

行政院及所屬各機關出國報告
(出國類別：進修)

ASC-TRT-01-10-003

參加新加坡民航學院機場工程 第一階段訓練班報告書

服務機關：行政院飛航安全委員會

出國人職稱：工程師

姓名：林沛達

出國地區：新加坡

出國期間：民國九十年八月十九日至九月十四日

報告日期：民國九十年十月二十七日

行政院及所屬各機關出國報告提要

系統識別號

CO9 006392

出國報告名稱：參加新加坡民航學院機場工程第一階段訓練班報告書

頁數：57頁 含附件：否

出國計畫主辦機關：行政院飛航安全委員會

聯絡人：鄧嵐嵐

電話：(02) 2547-5200 分機 175

出國人員姓名：林沛達

服務機關：行政院飛航安全委員會

職稱：工程師

電話：(02) 2547-5200

出國類別：1 考察 2 進修 3 研究 4 實習 5 其他

出國期間：民國九十年八月十九日至九月十四日

出國地區：新加坡

報告日期：民國九十年十月二十二日

分類號/目

關鍵詞：飛航安全、機場工程、機場設計、機場管理

內容摘要：

本次課程是由新加坡民航學院及新加坡南洋理工學院共同開辦，為全球少數為國際民航組織所承認之訓練，該課程內容結合學術面、實務面及全球規範訂定者。此行主要的目的是：（一）了解機場工程之輪廓，（二）培養機場設計規劃之種子學員，（三）提昇國內機場調查之知識與技巧。

該課程提供完整之技術性知識，以評估機場發展需求計畫、機場發展設計、機場設施、執行相關工程及維護機場設施等。該階段屬於機場工程之第一階段，所介紹之課程涵蓋機場預測、場地選擇、土地利用及機場系統，其細項區分包含助導航設施、航機特性、航管、機場設施、機坪管理、機場規劃、流量預測、能力即延遲分析、機場架構、環境及土地利用、地點選擇、障礙物面及機場聯絡道等以達成學員通盤了解機場設計及發展之規劃。

新加坡民航學院不僅在專業師資之提供、課程安排，具有完整規劃，對於學員學習成效利用多種形式之考試，了解其吸收能力，相對於其他訓練機構實謂嚴謹，所有學員勢必獲益良多，本次課程僅完成機場設計規劃部份，該課程之第二及第三階段尚有機場設施及機場施工部份尚未完成，建議若有機會仍應參與完成該項訓練，或遊聘相關教師至本國授課。

本文電子檔已上傳至出國報告資訊網行政院及所屬各機關出國報告審核表

出國報告名稱: 參加新加坡民航學院機場工程第一階段訓練班報告書

出國計畫主辦機關名稱: 行政院飛航安全委員會

出國人員姓名: 林沛達

服務機關: 行政院飛航安全委員會

職稱: 工程師

出國計畫主辦機關審核意見:

- 1.依限繳交出報告
- 2.格式完整
- 3.內容充實完備
- 4.建議具參考價值
- 5.送本機關參考或研辦
- 6.送上級機關參考
- 7.退回補正,原因:
 - (1)不符原核定出國計畫
 - (2)以外文撰寫或僅以所蒐集外文資料為內容
 - (3)內容空洞簡略
 - (4)未依行政院所屬各機關出國報告規格辦理
 - (5)未於資訊網登錄提要資料及傳送出國報告
電子檔
- 8.其他處理意見:

層轉機關審核意見:

- 同意主辦機關審核意見
 - 全部 部份_____ (填寫審核意見編號)
- 退回補正,原因:_____ (填寫審核意見編號)
- 其他處理意見:

目錄

1. 行程	5
2. 課程安排	6
3. 心得	10
3.1 課程內容簡述	10
3.2 機場資訊技術設備	10
3.3 機坪管理服務	24
3.4 機場計畫	28
3.5 流量預測	32
3.6 需求及容量分析	37
3.7 機場聯絡道	40
3.8 跑道規劃	45
3.9 滑行道規劃	47
3.10 航廈及機坪區	48
3.11 障礙物限制面	49
3.12 機場地點選擇	52
3.13 航管	55
4. 建議	57

行程

本次課程是由新加坡民航學院及新加坡南洋理工學院共同開辦，為全球少數為國際民航組織所承認之訓練，該課程內容結合學術面、實務面及全球規範訂定者。此行主要的目的是：（一）了解機場工程之輪廓，（二）培養機場設計規劃之種子學員，（三）提昇國內機場調查之知識與技巧。

