distance from aircraft centerline
- Z<sup>3</sup> - Height above ground

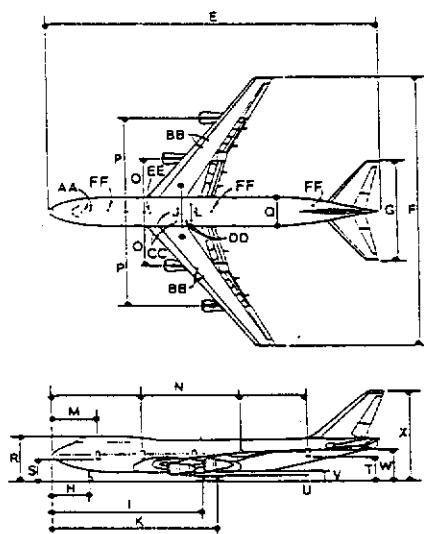
## Service Point Data

Service Point	X <sup>1</sup>	Location Y <sup>2</sup>	Z <sup>3</sup>	Number/ (Connection Size)
Y. Electrical 120/208-V, 3 Phase AC, 400 Hz, 60 KVA load	8'-6" 2.59m	2'-11" R 0.89m R	5'-4" 1.63m	1
Z. Pressure Fueling 400 gpm, 55 psig	47'-1" 14.35m	23'-6" R 7.16m R	8'-0" 2.44m	1/(2 1/2")
AA. Ground Conditioned Air	36'-2" 11.02m	0" 0m	3'-3" 0.99m	1/(8")
BB. Pneumatics	37'-2" 11.33m	3'-0" R 0.91m R	3'-8" 1.12m	1/(3")
CC. Potable Water	75'-3" 22.94m	1'-0" L 0.30m L	6'-4" 1.93m	1/(3 1/4")
	78'-6" 23.93m	4'-8" R 1.42m R	10'-4" 3.15m	1/(3 1/4")
DD. Lavatory Service	78'-6" 23.93m	10" R 0.25m R	7'-10" 2.39m	1/(4")
	11'-8" 3.56m	3'-10" R 1.17m R	5'-10" 1.78m	1/(4")

# B747-200

## Notes:

- .. Dimensions Not Shown On Drawing
- .. Steering Angle 58°
- \*\*\* All seating capacities shown for mixed class



Airport Reference Code	D-V
Aircraft Range (nautical miles)	5,200-5,600 nm
--- Passenger Capacity	442 seats
A. Maximum Aircraft Ramp Weight	836,000 lbs 379,100kg
B. Maximum Aircraft Landing Weight	630,000 lbs 285,700kg
C. Maximum Aircraft Takeoff Weight	833,000 lbs 377,800kg
---D. Minimum Pavement Width for 180° Turn	188'-0" 59.8m
E. Length (Overall)	231'-10" 70.66m
F. Wing Span	195'-8" 59.64m
G. Tail Span	72'-9" 22.17m
H. Nose to Nose Gear	25'-5" 7.75m
I. Nose to Forward Main Gear	104'-5" 31.87m
J. Forward Main Gear Width	36'-1" 11.00m
K. Nose to Rear Main Gear	114'-6" 34.90m
L. Rear Main Gear Width	12'-7" 3.83m
M. Nose to Forward Passenger Door	31'-2" 9.50m
N. Nose to Mid & Aft Passenger Doors	61'-8" 18.80m
	100'-5" 30.61m
	133'-8" 40.74m
	180'-11" 55.14m
O. Inboard Engine From Aircraft Centerline	39'-9" 12.12m
P. Outboard Engine From Aircraft Centerline	69'-10" 21.28m
Q. Fuselage Width	21'-4" 6.50m
R. Fuselage Height Above Ground	34'-1" / 31'-10" 10.39m / 9.70m
S. Forward Passenger Door Sill Height Above Ground	17'-7" / 15'-3" 5.36m / 4.65m
T. Aft Passenger Door Sill Height Above Ground	17'-6" / 15'-0" 5.33m / 4.57m
U. Inboard Engine Clearance Above Ground	4'-6" / 3'-9" 1.37m / 1.14m
V. Outboard Engine Clearance Above Ground	7'-0" / 6'-0" 2.13m / 1.83m
W. Wing Tip Vertical Clearance	19'-2" / 17'-7" 5.84m / 5.36m
X. Tail Height	64'-3" / 60'-2" 19.58m / 18.34m
*Y. Nose to Lower Cargo Doors (Right Side Only)	43'-9" 13.34m
	147'-11" 45.10m
	159'-9" 48.70m
*Z. Lower Cargo Doors Sill Height Above Ground	10'-8" / 8'-8" 3.25m / 2.64m
	10'-4" / 8'-10" 3.15m / 2.70m
	11'-4" / 9'-6" 3.45m / 2.90m

## Legend:

- X<sup>1</sup> - Distance aft of nose
- Y<sup>2</sup> - Distance from aircraft centerline
- Z<sup>3</sup> - Height above ground

## Service Point Data

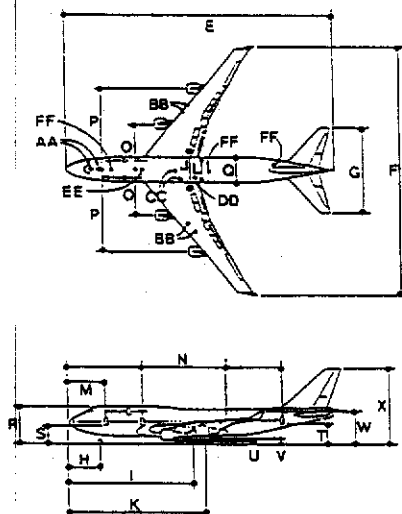
Service Point	X <sup>1</sup>	Location Y <sup>2</sup>	Z <sup>3</sup>	Number/ (Connection Size)
AA. Electrical 85 KVA, 115-V, 400 Hz, 3 Phase	27'-0" 8.23m	4'-0" R 1.22m R	9'-0" 2.74m	2
BB. Pressure Fueling 500 gpm, 50 psig	106'-0" 32.31m	46'-0" R/L 14.02m R/L	16'-0" 4.88m	4/(2 1/2") 2 Each Wing
CC. Ground Conditioned Air	89'-0" 27.13m 93'-0" 28.35m	2'-0" R 0.61m R 8'-0" L 2.44m L	8'-0" 2.44m 7'-0" 2.13m	1/(8") 1/(8")
DD. Pneumatics	97'-0" 29.57m 97'-0" 29.57m	2'-0" L 0.61m L 3'-0" L 0.91m L	7'-0" 2.13m 7'-0" 2.13m	1/(3") 1/(3")
EE. Potable Water	74'-0" 22.56m	2'-0" R 0.61m R	7'-0" 2.13m	1/(3 1/4")
FF. Lavatory Service	185'-0" 56.40m 97'-0" 29.60m 38'-0" 11.60m	1'-4" R 0.43m R 1'-2" R 0.35m R 0' 0m	16'-0" 4.90m 7'-0" 2.10m 9'-0" 2.70m	1/(4") 1/(4") 1/(4")



# B747-400

## Notes:

- ... Dimensions Not Shown On Drawing
- ... Steering Angle 58°
- ... All seating capacities shown for mixed class



Airport Reference Code	D-V	
Aircraft Range (nautical miles)	7,100-7,230 nm	
*** Passenger Capacity	421 seats	
A. Maximum Aircraft Ramp Weight	853,000 lbs	386,800kg
B. Maximum Aircraft Landing Weight	630,000 lbs	285,700kg
C. Maximum Aircraft Takeoff Weight	850,000 lbs	385,400kg
**D. Minimum Pavement Width for 180° Turn	156'-0"	51.8m
E. Length (Overall)	231'-10"	70.66m
F. Wing Span	211'-5"	64.44m
G. Tail Span	72'-9"	22.17m
H. Nose to Nose Gear	25'-5"	7.75m
I. Nose to Forward Main Gear	104'-5"	31.83m
J. Forward Main Gear Width	36'-1"	11.00m
K. Nose to Rear Main Gear	114'-6"	34.90m
L. Rear Main Gear Width	12'-7"	3.83m
M. Nose to Forward Passenger Door	31'-2"	9.50m
N. Nose to Mid & Aft Passenger Doors	61'-8"	18.80m
	100'-5"	30.61m
	133'-8"	40.74m
	180'-11"	55.14m
O. Inboard Engine From Aircraft Centerline	39'-2"	11.94m
P. Outboard Engine From Aircraft Centerline	69'-6"	21.19m
Q. Fuselage Width	21'-4"	6.50m
R. Fuselage Height Above Ground	34'-1"/31'-10"	10.39m/9.70m
S. Forward Passenger Door Sill Height Above Ground	17'-7"/15'-3"	5.36m/4.65m
T. Aft Passenger Door Sill Height Above Ground	17'-6"/15'-0"	5.33m/4.57m
U. Inboard Engine Clearance Above Ground	4'-6"/3'-9"	1.37m/1.14m
V. Outboard Engine Clearance Above Ground	7'-0"/6'-0"	2.13m/1.83m
W. Wing Tip Vertical Clearance	25'-4"/17'-10"	7.44m/5.44m
X. Tail Height	63'-8"	19.41m
*Y. Nose to Lower Cargo Doors (Right Side Only)	43'-9"	13.34m
	147'-11"	45.10m
	159'-9"	48.70m
*Z. Lower Cargo Doors Sill Height Above Ground	10'-8"/8'-8"	
	10'-4"/8'-10"	

## Legend:

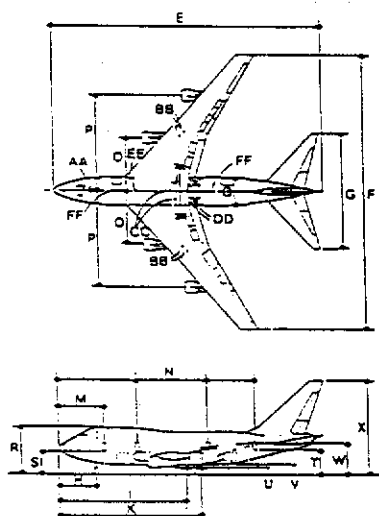
- X<sup>1</sup> - Distance aft of nose
- Y<sup>2</sup> - Distance from aircraft centerline
- Z<sup>3</sup> - Height above ground

## Service Point Data

Service Point	X <sup>1</sup>	Location Y <sup>2</sup>	Z <sup>3</sup>	Number/ (Connection Size)
AA. Electrical 85 KVA, 115-V, 400 Hz, 3 phase	27'-0" 8.23m	4'-0" R 1.22m R	9'-0" 2.74m	2
BB. Pressure Fueling 500 gpm, 50 psig	106'-0" 32.31m	46'-0" R/L 14.02m R/L	16'-0" 4.88m	4/(2 <sup>1</sup> /2") 2 Each Wing
CC. Ground Conditioned Air	89'-0" 27.13m 93'-0" 28.35m	2'-0" R 0.61m R 8'-0" L 2.44 m L	8'-0" 2.44m 7'-0" 2.13m	1/(8") 1/(8")
DD. Pneumatics	97'-0" 29.57m 97'-0" 29.57m	2'-0" L 0.61m L 3'-0" L 0.91m L	7'-0" 2.13m 7'-0" 2.13m	1/(3") 1/(3")
EE. Potable Water	74'-0" 22.56m	2'-0" R 0.61m R	7'-0" 2.13m	1/(3/4")
FF. Lavatory Service	185'-0" 56.40m 97'-0" 29.60m 38'-0" 11.60m	1'-4" R 0.43m R 1'-2" R 0.36m R 0' 0m	16'-0" 4.90m 7'-11" 2.10m 9'-0" 2.70m	1/(4") 1/(4") 1/(4")

## Notes:

- Dimensions Not Shown On Drawing
- Steering Angle 56°
- All seating capacities shown for mixed class



Airport Reference Code	C-V
Aircraft Range (nautical miles)	5,000 nm
--- Passenger Capacity	331 seats
A. Maximum Aircraft Ramp Weight	703,000 lbs 318,876kg
B. Maximum Aircraft Landing Weight	450,000 lbs 204,117kg
C. Maximum Aircraft Takeoff Weight	696,000 lbs 315,701kg

**D. Minimum Pavement Width for 180° Turn	143'-0"	40.9m
E. Length (Overall)	184'-9"	56.31m
F. Wing Span	195'-8"	59.64m
G. Tail Span	82'-9"	25.22m
H. Nose to Nose Gear	25'-5"	7.75m
I. Nose to Main Forward Gear	87'-9"	26.75m
J. Forward Main Gear Width	36'-1"	11.00m
K. Nose to Main Gear Rear	97'-10"	29.82m
L. Rear Main Gear Width	12'-7"	3.83m
M. Nose to Forward Passenger Door	31'-2"	9.50m
N. Nose to Mid & Aft Passenger Doors	53'-10"	16.41m
	103'-8"	31.60m
	135'-8"	41.35m
O. Inboard Engine From Aircraft Centerline	39'-2"	11.94m
P. Outboard Engine From Aircraft Centerline	69'-6"	21.20m
Q. Fuselage Width	21'-4"	6.50m
R. Fuselage Height Above Ground	33'-0"/32'-3"	10.16m/9.83m
S. Forward Passenger Door Sill Height Above Ground	16'-4"/15'-8"	4.98m/4.78m
T. Aft Passenger Door Sill Height Above Ground	17'-0"/16'-4"	5.18m/4.98m
U. Inboard Engine Clearance Above Ground	4'-5"/3'-7"	1.35m/1.10m
V. Outboard Engine Clearance Above Ground	7'-0"/5'-7"	2.13m/1.70m
W. Wing Tip Vertical Clearance	19'-4"/17'-2"	5.89m/5.23m
X. Tail Height	65'-10"/65'-1"	20.07m/19.84m
*Y. Nose to Lower Cargo Doors (Right Side Only)	43'-9"	13.34m
	117'-11"	35.94m
*Z. Lower Cargo Doors Sill Height Above Ground	9'-8"/9'-0"	2.95m/2.74m
	10'-2"/9'-6"	3.10m/2.90m

## Legend:

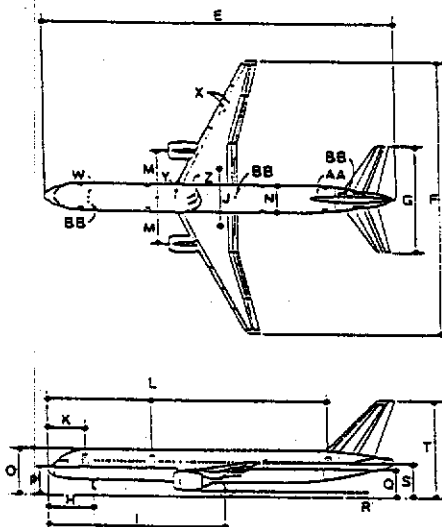
- X<sup>1</sup> - Distance aft of nose
- Y<sup>2</sup> - Distance from aircraft centerline
- Z<sup>3</sup> - Height above ground

## Service Point Data

Service Point	X <sup>1</sup>	Y <sup>2</sup>	Z <sup>3</sup>	Number/ (Connection Size)
AA. Electrical	27'-0" 8.23m	4'-0" R 1.22m R	9'-0" 2.74m	
BB. Pressure Fueling	88'-0" 26.82m	48'-0" R/L 14.02m R/L	16'-0" 4.88m	4/(2 1/2") 2 Each Wing
CC. Ground Conditioned Air	72'-0" 21.95m 77'-0" 23.47m	2'-0" R 0.61m R 8'-0" L 2.49 m L	8'-0" 2.44m 7'-0" 2.13m	1/(8") 1/(8")
DD. Pneumatics	80'-0" 24.39m 80'-0" 24.39m	2'-0" L 0.61m L 3'-0" L 0.91m L	7'-0" 2.13m 7'-0" 2.13m	1/(3") 1/(3")
EE. Potable Water	56'-0" 17.07m	8'-0" R 2.44m R	9'-0" 2.74m	1/(2 1/4")
FF. Lavatory Service	105'-0" 32.00m 98'-0" 29.82m 116'-0" 35.35m	5'-0" L 1.50m L 0' 0m	8'-0" 2.40m 9'-0" 2.70m	1/(4") 1/(4")

## Notes:

- Dimensions Not Shown On Drawing
- Steering Angle 65° (5° Slip)
- All seating capacities shown for mixed class



Airport Reference Code		C-IV	
Aircraft Range (nautical miles)		2,800-4,000 nm	
*** Passenger Capacity		186 seats	
A. Maximum Aircraft Ramp Weight	241,000 lbs	109,316kg	
B. Maximum Aircraft Landing Weight	198,500 lbs	89,811kg	
C. Maximum Aircraft Takeoff Weight	240,000 lbs	108,862kg	
D. Minimum Pavement Width for 180° Turn	120'-0"	36.6m	
E. Length (Overall)	155'-3"	47.32m	
F. Wing Span	124'-10"	38.04m	
G. Tail Span	48'-11"	15.22m	
H. Nose to Nose Gear	19'-4"	5.90m	
I. Nose to Main Gear	79'-4"	24.18m	
J. Main Gear Width	24'-0"	7.32m	
K. Nose to Forward Passenger Door	16'-7"	5.05m	
L. Nose to Mid & Aft Passenger Doors	45'-11"	14.00m	
M. Engine From Aircraft Centerline	125'-5"	38.23m	
N. Fuselage Width	21'-8"	6.61m	
O. Fuselage Height Above Ground	12'-4"	3.76m	
P. Forward Passenger Door Sill Height Above Ground	21'-2"/20'-6"	6.43m/6.25m	
Q. Mid & Aft Passenger Doors Sill Height Above Ground	13'-2"/12'-5"	4.01m/3.79m	
R. Engine Clearance Above Ground	13'-2"/12'-7"	4.01m/3.79m	
S. Wing Tip Vertical Clearance	13'-7"/12'-9"	4.14m/3.89m	
T. Tail Height	2'-10"/2'-5"	0.86m/0.74m	
U. Nose to Lower Cargo Doors	16'-1"/15'-4"	4.90m/4.67m	
V. Lower Cargo Doors Sill Height Above Ground	45'-1"/44'-3"	13.74m/13.49m	
	35'-11"	10.95m	
	104'-3"	31.78m	
	117'-3"	35.74m	
	8'-9"/8'-1"	2.57m/2.46m	
	8'-3"/7'-9"	2.51m/2.36m	
	9'-1"/8'-6"	2.77m/2.59m	

## Legend:

- X<sup>1</sup> - Distance aft of nose
- Y<sup>2</sup> - Distance from aircraft centerline
- Z<sup>3</sup> - Height above ground