按預定的時間於八月十九日搭國籍航空公司自台北出發，當天中午即抵達新加坡，於先行了解住宿、上課地點與交通等基本問題後，第二天即開始上課。此行除了本會林沛達，另外有交通部民航局技正王郁珍。上課時間由八月二十日至九月十四日，共四週時間。九月十四日為考試日，該課程另提供獲取學位學員於九月十七日返校加考申論題。

新加坡民航學院位於新加坡樟宜機場西北方，方便大多數自於世界參與的學員來，詳細位置如地圖 1 紅色三角形所示。

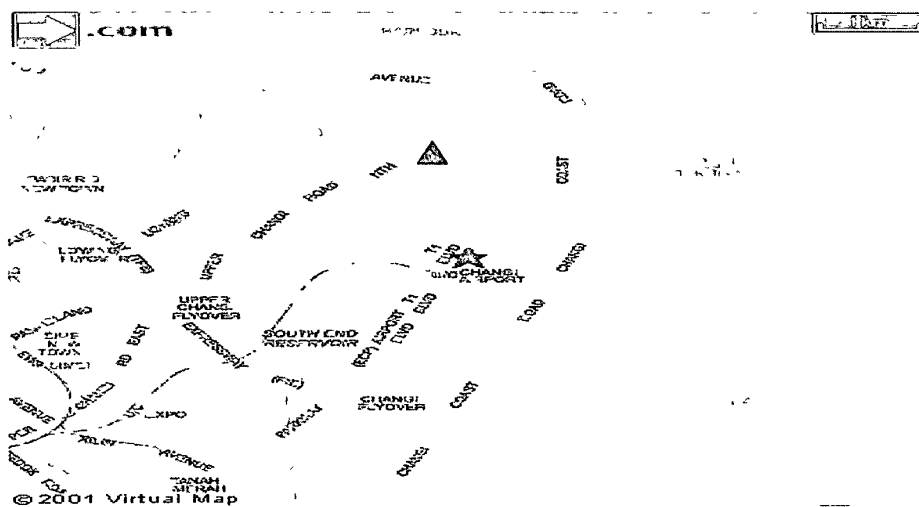


圖 1 樟宜國際機場與上課地點新加坡民航學院相關位置地圖

課程安排

授課教師：

<u>講師姓名</u>	<u>單位職稱</u>
<u>Prof Henry Fan</u>	<u>Professor & Director</u> <u>Center for Transportation Studies</u> <u>School of Civil and Structural Engineering</u> <u>Nanyang Technological University</u> <u>Singapore</u>
<u>Assoc Prof Robert Tiong</u>	<u>School of Civil and Structural Engineering</u> <u>Nanyang Technological University</u>
<u>Assoc Pro Wong Wai Fan</u>	<u>School of Civil and Structural Engineering</u> <u>Nanyang Technological University</u>
<u>Assoc Prof Tan Teng Hooi</u>	<u>School of Civil and Structural Engineering</u> <u>Nanyang Technological University</u>
<u>Assoc Prof Lam Soi Hoi</u>	<u>School of Civil and Structural Engineering</u> <u>Nanyang Technological University</u>
<u>Assoc Prof Lum Kit Meng</u>	<u>School of Civil and Structural Engineering</u> <u>Nanyang Technological University</u>
<u>Assoc Pro Wong Yiik Diew</u>	<u>School of Civil and Structural Engineering</u> <u>Nanyang Technological University</u>
<u>Mr Bawajee Rajaram</u>	<u>Manager (Civil Engineering)</u> <u>SPECS Consultants Pte. Ltd.</u>
<u>Mr Kang Yew Lee</u>	<u>Cargo Supervisor (Training)</u> <u>SATS Airport Services Pte Ltd</u>
<u>Mr Goh Wei Fen</u>	<u>Asst. Director (Ground Operations)</u> <u>Airport Management Division</u>
<u>Mr Bernard Chan</u>	<u>Asst. Director (Estate Management)</u> <u>Airport Management Division</u>
<u>Mrs Mary Tan</u>	<u>Chief</u> <u>Apron Control/Management Services</u> <u>Airport Management Division</u>
<u>Mr Loh Seow Yick</u>	<u>Asst. Airport Manager (Airport System)</u> <u>Airport Management Division</u>
<u>Mr Hamsa Ramli</u>	<u>Instructor (School of Air Traffic Services)</u>