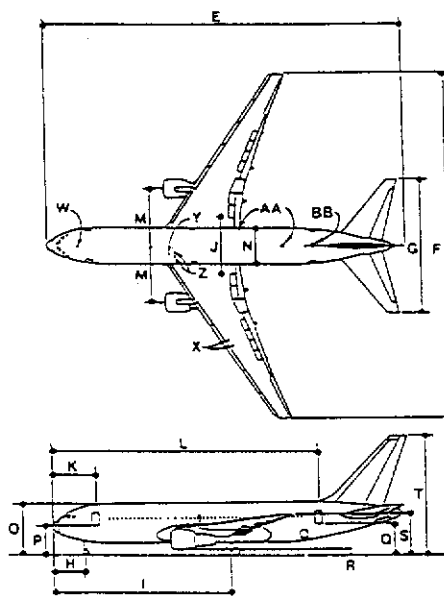
## Service Point Data

Service Point	X <sup>1</sup>	Location Y <sup>2</sup>	Z <sup>3</sup>	Number/ (Connection Size)
W. Electrical 115/200-V, 3 Phase, 400 Hz 90 KVA required	22'-0" 6.71m	1'-0" R 0.30m R	8'-0" 2.44m	1
X. Pressure Fueling 650 gpm, 55 psig	77'-0" 23.47m	37'-0" R 11.28m R	14'-0" 4.27m	2/(2 1/2")
Y. Ground Conditioned Air	50'-0" 18.29m	0' 0m	7'-0" 2.13m	1/(8")
Z. Pneumatics	63'-0" 19.20m 63'-0" 19.20m 63'-0" 19.20m	3'-0" R 0.91m R 3'-0" L 0.91m L 2'-0" L 0.61m L	7'-0" 2.13m 7'-0" 2.13m 7'-0" 2.13m	1/(3") 1/(3") 1/(3")
AA. Potable Water 30 gpm, 25 psig	124'-0" 37.80m	1'-0" R 0.30m R	10'-0" 3.05m	1/(3 1/4")
BB. Lavatory Service	128'-0" 39.01m 86'-0" 26.22m 22'-0" 6.71m	1'-0" R 0.30m R 0' 0m 1'-0" L 0.30m L	10'-0" 3.03m 7'-0" 2.13m 8'-0" 2.44m	1/(4") 1/(4") 1/(4")

Airport Reference Code C-IV  
 Aircraft Range (nautical miles) 3,300-4,000 nm  
 \*\*\* Passenger Capacity 216 seats

## Notes:

- .. Dimensions Not Shown On Drawing
- ... Steering Angle 65° (4° Slip)
- ... All seating capacities shown for mixed class



A. Maximum Aircraft Ramp Weight	317,000 lbs	143,790kg
B. Maximum Aircraft Landing Weight	272,000 lbs	123,370kg
C. Maximum Aircraft Takeoff Weight	315,000 lbs	142,880kg
**D. Minimum Pavement Width for 180° Turn	129'-0"	39.4m
E. Length (Overall)	159'-2"	48.52m
F. Wing Span	156'-1"	47.57m
G. Tail Span	61'-1"	18.62m
H. Nose to Nose Gear	14'-11"	4.55m
I. Nose to Main Gear	79'-6"	24.23m
J. Main Gear Width	30'-6"	9.30m
K. Nose to Forward Passenger Door	18'-8.5"	5.69m
L. Nose to Aft Passenger Door	118'-6"	36.12m
M. Engine From Aircraft Centerline	26'-0"	7.92m
N. Fuselage Width	16'-6"	5.01m
O. Fuselage Height Above Ground	24'-1"/21'-9"	7.34m/6.63m
P. Forward Passenger Door Sill Height Above Ground	14'-8"/13'-5"	4.46m/4.09m
Q. Mid & Aft Passenger Doors Sill Height Above Ground	14'-6"/13'-4"	4.42m/4.07m
R. Engine Clearance Above Ground	3'-7"/2'-8"	1.09m/0.81m
S. Wing Tip Vertical Clearance	18'-3"/16'-3"	5.56m/4.95m
T. Tail Height	52'-11"/51'-2"	16.13m/15.60m
*U. Nose to Lower Cargo Doors	40'-5"	12.32m
	101'-3"	30.86m
	112'-2"	34.19m
*V. Lower Cargo Doors Sill Height Above Ground	8'-3"/7'-5"	2.52m/2.25m
	8'-3"/7'-5"	2.51m/2.20m
	8'-6"/7'-6"	2.60m/2.29m

## Legend:

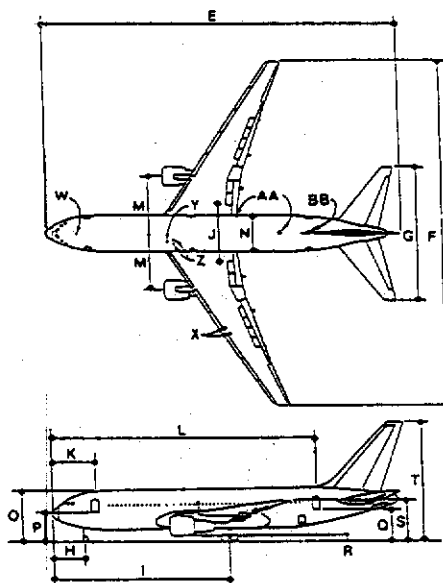
- X<sup>1</sup> - Distance aft of nose
- Y<sup>2</sup> - Distance from aircraft centerline
- Z<sup>3</sup> - Height above ground

## Service Point Data

Service Point	X <sup>1</sup>	Location Y <sup>2</sup>	Z <sup>3</sup>	Number/ (Connection Size)
W. Electrical 115/200-V, 400 Hz, 3 Phase, 90 KVA	18'-0" 5.49m	3'-0" R 0.91m R	7'-0" 2.13m	1
X. Pressure Fueling 310-800 gpm, 50 psig	80'-0" 24.38m	45'-0" L 13.72m L	14'-0" 4.27m	2/(2 <sup>1</sup> /2")
Optional	80'-0" 24.38m	45'-0" R 13.72m R	14'-0" 4.27m	
Y. Ground Conditioned Air	58'-0" 17.68m	5'-0" L 1.52m L	7'-0" 2.13m	1/(8")
Z. Pneumatics	61'-0" 18.59m	3'-0" L 0.91m L	7'-0" 2.13m	2/(3")
AA. Potable Water	107'-0" 32.60m	0'-9" L 0.10m L	7'-0" 2.13m	1/(2 <sup>1</sup> /4")
Optional	121'-0" 36.80m	8'-0" R 2.40m R	18'-0" 5.50m	1/(2 <sup>3</sup> /4")
BB. Lavatory Service	123'-0" 37.50m	0' 0m	10'-0" 3.00m	1/(4")

## Notes:

- ... Dimensions Not Shown On Drawing
- ... Steering Angle 65° (4° Slip)
- ... All seating capacities shown for mixed class



Airport Reference Code		C-IV	
Aircraft Range (nautical miles)		4,000-4,260 nm	
... Passenger Capacity		269 seats	
A. Maximum Aircraft Ramp Weight	347,000 lbs	157,390kg	
B. Maximum Aircraft Landing Weight	300,000 lbs	136,070kg	
C. Maximum Aircraft Takeoff Weight	345,000 lbs	156,490kg	
...D. Minimum Pavement Width for 180° Turn			
	146'-0"	44.6m	
E. Length (Overall)	180'-3"	54.94m	
F. Wing Span	156'-1"	47.57m	
G. Tail Span	61'-1"	18.62m	
H. Nose to Nose Gear	14'-11"	4.55m	
I. Nose to Main Gear	89'-7"	27.31m	
J. Main Gear Width	30'-6"	9.30m	
K. Nose to Forward Passenger Door	18'-8.5"	5.69m	
L. Nose to Aft Passenger Door	139'-7"	42.55m	
M. Engine From Aircraft Centerline	26'-0"	7.92m	
N. Fuselage Width	76'-6"	5.01m	
O. Fuselage Height Above Ground	24'-7"/23'-7"	7.50m/7.18m	
P. Forward Passenger Door Sill Height Above Ground	14'-9"/13'-7"	4.50m/4.13m	
Q. Mid & Aft Passenger Doors Sill Height Above Ground	14'-5"/13'-1"	4.40m/3.98m	
R. Engine Clearance Above Ground	3'-8"/2'-10"	1.10m/0.85m	
S. Wing Tip Vertical Clearance	17'-11"/16'-1"	5.47m/4.90m	
T. Tail Height	52'-7"/50'-6"	16.03m/15.38m	
*U. Nose to Lower Cargo Doors			
	122'-4"	37.29m	
	133'-3"	40.62m	
*V. Lower Cargo Doors Sill Height Above Ground			
	8'-5"/7'-6"	2.56m/2.28m	
	8'-3"/7'-2"	2.50m/2.18m	
	8'-6"/7'-3"	2.58m/2.20m	

## Legend:

- X<sup>1</sup> - Distance aft of nose
- Y<sup>2</sup> - Distance from aircraft centerline
- Z<sup>3</sup> - Height above ground

## Service Point Data

Service Point	X <sup>1</sup>	Location Y <sup>2</sup>	Z <sup>3</sup>	Number/ (Connection Size)
W. Electrical 115/200-V, 400 Hz, 3 Phase, 90 KVA	18'-0" 5.49m	3'-0" R 0.91m R	7'-0" 2.13m	1
X. Pressure Fueling 470-1,000 gpm, 50 psig	90'-0" 27.40m	45'-0" L 13.72m L	14'-0" 4.27m	2/(2 <sup>1</sup> /2")
Optional	90'-0" 27.40m	45'-0" R 13.72m R	14'-0" 4.27m	
Y. Ground Conditioned Air	68'-0" 20.80m	5'-0" L 1.52m L	7'-0" 2.13m	1/(8")
Z. Pneumatics	71'-0" 21.60m	3'-0" L 0.91m L	7'-0" 2.13m	2/(3")
AA. Potable Water	128'-0" 39.00m	0'-9" L 0.10m L	7'-0" 2.13m	1/(3/4")
BB. Lavatory Service	144'-0" 43.90m	0' 0m	10'-0" 3.00m	1/(4")

## Boeing 747-400

### DIMENSIONS, EXTERNAL

Wing span	64.44 m (211 ft 5 in)
Wing span, fully fuelled	64.92 m (213 ft 0 in)
Length overall	70.66 m (231 ft 10 in)
Fuselage	68.63 m (225 ft 2 in)
Height overall	19.41 m (63 ft 8 in)
Tailplane span	22.17 m (72 ft 9 in)
Wheel track	11.00 m (36 ft 1 in)
Wheelbase	25.60 m (84 ft 0 in)
Passenger doors (ten, each)	Height 1.93 m (6 ft 4 in)
Width	1.07 m (3 ft 6 in)
Height to sill	approx 4.88 m (16 ft 0 in)
Baggage door (front hold)	Height 1.68 m (5 ft 6 in)
Width	2.64 m (8 ft 8 in)
Height to sill	approx 2.69 m (8 ft 10 in)
Baggage door (forward door, rear hold)	Height 1.68 m (5 ft 6 in)
Width	1.12 m (3 ft 8 in)
Height to sill	approx 2.69 m (8 ft 10 in)
Bulk loading door (rear door, rear hold)	Height 1.19 m (3 ft 11 in)
Width	1.12 m (3 ft 8 in)
Height to sill	approx 2.90 m (9 ft 6 in)
Freighter cargo door (port)	Height 3.05 m (10 ft 0 in)
Width	3.40 m (11 ft 2 in)
Height to sill	4.87 m (16 ft 0 in)

WEIGHTS AND LOADINGS (letters denote engine installations as follows: A: PW4056, B: CF6-80C2BIF, C: RB211-524G/51)

Operating weight empty: A	180,985 kg (399,000 lb)
A at max optional T-O weight	181,484 kg (400,100 lb)
B	181,030 kg (399,100 lb)
B at max optional T-O weight	181,529 kg (400,200 lb)
C	182,255 kg (401,800 lb)
C at max optional T-O weight	182,754 kg (402,900 lb)
Max T-O weight: A, B, C	362,875 kg (800,000 lb)
or 385,555 kg (850,000 lb)	
or 394,625 kg (870,000 lb)	
Max ramp weight: A, B, C	364,235 kg (803,000 lb)
or 386,915 kg (873,000 lb)	
or 395,986 kg (873,000 lb)	
Max zero-fuel weight: A, B, C	242,670 kg (535,000 lb)
Max landing weight:	
A, B, C	from 260,350 kg (574,000 lb)
	to 285,765 kg (630,000 lb)

PERFORMANCE (at T-O weight of 394,625 kg: 870,000 lb except where indicated. Engines as designated under Weights and Loadings)

Approach speed at basic landing weight:	A, B, C 146 knots (270 km/h; 168 mph)
Approach speed at highest optional landing weight:	A, B, C 153 knots (284 km/h; 176 mph)
Initial cruise altitude at highest optional T-O weight:	A, B, C 10,030 m (32,900 ft)
FAR T-O field length at S/L, ISA, at highest optional T-O weight: A, B	3,322 m (10,900 ft)
C	3,352 m (11,000 ft)
FAR landing field length at max landing weight of 285,765 kg (630,000 lb): A, B, C	2,072 m (6,800 ft)
Design range, typical international routes, at highest optional T-O weight	
A	7,165 nm (13,278 km; 8,239 miles)
B	7,230 nm (13,398 km; 8,314 miles)
C	7,100 nm (13,157 km; 8,165 miles)

## Boeing 757

### DIMENSIONS, EXTERNAL

Wing span	38.05 m (124 ft 10 in)
Wing chord: at root	8.20 m (26 ft 11 in)
at tip	1.73 m (5 ft 8 in)
Wing aspect ratio	47.21 m (155 ft 3 in)
Length overall	46.96 m (154 ft 10 in)
Fuselage	13.56 m (44 ft 6 in)
Height overall	15.21 m (49 ft 11 in)
Tailplane span	7.32 m (24 ft 0 in)
Wheel track	18.29 m (60 ft 0 in)
Wheelbase	18.29 m (60 ft 0 in)
Passenger doors (two fwd, port):	Height 1.83 m (6 ft 0 in)
Width	0.84 m (2 ft 9 in)
Passenger door (rear, port)	Height 1.83 m (6 ft 0 in)
Width	0.76 m (2 ft 6 in)
Service door (fwd, stdb): Height	1.65 m (5 ft 5 in)
Width	0.76 m (2 ft 6 in)
Service door (stdb, opposite second passenger door):	Height 1.83 m (6 ft 0 in)
Width	0.84 m (2 ft 9 in)
Service door (rear, stdb): Height	1.83 m (6 ft 0 in)
Width	0.76 m (2 ft 6 in)
Emergency exits (four, overwing):	Height 0.97 m (3 ft 2 in)
Width	0.51 m (1 ft 8 in)
Emergency exits, optional (two, aft of wings):	Height 1.32 m (4 ft 4 in)
Width	0.61 m (2 ft 0 in)

### DIMENSIONS, INTERNAL

Cabin (aft of flight deck to rear pressure bulkhead):	Length 36.09 m (118 ft 5 in)
Max width	3.53 m (11 ft 7 in)
Max height	2.13 m (7 ft 0 in)
Floor area	116.04 m <sup>2</sup> (1,249 sq ft)
Passenger section volume	230.50 m <sup>3</sup> (8,140 cu ft)
Underfloor cargo volume (bulk loading):	
fwd	19.82 m <sup>3</sup> (700 cu ft)
rear	30.87 m <sup>3</sup> (1,090 cu ft)
AREAS:	
Wings, gross	185.25 m <sup>2</sup> (1,944 sq ft)
Alarons (total)	4.46 m <sup>2</sup> (48.0 sq ft)
Trailing-edge flaps (total)	30.38 m <sup>2</sup> (327.0 sq ft)
Leading-edge slats (total)	18.39 m <sup>2</sup> (198.0 sq ft)
Flight spoilers (total)	10.96 m <sup>2</sup> (118.0 sq ft)
Ground spoilers (total)	12.82 m <sup>2</sup> (138.0 sq ft)
Fin	14.37 m <sup>2</sup> (155.0 sq ft)
Rudder	11.61 m <sup>2</sup> (125.0 sq ft)
Tailplane	50.35 m <sup>2</sup> (542.0 sq ft)
Elevators (total)	12.54 m <sup>2</sup> (135.0 sq ft)

WEIGHTS AND LOADINGS (with 186 passengers, A: 51964 engines, B: PW2037s, C: PW2040s)

Operating weight empty: A	57,180 kg (126,060 lb)
B, C	57,039 kg (125,750 lb)
Max basic T-O weight: A, B, C	99,790 kg (220,000 lb)
Max T-O weight (medium-range):	
A, B, C	104,325 kg (230,000 lb)
Max T-O weight (long-range):	
A, B, C	113,395 kg (250,000 lb)
Max landing weight: A, B, C	89,810 kg (198,000 lb)
757-200PF	95,255 kg (210,000 lb)
Max zero-fuel weight: A, B, C	83,450 kg (184,000 lb)
757-200PF	90,720 kg (200,000 lb)
Max wing loading:	
A, B, C at max basic T-O weight	8.5 kg/m <sup>2</sup> (110.3 lb/sq ft)
A, B, C at long-range max T-O weight	587.8 kg/m <sup>2</sup> (120.4 lb/sq ft)

Max power loading:	
at max basic T-O weight:	
A	279.68 kg/kN (2.74 lb/lb st)
B	293.5 kg/kN (2.88 lb/lb st)
C	268.97 kg/kN (2.64 lb/lb st)
at long-range max T-O weight:	
A	317.81 kg/kN (3.12 lb/lb st)
B	333.51 kg/kN (3.27 lb/lb st)
C	305.1 kg/kN (3.00 lb/lb st)

PERFORMANCE (nominal, with 186 passengers, US mixed class operations; at max basic T-O weight except where indicated, engines as above):

Max operating speed: A, B, C	Mach 0.86
Cruising speed: A, B, C	Mach 0.80

Approach speed at S/L, flaps down, max landing weight:

A, B, C	132 knots (245 km/h; 152 mph) EAS
Initial cruising height: A	11,880 m (38,970 ft)
B, C	11,675 m (38,300 ft)

Runway LCN at ramp weight of 100,244 kg (221,000 lb), optimum tyre pressure and subgrade C flexible pavement: H40 × 14.5-19.0 tyres 36

T-O field length (S/L, 29°C):

at max basic T-O weight: A	1,646 m (5,400 ft)
B	1,791 m (5,875 ft)
C	1,637 m (5,370 ft)
at long-range max T-O weight: A	2,134 m (7,000 ft)
B	2,792 m (9,160 ft)
C	2,118 m (6,950 ft)

Landing field length at max landing weight:

A	1,411 m (4,630 ft)
B, C	1,460 m (4,790 ft)

Range with 186 passengers:

at max basic T-O weight:	
A	2,820 nm (5,226 km; 3,247 miles)
B	2,980 nm (5,522 km; 3,431 miles)
at long-range max T-O weight:	
A	3,820 nm (7,079 km; 4,399 miles)
B, C	4,000 nm (7,408 km; 4,603 miles)

757-200PF, max long-range T-O weight, 22,680 kg (50,000 lb) payload:

A	3,700 nm (6,857 km; 4,261 miles)
B, C	3,885 nm (7,200 km; 4,474 miles)

OPERATIONAL NOISE LEVELS (FAR Pt 36 Stage 3):

T-O, at max basic T-O weight, outback power:	
A	82.2 EPNdB
B	86.2 EPNdB
C (estimated)	84.7 EPNdB
Approach at max landing weight, 30° flap:	
A	95.0 EPNdB
B, C	97.7 EPNdB
Sideline: A	93.3 EPNdB
B	94.0 EPNdB
C (estimated)	94.6 EPNdB

## Boeing 767

### DIMENSIONS: EXTERNAL

Wing span	47.57 m (156 ft 1 in)
Wing chord at root	8.57 m (28 ft 1 1/2 in)
Wing chord at tip	2.29 m (7 ft 6 in)
Wing aspect ratio	7.9
Length overall: 200/200ER	48.51 m (159 ft 2 in)
300/300ER	54.94 m (180 ft 3 in)
Fuselage: 200/200ER	47.24 m (155 ft 0 in)
300/300ER	53.67 m (176 ft 1 in)
Fuselage: Max width	5.03 m (16 ft 6 in)
Height overall	15.85 m (52 ft 0 in)
Tailplane span	18.62 m (61 ft 1 in)
Wheel track	9.30 m (30 ft 6 in)
Wheelbase: 200/200ER	9.69 m (31 ft 7 in)
300/300ER	22.76 m (74 ft 8 in)
Passenger doors (two, fwd and rear, port):	
Height	1.88 m (6 ft 2 in)
Width	1.07 m (3 ft 6 in)
Galley service door (two, fwd and rear, stbd):	
Height	1.83 m (6 ft 0 in)
Width	1.07 m (3 ft 6 in)
Emergency exits (two, each): Height	0.97 m (3 ft 2 in)
Width	0.51 m (1 ft 8 in)
Cargo doors (two, fwd and rear, stbd):	
Height	1.75 m (5 ft 9 in)
Width	1.78 m (5 ft 10 in)

\*Larger cargo door (fwd, port):

Height	1.75 m (5 ft 9 in)
Width	3.40 m (11 ft 2 in)

\*Standard on ER models, optional for 200/300

### DIMENSIONS: INTERNAL

Cabin, excl flight deck:	
Length: 200/200ER	33.93 m (111 ft 4 in)
300/300ER	40.36 m (132 ft 5 in)
Max width	4.72 m (15 ft 6 in)
Max height	2.87 m (9 ft 5 in)
Floor area: 200/200ER	154.9 m <sup>2</sup> (1,667 sq ft)
300/300ER	184.0 m <sup>2</sup> (1,981 sq ft)
Volume: 200/200ER	428.2 m <sup>3</sup> (15,121 cu ft)
300/300ER	483.9 m <sup>3</sup> (17,088 cu ft)
Volume, flight deck	13.5 m <sup>3</sup> (478 cu ft)
Baggage holds (containerised), volume:	
200/200ER	74.8 m <sup>3</sup> (2,640 cu ft)
300/300ER	101.9 m <sup>3</sup> (3,600 cu ft)
Bulk cargo hold volume:	
all models	12.2 m <sup>3</sup> (430 cu ft)
Combined baggage hold/bulk cargo hold volume:	
200/200ER	87.0 m <sup>3</sup> (3,070 cu ft)
300/300ER	114.1 m <sup>3</sup> (4,030 cu ft)
Total cargo hold volume:	
200/200ER	111.3 m <sup>3</sup> (3,930 cu ft)
300/300ER	147.0 m <sup>3</sup> (5,190 cu ft)

### AREAS

Wings gross	283.3 m <sup>2</sup> (3,050 sq ft)
Ailerons (total)	11.58 m <sup>2</sup> (124.6 sq ft)
Trailing-edge flaps (total)	36.88 m <sup>2</sup> (397.0 sq ft)
Leading-edge slats (total)	28.30 m <sup>2</sup> (304.6 sq ft)
Spoilers (total)	15.83 m <sup>2</sup> (170.4 sq ft)
Fin	30.19 m <sup>2</sup> (325.0 sq ft)
Rudder	15.95 m <sup>2</sup> (171.7 sq ft)
Tailplane	59.88 m <sup>2</sup> (644.5 sq ft)
Elevators (total)	17.81 m <sup>2</sup> (191.7 sq ft)

WIHM (A: 767-200 basic J91-7841)  
version 77ND-78 D: medium-range version/CF6-

80 A, E: 767-200ER/PW4050, F: 767-200ER/CF6-80 C2B2, G: 767-200ER/PW4056, H: 767-200ER/CF6-80C2B4, J: 767-300/PW4050 K: 767-300/CF6-80C2B2, L: 767-300 higher gross weight version/PW4050, M: 767-300 higher gross weight version/CF6-80C2B2, N: 767-300ER/PW4056, P: 767-300ER/CF6-80C2B4, Q: 767-300ER/PW4060.

### Manufacturer's weight empty:

A, C	74,752 kg (164,800 lb)
B, D	74,144 kg (163,900 lb)
E	76,339 kg (168,300 lb)
F	76,249 kg (168,100 lb)
G	76,566 kg (168,800 lb)
H	76,476 kg (168,600 lb)
J, L	79,560 kg (175,400 lb)
K, M	79,379 kg (175,000 lb)
N	80,785 kg (178,100 lb)
P	80,603 kg (177,700 lb)
Q	81,374 kg (179,400 lb)
Operating weight empty: A, C	80,921 kg (178,400 lb)
B, D	80,512 kg (177,500 lb)
E	83,552 kg (184,200 lb)
F	83,461 kg (184,000 lb)
G	83,778 kg (184,700 lb)
H	83,688 kg (184,500 lb)
J, L	87,135 kg (192,100 lb)
K, M	86,953 kg (191,700 lb)
N	89,312 kg (196,900 lb)
P	89,131 kg (196,500 lb)
Q	89,902 kg (198,200 lb)

Max payload (767-200, 216 passengers: 767-200ER, 174 passengers; 767-300, 261 passengers: 767-300ER, 210 passengers): A, B, C, D 19,595 kg (43,200 lb)  
E, F, G, H 16,574 kg (36,540 lb)  
J, K, L, M 23,677 kg (52,200 lb)  
N, P, Q 20,003 kg (44,100 lb)

### Max fuel weight:

A, B, C, D, J, K, L, M	51,131 kg (112,725 lb)
E, F	62,613 kg (138,038 lb)
G, H, N, P, Q	73,635 kg (162,338 lb)
Max T-O weight: A, B	136,078 kg (300,000 lb)
C, D	142,881 kg (315,000 lb)
E, F, J, K	156,489 kg (345,000 lb)
G, H, N, P	156,489 kg (345,000 lb)
L, M	159,211 kg (351,000 lb)
Q	181,437 kg (400,000 lb)
Max ramp weight: A, B	136,985 kg (302,000 lb)
C, D	143,789 kg (317,000 lb)
E, F, J, K	157,396 kg (347,000 lb)
G, H, N, P	175,994 kg (388,000 lb)
L, M	159,664 kg (352,000 lb)
Q	181,890 kg (401,000 lb)

### Max zero-fuel weight: A, B

C, D	112,491 kg (248,000 lb)
E, F	113,398 kg (250,000 lb)
G, H	114,757 kg (253,000 lb)
J, K, L, M, N, P	117,934 kg (260,000 lb)
Q	126,098 kg (278,000 lb)
Max landing weight: A, B	122,470 kg (270,000 lb)
C, D	123,377 kg (272,000 lb)
E, F	126,098 kg (278,000 lb)
G, H	129,273 kg (285,000 lb)
J, K, L, M, N, P	136,078 kg (300,000 lb)
Q	145,149 kg (320,000 lb)

Max wing loading: A, B 480.24 kg/m<sup>2</sup> (98.36 lb/sq ft)  
C, D 504.26 kg/m<sup>2</sup> (103.28 lb/sq ft)  
E, F, J, K 552.25 kg/m<sup>2</sup> (113.11 lb/sq ft)  
G, H, N, P 619.53 kg/m<sup>2</sup> (126.89 lb/sq ft)  
L, M 561.87 kg/m<sup>2</sup> (115.08 lb/sq ft)  
Q 640.33 kg/m<sup>2</sup> (131.15 lb/sq ft)

PERFORMANCE (at max T-O weight except where indicated):  
Normal cruising speed, all versions Mach 0.80

### Approach speed at max landing weight:

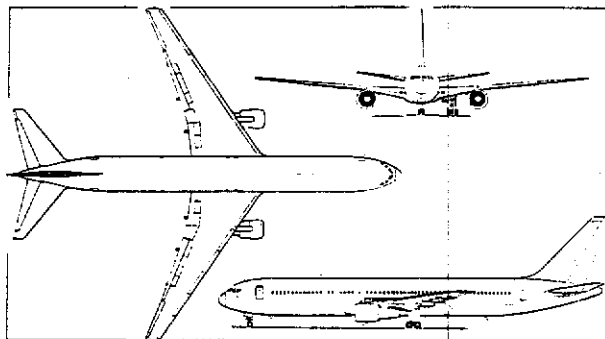
A, B, C, D	136 knots (252 km/h; 157 mph)
E	138 knots (256 km/h; 159 mph)
F, G, H	140 knots (259 km/h; 161 mph)
J, K, L, M, N, P	141 knots (261 km/h; 162 mph)
Q 145 knots	(269 km/h; 167 mph)
Initial cruise altitude: A	11,950 m (39,200 ft)
B	12,100 m (39,700 ft)
C, D	11,650 m (38,200 ft)
E	11,800 m (38,700 ft)
F	11,215 m (36,800 ft)
G	11,460 m (37,600 ft)
H	10,925 m (35,850 ft)
J, M	10,850 m (35,600 ft)
K	11,250 m (36,900 ft)
L	11,340 m (37,200 ft)
N, P	11,125 m (36,500 ft)
Q	10,600 m (34,800 ft)
Service ceiling, OEI: A, C	10,400 m (34,100 ft)
B, D	6,525 m (21,400 ft)
E	6,430 m (21,100 ft)
F	6,850 m (22,500 ft)
G	7,200 m (23,600 ft)
H	7,250 m (23,800 ft)
G, H	7,375 m (24,200 ft)
J, L	6,035 m (19,800 ft)
K, M	6,150 m (20,200 ft)
N, P	6,615 m (21,700 ft)
Q	6,550 m (21,500 ft)

### T-O field length: A, B

C	1,798 m (5,900 ft)
D	1,951 m (6,400 ft)
E	1,981 m (6,500 ft)
F	2,347 m (7,700 ft)
G, H	2,316 m (7,600 ft)
J	2,774 m (9,100 ft)
K	2,560 m (8,400 ft)
L, M	2,469 m (8,100 ft)
N	2,652 m (8,700 ft)
P	2,926 m (9,600 ft)
Q	2,956 m (9,700 ft)
Design range: A	3,160 nm (5,856 km; 3,639 miles)
B	3,220 nm (5,967 km; 3,708 miles)
C	3,795 nm (7,033 km; 4,370 miles)
D	3,850 nm (7,133 km; 4,433 miles)
E	5,365 nm (9,942 km; 6,178 miles)
F	5,410 nm (10,026 km; 6,230 miles)
G	6,770 nm (12,546 km; 7,796 miles)
H	6,805 nm (12,600 km; 7,836 miles)
J	4,000 nm (7,413 km; 4,606 miles)
K	4,020 nm (7,450 km; 4,629 miles)
L	4,230 nm (7,839 km; 4,871 miles)
M	4,260 nm (7,895 km; 4,905 miles)
N	5,740 nm (10,637 km; 6,610 miles)
P	5,760 nm (10,674 km; 6,631 miles)
Q	6,060 nm (11,230 km; 6,978 miles)

### OPERATIONAL NOISE LEVELS (FAR Pt 36, Stage 3):

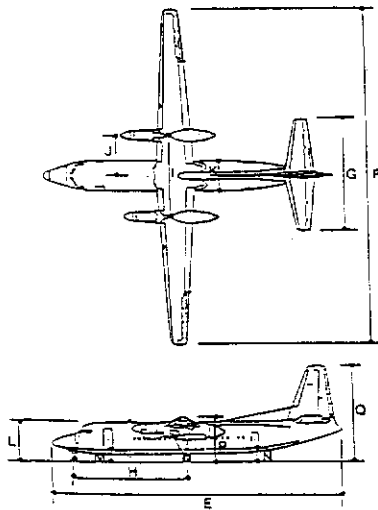
T-O at max basic T-O weight: B	87.1 EPNdB
H	90.4 EPNdB
Approach at max landing weight: B	101.6 EPNdB
H	101.7 EPNdB
Sideline: B	95.4 EPNdB
H	96.6 EPNdB



Boeing 767-300 wide-bodied medium-range commercial transport (Pilot Press)

# Fokker F-50

Notes:  
 Dimensions Not Shown On Drawing  
 \*\* Steering Angle 62° (No Slip)  
 \*\*\* All seating capacities shown for single class



Airport Reference Code  
 Aircraft Range (nautical miles)  
 Passenger Capacity

B-HII  
 1,109-1,565 nm  
 50 seats

A. Maximum Aircraft Ramp Weight	42,110 lbs	19,100kg
B. Maximum Aircraft Landing Weight	41,965 lbs	18,990kg
C. Maximum Aircraft Takeoff Weight	41,965 lbs	18,990kg
**D. Minimum Turning Radius	59'-3.5"	18.07m
E. Overall Length	82'-10"	25.25m
F. Wing Span	95'-1.75"	29.00m
G. Tail Span	31'-11.75"	9.73m
H. Wheel Base	31'-10"	9.70m
I. Wheel Track	23'-7.5"	7.23m
J. Engine from Aircraft Centerline	Not Available	
K. Fuselage Width	8'-10.25"	2.70m
L. Fuselage Height Above Ground	Not Available	
M. Forward Passenger Door Sill Height Above Ground	Not Available	
N. Aft Passenger Door Sill Height Above Ground	Not Available	
*O. Propeller Clearance Above Ground	3'-9.75"	1.15m
P. Wing Tip Vertical Clearance	Not Available	
Q. Tail Height	27'-3.5"	8.32m
*R. Main Cargo Door Sill Height Above Ground	Not Available	

## DIMENSIONS EXTERNAL (Series 100 and 300):

Wing span	29.00 m (95 ft 1 1/2 in)
Wing chord: at root	3.464 m (11 ft 4 1/2 in)
at tip	1.40 m (4 ft 7 in)
Wing aspect ratio	12.0
Length overall	25.247 m (82 ft 10 in)
Fuselage Max width	2.70 m (8 ft 10 1/2 in)
Height overall (static)	8.317 m (27 ft 3 1/2 in)
Tailplane span	9.746 m (31 ft 11 1/4 in)
Wheel track	7.20 m (23 ft 7 1/2 in)
Wheelbase	9.70 m (31 ft 10 in)
Propeller diameter	3.66 m (12 ft 0 in)
Propeller ground clearance	1.162 m (3 ft 9 1/2 in)
Propeller fuselage clearance	0.593 m (1 ft 11 1/4 in)
Passenger door (fwd. port): Height	1.78 m (5 ft 10 in)
Width	0.76 m (2 ft 6 in)
Service door (rear. port) and baggage door (fwd. stbd): each Height	1.27 m (4 ft 2 in)
Width	0.61 m (2 ft 0 in)
Standard cargo door (rear. stbd): Height	1.27 m (4 ft 2 in)
Width	0.86 m (2 ft 9 1/4 in)
Optional large cargo door (rear. port): Height	1.65 m (5 ft 5 in)
Width	1.30 m (4 ft 3 1/4 in)

## DIMENSIONS EXTERNAL (Series 400) As Series 100/300 except:

Length overall	27.69 m (90 ft 10 1/2 in)
Height overall (static)	8.34 m (27 ft 4 1/2 in)
Wheelbase	11.23 m (36 ft 10 1/2 in)

## DIMENSIONS INTERNAL (Series 100 and 300):

Cabin, excl flight deck: Length	15.96 m (52 ft 4 in)
Width at floor	2.11 m (6 ft 11 in)

Max width	2.50 m (8 ft 2 1/2 in)
Max height	1.96 m (6 ft 5 1/2 in)
Floor area (excl toilet)	30.2 m² (325.0 sq ft)
Baggage/cargo volume (standard commuter version): main compartments	7.38 m³ (260.6 cu ft)
wardrobe compartment	0.82 m³ (29.0 cu ft)
overhead bins	2.22 m³ (78.4 cu ft)

## DIMENSIONS INTERNAL: (Series 400) As Series 100/300 except:

Cabin, excl flight deck: Length	18.36 m (60 ft 3 in)
Floor area (excl toilet)	34.8 m² (374.6 sq ft)
Baggage/cargo volume (standard commuter version): main compartments	8.23 m³ (290.6 cu ft)
wardrobe compartment	0.77 m³ (27.2 cu ft)
overhead bins	2.75 m³ (97.1 cu ft)

## AREAS (Series 100, 300 and 400):

Wings, gross	70.0 m² (753.5 sq ft)
Ailerons (total)	3.66 m² (39.40 sq ft)
Trailing-edge flaps (total)	17.15 m² (184.60 sq ft)
Fin, incl dorsal fin	17.60 m² (189.44 sq ft)
Rudder, incl tab	3.17 m² (34.12 sq ft)
Tailplane	16.00 m² (172.22 sq ft)
Elevators (total, incl tab)	3.17 m² (34.12 sq ft)

## WEIGHTS AND LOADINGS (A: Series 100, B: Series 300, C: Series 400):

Typical operating weight empty:	
A, B	12,520 kg (27,602 lb)
C	13,423 kg (29,592 lb)
Max fuel load: A, B, C	4,123 kg (9,090 lb)
Max payload: A, B	6,080 kg (13,404 lb)
C	7,177 kg (15,823 lb)
Max ramp weight: A, B, standard	19,990 kg (44,070 lb)
A, B, optional	20,820 kg (45,900 lb)
C	22,295 kg (49,152 lb)
Max landing weight: A, B, standard	
A, B, optional	19,500 kg (42,990 lb)
C	20,820 kg (45,900 lb)
Max landing weight: A, B, standard	19,500 kg (42,990 lb)
A, B, optional	19,730 kg (43,500 lb)
C	21,500 kg (47,400 lb)
Max zero-fuel weight: A, B	18,600 kg (41,000 lb)
C	20,600 kg (45,415 lb)
Max wing loading:	
A, B, standard	283.0 kg/m² (58.37 lb/sq ft)
A, B, optional	297.4 kg/m² (60.92 lb/sq ft)
C	317.9 kg/m² (65.11 lb/sq ft)
Max power loading:	
A, B, standard	5.35 kg/kw (8.80 lb/shp)
A, B, optional	5.59 kg/kw (9.18 lb/shp)
C	5.43 kg/kw (8.92 lb/shp)

## PERFORMANCE (Series 100)

Max operating Mach number	0.507
Typical cruising speed	282 knots (522 km/h, 325 mph)
Typical climb speed	170 knots (315 km/h, 196 mph) CAS
Typical descent speed	227 knots (420 km/h, 261 mph) CAS
Max operating altitude	7,620 m (25,000 ft)
Service ceiling, OEI, A, B, standard	AUW of 17,770 kg (39,176 lb)
ISA	4,300 m (14,100 ft)
Runway LCN (51 cm; 20 in flexible pavement), 34 X	
10.75-R 16 tyres at 5.86 bars (85 lb/sq in):	
AUW of 19,050 kg (42,000 lb)	16.9

AUW of 20,820 kg (45,900 lb) 18.4

T-O field length for typical mission T-O weight at S/L

ISA, 15° flap 940 m (3,085 ft)

Landing field length for typical mission landing weight at

S/L, ISA, 35° flap 1,020 m (3,347 ft)