<u>Mr Lo Weng Kee</u>	<u>Singapore Aviation Academy</u> <u>Executive Engineer (Nav aids)</u> <u>Operations Division</u>
<u>Mr Francis Anthony</u>	<u>Operations Commander (Fire Safety)</u> <u>Airport Emergency Division</u>
<u>Mr Lim Lai Choon</u>	<u>Senior Airport Emergency Officer</u> <u>Airport Emergency Division</u>
<u>Mr Lee Wei Kwong</u>	<u>Senior Engineer (Terminal 1)</u> <u>Engineering Division</u>
<u>Mr Au Wing Tak</u>	<u>Executive Engineer (Civil)</u> <u>Engineering Division</u>
<u>Mr Patrick Soh Eng Seng</u>	<u>Executive Engineer (Electrical)</u> <u>Engineering Division</u>
<u>Mr Ng Hoe Seng</u>	<u>Senior Technical Officer (Mechanical)</u> <u>Engineering Division</u>
<u>Ms Koh Miaw Ling</u>	<u>Executive Quantity Surveyor</u> <u>Engineering Division</u>
<u>Mr Teoh Eng San</u>	<u>Executive Engineer (Airport Planning)</u> <u>Engineering Division</u>
<u>Mr Chan Kim Hove</u>	<u>Engineer (Electrical)</u> <u>Engineering Division</u>
<u>Mr Koh Ming Sue</u>	<u>Engineer (Electrical)</u> <u>Engineering Division</u>
<u>Ms Joyce Wee Li Ying</u>	<u>Senior Technical Officer (Quantity Surveyor)</u> <u>Engineering Division</u>
<u>Mr Lau Pui Kee</u>	<u>Senior Technical Officer (Mechanical)</u> <u>Engineering Division</u>
<u>Mr Mustapha Nasar</u>	<u>Manager (Terminal Operations)</u> <u>Airport Management Division</u>
<u>Mdm Choong – Tio Chieu Yoke</u>	<u>Manager (Horticulture)</u> <u>Airport Management Division</u>

**PWD CORPORATION PTE LTD
LECTURERS**

NAME	CESIGNATION & DIVISION
Ms Rohani Baharin	Senior Vice President Airport Architectural Branch
Mr Leong How Yin	Vice President Airport Project Management & Admin. Branch
Mr Lee Chong Hee	Vice President Airport Civil & Structural Branch
Mr Patrick Lam	Vice President Airport Mechanical & Engineering Branch
Mr Ho Ah San	Principal Engineer Airport Civil & Structural Branch
Mr Chua Kah Soon	Senior Engineer Airport Civil & Structural Branch
Mr Tan Kheng Swee	Senior Engineer Airport Mechanical & Engineering Branch
Mr Tang Sek Kwan	Principal Geotechnical & Engineer Civil & Structural Division
Dr Chandrasekeran	Senior Geotechnical & Engineer Civil & Structural Division
Mr Kevin Quan	Laboratory Manager Engineering Laboratory Unit
Mr Lau Ban Kiong	Engineer Airport Civil & Structural Branch

學員人數：來自於世界各地，包括蘇丹、印尼、新加坡、阿拉伯聯合大公國、越南、馬來西亞...等共 15 人。

心得

3.1 課程內容簡述

該課程提供完整之技術性知識，以評估機場發展需求計畫、機場發展設計、機場設施、執行相關工程及維護機場設施等。該階段屬於機場工程之第一階段，所介紹之課程涵蓋機場預測、場地選擇、土地利用及機場系統，其細項區分包含助導航設施、航機特性、航管、機場設施、機坪管理、機場規劃、流量預測、能力即延遲分析、機場架構、環境及土地利用、地點選擇、障礙物面及機場聯絡道等以達成學員通盤了解機場設計及發展之規劃。

3.2 機場資訊技術設備 (Overview of Airport IT facilities)

◎ 要點

- * 機場資訊技術設備方式 IT Approach

- * 機場資訊技術設備系統及設備

 - 如 飛航資訊控制系統 Flight Information Control System

 - 行李管理系統 Baggage Handling System

- * 未來技術 (試驗) Technology Trials

◎ 機場資訊技術設備方式 IT Approach

目的在於

- * 改善機場操作有效性及能力

- * 改善對乘客服務

- * 改善乘客體驗

◎ 機場資訊技術設備系統及設備列舉

- * 飛航資訊系統 Flight Information Systems
- * 無線網路 Wireless Lan
- * 網路節點 Internet Access
- * 網頁設施 Web-based Facilities
- * 機場管理系統 Total Airport Management System

◎ 飛航資訊系統 (Flight Information Systems) 包含

- * 飛航資訊指示板 Flight Information Indicator Board
- * 飛航資訊顯示系統 Flight Information Display System
- * 登機登記顯示系統 Check-In Counter Display System
- * 登機警示 Flight Alerts
- * 自動電話亭飛航擷取系統 Automated Telephone Flight Inquiry System

◎ 飛航班次資訊指示板 (Flight Information Indication Board)

- * 主要提供乘客及機場單位正確飛航班次相關資料
- * 唯一 24 小時運作之系統
- * 指示內容包括：航空公司名、起飛時間、班次名稱、抵達站、登機口、
飛航狀態
- * 提供起降資料