Range with 50 passengers and baggage, reserves for 45

min continued cruise at long-range schedule\* and 87 nm

(161 km, 100 mile) diversion:

at standard MTOW:

high-speed procedure 1,109 nm (2,055 km, 1,277 miles)

min fuel procedure 1,216 nm (2,253 km, 1,400 miles)

at optional MTOW:

high-speed procedure 1,665 nm (3,085 km, 1,917 miles)

\*relevant speed and altitude detail not supplied

PERFORMANCE (Series 300 and 400 estimated):

Max operating Mach number: 400 0.507

Typical cruising speed:

300 284 knots (526 km/h, 327 mph)

400 276 knots (511 km/h, 318 mph)

Typical climb speed:

300, 400 170 knots (315 km/h, 196 mph)

Typical descent speed:

300, 400 227 knots (421 km/h, 261 mph)

Max operating altitude: 300, 400 7,620 m (25,000 ft)

Service ceiling OEI, ISA

300 at 17,875 kg (39,407 lb) AUW 4,940 m (16,200 ft)

400 at 19,900 kg (43,872 lb) AUW 3,900 m (12,800 ft)

T-O field length for typical mission T-O weight at S/L,

ISA, 15° flap 300 920 m (3,020 ft)

400 1,135 m (3,725 ft)

Landing field length for typical mission landing weight at

S/L, ISA, 35° flap: 300 1,020 m (3,347 ft)

400 1,125 m (3,691 ft)

Range with 50 passengers and baggage, reserves for 45

min continued cruise at long-range schedule and 87 nm

(161 km, 100 mile) diversion:

at standard max T-O weight:

300, high-speed procedure 1,097 nm (2,033 km, 1,263 miles)

400, high-speed procedure 1,161 nm (2,151 km, 1,337 miles)

300, min fuel procedure 1,186 nm (2,198 km, 1,365 miles)

at optional max T-O weight:

300, high-speed procedure 1,521 nm (2,818 km, 1,751 miles)

300, min fuel procedure 1,628 nm (3,017 km, 1,874 miles)

OPERATIONAL NOISE LEVELS:

T-O 81.0 EPNdB

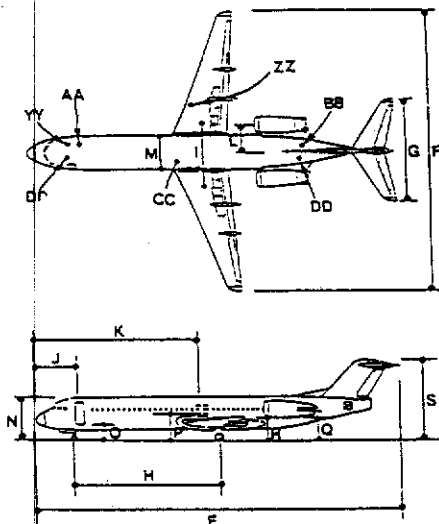
Approach 96.7 EPNdB

Sideline 85.0 EPNdB



## Notes:

- ... Dimensions Not Shown On Drawing
- ... Steering Angle 76° (3° Slip)
- ... All seating capacities shown for single class
- ... All weights shown with Tav 650 engines



Airport Reference Code		C-III
Aircraft Range (nautical miles)		1,300-2,050 nm
Passenger Capacity		107 seats
A. Maximum Aircraft Ramp Weight	101,500 lbs	46,040kg
B. Maximum Aircraft Landing Weight	88,000 lbs	39,915kg
C. Maximum Aircraft Takeoff Weight	101,000 lbs	45,810kg
**D. Minimum Pavement Width for 180° Turn	72'-9"	22.2m
E. Length (Overall)	116'-7"	35.53m
F. Wing Span	92'-1"	28.08m
G. Tail Span	32'-11"	10.04m
H. Wheel Base	45'-11"	14.01m
I. Wheel Track	16'-7"	5.04m
J. Nose to Forward Passenger Door	12'-9"	3.93m
K. Nose to Emergency Exit Door	67'-5"	20.59m
L. Engine From Aircraft Centerline	8'-9.5"	2.68m
M. Fuselage Width	10'-10"	3.30m
N. Fuselage Height Above Ground	3'-4"	1.02m
O. Forward Passenger Door Sill Height Above Ground	6'-11"	2.10m
P. Emergency Exit Door Sill Height Above Ground	7'-7"	2.31m
Q. Engine Clearance Above Ground	7'-8"	2.34m
R. Wing Tip Vertical Clearance	8'-0"	2.44m
S. Tail Height	27'-11"	8.50m
*T. Nose to Forward Cargo Door	27'-3"	8.31m
*U. Nose to Mid Cargo Door	40'-4"	12.29m
*V. Nose to Aft Cargo Door	71'-4"	21.74m
*W. Forward Cargo Door Sill Height Above Ground	4'-4"	1.31m
*X. Mid Cargo Doors Sill Height Above Ground	4'-6"	1.37m
*Y. Aft Cargo Door Sill Height Above Ground	4'-10"	1.46m

## Legend:

- X<sup>1</sup> - Distance aft of nose
- Y<sup>2</sup> - Distance from aircraft centerline
- Z<sup>3</sup> - Height above ground

## Service Point Data

Service Point	X <sup>1</sup>	Location Y <sup>2</sup>	Z <sup>3</sup>	Number/ (Connection Size)
YY. Electrical 200/115-V, 3 phase, 400Hz	10'-7" 3.20m	3'-7" R 1.10m R	5'-0"/6'-0" 1.50m/1.80m	1
ZZ. Pressure Fueling	53'-10" 16.40m	9'-6" R 2.90m R	5'-4"/5'-11" 1.60m/1.80m	1
AA. Ground Conditioned Air	16'-11" 5.20m	4'-2" R 1.30m R	5'-5"/6'-4" 1.60m/1.90m	1
BB. Pneumatics	84'-4" 25.70m	2'-1" R 0.60m R	5'-8"/6'-8" 1.70m/2.00m	1
CC. Potable Water	46'-2" 14.10m	2'-2" L 0.70m L	4'-4"/4'-11" 1.30m/1.50m	1
DD. Lavatory Service	10'-10" 3.30m	3'-7" L 1.10m L	5'-0"/6'-0" 1.50m/1.80m	1

## Fokker 100

### DIMENSIONS, EXTERNAL

Wing span	28.08 m (92 ft 1 1/2 in)
Wing chord at root	5.28 m (17 ft 4 in)
at tip	1.26 m (4 ft 1 1/2 in)
Wing aspect ratio	8.4
Length overall	35.53 m (116 ft 6 1/2 in)
Fuselage Length	32.50 m (106 ft 7 1/2 in)
Max diameter	3.30 m (10 ft 10 in)
Height overall	8.50 m (27 ft 10 1/2 in)
Tailplane span	10.04 m (32 ft 11 1/4 in)
Wheel track (c/l of shock struts)	5.04 m (16 ft 6 1/2 in)
Wheelbase	14.01 m (45 ft 11 1/2 in)
passenger door (fwd, port): Height	2.10 m (6 ft 10 1/2 in)
Width	0.92 m (3 ft 0 1/2 in)
Service door (fwd, starboard): Height	1.38 m (4 ft 5 1/2 in)
Width	0.72 m (2 ft 4 1/2 in)
Cargo compartment doors (fwd and rear, starboard):	
Height (each)	0.95 m (3 ft 1 1/2 in)
Width (each)	0.90 m (2 ft 11 1/2 in)
Height to sill (MTOW):	
fwd door front	1.31 m (4 ft 3 1/2 in)
fwd door at rear	1.37 m (4 ft 6 in)
rear door	1.46 m (4 ft 9 1/2 in)
Overwing emergency exits (four, each):	
Height	0.97 m (3 ft 0 in)
Width	0.51 m (1 ft 8 in)

### DIMENSIONS, INTERNAL

Cabin, excl flight deck: Length	21.19 m (69 ft 6 1/2 in)
Max length of seating area	18.80 m (61 ft 8 1/2 in)
Max width	3.10 m (10 ft 2 in)
Width at floor	2.88 m (9 ft 5 1/2 in)
Max height	2.01 m (6 ft 7 1/2 in)
Max floor area	58.48 m <sup>2</sup> (629.5 sq ft)
Max volume	107.58 m <sup>3</sup> (3,799 cu ft)
Overhead stowage bins (total)	5.23 m <sup>3</sup> (184.7 cu ft)
Additional baggage space (total)	3.03 m <sup>3</sup> (107.0 cu ft)
Under floor compartment volume:	
fwd	9.72 m <sup>3</sup> (343.3 cu ft)
rear	7.36 m <sup>3</sup> (260 cu ft)

### AREAS

Wings, gross	93.50 m <sup>2</sup> (1,006.4 sq ft)
Ailerons (total)	3.528 m <sup>2</sup> (37.98 sq ft)
Trailing-edge flaps (total)	17.08 m <sup>2</sup> (183.85 sq ft)
Lift dumpers (total)	5.30 m <sup>2</sup> (57.05 sq ft)
Rudder	2.30 m <sup>2</sup> (24.76 sq ft)
Elevators (total)	3.96 m <sup>2</sup> (42.63 sq ft)
Airbrakes (total)	1.62 m <sup>2</sup> (17.37 sq ft)

### WEIGHT AND LOADINGS (A: basic weights and Tay 620; B: intermediate gross weight and Tay 650; C: 1993 high gross weight and Tay 6500)

Typical operating weight empty:	
A	24,374 kg (53,736 lb)
B	24,504 kg (54,023 lb)
C	24,511 kg (54,038 lb)
Max payload (weight-limited):	A: 11,549 kg (25,264 lb)
B	12,236 kg (26,977 lb)
C	12,230 kg (26,962 lb)
Max ramp weight: A	43,318 kg (95,500 lb)
B	44,680 kg (98,500 lb)
C	46,040 kg (101,500 lb)
Max T-O weight: A	43,090 kg (95,000 lb)
B	44,450 kg (98,000 lb)
C	45,810 kg (101,000 lb)
Max landing weight: A	39,780 kg (88,500 lb)
B, C	39,915 kg (88,000 lb)
Max zero-fuel weight: A	35,835 kg (79,000 lb)
B, C	36,740 kg (81,000 lb)
Max wing loading: A	460.8 kg/m <sup>2</sup> (94.39 lb/sq ft)
B	475.4 kg/m <sup>2</sup> (97.37 lb/sq ft)
C	489.9 kg/m <sup>2</sup> (100.35 lb/sq ft)
Max power loading: A	350.0 kg/kN (3.43 lb/lb st)
B	361.2 kg/kN (3.54 lb/lb st)
C	372.4 kg/kN (3.65 lb/lb st)

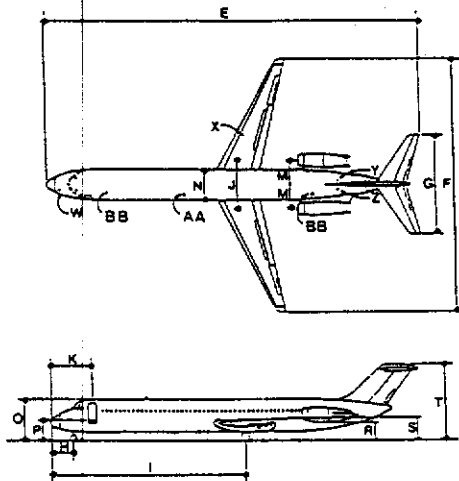
### PERFORMANCE (A, B and C as for Weights and Loadings)

Max operating Mach number: A, B, C	0.77
Max operating speed at 8,230 m (27,000 ft):	
A	456 knots (845 km/h; 525 mph)
B, C	459 knots (850 km/h; 528 mph)
Approach speed at max landing weight:	
A	128 knots (237 km/h; 147 mph)
B, C	130 knots (241 km/h; 150 mph)
Service ceiling: A, B, C	10,670 m (35,000 ft)
FAR T-O field length at S/L, ISA, at max T-O weight:	
A	1,855 m (6,086 ft)

B	1,720 m (5,643 ft)
C	1,825 m (5,988 ft)
FAR landing field length at S/L, ISA, at max landing weight: A	1,320 m (4,330 ft)
B, C	1,350 m (4,420 ft)
Range with 107 passengers and baggage:	
A	1,350 nm (2,502 km; 1,554 miles)
B	1,610 nm (2,984 km; 1,854 miles)
C	1,710 nm (3,157 km; 1,969 miles)
OPERATIONAL NOISE LEVELS: Comply with FAR Pt 36 Stage 3.	
ICAO Annex 16 Chapter 3, Washington National night time limits and Orange County (SNA) Class E exempt	

## Notes:

- .. Dimensions Not Shown On Drawing  
 Steering Angle 82° (3° Slip)  
 --- All seating capacities shown for single class  
 ----- @ 172 PAX & BAGS



Airport Reference Code		C-III
--- Aircraft Range (nautical miles)		1,700nm
--- Passenger Capacity		172 seats ✓
A. Maximum Aircraft Ramp Weight	150,500 lbs	68,266kg
B. Maximum Aircraft Landing Weight	130,000 lbs	58,967kg
C. Maximum Aircraft Takeoff Weight	149,500 lbs	67,812kg
**D. Minimum Pavement Width for 180° Turn	98'-10"	30.1m
E. Length (Overall)	147'-10"	45.06m
F. Wing Span	107'-10"	32.87m
G. Tail Span	40'-2"	12.24m
H. Nose to Nose Gear	7'-7"	2.31m
I. Nose to Main Gear	80'-0"	24.38m
J. Main Gear Width CL to CL	16'-8"	5.08m
K. Nose to Forward Passenger Door CL	14'-5"	4.39m
L. Nose to Aft Passenger Door CL	Not Applicable	
M. Engine From Aircraft Centerline	8'-7"	2.62m
N. Fuselage Width	11'-0"	3.35m
O. Fuselage Height Above Ground	15'-7"/15'-1"	4.75m/4.60m
P. Forward Passenger Door Sill Height Above Ground	7'-10"/7'-3"	2.39m/2.21m
Q. Aft Passenger Door Sill Height Above Ground	Not Applicable	
R. Engine Clearance Above Ground	8'-2"/7'-6"	2.49m/2.29m
S. Wing Tip Vertical Clearance	9'-3"/8'-10"	2.82m/2.69m
T. Tail Height	30'-2"/29'-7"	9.19m/9.02m
*U. Nose to Lower Cargo Doors	FWD 32'-8"	9.96m
	MID 54'-10"	16.71m
	AFT 98'-1"	29.90m
*V. Lower Cargo Doors Sill Height Above Ground	FWD 4'-3"/3'-7"	1.30m/1.09m
	MID 4'-8"/4'-0"	1.42m/1.22m
	AFT 5'-5"/4'-9"	1.65m/1.45m

## Legend:

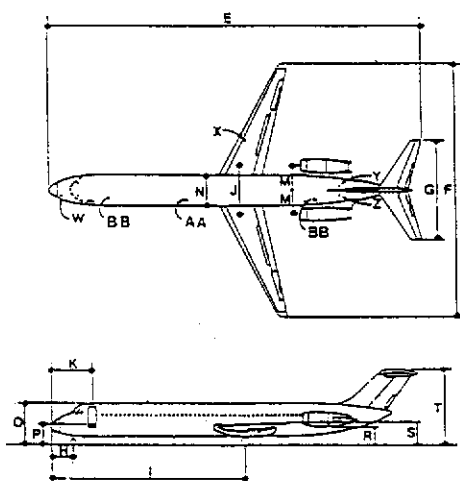
- X<sup>1</sup> - Distance aft of nose  
 Y<sup>2</sup> - Distance from aircraft centerline  
 Z<sup>3</sup> - Height above ground

## Service Point Data

Service Point	X <sup>1</sup>	Location Y <sup>2</sup>	Z <sup>3</sup>	Number/ (Connection Size)
W. Electrical 120/208-V, 400 Hz, 3 Phase, 60 KVA	7'-8" 2.34m	4'-4" L 1.32m L	5'-6" 1.68m	1
X. Pressure Fueling 420 gpm, 50 psig	77'-10" 23.72m	26'-5" R 8.05m R	7'-2" 2.18m	1/(2 <sup>1</sup> /2 <sup>1</sup> )
Y. Ground Conditioned Air	116'-1" 35.38m	2'-1" R 0.63m R	7'-5" 2.25m	1/(8")
Z. Pneumatics	115'-9" 35.28m	2'-1" L 0.63m L	7'-3" 2.21m	1/(3")
AA. Potable Water 6 gpm	43'-7" 13.28m	4'-5" L 1.35m L	6'-6" 1.98m	1/(3 <sup>1</sup> /4")
BB. Lavatory Service	20'-0" 6.10m 109'-0" 33.22m	4'-8" L 1.42m L 4'-5" L 1.35m L	6'-9" 2.06m 8'-0" 2.44m	1/(4")  1/(4")

## Notes:

- .. Dimensions Not Shown On Drawing
- Steering Angle 82° (3° Slio)
- \*\*\* All seating capacities shown for single class
- \*\*\*\*@172 PAX & BAGS



Airport Reference Code  
 --- Aircraft Range (nautical miles) C-III  
 --- Passenger Capacity 2,300nm  
 172 seats

A. Maximum Aircraft Ramp Weight	161,000 lbs	73,028kg
B. Maximum Aircraft Landing Weight	139,500 lbs	63,276kg
C. Maximum Aircraft Takeoff Weight	160,000 lbs	72,575kg
**D. Minimum Pavement Width for 180° Turn	98'-10"	30.1m
E. Length (Overall)	147'-10"	45.06m
F. Wing Span	107'-10"	32.87m
G. Tail Span	40'-2"	12.24m
H. Nose to Nose Gear	7'-7"	2.31m
I. Nose to Main Gear	80'-0"	24.38m
J. Main Gear Width CL to CL	16'-8"	5.08m
K. Nose to Forward Passenger Door CL	14'-5"	4.39m
L. Nose to Aft Passenger Door CL	Not Applicable	
M. Engine From Aircraft Centerline	8'-7"	2.62m
N. Fuselage Width	11'-0"	3.35m
O. Fuselage Height Above Ground	15'-7"/15'-1"	4.75m/4.60m
P. Forward Passenger Door Sill Height Above Ground	7'-10"/7'-3"	2.39m/2.21m
Q. Aft Passenger Door Sill Height Above Ground	Not Applicable	
R. Engine Clearance Above Ground	8'-2"/7'-6"	2.49m/2.29m
S. Wing Tip Vertical Clearance	9'-3"/8'-10"	2.82m/2.69m
T. Tail Height	30'-2"/29'-7"	9.19m/9.02m
*U. Nose to Lower Cargo Doors	FWD 32'-8" MID 54'-10" AFT 98'-1"	9.96m 16.71m 29.90m
*V. Lower Cargo Doors Sill Height Above Ground	FWD 1'-3"/3'-7" MID 4'-8"/4'-0" AFT 5'-5"/4'-9"	1.30m/1.09m 1.42m/1.22m 1.65m/1.45m

## Legend:

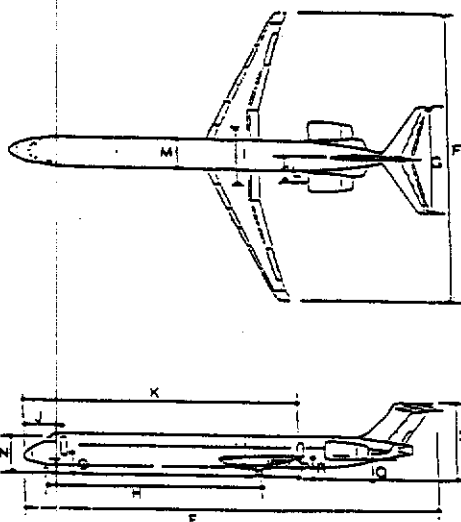
- X<sup>1</sup> - Distance aft of nose
- Y<sup>2</sup> - Distance from aircraft centerline
- Z<sup>3</sup> - Height above ground

## Service Point Data

Service Point	X <sup>1</sup>	Location Y <sup>2</sup>	Z <sup>3</sup>	Number/ (Connection Size)
W. Electrical 120/208-V, 400 Hz, 3 Phase, 60 KVA	7'-8" 2.34m	4'-4" L 1.32m L	5'-6" 1.68m	1
X. Pressure Fueling 420 gpm, 50 psig	77'-10" 23.72m	26'-5" R 8.05m R	7'-2" 2.18m	1/(2 <sup>1</sup> /2")
Y. Ground Conditioned Air	116'-1" 35.38m	2'-1" R 0.63m R	7'-5" 2.26m	1/(8")
Z. Pneumatics	115'-9" 35.28m	2'-1" L 0.63m L	7'-3" 2.21m	1/(3")
AA. Potable Water 6 gpm	43'-7" 13.28m	4'-5" L 1.35m L	6'-6" 1.98m	1/(3 <sup>1</sup> /4")
BB. Lavatory Service	20'-0" 6.10m 109'-0" 33.22m	4'-8" L 1.42m L 4'-5" L 1.35m L	6'-9" 2.06m 8'-0" 2.44m	1/(4")  1/(4")

# MD-90-30 Preliminary

Notes:  
... Dimensions Not Shown On Drawing  
... Steering Angle 82° (3° Slip)  
... All seating capacities shown for mixed class



Airport Reference Code	C-III
Aircraft Range (nautical miles)	Not Available
Passenger Capacity	153 seats
A. Maximum Aircraft Ramp Weight	157,000 lbs 71,214kg
B. Maximum Aircraft Landing Weight	142,000 lbs 64,410kg
C. Maximum Aircraft Takeoff Weight	156,000 lbs 70,760kg
D. Minimum Pavement Width for 180° Turn	Not Available
E. Length (Overall)	152'-7" 46.51m
F. Wing Span	107'-10" 32.87m
G. Tail Span	40'-2" 12.25m
H. Wheel Base	77'-2" 23.52m
I. Wheel Track CL to CL	16'-8" 5.09m
J. Nose to Forward Passenger Door	14'-9" 4.47m
K. Nose to Aft Service Door CL	100'-5" 30.51m
L. Engine From Aircraft Centerline	9'-6" 2.90m
M. Fuselage Width	11'-0" 3.35m
N. Fuselage Height Above Ground	15'-7" 4.75m
O. Forward Passenger Door Sill Height Above Ground	8'-0" 2.44m
P. Aft Service Door Sill Height Above Ground	9'-1" 2.77m
Q. Engine Clearance Above Ground	7'-1" 2.16m
R. Wing Tip Vertical Clearance	8'-4" 2.54m
S. Tail Height	31'-1" 9.5m
T. Nose to Lower Cargo FWD Doors CL	32'-8" 9.86m
	MID 59'-7" 18.16m
	AFT 102'-9" 31.29m
U. Nose to Main Deck Cargo Door	None
V. Lower Cargo Doors Sill Height Above Ground FWD	4'-5" 1.35m
	MID 4'-9" 1.42m
	AFT 5'-3" 1.50m
W. Main Deck Cargo Door Sill	

Legend:  
X<sup>1</sup> - Distance aft of nose  
Y<sup>2</sup> - Distance from aircraft centerline  
Z<sup>3</sup> - Height above ground

## Service Point Data

Service Point	X <sup>1</sup>	Location Y <sup>2</sup>	Z <sup>3</sup>	Number/ (Connection Size)
Y. Electrical	7'-5" (2.3m)	3'-4" (1.0m)L	5'-7" (1.7m)	1
Z. Pressure Fueling	82'-7" (25.2m)	26'-5" (8.1m)R	7'-3" (2.2m)	1/(2"/2")
AA. Ground Conditioned Air	120'-4" (36.7m)	1'-8" (0.5m)R	7'-2" (2.2m)	1/(8")
BB. Pneumatics	119'-10" (36.5m)	1'-9" (0.5m)L	7'-2" (2.2m)	1/(3")
CC. Potable Water	43'-7" (13.3m)	4'-6" (1.4m)L	6'-7" (2.0m)	1/(3/4")
DD. Lavatory Service	23'-0" (7.0m)	4'-6" (1.4m)L	7'-0" (2.1m)	1/(4")
	113'-9" (34.7m)	4'-0" (1.2m)L	8'-0" (2.4m)	

## MD 80 series

### DIMENSIONS. EXTERNAL (all versions, except as indicated):

Wing span	32.87 m (107 ft 10 in)
Wing chord: at root	7.05 m (23 ft 1 1/2 in)
at tip	1.10 m (3 ft 7 1/2 in)
Wing aspect ratio	9.62
Length overall: except MD-87	45.06 m (147 ft 10 in)
MD-87	39.75 m (130 ft 5 in)
Length of fuselage:	
except MD-87	41.30 m (135 ft 6 in)
MD-87	36.30 m (119 ft 1 in)
Height overall: except MD-87	9.04 m (29 ft 8 in)
MD-87	9.30 m (30 ft 6 in)
Tailplane span	12.24 m (40 ft 2 in)
Wheel track	5.08 m (16 ft 8 in)
Wheelbase: except MD-87	22.07 m (72 ft 5 in)
MD-87	19.18 m (62 ft 11 in)
Passenger door (port, fwd):	
Height	1.83 m (6 ft 0 in)
Width	0.86 m (2 ft 10 in)
Height to sill	2.24 m (7 ft 4 in)
Servicing door (stud, fwd): Height	1.22 m (4 ft 0 in)
Width	0.69 m (2 ft 3 in)
Height to sill	2.24 m (7 ft 4 in)
Servicing door (port, rear): Height	1.52 m (5 ft 0 in)
Width	0.69 m (2 ft 3 in)
Height to sill	2.67 m (8 ft 9 in)
Freight and baggage hold doors:	
Height	1.27 m (4 ft 2 in)
Width	1.15 m (4 ft 1 in)
Height to sill fwd	1.17 m (3 ft 10 in)
center	1.30 m (4 ft 3 in)
rear	1.52 m (5 ft 0 in)
Rear cargo door MD-87: Height	1.27 m (4 ft 2 in)
Width	0.91 m (3 ft 0 in)
Emergency exits (overwing, port and stud):	
Height	0.91 m (3 ft 0 in)
Width	0.51 m (1 ft 8 in)

### DIMENSIONS. INTERNAL:

Cabin, excl flight deck toilets:	
Length	30.78 m (101 ft 0 in)
Max width	3.07 m (10 ft 1 in)
Max height	2.06 m (6 ft 9 in)
Floor area	89.65 m <sup>2</sup> (965.0 sq ft)
Volume	191.9 m <sup>3</sup> (6,778 cu ft)
Freight holds (underfloor, MD-81/82):	
fwd	12.29 m <sup>3</sup> (434.0 cu ft)
centre	10.65 m <sup>3</sup> (376.0 cu ft)
rear	12.54 m <sup>3</sup> (443.0 cu ft)
Freight holds (underfloor, MD-83):	
total	29.1 m <sup>3</sup> (1,028 cu ft)

### AREAS:

wings gross	11.5 m <sup>2</sup> (1,239 sq ft)
Ailerons (total)	3.53 m <sup>2</sup> (38.0 sq ft)
Fin, excl dor	9.51 m <sup>2</sup> (102.4 sq ft)
Rudder	6.07 m <sup>2</sup> (65.3 sq ft)
Fairplane	29.17 m <sup>2</sup> (314.0 sq ft)

### WEIGHTS AND LOADINGS (A: MD-81, B: C; MD-83)

D: MD-87, E: MD-88:	
Operating weight empty: A	35,580 kg (78,440 lb)
B	35,620 kg (78,528 lb)
C	36,395 kg (80,238 lb)
D standard fuel	33,620 kg (74,139 lb)
D optional fuel	34,357 kg (75,745 lb)
Fuel total:	
A, B, D standard	17,748 kg (39,128 lb)
C, D optional	21,182 kg (46,699 lb)
Max payload (weight limited): A	17,944 kg (39,560 lb)
B	19,718 kg (43,472 lb)
C	18,943 kg (41,762 lb)
D standard	17,112 kg (37,727 lb)
D optional	16,445 kg (36,255 lb)
Max T-O weight: A (-217 engines), D standard	61,503 kg (140,000 lb)
A (-217A engines), B, D optional, E standard	67,812 kg (149,500 lb)
C, E optional	72,575 kg (160,000 lb)
Max zero-fuel weight: A	53,524 kg (118,000 lb)
B, C	55,338 kg (122,000 lb)
D	50,802 kg (112,000 lb)
Max landing weight:	
A, D standard	58,060 kg (128,000 lb)
B, D optional	58,967 kg (130,000 lb)
C	63,276 kg (139,500 lb)

### Max wing loading:

A, D standard	534.6 kg/m <sup>2</sup> (109.5 lb/sq ft)
B, D optional, E standard	574.7 kg/m <sup>2</sup> (117.7 lb/sq ft)
C, E optional	615.0 kg/m <sup>2</sup> (126.0 lb/sq ft)
Max power loading: A:	385.8 kg/kN (3.78 lb/lb st)
B, D optional	381.0 kg/kN (3.74 lb/lb st)
C, E optional	388.5 kg/kN (3.81 lb/lb st)
D, standard	356.8 kg/kN (3.50 lb/lb st)
E standard	363.3 kg/kN (3.56 lb/lb st)

### FAA T-O field length: A

B	1,954 m (6,410 ft)
C	2,315 m (7,595 ft)
D	2,462 m (8,075 ft)
E	1,913 m (6,275 ft)

### PERFORMANCE (at max T-O weight except where indicated):

Max level speed (all):	500 knots (925 km/h, 575 mph)
Max cruising speed (all):	Mach 0.80
Normal cruising speed (all):	Mach 0.76
FAA landing field length: at max landing weight:	
A	1,451 m (4,760 ft)
B	1,463 m (4,800 ft)
C	1,540 m (5,050 ft)
D	1,451 m (4,760 ft)

### Range with max fuel:

D standard	2,980 nm (5,522 km, 3,431 miles)
D optional	3,650 nm (6,764 km, 4,203 miles)

### Range (A, B, C with 155 passengers, domestic reserves; D

with 130 passengers, domestic reserves):	
A	1,630 nm (3,020 km, 1,877 miles)
B	2,176 nm (4,032 km, 2,505 miles)
C	2,618 nm (4,851 km, 3,014 miles)
D standard	2,405 nm (4,457 km, 2,769 miles)
D optional	2,874 nm (5,326 km, 3,309 miles)

### OPERATIONAL NOISE LEVELS (FAR Pt 36):

T-O: A, B, C	90.4 EPNdB
D estimated	88.7 EPNdB
Sideline: A, B, C	94.6 EPNdB
D estimated	92.8 EPNdB
Approach: A, B, C	93.3 EPNdB
D estimated	93.3 EPNdB

## MD 90

### DIMENSIONS. EXTERNAL (A: MD-90-30, B: MD90-50)

C: MD-90-55:	
Wing span	32.87 m (107 ft 10 in)
Length overall: A, B, C	46.51 m (152 ft 7 in)
Height overall: A, B, C	9.42 m (30 ft 11 in)
Wheel track: A, B, C	5.09 m (16 ft 8 1/2 in)
Wheelbase: A, B, C	23.52 m (77 ft 2 in)

### DIMENSIONS. INTERNAL:

Baggage volume (total): A, B, C 38.03 m<sup>3</sup> (1,343 cu ft)

### AREAS:

Wings, gross: A, B, C 115.1 m<sup>2</sup> (1,239 sq ft)

### WEIGHTS AND LOADINGS:

Operating weight empty: A	36,690 kg (80,887 lb)
B	39,275 kg (86,588 lb)
C	42,844 kg (94,455 lb)
Max T-O weight: A	70,760 kg (156,000 lb)
B, C	78,244 kg (172,500 lb)
Max ramp weight: A	71,215 kg (157,000 lb)
B, C	78,698 kg (173,500 lb)
Max zero-fuel weight: A	58,965 kg (130,000 lb)
B, C	61,235 kg (135,000 lb)
Max landing weight: A	64,410 kg (142,000 lb)
B, C	71,210 kg (156,000 lb)
Max wing loading: A	614.75 kg/m <sup>2</sup> (125.9 lb/sq ft)
B, C	679.78 kg/m <sup>2</sup> (139.23 lb/sq ft)
Max power loading: A	318.14 kg/kN (3.12 lb/lb st)
B, C	315.93 kg/kN (3.08 lb/lb st)

### PERFORMANCE (estimated, at max T-O weight, ISA except

where indicated):  
Cruising speed at 10,670 m (35,000 ft): A, B, C  
Mach 0.6

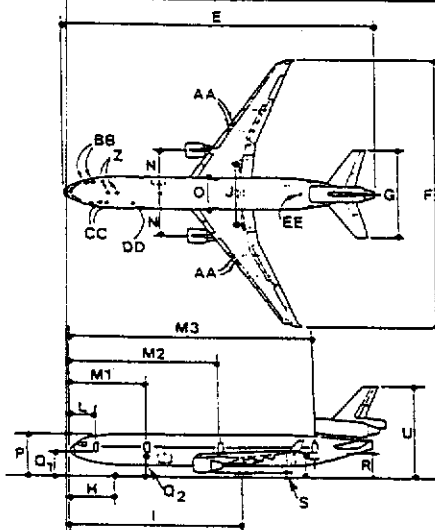
FAA T-O field length: A	2,240 m (7,350 ft)
B, C	2,488 m (8,160 ft)
FAA landing field length, at max landing weight:	
A	1,509 m (4,950 ft)
B, C	1,628 m (5,340 ft)

### Range, with domestic reserves: (A and B with 153

passengers, C with 187 passengers):	
A	2,300 nm (4,262 km, 2,648 miles)
B	2,900 nm (5,374 km, 3,339 miles)
C	2,700 nm (5,003 km, 3,109 miles)

## Notes:

- \* Dimensions Not Shown On Drawing
- Steering Angle 60.8° (9.2° Slip)
- All seating capacities shown for mixed class
- With GE CF6-80C2D1F engines
- @323 PAX & BAGS



Airport Reference Code	D-IV
----- Aircraft Range (nautical miles)	6,600 nm
--- Passenger Capacity	323 seats
A. Maximum Aircraft Ramp Weight	605,500 lbs 274,655kg
B. Maximum Aircraft Landing Weight	430,000 lbs 195,044kg
C. Maximum Aircraft Takeoff Weight	602,500 lbs 273,288kg

--D. Minimum Pavement Width for 180° Turn	160'-7"	49.0m
----- E.Length (Overall)	202'-2"	61.62m
F. Wing Span	170'-6"	52.00m
G. Tail Span	59'-2"	18.00m
H. Nose to Nose Gear	27'-10"	8.48m
I. Nose to Main Wing Gear	108'-7"	33.10m
J. Main Wing Gear Width CL to CL	35'-0"	10.67m
L. Nose to Forward Passenger Door No. 1 CL	16'-8"	5.08m
M1. Nose to Passenger Door No. 2 CL	48'-1"	14.66m
M2. Nose to Passenger Door No. 3 CL	95'-2"	29.01m
M3. Nose to Aft Passenger Door No. 4 CL	155'-3"	47.32m
N. Engine From Aircraft Centerline	26'-10"	8.20m
O. Fuselage Width	19'-9"	6.02m
P. Fuselage Height Above Ground	28'-6"/27'-1"	8.69m/8.27m
Q1. Forward Passenger Door Sill Height Above Ground	15'-9"/17'-5"	4.81m/5.31m
Q2. Passenger Door No. 2 Sill Height Above Ground	15'-8"/16'-1"	4.78m/5.16m
R. Aft Passenger Door Sill Height Above Ground	15'-0"/16'-3"	4.57m/4.94m
S. Engine Clearance Above Ground	3'-2"/4'-5"	0.95m/1.25m
T. Winglet Vertical Clearance	12'-4"/13'-4"	3.77m/4.07m
U. Tail Height	56'-9"/58'-10"	17.31m/17.93m
*V. Nose to Lower Deck Forward Door CL	59'-2"	18.03m
*W. Nose to Lower Deck Center Cargo Door CL	144'-0"	43.90m
*X. Lower Deck Forward Door Sill Height Above Ground	9'-2"/10'-3"	2.80m/3.14m
*Y. Lower Deck Center Cargo Door Sill Height Above Ground	8'-8"/9'-9"	2.64m/2.96m

## Legend:

- X<sup>1</sup> - Distance aft of nose
- Y<sup>2</sup> - Distance from aircraft centerline
- Z<sup>3</sup> - Height above ground

## Service Point Data

Service Point	X <sup>1</sup>	Location Y <sup>2</sup>	Z <sup>3</sup>	Number/ (Connection Size)
Z. Electrical Service 115/200-V, 30, 400 Hz 90 KVA	30'-6" 9.30m	1'-2" L 0.36m L	7'-4"/8'-9" 2.24m/2.67m	2/(AN3430 Plug)
AA. Pressure Fueling 2 points 1,250 gpm	107'-10" 32.87m	42'-3" R/L 12.88m R/L	14'-8"/15'-5" 4.47m/4.70m	4/(2 1/2")
BB. Ground Conditioned Air	15'-2" 4.63m	6'-2" R 1.88m R	12'-3"/13'-11" 3.73m/4.24m	2/(8")
CC. Pneumatics	25'-2" 7.63m	6'-7" L 2.01m L	10'-10"/12'-4" 3.30m/3.76m	2/(3")
DD. Potable Water	40'-6" 12.34m	3'-4" L 1.02m L	8'-0"/9'-1" 2.44m/2.77m	1
EE. Lavatory Service	163'-8" 49.89m	0' 0m	9'-9"/11'-3" 2.97m/3.34m	1

## MD-11

### DIMENSIONS EXTERNAL

Wing span	51.77 m (169 ft 10 in)
Wing chord : at root	10.71 m (35 ft 1 1/4 in)
at tip	2.73 m (8 ft 11 1/2 in)
Wing aspect ratio	7.5
Length overall: with PW4460	61.24 m (200 ft 11 in)
with CF6-80	61.37 m (201 ft 4 in)
Fuselage: Length	58.65 m (192 ft 5 in)
Max diameter	6.02 m (19 ft 9 in)
Height overall	17.80 m (57 ft 9 in)
Tailplane span	18.03 m (59 ft 2 in)
Wheel track	10.57 m (34 ft 8 in)
Wheelbase	24.61 m (80 ft 9 in)
Crew doors (two, each): Height	1.93 m (6 ft 4 in)
Width	0.81 m (2 ft 8 in)
Passenger doors (six, each): Height	1.93 m (6 ft 4 in)
Width	1.07 m (3 ft 6 in)
Lower deck forward freight door:	
Height	1.68 m (5 ft 6 in)
Width	2.64 m (8 ft 8 in)
Lower deck centre freight door (standard):	
Height	1.68 m (5 ft 6 in)
Width	1.78 m (5 ft 10 in)
Lower deck bulk cargo door: Height	0.91 m (3 ft 0 in)
Width	0.76 m (2 ft 6 in)
Combi main deck cargo door (port, rear):	
Height	2.59 m (8 ft 6 in)
Width	4.06 m (13 ft 4 in)
CF main deck cargo door (port, forward):	
Height	2.59 m (8 ft 6 in)
Width	3.56 m (11 ft 8 in)