◎ 航班資訊展示系統 (**Flight Information Display System**)

* 主要目的提供乘客及機場單位正確飛航相關資訊，為一 24 小時運作之即時系統

* 放置於策略點如 check-in counter，transit/departure hall，gate hold rooms，airline lounges

* 位置位置區分起降不同目的

◎ 登機登記展示系統 (**check-in counter Display System**)

* 網路登記—可選擇座位

* 自助登記亭—可接受包裹

◎ 登機警告 (**Flight Alerts via SMS**)

* 與行動電話業者合作提供乘客如飛航時間改變資料警告

◎ 自動電話亭飛航擷取系統 (**automated Telephone Flight Inquiry System**)

* 24 小時資訊服務 (輸入航班或城市前三字母)

* 可由傳真獲得資訊

◎ 無線區域網路 (**Wireless Lan**)

* 乘客可在任一機場內之位置使用

* 可 surf 由附近之咖啡站或某一地點

* 由 wireless Lan card 插入電腦此卡如天線接收無線電波

* 此卡使用 IEEE 之無線標準”802.116”或”Wi-Fi”

* 機站放置於天花板或地板等其他地方發送電波置放於電腦之特製卡片

中

* 傳送速度可達 11,000kbps (modern 傳送 56kbps, 寬頻 1500kbps)

* 頻寬可介於 2,400-2,483MHZ

* 每個機站可及 200m 範圍

* 僅固定人數可用同一機站故需重複考慮

* 機站亦連接高速網路系統

◎ 無線區域網路應用－行動登機登記

* 可使乘客在移動時即可登機

* 改善等待時間

* 改善服務效率

◎ 網路入口 (Internet Access)

* 寬頻傳送 (Broadband Infrastructure)

* 撥接點 (Dial-up access points)

* IR access points

* 乙太接點(Ethernet access point)

◎ 寬頻架構 (broadband Infrastructure)

* 寬頻架構連接所有網路入口設備 (包括 wireless Lan, infrared kiosks, Ethernet Lan) 高速傳送

◎ 紅外線網路入口亭 (Infrared Internet Access Kiosk)

- * 可允許乘客使用 PDA 或電腦接收免費的資料

◎ 電子意見反饋亭 **E-feedback (E-feedback kiosk)**

- * 允許乘客即使用者提供電子意見

- * 意見透過無線網路架構與機場資料管理系統

◎ 電子明信片 (**E-postcard**)

- * 可拍照製成信片送到指定電子信箱中

◎ 內部網路 **Net**

以網頁為基礎使第一線工作人員瞭解機場資訊

- * 乘客要求回覆系統

- * 機場及旅遊資料系統

- * 統計報告

- * 失物處理系統

◎ 全機場管理系統 (**Total Airport Management System, Tams**)

- * 整合重要之次系統行程資訊轉接站

- * 所有次系統之中心及標準介面

- * 網路應用及架構

◎ 新技術 藍芽 (**Blue Technology**)

- * 適用口袋型電腦或個人 PDA 顯示區域資訊

- * 可移植到 Wireless LAN 平台使用

◎ 新技術 (Zero-Configuration Technology) 電腦零架構技術

- * 不需更新自己系統即可接收

※ 地面作業管理 (Ground Operation Management)

◎ 簡述

- * 機場作業
- * 地面作業目的
- * 影響地面作業因素
- * 準備容忍度 Operational Readiness
- * 有效率原則
- * 乘客設備/流動
- * VIP 設備
- * ICAO Annex 9.法規
- * 國家及機場設備委員會功能
- * 未來

◎ 機場為何？

Gateway, Hub & Spoke

對國家經濟具貢獻

◎ 機場服務為何人？

航空公司

乘客

Freight Forwarder/貨運業

普通航空業

◎ 何為成功機場標示？

安全有效

明確的服務及設備

短—中—長期之計劃

◎ 機場作業

平順安全處理航機、乘客及貨運

包括航廈操作，棚廠，跑道，滑行道，機坪，航機停機坪

◎ 何組織包括在機場作業？

航空公司

地面作業公司

貨運業

油料公司 Oil Company

業者（商店，服務，餐廳）(Concessionaires)

地面運輸公司（計程車、巴士、火車、Ferry）

政府單位（機場當局、警察單位、貿易旅遊局、公共工程局、電信及運輸部、移民局衛生局）

普通航空

飛行俱樂部

◎ 地面作業目的

在於確定及設立平順及快速之機場乘客及貨物快速流通

◎ 影響地面作業因素

* 適當設備

* 有效地面作業者

* 快速海關、移民局及安檢作業

* 有效地面運輸系統

* 清楚標示系統

* Comprehensive passenger amenities

◎ 準備容忍度 **Operation Readiness**

適當的人力及裝備均齊全

1970's capacity

1980's efficiency

1990's service

◎ 有效率原則

* 需求及問題之預測

* 有效協調不同組織

* 改善之正面態度，體驗新觀念之意願，鼓勵革新

◎ 有效率須

設計及輸出

check in

Internet, fax, self...

程序	Security	X ray automatic
自動化資訊及技術	Immigration	biometric card

◎ 設計及輸出

能量—考量現在及未來需要

快慢分類—區分乘客及貨物，區分私人車、公車及貨車

簡化乘客流程

簡化輸出—於重要設施及服務處（轉運櫃檯、資訊櫃檯、免稅店）置一清

”Cross road” 位置處標示、資訊櫃檯、資訊手冊

example : put crossroad after immigration

◎ 4 種乘客流程

(1) 抵達 arrival

(2) 起飛 departing

(3) 暫停 Transit (same aircraft)

(4) 轉機 Transfer (different aircraft)

MCT minimum connecting time=60 mins

◎ 抵達 Arrival

* 抵達所需設備（空橋/巴士/標示）

* 移局及衛生局

* 免稅店

- * 貨物傳送

- * 海關區

- * 運輸出機場

◎ 出境 (Kerbside, car/coach drop off, FIDS, signs)

- * 登機登記設備及程序

- * 包裹處理

- * 安檢/移局檢查

- * 購物服務 F&B 設備

◎ 暫停 (Transit)

- * 抵達及出境使用同一航機及班次

- * 短暫停留

- * 和出境相同方式

◎ 轉機 (Transfer)

- * 抵達及出境使用不同航機及航班

- * 飛航班次資訊及標示

- * 登機登記在特別櫃檯

- * 包裹轉送

- * 短暫時間計算 MCT

- * 轉送時間之利用

◎ **VIP 設備**

- * 休息室
- * 安檢
- * 禮儀
- * Refreshment Facilities
- * 停車/上車
- * 媒體設備

◎ **組織**

- * 外交部
- * 大使
- * 政策安檢
- * 機場當局
- * 航空公司
- * 地面作業公司
- * 服務作業

◎ **國際民航組織第九號附約 ICAO Annex 9.**

- * 處理航機-乘客-貨物運物 設備設定
- * 建議成立 NFCAF

◎ **國家促進委員會**

- * 檢視符合國際運輸服務之機場設備

- * 考量機場促進委員會提送之建議
- * 建議至相關政府單位
- * 提示相關單位影響機場作業之國際航空發展
- * 檢視顯現之問題
- * 建議超越司法之草案

◎ 未來發展

- * 大能量機場
- * 多航空公司聯營
- * 多單位整合資源
- * 改變中航空旅程模式
- * 改變中航空旅行期望

※機場安檢

◎ 國際標準 **International Level**

- * Tokyo convention (1963)
- * Hague convention (1970)
- * Montreal convention (1971)
- * Montreal protocol (1988)
- * Convention on marking of plastic explosives for the purpose of detection (Montreal 1991)
- * ICAO Annex 17 180states

◎ 策略 **Strategy**

發展及改善一完整國家航空安全檢查計畫處理對民航安全之威脅

To develop and implement a comprehensive national aviation security programme to deal with the threats to CA operations at national & airport levels.

◎ 國家層次 **National level**

◎ 機場層次 **Airport level**

◎ 結論

* 互助合作

* 國家責任

* 基本明確之機場安全計畫

3.3 機坪管理服務

◎ 機坪管理服務需求

- * 運輸密度
- * 機坪複雜度
- * 能見度

◎ 目的在於提供

- * 作業原則
- * 控制及規定
- * 防止撞擊
- * 安全航機出入口
- * 車輛運作安全

◎ 提供者可能為

- * 航管 Aerodrome Traffic Service Unit
- * 航務組 A Unit set up by Airport Authority
- * 航空公司 Operator of a company terminal
- * 另一組織 Coordinated control btn ATC and Airport Authority/Operating Co.