\*Centre freight door of Combi also this size

### DIMENSIONS INTERNAL

Cabin:	
Length, flight deck door to rear bulkhead	46.51 m (152 ft 7 1/4 in)
Max width	5.71 m (18 ft 9 in)
Max height	2.41 m (7 ft 11 in)
Floor area, incl galleys and toilets	2,447 m <sup>2</sup> (2,634.0 sq ft)
Volume, incl galleys and toilets	599.3 m <sup>3</sup> (21,165 cu ft)

Lower deck freight holds: volumes

AREAS:	
Wings gross	358.9 m <sup>2</sup> (3,648 sq ft)
Winglets (total)	7.42 m <sup>2</sup> (80.0 sq ft)
Vertical tail surfaces (total)	56.2 m <sup>2</sup> (605.0 sq ft)
Horizontal tail surfaces (total)	85.5 m <sup>2</sup> (920.0 sq ft)

### WEIGHTS AND LOADINGS (A: MD-11, B: MD-11F, C: MD-11 Combi)

Operating weight empty: A	131,035 kg (288,880 lb)
B	113,630 kg (250,510 lb)
C	129,591 kg (285,700 lb)
Max payload: A	55,655 kg (122,700 lb)
B	92,215 kg (203,300 lb)
C	68,445 kg (150,900 lb)
Max fuel weight: A, B, C	117,525 kg (259,100 lb)
Max T-O weight: A, B, C	273,300 kg (602,500 lb)
Optional T-O weight: A	280,321 kg (618,000 lb)
B, C	276,690 kg (610,000 lb)
Max zero-fuel weight: A	181,435 kg (400,000 lb)
B	204,700 kg (451,300 lb)
C	195,040 kg (430,000 lb)
Max landing weight: A	195,040 kg (430,000 lb)
B	213,870 kg (471,500 lb)
C	207,745 kg (458,000 lb)
Max wing loading: A, B, C	806.38 kg/m <sup>2</sup> (165.12 lb/sq ft)

### PERFORMANCE (A: MD-11, B: MD-11F, C: MD-11 Combi)

Max operating Mach number (Mmo): all	0.945
Max level speed at 8,230 m (27,000 ft):	
A, B, C Mach 0.87 (511 knots: 945 km/h; 588 mph)	
Econ cruising speed at 10,670 m (35,000 ft):	
A, B, C 473 knots (876 km/h; 544 mph)	
Max rate of climb max T-O weight, at S/L	
A, B, C	844 m (2,770 ft)/min
Rate of climb at S/L, OEI:	
A, B, C	414 m (1,360 ft)/min
Service ceiling: A, B, C	9,935 m (32,600 ft)
Service ceiling, OEI A, B, C	6,310 m (20,700 ft)
FAA T-O field length, S/L, ISA+15°C:	
A	3,200 m (10,500 ft)
B, C	3,127 m (10,260 ft)

FAA landing field length, S/L: A	1,966 m (6,450 ft)
B	2,131 m (6,990 ft)
C	2,027 m (6,650 ft)
Runway LCN, rigid pavement, taxi weight of 276,010 kg (608,500 lb)	105
Design range, FAR international reserves:	
A 323 passengers (2-class)	6,791 nm (12,566 km; 7,810 miles)
A, 293 passengers (3-class)	6,939 nm (6,710 km; 1,980 miles)
B	3,626 nm (6,710 km; 4,170 miles)
C 214 passengers, 6 pallets	6,273 nm (11,609 km; 7,215 miles)
C, max volumetric payload	4,908 nm (9,083 km; 5,645 miles)

## MD-12

### DIMENSIONS EXTERNAL

Wing span	64.92 m (213 ft 0 in)
Length: fuselage	58.82 m (193 ft 0 in)
Length overall	63.40 m (208 ft 0 in)
Height overall	22.55 m (74 ft 0 in)
Tailplane span	22.55 m (74 ft 0 in)
Wheel track	11.58 m (38 ft 0 in)
Wheelbase	26.82 m (88 ft 0 in)

### DIMENSIONS INTERNAL

Cabin: Main deck width at floor	7.39 m (24 ft 3 in)
Upper deck width at shoulder	5.20 m (17 ft 1 in)
Height (all decks)	8.50 m (27 ft 11 in)
Underfloor freight volume	126.4 m <sup>3</sup> (4,468 cu ft)
Main deck freight volume	521.5 m <sup>3</sup> (18,420 cu ft)
Upper deck freight volume	198.1 m <sup>3</sup> (7,000 cu ft)

### AREAS:

Wings gross	543.0 m <sup>2</sup> (5,846 sq ft)
Tailplane and elevators	113.8 m <sup>2</sup> (1,255 sq ft)
Vertical tail	96.1 m <sup>2</sup> (1,035 sq ft)

### WEIGHTS AND LOADINGS (LR: Long Range, HC: High Capacity, F: Freighter)

Operating weight empty: LR	187,633 kg (413,700 lb)
HC	194,683 kg (429,200 lb)
F	173,727 kg (383,000 lb)
Weight limited payload: F only	141,522 kg (312,000 lb)
Max T-O weight: LR, HC, F	430,463 kg (949,000 lb)
Max zero-fuel weight: LR, HC	273,065 kg (602,000 lb)
F	315,249 kg (695,000 lb)
Max landing weight: LR, HC	291,209 kg (642,000 lb)
F	333,393 kg (735,000 lb)
Max wing loading:	
LR, HC, F	792 kg/m <sup>2</sup> (162.3 lb/sq ft)

### PERFORMANCE:

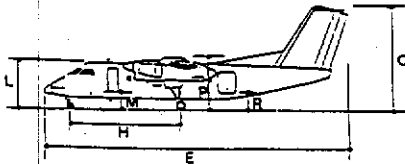
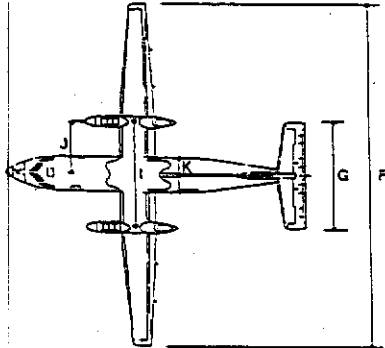
Cruising Mach number	0.85
FAA T-O field length (ISA+30°C):	
LR, HC, F	3,078 m (10,100 ft)
FAA landing field length (S/L):	
LR, HC	2,575 m (8,450 ft)
F	2,834 m (9,300 ft)
Design range (FAR international reserves):	
LR	8,000 nm (14,825 km; 9,200 miles)
HC	7,200 nm (13,343 km; 8,280 miles)
F	4,400 nm (8,154 km; 5,060 miles)



## DeHavilland Dash 8 Series 100

### Notes:

- Dimensions Not Shown On Drawing
- \*\* Steering Angle 60° (No Slip)
- \*\*\* All seating capacities shown for single class

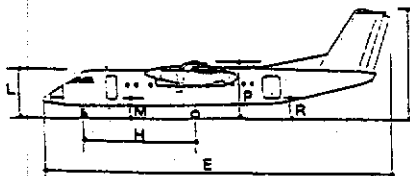
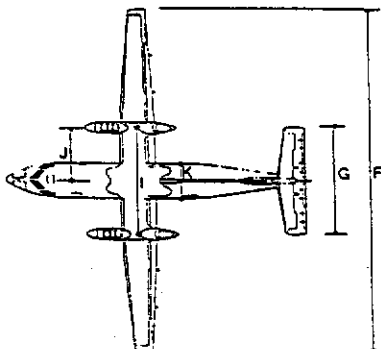


Airport Reference Code	A-III	
Aircraft Range (nautical miles)	820-1,100 nm	
*** Passenger Capacity	37 seats	
A. Maximum Aircraft Ramp Weight	34,700 lbs	15,740kg
B. Maximum Aircraft Landing Weight	33,900 lbs	15,377kg
C. Maximum Aircraft Takeoff Weight	34,500 lbs	15,650kg
**D. Minimum Turning Radius	58'-0"	17.68m
E. Length (Overall)	73'-0"	22.25m
F. Wing Span	85'-0"	25.91m
G. Tail Span	26'-0"	7.92m
H. Wheel Base	28'-1"	7.95m
I. Wheel Track	25'-10"	7.87m
J. Engine from Aircraft Centerline	12'-11"	3.94m
K. Fuselage Width	8'-10"	2.69m
L. Fuselage Height Above Ground	10'-4.75"	3.17m
M. Forward Passenger Door Sill Height Above Ground	3'-7"	1.09m
N. Aft Passenger Door Sill Height Above Ground	Not Applicable	
*O. Propeller Clearance Above Ground	3'-1"	0.94m
P. Wing Tip Vertical Clearance	11'-11"	3.63m
Q. Tail Height	24'-7"	7.49m
R. Main Baggage Door Sill Height Above Ground	3'-7"	1.09m

## DeHavilland Dash 8 Series 300

### Notes:

- Dimensions Not Shown On Drawing
- \*\* Steering Angle 62° (No Slip)
- \*\*\* All seating capacities shown for single class



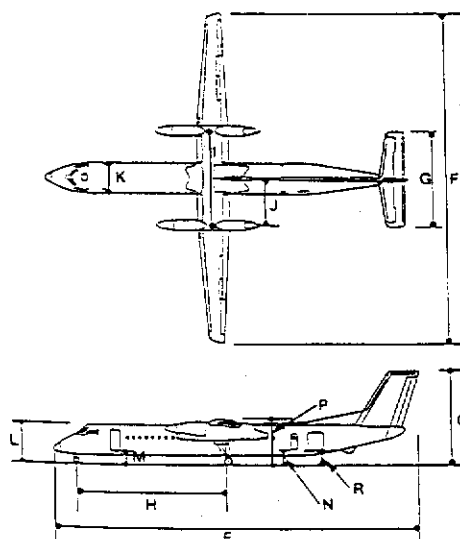
Airport Reference Code	A-III	
Aircraft Range (nautical miles)	830-870 nm	
*** Passenger Capacity	50 seats	
A. Maximum Aircraft Ramp Weight	Not Available	
B. Maximum Aircraft Landing Weight	40,000 lbs	18,144kg
C. Maximum Aircraft Takeoff Weight	41,100 lbs	18,643kg
**D. Minimum Turning Radius	Not Available	
E. Length (Overall)	84'-3"	25.68m
F. Wing Span	90'-0"	27.43m
G. Tail Span	Not Available	
H. Wheel Base	32'-2"	9.80m
I. Wheel Track	25'-10"	7.87m
J. Engine from Aircraft Centerline	12'-11"	3.94m
K. Fuselage Width	Not Available	
L. Fuselage Height Above Ground	Not Available	
M. Forward Passenger Door Sill Height Above Ground	Not Available	
N. Aft Passenger Door Sill Height Above Ground	Not Applicable	
*O. Propeller Clearance Above Ground	3'-1"	0.94m
P. Wing Tip Vertical Clearance	11'-11"	3.63m
Q. Tail Height	24'-7"	7.49m
R. Main Cargo Door Sill Height Above Ground	Not Available	

# DeHavilland Dash 8 Series 400

## Preliminary

### Notes:

- \* Dimensions Not Shown On Drawing
- \*\* Steering Angle 65°
- \*\*\* All seating capacities shown for single class

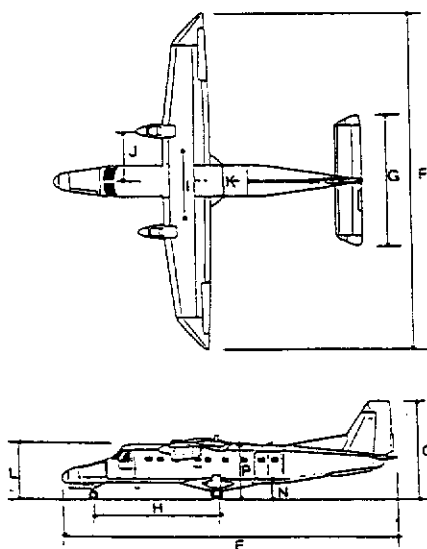


Airport Reference Code	A-III	
Aircraft Range (nautical miles)	900-1,070 nm	
*** Passenger Capacity	70 seats	
A. Maximum Aircraft Ramp Weight	Not Available	
B. Maximum Aircraft Landing Weight	56,000 lbs	25,401kg
C. Maximum Aircraft Takeoff Weight	56,500 lbs	25,628kg
**D. Minimum Turning Radius	Not Available	
E. Length (Overall)	101'-9"	31.01m
F. Wing Span	92'-3"	28.12m
G. Tail Span	Not Available	
H. Wheel Base	27'-10"	8.48m
I. Wheel Track	Not Available	
J. Engine from Aircraft Centerline	Not Available	
K. Fuselage Width	Not Available	
L. Fuselage Height Above Ground	Not Available	
M. Forward Passenger Door Sill Height Above Ground	Not Available	
N. Alt Passenger Door Sill Height Above Ground	Not Available	
*O. Propeller Clearance Above Ground	Not Available	
P. Wing Tip Vertical Clearance	Not Available	
Q. Tail Height	26'-5"	8.05m
R. Main Baggage Door Sill Height Above Ground	4'-11"	1.49m

# Dornier 228-212

### Notes:

- \* Dimensions Not Shown On Drawing
- \*\* Steering Angle 65°
- \*\*\* All seating capacities shown for single class

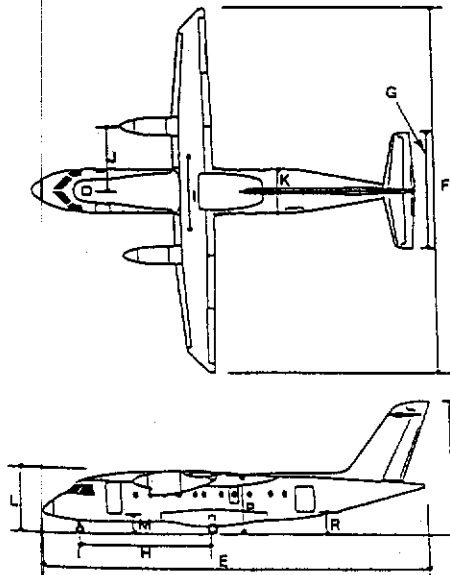


Airport Reference Code	A-II	
Aircraft Range (nautical miles)	550-1,160 nm	
*** Passenger Capacity	19 seats	
A. Maximum Aircraft Ramp Weight	14,175 lbs	6,430kg
B. Maximum Aircraft Landing Weight	13,448 lbs	6,100kg
C. Maximum Aircraft Takeoff Weight	14,109 lbs	6,400kg
**D. Minimum Turning Radius	Not Available	
E. Length (Overall)	54'-4"	16.56m
F. Wing Span	55'-8"	16.97m
G. Tail Span	21'-2"	6.45m
H. Wheel Base	20'-8"	6.29m
I. Wheel Track	10'-10"	3.30m
J. Engine from Aircraft Centerline	Not Available	
K. Fuselage Width	Not Available	
L. Fuselage Height Above Ground	Not Available	
M. Forward Passenger Door Sill Height Above Ground	Not Applicable	
N. Alt Passenger Door Sill Height Above Ground	1'-11.5"	0.60m
*O. Propeller Clearance Above Ground	3'-5"	1.08m
P. Wing Tip Vertical Clearance	Not Available	
Q. Tail Height	15'-11"	4.86m
*R. Main Cargo Door Sill Height Above Ground	Not Available	

## Dornier 328

### Notes:

- Dimension Not Shown On Drawing
- \*\* Steering Angle 65°
- \*\*\* All seating capacities shown for single class

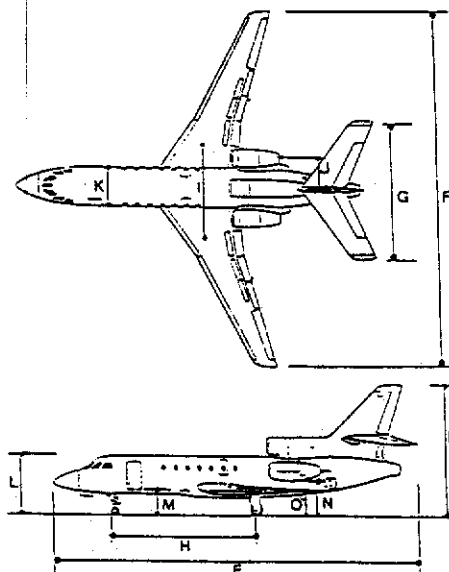


Airport Reference Code	A-II	
Aircraft Range (nautical miles)	700-840 nm	
Passenger Capacity	30-33 seats	
A. Maximum Aircraft Ramp Weight	27,734 lbs	12,580kg
B. Maximum Aircraft Landing Weight	27,006 lbs	12,250kg
C. Maximum Aircraft Takeoff Weight	27,558 lbs	12,500kg
**D. Minimum Turning Radius	Not Available	
E. Length (Overall)	59'-8"	21.22m
F. Wing Span	58'-10"	20.98m
G. Tail Span	Not Available	
H. Wheel Base	23'-5.75"	7.16m
I. Wheel Track	10'-6.75"	3.22m
J. Engine from Aircraft Centerline	Not Available	
K. Fuselage Width	Not Available	
L. Fuselage Height Above Ground	Not Available	
M. Forward Passenger Door Sill Height Above Ground	Not Available	
N. Aft Passenger Door Sill Height Above Ground	Not Applicable	
*O. Propeller Clearance Above Ground	Not Available	
P. Wing Tip Vertical Clearance	Not Available	
Q. Tail Height	23'-7.5"	7.20m
R. Main Cargo Door Sill Height Above Ground	Not Available	

## Dassault Falcon 50

### Notes:

- Dimensions Not Shown On Drawing
- \*\* Steering Angle 52° (No Slip)
- \*\*\* All seating capacities shown for single class



Airport Reference Code	B-III	
Aircraft Range (nautical miles)	3,500 nm	
Crew Size	8 or 9 seats	
A. Maximum Aircraft Ramp Weight	38,800 lbs	17,600kg
B. Maximum Aircraft Landing Weight	35,715 lbs	16,200kg
C. Maximum Aircraft Takeoff Weight	38,800 lbs	17,600kg
**D. Minimum Turning Radius	Not Available	
E. Length (Overall)	60'-9"	18.52m
F. Wing Span	61'-11"	18.86m
G. Tail Span	25'-4"	7.74m
H. Wheel Base	23'-9"	7.24m
I. Wheel Track	13'-0.75"	3.98m
J. Engine From Aircraft Centerline	Not Available	
K. Fuselage Width	Not Available	
L. Fuselage Height Above Ground	Not Available	
M. Forward Passenger Door Sill Height Above Ground	4'-3"	1.30m
N. Engine Clearance Above Ground	Not Available	
O. Wing Tip Vertical Clearance	Not Available	
P. Tail Height	22'-11"	6.97m
*Q. Main Cargo Door Sill Height Above Ground	Not Available	