◎ 功能及責任

- * 接駁及停機坪指定 Stand/Gate assignment
- * 行李線指定 Claim Belt assignment

- * 確定運具安全 Ensuring safe and expeditions movement of vehicles
- * 機坪協調 Apron project coordination
- * 監視地面作業程序 Monitoring ground handling agreement
- * 訂定作業標準 Performance Standards

◎ 機門/行李指定位置原則

- * 最小行走距離 Minimize walking distance
- * 最大停機使用 Maximum use of contact gates
- * 加速轉機
- * 乘客移動分布
- * 最少迷惑

◎ 建立指定位置原則

- * 定義目標
- * 優先順序
- * 定義限制
 - * 設備
 - * 作業狀況
 - * 安檢需求
 - * 航空公司要求

◎ 機坪指定位置限制

- * 航機型態 ACFT type/Parking std Configuration
- * 航管壓力 Pressure fm ATC to maintain sep btn acft allocated to adjacent std
- * 保持相同位置兩航機時間隔離 Maintain sep btn 2 acft in the same std
- * 航班連結 Facilitate connecting flights
- * 航空公司喜好 Airliner's preference
- * 時程變化 Acft operator off-schedule
- * 較遲脫離 Late towing of layover acft
- * 改變 Changes made to acft utilization

◎ 最佳使用率

- * 減少隔離時間 Reduce sep btn acft in the same std
- * 較少連結之航班 Lower priority to connecting flights
- * 短時轉機 Short transit acft to be towed out
- * 設定位置政策 Authority to set allocation policy

◎ 性能標準

- * 乘客處理
- * 機坪處理
- * 貨物處理

◎ 服務等級

- * 實施

* 能力

* 性能

3.4 機場計畫 Airport Planning

◎尖峰小時預測 (Busy hour Forecast)

提供尖峰小時特性避免設備負荷過重

* 平均每日尖峰小時人數在每年尖峰月份 (the peak hour an average day in the peak month of the year, PHADPM)

Exam : 1. We chose Dec to be the peak month of the year. Total pax=310000

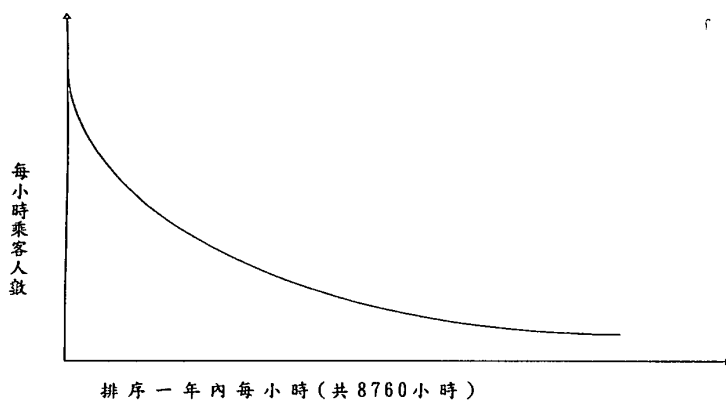
2. ADPM=310000/31=1000 (pax) 尖峰月份平均每天 10000 個乘客

3. 自行設定 ±10%ADPM 9000~11000 PAX

4. 若每月有 16 日落於此區間內取出每日 1 尖峰小時最高人數總和

除以 16 即得 PHADPM 人數

* 30 th-40 th busiest hour of the day (Typical Peak hour)



PHADM 值應落在 30th-40th 小時處

* SBR (Standard busy rate)

SBR 為一年內第 30 忙的小時量

SBR

$$\text{SBR coefficient} = \frac{\quad}{\text{Annual Terminal Passenger Volume}}$$

* PH forecast Planning

The planning facilities to meet the requirements of the air transport system to that traffic demand can be accommodated safely and efficiently while maximizing cost effectiveness.

◎ 機場計劃分為三種

* 航空系統計畫 Aviation System planning

* 機場主計畫 Airport Mast planning

* 機場設施計畫 Airport facility(project) planning

◎ 航空系統計畫 Aviation System planning

* 整體系統架構規劃 (board & General, provide guideline)

* 機場：數量、型式、位置、功能

* 航管及助航：支援機場

* 財政需要

◎ 機場主計畫 Airport Mast Planning

* 機場主計畫為一 “a conception of the ultimate development of the airport”

* 其發展包括機場週邊及土地利用

* 主要僅針對單一機場考慮

◎ 機場設施計畫 Airport projects planning

* 機場內單一計劃之強調

- * 基於主計劃及成本考慮

- * 提出 project 執行

◎ 計劃哲學

- * 因應未來不確定性計畫考量實務彈性 (flexibility)

- * 連續修正及監控和原預測不同之部分

◎ 機場主計劃目的 (objects of Airport Mast Plan)

提供長短期發展指導原則來滿足該機場需求及因應環境變化

- * 定義潛在問題

- * 表現機場最終發展及預測鄰近土地使用

- * 建立機場連外需求

- * 建立確實時間表排出優先順序及狀態，特別是首要改善計劃

- * 科技經濟及環境上之調查後調整

- * 提供簡要之描述提供背景資訊

- * 設定階段及建立架構使主計劃連續進行

◎ 機場主計劃進程

- * 第一階段 PHASE I：機場要求條件 Airport requirements

 - 設施盤點 Inventory of facilities

 - 需求預測 Forecast of demand

 - 需求能力分析 Demand/capacity analysis

成本效益分析 Cost/benefit analysis

環境分析 Environment analysis

* 第二階段 PHASE II：地點選擇 Site Selection

先期研究 Preliminary study

場域調查 Field investigation

最後評估及選擇 Final evaluation and selection

* 第三階段 PHASE III：機場計劃 Airport Plans

機場輪廓圖 Airport layout plan

土地使用計畫 Land use plan

機場聯絡道計畫 Airport access plan

* 第四階段 PHASE IV：財務計劃 Financial Plan

階段發展 Stage development

成本估計 Cost estimates

經濟及財政狀況 Economic and financial feasibility

* 主計劃：上述四項之總結報告

◎ 機場系統能力限制

環境 Environ	經濟 Econ	安全 safe	其他 other
生態 Ecology	Economic	法則	
污染 Pollution	Financial	安全	
噪音 Noise			
天氣 Weather Vortices			
土地利用 Land use			

3.5 流量預測

◎ 流量預測目的

- * 提供計劃之資料
- * 提供投資設備之時間及數量之參考
- * 年度預算之參考

◎ 計畫時程

短 (2~5 年)

中 (10 年) 期計劃時程

長 (20 年)

◎ 流量預測區分二大類

* 空域 **Airside**

年度尖峰小時機型量 Annual & peak hour aircraft movement by type.

本站航機量 Based aircraft (air carriers and GA)

混合機隊 Fleet mix

權重 Load factor

* 陸域 **Landside**

年度尖峰小時乘客量 Annual and peak hour pax volumes by type

僱員及訪客 Employee and visitors

車流 Vehicular traffic

航空貨運及郵件 Air cargo & mail

◎ 飛航預測 Aviation Forecasts

- * 空域預測 Airside forecast
- * 陸域預測 Landside forecast
- * 年度預測 Annual forecast
- * 尖峰小時預測 Busy hour forecast

◎ 影響需求之因素

- * 經濟：Economic
- * 人口統計：Demographic
- * 旅程特性：Trip purpose
- * 地理因素：距離、旅行成長、習性...
- * 運輸系統 (Transports system characteristics)：替代選擇、費率、服務率、時間
- * 其他外在因素：政府稅及相關限制

故經濟成長率、航空費率、能源價格、旅遊成長及乘客地理分佈為影響需求最重要因素。

◎ 五種乘客量預測法

- a. 判斷法 Judgment
- b. Delphi 分析

c. 趨勢預測 Trend Forecasting

d. 比例法 Ratio Method

e. 分析法 Analytical Method

◎ 判斷法 **Judgment Method**

最老的

便宜的

短期預測有效

不適用於複雜狀況

◎ **Delphi** 分析

以委員會互不見面以送回回覆答案為主

◎ 趨勢預測 **Trend Forecast**

假設過去影響因素均持續影響未來使用於短期預測

◎ 比例法 **Ratio Method (Base ; market share, top-down)**

假設區域交通和機場流通有一定關係；優點為簡單及廉價；缺點為假設不

一定為真

◎ 分析法 **Analytical Methods**

1. Identify factors, which affect demand through an exam of historical data
2. Collect data on identified factors
3. Establish relationship between demand and these factors
4. Obtain forecast for these factors for design year.
5. Predict future demand using (3) and (4) .

◎ 旅程產生 Trip Generation

(A) 市場分析 Market Analysis

旅程特性及個性特性關係穩定，反映人口成長關係，為計量服務特性如費率，而貴做法。

- (1) 取得戶數及旅行特性調查
- (2) 區分人口特性（年齡、教育、職位、收入等）為個族群
- (3) 每一群組計算平均旅程率（每千人旅次）；並計算每一群組人口成長
- (4) 計算=每一群組人口數×平均旅程率=每一群組預測旅次

(B) Regress Analysis 回歸分析

專家、有效的中短期預測

- (1) 定義因素（factors）
 - a. Socioeconomic 個體因素
 - b. Transport service variable 運輸服務變化
- (2) 使用回歸求出因素與旅程特性之關係
- (3) 得出未來預測值

◎ 結合旅程產生及分佈法 Combine trip Generation — Distribution Models

(A) Mode - Specify

$$T_{ij} = a_o p_i^{a1} p_j^{a2} t_{ij}^{a3} I_j^{a4} I_j^{a5}$$

無法適用長期因素無法因應新技術變化

(B) Muti-Model

Abstract-model

◎ 影響預測因素

- * 資料可否利用
- * 長期或短期
- * 預測目的
- * 成本

◎ 預測原則

- * 多變腳本建立長期預測
- * 統計法建立之短期預測
- * 加寬預測寬度
- * 使用超過一種方法交互印證
- * 以需求面因應機場擴張
- * 設計及修復以模組化處理
- * 監控（持續）並使用新預測技術
- * Nation/Region 預測較 Airport 預測準確