## DeHavilland Dash 8 Series 100

<b>DIMENSIONS EXTERNAL:</b>	
Wing span	25.91 m (85 ft 0 in)
Length overall	22.25 m (73 ft 0 in)
Fuselage Max diameter	2.69 m (8 ft 10 in)
Height overall	7.49 m (24 ft 7 in)
Elevator span	2.79 m (26 ft 10 in)
Wheel track (c/l of shock struts)	7.78 m (25 ft 10 in)
Wheelbase	7.95 m (26 ft 1 in)
Propeller diameter	3.96 m (13 ft 0 in)
Propeller ground	0.94 m (3 ft 1 in)
Propeller/fuselage clearance	0.76 m (2 ft 6 in)
Passenger/crew door (fwd. port):	
Height	1.65 m (5 ft 5 in)
Width	0.76 m (2 ft 6 in)
Height to sill	1.09 m (3 ft 7 in)
Baggage door (rear. port):	
Height	1.52 m (5 ft 0 in)
Width	1.27 m (4 ft 2 in)
Height to sill	1.09 m (3 ft 7 in)

<b>DIMENSIONS INTERNAL:</b>	
Cabin (excl flight deck): Length	9.17 m (30 ft 1 in)
Max width	2.49 m (8 ft 2 in)
Width at floor	2.03 m (6 ft 8 in)
Max height	1.94 m (6 ft 4 1/2 in)
Volume	39.36 m <sup>3</sup> (1,390 cu ft)
Baggage compartment volume	8.5 m <sup>3</sup> (300 cu ft)

<b>AREAS:</b>	
Wings, gross	54.35 m <sup>2</sup> (585.0 sq ft)
Vertical tail surfaces (total)	14.12 m <sup>2</sup> (152.0 sq ft)
Horizontal tail surfaces (total)	13.94 m <sup>2</sup> (150.0 sq ft)

<b>WEIGHTS AND LOADINGS (A: standard, B: optional high gross weight version):</b>	
Operating weight empty: A	10,251 kg (22,600 lb)
B	10,274 kg (22,650 lb)
Max usable fuel (A, B): standard	2,576 kg (5,678 lb)
optional	4,646 kg (10,244 lb)
Max payload: passengers: A	3,810 kg (8,400 lb)
B	4,241 kg (9,350 lb)
cargo: A	4,241 kg (9,350 lb)
Max ramp weight: A	15,740 kg (34,700 lb)
Max T-O weight: A	15,650 kg (34,500 lb)
B	16,465 kg (36,300 lb)
Max landing weight: A, B	15,375 kg (33,900 lb)
Max zero-fuel weight: A	14,060 kg (31,000 lb)
B	14,515 kg (32,000 lb)
Max wing loading: A	287.95 kg/m <sup>2</sup> (58.97 lb/sq ft)
B	302.96 kg/m <sup>2</sup> (60.05 lb/sq ft)
Max power loading (A):	
Model 102	5.25 kg/kw (8.62 lb/shp)
Model 103	4.88 kg/kw (8.02 lb/shp)

<b>PERFORMANCE (Model 102 at 95% standard MTOW except where indicated):</b>	
Max cruising speed:	
at 4,575 m (15,000 ft)	265 knots (491 km/h; 305 mph)
at 6,100 m (20,000 ft)	264 knots (489 km/h; 304 mph)
Stalling speed flaps down	72 knots (134 km/h; 83 mph)
Max rate climb at S/L	475 m (1,560 ft)/min
Rate of climb at S/L, one engine out	137 m (450 ft)/min
Certificated ceiling	7,620 m (25,000 ft)
Service ceiling, one engine out	4,575 m (15,000 ft)
FAR Pt 25 T-O field length at S/L, 15° flap:	
ISA	940 m (3,085 ft)
ISA+15°C	1,000 m (3,280 ft)
FAR Pt 25 landing field length at S/L, 35° flap, at max landing weight	908 m (2,979 ft)
Range with standard fuel, IFR reserves:	
full passenger load	820 nm (1,519; 944 miles)
2,721 kg (6,000 lb) payload	
	1,100 nm (2,038 km; 1,266 miles)
<b>OPERATIONAL NOISE LEVELS (FAR Pt 36 Stage 3 and ICAO Annex 16):</b>	
T-O	81 EPNdB
Sideline	86 EPNdB
Approach	95 EPNdB

## DeHavilland Dash 8 Series 300

<b>DIMENSIONS EXTERNAL:</b> As for Series 100/100A except:	
Wing span	27.43 m (90 ft 0 in)
Wing aspect ratio	13.39
Length overall	25.68 m (84 ft 3 in)
Wheelbase	10.01 m (32 ft 10 in)
<b>DIMENSIONS, INTERNAL:</b> As for Series 100/100A except:	
Cabin (excl flight deck):	Length 12.65 m (41 ft 6 in)
Volume	50.12 m <sup>3</sup> (1,770 cu ft)
Baggage compartment volume:	
with 50 passengers	9.06 m <sup>3</sup> (320 cu ft)
with 56 passengers	7.93 m <sup>3</sup> (280 cu ft)

<b>AREAS:</b>	
Wings, gross	56.21 m <sup>2</sup> (605.0 sq ft)
Tail surfaces	as for Series 100/100A
<b>WEIGHT AND LOADINGS (A: basic, B: intermediate, C: high gross weight options):</b>	
Operating weight empty: A, B, C	11,657 kg (25,700 lb)
Max usable fuel: A, B, C	as for Series 100/100A
Max payload: A	5,216 kg (11,500 lb)
B	5,806 kg (12,800 lb)
C	6,259 kg (13,800 lb)
Max T-O weight: A	18,642 kg (41,100 lb)
B	18,996 kg (41,880 lb)
C	19,504 kg (43,000 lb)
Max landing weight: A	18,144 kg (40,000 lb)
B	18,597 kg (41,000 lb)
C	19,050 kg (42,000 lb)
Max zero-fuel weight: A	16,873 kg (37,200 lb)
B	17,463 kg (38,500 lb)
C	17,917 kg (39,500 lb)
Max wing loading: A	331.65 kg/m <sup>2</sup> (67.93 lb/sq ft)
B	337.96 kg/m <sup>2</sup> (69.22 lb/sq ft)
C	346.99 kg/m <sup>2</sup> (71.07 lb/sq ft)
Max power loading: A	5.25 kg/kw (8.63 lb/shp)
B	5.35 kg/kw (8.80 lb/shp)
C	5.49 kg/kw (9.03 lb/shp)

<b>PERFORMANCE (at basic max T-O weight except where indicated):</b>	
Max cruising speed at 95% of MTOW:	
at 4,575 m (15,000 ft)	287 knots (532 km/h; 330 mph)
at 6,100 m (20,000 ft)	283 knots (524 km/h; 326 mph)
Stalling speed, flaps down	77 knots (141 km/h; 88 mph)
Max rate of climb at S/L	549 m (1,800 ft)/min
Rate of climb at S/L, one engine out	137 m (450 ft)/min
Certificated ceiling	7,620 m (25,000 ft)
Service ceiling, one engine out	4,115 m (13,500 ft)
FAR Pt 25 T-O field length at S/L, 15° flap:	
ISA	1,067 m (3,500 ft)
ISA+15°C	1,160 m (3,800 ft)
FAR Pt 25 landing field length at S/L, 35° flap, at max landing weight	1,006 m (3,300 ft)
Range with standard fuel, IFR reserves:	
full passenger load	830 nm (1,538 km; 955 miles)
2,721 kg (6,000 lb) payload	
	870 nm (1,612 km; 1,004 miles)

### DHC-8 DASH 8 SERIES 400

TYPE: Further stretch of Dash 8

PROGRAMME: Launch decision and engine choice due 1992.

leading to first flight late 1994, certification approx one year later.

Following data are provisional:

DESIGN FEATURES: Fuselage stretched to seat approx 70, new engines.

POWER PLANT: Candidates are GE/Textron Lycoming GLC38 and Allison GMA 2100, both with six-blade propellers.

<b>DIMENSIONS EXTERNAL:</b> As for Series 300 except:	
Wing span	28.12 m (92 ft 3 in)
Wing aspect ratio	12.74
Length overall	31.01 m (101 ft 9 in)
Height overall	8.05 m (26 ft 5 in)
Wheelbase	8.48 m (27 ft 10 in)

<b>Baggage compartment door:</b>	
Height to sill	1.49 m (4 ft 11 in)
<b>DIMENSIONS, INTERNAL:</b>	
Cabin: Length	17.66 m (57 ft 11 in)
Baggage compartment volume:	
forward	2.63 m <sup>3</sup> (93 cu ft)
rear	9.49 m <sup>3</sup> (335 cu ft)

AREAS: As for Series 300 except:  
Wings, gross 62.05 m<sup>2</sup> (668.0 sq ft)

<b>WEIGHTS AND LOADINGS</b>	
Operating weight empty	15,422 kg (34,000 lb)
Max usable fuel	5,352 kg (11,800 lb)
Max payload (standard passenger aircraft)	
	7,484 kg (16,500 lb)
Max T-O weight	25,628 kg (56,500 lb)
Max landing weight	25,401 kg (56,000 lb)
Max zero-fuel weight	22,907 kg (50,500 lb)
Max wing loading	413.0 kg/m <sup>2</sup> (84.58 lb/sq ft)

PERFORMANCE (estimated):  
Max cruising speed at 95% of max T-O weight, ISA 350 knots (648 km/h; 403 mph)

Service ceiling, OEL, at 95% of max T-O weight, ISA 6,310 m (20,700 ft)

FAR T-O field length at S/L, ISA 1,155 m (3,790 ft)

FAR landing field length at S/L, max landing weight 1,189 m (3,900 ft)

Range with 70 passengers and baggage, IFR reserves: at max cruising speed 90 nm (1,669 km; 1,037 miles) at long-range cruising speed 1,070 nm (1,984 km; 1,233 miles)

## Dornier 228

### DIMENSIONS, EXTERNAL:

Wing span	16.97 m (55 ft 8 in)
Wing aspect ratio	9.0
Length overall	16.56 m (54 ft 4 in)
Height overall	4.86 m (15 ft 11 1/2 in)
Tailplane span	6.45 m (21 ft 2 in)
Wheel track	3.30 m (10 ft 10 in)
Wheelbase	6.29 m (20 ft 7 1/2 in)
Propeller diameter	2.73 m (8 ft 11 1/2 in)
Propeller ground clearance	1.08 m (3 ft 6 1/2 in)
Passenger door (port, rear): Height	1.34 m (4 ft 4 1/2 in)
Width	0.64 m (2 ft 1 1/2 in)
Height to sill	0.60 m (1 ft 11 1/2 in)
Freight door (port, rear): Height	1.34 m (4 ft 4 1/2 in)
Width, include passenger door	1.28 m (4 ft 2 1/2 in)
Emergency exits (each): Height	0.66 m (2 ft 2 in)
Width	0.48 m (1 ft 7 in)
Baggage door (nose): Height	0.50 m (1 ft 7 1/2 in)
Width	1.20 m (3 ft 11 1/2 in)
Standard baggage door (rear): Height	0.90 m (2 ft 11 1/2 in)
Width	0.53 m (1 ft 9 in)

### DIMENSIONS, INTERNAL:

Cabin, excl flight deck and rear baggage compartment:	
Length	7.08 m (23 ft 2 1/2 in)
Max width	1.346 m (4 ft 5 in)
Max height	1.55 m (5 ft 1 in)
Floor area	9.56 m <sup>2</sup> (102.9 sq ft)
Volume	14.70 m <sup>3</sup> (519.1 cu ft)
Rear baggage compartment volume	2.60 m <sup>3</sup> (91.8 cu ft)
Nose baggage compartment volume	0.89 m <sup>3</sup> (31.4 cu ft)

### Areas:

Wings, gross	32.00 m <sup>2</sup> (344.3 sq ft)
Ailerons (total)	2.708 m <sup>2</sup> (29.15 sq ft)
Trailing-edge flaps (total)	5.872 m <sup>2</sup> (63.21 sq ft)
Fin, include dorsal fin	4.50 m <sup>2</sup> (48.44 sq ft)
Rudder, include tab	1.50 m <sup>2</sup> (16.15 sq ft)
Horizontal tail surfaces (total)	8.22 m <sup>2</sup> (89.66 sq ft)

### WEIGHTS AND LOADINGS:

Weight empty, standard	3,258 kg (7,183 lb)
Operating weight empty	3,739 kg (8,243 lb)
Max payload	2,201 kg (4,852 lb)
Max fuel weight	1,885 kg (4,155 lb)
Max ramp weight	6,430 kg (14,175 lb)
*Max T-O weight	6,400 kg (14,110 lb)
Max landing weight	6,100 kg (13,448 lb)
Max wing loading	200.0 kg/m <sup>2</sup> (40.96 lb/sq ft)
Max power loading	5.53 kg/kW (9.09 lb/shp)
*Increaseable to 6,600 kg (14,550 lb) in special cases	

### PERFORMANCE (at max T-O weight, S/L, ISA, except where indicated):

Never-exceed speed (VNE)	255 knots (472 km/h; 293 mph) IAS
Max operating speed (VMO)	223 knots (413 km/h; 256 mph) IAS
Max cruising speed at 3,050 m (10,000 ft)	234 knots (434 km/h; 269 mph)
Cruising speed at 4,575 m (15,000 ft), average cruise weight of 5,300 kg (11,684 lb)	220 knots (408 km/h; 253 mph)
Max cruising speed at S/L	199 knots (370 km/h; 230 mph)
Econ cruising speed	180 knots (333 km/h; 207 mph)
Stalling speed:	
flaps up	73 knots (136 km/h; 84 mph) IAS
flaps down	69 knots (128 km/h; 80 mph) IAS
Max rate of climb	570 m (1,870 ft)/min
Rate of climb at S/L, OEI	134 m (440 ft)/min
Service ceiling 30.5 m (100 ft)/min rate of climb	8.55 m (28,000 ft)
Service ceiling, OEI, 15 m (50 ft)/min rate of climb	3,960 m (13,000 ft)
T-O run	671 m (2,200 ft)
T-O to 15 m (50 ft)	686 m (2,250 ft)
Landing from 15 m (50 ft) at max landing weight	402 m (1,320 ft)
Range at 3,050 m (10,000 ft) with max passenger payload, max cruising speed	560 nm (1,037 km; 645 miles)
Range at 3,050 m (10,000 ft) with 19 passengers, reserves for 50 nm (93 km; 57 mile) diversion, 45 min hold and 5% fuel remaining:	
at max cruising speed	560 nm (1,038 km; 645 miles)
at max range speed	630 nm (1,167 km; 725 miles)

Range with 775 kg (1,708 lb) payload, conditions as above:  
 at max cruising speed 1,160 nm (2,150 km; 1,335 miles)  
 at max range speed 1,320 nm (2,446 km; 1,520 miles)

## Dornier 328

### DIMENSIONS, EXTERNAL:

Wing span	20.98 m (68 ft 10 in)
Length overall	21.22 m (68 ft 7 1/2 in)
Fuselage, Length	20.92 m (68 ft 7 1/2 in)
Max width	2.415 m (7 ft 11 in)
Max depth	2.426 m (7 ft 11 1/2 in)
Height overall	7.199 m (23 ft 7 1/2 in)
Elevator span	6.389 m (20 ft 11 1/2 in)
Wheel track (c/l of shock struts)	3.22 m (10 ft 6 1/2 in)
Wheelbase	7.422 m (24 ft 4 1/2 in)
Propeller diameter	3.50 m (11 ft 5 1/2 in)
Propeller fuselage clearance	0.785 m (2 ft 7 in)
Passenger door (fwd, port): Height	1.70 m (5 ft 7 in)
Width	0.70 m (2 ft 3 1/2 in)
Service door (rear, stbd): Height	1.25 m (4 ft 1 1/2 in)
Width	0.51 m (1 ft 8 in)
Baggage door (rear, port): Height	1.40 m (4 ft 7 in)
Width	0.92 m (3 ft 0 1/2 in)

### DIMENSIONS, INTERNAL:

Cabin, excl flight deck:	
Length	10.35 m (33 ft 11 1/2 in)
Max width	2.18 m (7 ft 2 in)
Width at floor	1.83 m (6 ft 0 in)
Max height	1.89 m (6 ft 2 1/2 in)
Baggage hold volume	6.40 m <sup>3</sup> (226.0 cu ft)

### WEIGHTS AND LOADINGS:

Max payload	3,450 kg (7,605 lb)
Max baggage load	750 kg (1,653 lb)
Max T-O weight	12,500 kg (27,557 lb)
Max zero-fuel weight	11,625 kg (25,629 lb)
Max landing weight	12,250 kg (27,006 lb)
Max power loading:	
normal T-O	4.62 kg/kW (7.59 lb/shp)
short-field T-O	3.85 kg/kW (6.32 lb/shp)

### PERFORMANCE (estimated):

Max cruising speed	345 knots (639 km/h; 397 mph)
Max rate of climb at S/L	740 m (2,430 ft)/min
Design cruising altitude: normal	7,620 m (25,000 ft)
with optional improved performance kit	9,450 m (31,000 ft)
Required runway length: normal	1,006 m (3,300 ft)
with improved performance kit	823 m (2,700 ft)
Range at max cruising speed with 30 passengers, with allowance for 100 nm (185 km; 115 mile) diversion	

### and

45 min hold:	
at 7,620 m (25,000 ft)	700 nm (1,297 km; 806 miles)
at 9,450 m (31,000 ft)	840 nm (1,556 km; 967 miles)

# Notes:

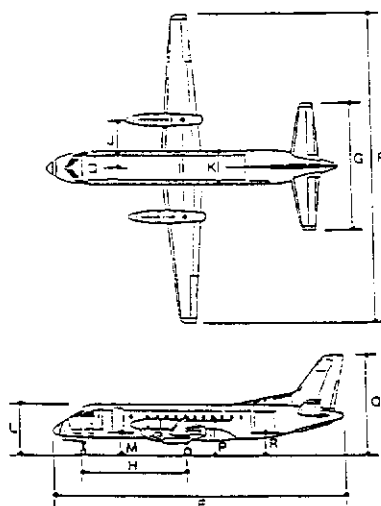
Ground clearance measurements are based on aircraft basic empty weight, but will vary due to aircraft loading and oleo deflection.

.. Dimensions Not Shown On Drawing

... 55° nose wheel steering utilization

... All seating capacities shown for single class

## Saab SF340A



### DIMENSIONS, EXTERNAL

Wing span	21.44 m (70 ft 4 in)
Wing aspect ratio	11.0
Length overall	19.73 m (64 ft 8 1/2 in)
Fuselage: Max diameter	2.31 m (7 ft 7 in)
Height overall	6.87 m (22 ft 6 1/2 in)
Tailplane span	9.24 m (30 ft 3 1/2 in)
Wheel track	6.71 m (22 ft 0 in)
Wheelbase	7.14 m (23 ft 5 in)
Propeller diameter	3.35 m (11 ft 0 in)
Propeller ground clearance	0.51 m (1 ft 8 in)
Passenger door: Height	1.60 m (5 ft 3 in)
Width	0.66 m (2 ft 2 in)
Height to sill	1.63 m (5 ft 4 in)
Cargo door: Height	1.30 m (4 ft 3 in)
Width	1.35 m (4 ft 5 in)
Height to sill	1.66 m (5 ft 5 1/2 in)
Emergency exit (fwd, stud): Height	1.32 m (4 ft 4 in)
Width	0.51 m (1 ft 8 in)
Emergency exits (overwing, each): Height	0.91 m (3 ft 0 in)
Width	0.51 m (1 ft 8 in)

### DIMENSIONS, INTERNAL

Cabin, excl flight deck, include toilet and galley:	
Length	10.39 m (34 ft 1 in)
Max width	2.16 m (7 ft 1 in)
Width at floor	1.70 m (5 ft 7 in)
Max height	1.83 m (6 ft 0 in)
Volume	33.4 m <sup>3</sup> (1,179.5 cu ft)
Baggage/cargo compartment volume	6.8 m <sup>3</sup> (240.0 cu ft)

### AREAS

Wings, gross	41.81 m <sup>2</sup> (450.0 sq ft)
Ailerons (total)	2.12 m <sup>2</sup> (22.84 sq ft)
Trailing-edge flaps (total)	8.07 m <sup>2</sup> (86.84 sq ft)
Fin (incl dorsal fin)	10.53 m <sup>2</sup> (113.38 sq ft)
Rudder (incl tab)	2.76 m <sup>2</sup> (29.71 sq ft)
Tailplane	14.57 m <sup>2</sup> (156.83 sq ft)
Elevators (total, incl tabs)	3.29 m <sup>2</sup> (35.40 sq ft)

### WEIGHTS AND LOADINGS

Typical operating weight empty	8,035 kg (17,715 lb)
Max payload (weight limited)	3,758 kg (8,285 lb)
Max fuel load	2,581 kg (5,690 lb)
Max ramp weight	13,063 kg (28,800 lb)
Max T-O weight	12,927 kg (28,500 lb)
Max landing weight	12,700 kg (28,000 lb)
Max zero-fuel weight	11,793 kg (26,000 lb)
Max wing loading	309.1 kg/m <sup>2</sup> (63.33 lb/sq ft)
Max power loading	4.64 kg/kW (1.62 lb/shp)

Airport Reference Code	9-II	
Aircraft Range (nautical miles)	570-940 nm	
Passenger Capacity	35 seats	
A. Maximum Aircraft Ramp Weight	27,300 lbs	12,383 kg
B. Maximum Aircraft Landing Weight	27,200 lbs	12,363 kg
C. Maximum Aircraft Takeoff Weight	28,000 lbs	12,700 kg
D. Minimum Turning Radius	52'-0"	15.35 m
E. Overall Length	64'-8.5"	19.72 m
F. Wing Span	70'-4"	21.44 m
G. Tail Span	28'-5.25"	8.57 m
H. Wheel Base	23'-5"	7.14 m
I. Wheel Track	22'-0"	6.71 m
J. Engine from Aircraft		
K. Fuselage Width	10'-9.5"	3.28 m
L. Fuselage Height Above Ground	7'-7"	2.31 m
M. Forward Passenger Door Sill Height Above Ground	11'-10"	3.50 m
N. Aft Passenger Door Sill Height Above Ground	5'-4"	1.63 m
O. Propeller Clearance Above Ground	Not Applicable	
P. Wing Tip Vertical Clearance	8'-4"	2.54 m
Q. Tail Height	22'-5"	6.56 m
R. Main Cargo Door Sill Height Above Ground	5'-6.25"	1.58 m

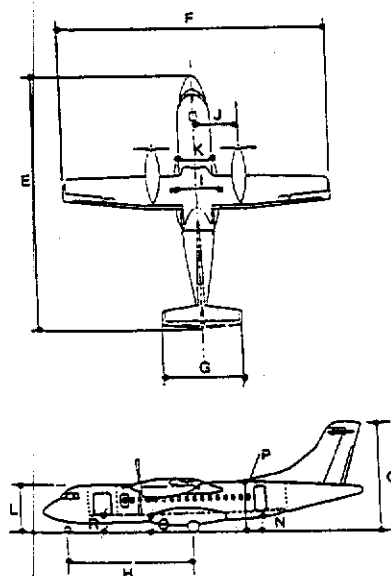
### PERFORMANCE (at max T-O weight, ISA, except where indicated):

Max operating speed (VMO)	250 knots (463 km/h; 288 mph)
Max operating Mach No. (MMO)	0.5
Max cruising speed:	
at 4,575 m (15,000 ft)	282 knots (552 km/h; 325 mph)
at 6,100 m (20,000 ft)	280 knots (519 km/h; 322 mph)
Best range cruising speed at 7,620 m (25,000 ft)	
	252 knots (467 km/h; 290 mph)
Stalling speed: flaps up	106 knots (197 km/h; 123 mph)
T-O flap	95 knots (176 km/h; 110 mph)
approach flap	92 knots (171 km/h; 106 mph)
landing flap	88 knots (164 km/h; 102 mph)
Max rate of climb at S/L	625 m (2,050 ft)
Rate of climb at S/L, OEI	160 m (525 ft)/min
Service ceiling: standard	7,620 m (25,000 ft)
optional	9,450 m (31,000 ft)
Service ceiling, OEI (net)	3,445 m (11,300 ft)
FAR Pt 25 required T-O field length:	
at S/L	1,271 m (4,170 ft)
at S/L, ISA+15 °C	1,364 m (4,475 ft)
at 1,525 m (5,000 ft)	1,585 m (5,200 ft)
at 1,525 m (5,000 ft), ISA+15 °C	2,088 m (6,850 ft)
FAR Pt 25 required landing field length (at max landing weight): at S/L	1,049 m (3,440 ft)
at 1,525 m (5,000 ft)	1,183 m (3,880 ft)
Runway LCN: flexible pavement	8
rigid pavement	10
Range with 35 passengers and baggage reserves for 45 min hold at 1,525 m (5,000 ft) and 100 nm (185 km, 115 mile) diversion:	
at max cruising speed	820 m (1,520 km; 945 miles)
at long-range cruising speed	975 nm (1,807 km; 1,123 miles)
Range with 30 passengers, reserves as above:	
at max cruising speed	1,095 nm (2,030 km; 1,261 miles)
at long-range cruising speed	1,310 nm (2,427 km; 1,509 miles)
OPERATIONAL NOISE LEVELS (FAR Pt 36, Appendix C):	
T-O (with cutback)	77.8 EPNdB
Sideline	86.5 EPNdB
Approach	91.8 EPNdB

# ATR 42

## Notes:

- \* Dimensions Not Shown On Drawing
- \*\* Steering Angle 65° (No Slip)
- \*\*\* All seating capacities shown for single class

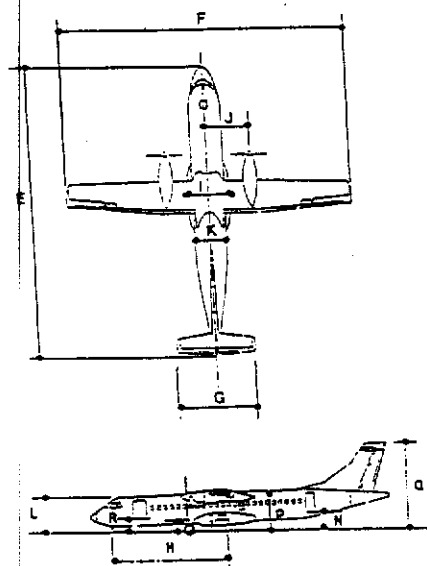


Airport Reference Code	B-III	
Aircraft Range (nautical miles)	1,050-2,420 nm	
*** Passenger Capacity	42-50 seats	
A. Maximum Aircraft Ramp Weight	36,850 lbs	16,720 kg
B. Maximum Aircraft Landing Weight	36,155 lbs	16,400 kg
C. Maximum Aircraft Takeoff Weight	36,815 lbs	16,700 kg
**D. Minimum Turning Radius	56'-0.5"	17.08m
E. Length (Overall)	74'-4.5"	22.67m
F. Wing Span	80'-7.5"	24.57m
G. Tail Span	23'-11.75"	7.31m
H. Wheel Base	28'-10"	8.78m
I. Wheel Track	13'-5"	4.10m
J. Engine from Aircraft Centerline	13'-3.5"	4.05m
K. Fuselage Width	9'-4.5"	2.86m
L. Fuselage Height Above Ground	Not Available	
M. Forward Passenger Door Sill Height Above Ground	Not Applicable	
N. Aft Passenger Door Sill Height Above Ground	4'-6.25"	1.38m
O. Propeller Clearance Aboveground	3'-11.25"	1.20m
P. Wing Tip Vertical Clearance	Not Available	
Q. Tail Height	24'-11"	7.59m
R. Forward & Port Cargo Door Sill Height Above Ground	3'-9.25"	1.15m

# ATR 72

## Notes:

- \* Dimensions Not Shown On Drawing
- \*\* Steering Angle 65° (No Slip)
- \*\*\* All seating capacities shown for single class



Airport Reference Code	B-III	
Aircraft Range (nautical miles)	1,440-2,370 nm	
*** Passenger Capacity	64-74 seats	
A. Maximum Aircraft Ramp Weight	44,136 lbs	20,020
B. Maximum Aircraft Landing Weight	43,872 lbs	19,900 kg
C. Maximum Aircraft Takeoff Weight	44,070 lbs	19,990 kg
**D. Minimum Turning Radius	64'-10"	19.76m
E. Length (Overall)	89'-1.5"	27.17m
F. Wing Span	88'-9"	27.05m
G. Tail Span	23'-11.75"	7.31m
H. Wheel Base	35'-5"	10.79m
I. Wheel Track	13'-5"	4.10m
J. Engine from Aircraft Centerline	13'-3.5"	4.05m
K. Fuselage Width	9'-4.5"	2.86m
L. Fuselage Height Above Ground	Not Available	
M. Forward Passenger Door Sill Height Above Ground	Not Applicable	
N. Aft Passenger Door Sill Height Above Ground	3'-8"	1.12m
O. Propeller Clearance Aboveground	3'-11.25"	1.20m
P. Wing Tip Vertical Clearance	Not Available	
Q. Tail Height	25'-1.25"	7.53m
R. Forward & Port Cargo Door Sill Height Above Ground	3'-8"	1.12m

## ATR 42

### DIMENSIONS, EXTERNAL:

Wing span	24.57 m (80 ft 7 1/2 in)
Wing chord: at root	2.57 m (8 ft 5 1/4 in)
at tip	1.41 m (4 ft 7 1/2 in)
Wing aspect ratio	11.08
Length overall	22.67 m (74 ft 4 1/2 in)
Max width	2.865 m (9 ft 4 1/2 in)
Height overall	1.586 m (5 ft 2 1/4 in)
Elevator span	7.31 m (23 ft 11 1/4 in)
Wheel track (c/l of shock struts)	4.10 m (13 ft 5 1/2 in)
Wheelbase	8.78 m (28 ft 9 1/4 in)
Propeller diameter	3.96 m (13 ft 0 in)
Distance between propeller centres	8.10 m (26 ft 7 in)
Propeller fuselage clearance	0.82 m (2 ft 8 1/4 in)
Propeller ground clearance	1.20 m (3 ft 11 1/4 in)
Passenger door (rear, port): Height	1.75 m (5 ft 9 in)
Width	0.75 m (2 ft 5 1/2 in)
Height to sill (at OWE)	1.375 m (4 ft 6 1/4 in)
Service door (rear, stbd): Height	1.22 m (4 ft 0 in)
Width	0.61 m (2 ft 0 in)
Height to sill	1.375 m (4 ft 6 1/4 in)
Cargo/baggage door (fwd, port): Height	1.52 m (5 ft 0 in)
Width	1.275 m (4 ft 2 1/4 in)
Height to sill (at OWE)	1.15 m (3 ft 9 1/4 in)
Emergency exits (fwd, each): Height	0.91 m (3 ft 0 in)
Width	0.51 m (1 ft 8 in)
Crew emergency hatch (flight deck roof): Length	0.51 m (1 ft 8 in)
Width	0.483 m (1 ft 7 in)

### DIMENSIONS, INTERNAL:

Cabin:	
Length (excl flight deck, incl toilet and baggage compartments)	13.85 m (45 ft 5 1/4 in)
Max width	2.57 m (8 ft 5 1/4 in)
Max height	1.91 m (6 ft 3 1/4 in)

### DIMENSIONS, INTERNAL:

Cabin:	
Length (excl flight deck, incl toilet and baggage compartments)	13.85 m (45 ft 5 1/4 in)
Max width	2.57 m (8 ft 5 1/4 in)
Max width at floor	2.263 m (7 ft 5 1/4 in)
Max height	1.91 m (6 ft 3 1/4 in)
Floor area	31.0 m <sup>2</sup> (333.7 sq ft)
Volume	58.0 m <sup>3</sup> (2,048 cu ft)

### Baggage/cargo compartment volume:

front (42-46 passengers)	6.0 m <sup>3</sup> (211.9 cu ft)
front (48 passengers)	4.8 m <sup>3</sup> (169.5 cu ft)
front (50 passengers)	3.6 m <sup>3</sup> (127.1 cu ft)
rear	4.8 m <sup>3</sup> (169.5 cu ft)
overhead bins	1.5 m <sup>3</sup> (53.0 cu ft)

### AREAS:

Wings, gross	54.50 m <sup>2</sup> (586.6 sq ft)
Ailerons (total)	3.12 m <sup>2</sup> (33.58 sq ft)
Flaps (total)	11.00 m <sup>2</sup> (118.40 sq ft)
Spoilers (total)	1.12 m <sup>2</sup> (12.06 sq ft)
Fin, excl dorsal fin	8.48 m <sup>2</sup> (91.28 sq ft)
Rudder, incl tab	4.00 m <sup>2</sup> (43.05 sq ft)
Tailplane	7.81 m <sup>2</sup> (84.07 sq ft)
Elevators (total, incl tabs)	3.92 m <sup>2</sup> (42.19 sq ft)

### WEIGHTS AND LOADINGS:

Operating weight empty (incl FAR 121 equipment):	
42-300	10,285 kg (22,674 lb)
42-320	10,290 kg (22,685 lb)
Max fuel weight	4,500 kg (9,920 lb)
Max payload: 42-300	4,915 kg (10,835 lb)
42-320	4,910 kg (10,842 lb)
Max ramp weight	16,720 kg (36,860 lb)
Max zero-fuel weight	15,200 kg (33,510 lb)
Max landing weight	16,400 kg (36,156 lb)
Max wing loading	306.4 kg/m <sup>2</sup> (62.79 lb/sq ft)
Max power loading: 42-300	6.22 kg/kW (10.23 lb/shp)
42-320	5.90 kg/kW (9.69 lb/shp)

### PERFORMANCE (42-300 at max T-O weight, to FAR Pt 25, incl Amendment 42, ISA, except where indicated):

Never-exceed speed (VNE)	Mach 0.55 (250 knots; 463 km/h; 287 mph CAS)
Max cruising speed at 5,180 m (17,000 ft), AEW of 16,200 kg (35,715 lb)	265 knots (490 km/h; 305 mph)
Econ cruising speed at 7,620 m (25,000 ft)	243 knots (450 km/h; 279 mph)
Stalling speed: flaps up 104 knots (193 km/h; 120 mph)	
30° flap	81 knots (15 km/h; 94 mph)
Max rate of climb at S/L, AEW of 15,000 kg (33,069 lb)	640 m (2,100 ft)/min
Rate of climb at S/L, OEI, AEW as above	191 m (625 ft) min
Side-slip	83.7 EPND

## ATR 72

### DIMENSIONS, EXTERNAL: As ATR 42 except

Wing span	27.05 m (88 ft 9 in)
Wing chord at tip	1.59 m (5 ft 2 1/2 in)
Wing aspect ratio	12.0
Length overall	27.166 m (89 ft 1 1/2 in)
Height overall	1.65 m (5 ft 5 1/4 in)
Wheelbase	10.70 m (35 ft 1 1/4 in)
Passenger door (fwd, port): Height	1.75 m (5 ft 9 in)
Width	0.82 m (2 ft 8 1/4 in)
Height to sill	1.12 m (3 ft 8 in)
Alternative cargo door (fwd, port): Height	1.52 m (5 ft 0 in)
Width	1.275 m (4 ft 2 1/4 in)
Height to sill	1.12 m (3 ft 8 in)

### DIMENSIONS, INTERNAL:

Cabin:	
Length (excl flight deck, incl toilet and baggage compartments)	19.21 m (63 ft 0 1/4 in)
Cross-section	as for ATR 42
Floor area	41.7 m <sup>2</sup> (449 sq ft)
Volume	76.0 m <sup>3</sup> (2,684 cu ft)
Baggage/cargo compartment volume (with front passenger door):	
front (54-66 passengers)	3.9 m <sup>3</sup> (137.7 cu ft)
front (66 passengers)	5.8 m <sup>3</sup> (204.8 cu ft)
front (74 passengers)	1.6 m <sup>3</sup> (56.5 cu ft)
rear	4.8 m <sup>3</sup> (169.5 cu ft)

### AREAS: A+ART 42 except

Wings, gross	61.0 m <sup>2</sup> (656.6 sq ft)
Ailerons (total)	3.75 m <sup>2</sup> (40.36 sq ft)
Flaps (total)	12.28 m <sup>2</sup> (132.18 sq ft)
Spoilers (total)	1.34 m <sup>2</sup> (14.42 sq ft)

### WEIGHT AND LOADINGS:

Operating weight empty	12,500 kg (27,558 lb)
Max fuel weight	5,000 kg (11,023 lb)
Max payload	7,200 kg (15,873 lb)
Max T-O weight	21,500 kg (47,400 lb)
Max ramp weight	21,530 kg (47,465 lb)
Max zero-fuel weight	19,700 kg (43,430 lb)
Max landing weight	21,350 kg (47,068 lb)
Max wing loading	352.5 kg/m <sup>2</sup> (72.20 lb/sq ft)
Max power loading	6.01 kg/kW (9.88 lb/shp)

### PERFORMANCE (at max T-O weight except where indicated)

Max cruising speed at 7,620 m (25,000 ft)	284 knots (526 km/h; 327 mph)
Econ cruising speed at 7,620 m (25,000 ft)	248 knots (460 km/h; 286 mph)
Max operating altitude	7,620 m (25,000 ft)
Service ceiling OEI, at 97% MTOGW and ISA+10 °C	2,545 m (8,350 ft)
T-O baulanced field length	
at S/L, ISA	1,408 m (4,620 ft)
at 915 m (3,000 ft), ISA +10 °C	1,750 m (5,742 ft)
Landing field length at S/L, ISA	1,210 m (3,970 ft)
Sill air range (ISA), reserves for 87 nm (161 km; 100 miles) diversion and 45 min continued cruise:	
max optional payload 645nm (1,195 km; 742 miles)	
66 passengers	1,440 nm (2,666 km; 1,657 miles)
max fuel and zero payload	2,370 nm (4,389 km; 2,727 miles)