◎ 轉換 Annual Forecast 至機場計劃

- * 轉換 PAX Volum 至 A/C 數

$$N_{AC} = N_p / \sum Si Li Wi$$

Average seat number Load factor percent A/C type I in fleet mixed

- * 決定每日即每小時 Volume

Daily volume=X=ADPM/Annual=0.29%~0.34%

Hourly volue=Y=PHADPM/ADPM=7~11%

PHADPM=X · Y · Annual Pax

3.6 需求及容量分析 (Demand & Capacity Ability)

滿足容量 (Saturation capacity)

“Ultimate Capacity Maximum Throughput Rate”

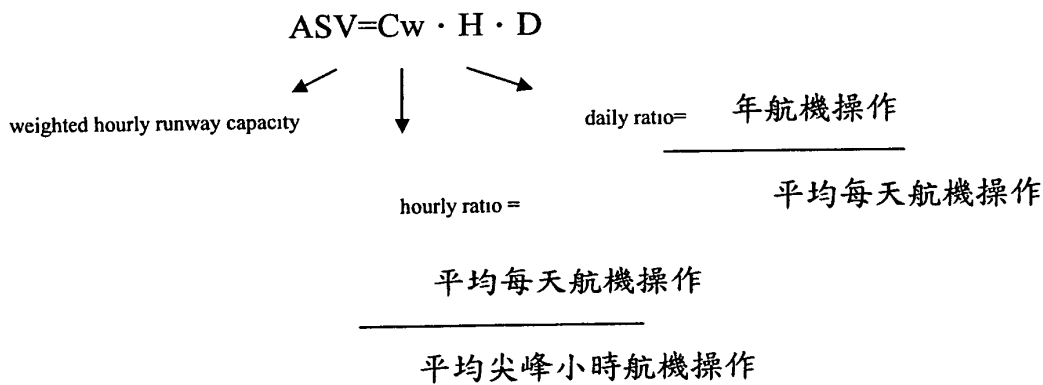
延遲 (Delay)

Delay= (Actual Travel Time) – (Travel time without interference)

小時跑道容量 (Hourly runway volume)

特定情況下跑到每小時最大操作航機數量

每年服務量 (Annual Service Volume)



For commercial D=310~350 H=11~15

◎ 影響 Capacity 之因素

Airfield Configuration	Operating environment	Avoids and AC Facilities
Runway configuration	Aircraft mix	Availability of nav aids (radar, ILS, ASDE, etc)
Taxiway layout	Weather conditions	Availability of airspace (arrival & departure routers)
Gates/Parking position	Operating strategy and	Extent of ATC facilities

	Preferential runway use	(approach/departure control, tower, etc)
Runway occupancy time	Air traffic separation	
	Arrival/departure ratio	
	Wake Vortices	

◎ 當 **demand** 接近 **capacity** 時 **delay** 將會迅速增加

考慮經濟效益 delay 之分析較 capacity 重要

主要目的在增加 capacity 減少 delay，藉由 demand 改變影響設施服務來分析。

◎ 典型分析

1. 滑行道出口位置及幾何形狀
2. 噪音及 ATC 設施之影響
3. 重型航機起降安排順序
4. 跑道交替使用的能力

◎ 空域系統由下列各部分組成 (Airfield system)

1. 跑道組件 Runway component (ATC procedure) (runway capacity is not affected by operations on either the gates or the taxiway)
2. 滑行道組件 Taxiway component
3. 機坪及停機線組件 APRON-Gate component

◎ 空域系統三組件 (Runway, Taxiway, Apron-gate)

三者假設獨立不相互影響，Airfield Capacity: 三者中最小者的 Capacity level,

Total delay 由三系統獨自的 delay 總和

◎ 影響 Airfield Capacity 之因素 (最重要為二機距離)

跑道的輪廓、數量、空間及方向 configuration, number, spacing, orientation

滑行道的輪廓、數量、空間及方向 configuration, number, spacing, orientation

停機線之安排尺寸及數量 Gate 的 arrangement, size 及 number

跑道佔據的時間

航機大小及混合

天候 (visibility & ceiling)

風向

噪音防治程序

抵達及出發的數量

重飛 TOG 數量及頻率

擾流之隔離

助航

空域 Air route 利用

航管設施 ATC facility

3.7 機場聯絡道

◎ 機場聯絡道功能

- * 提供機場及周邊聯絡
- * 提供外環道
- * 提供人、或卸載功能
- * 提供車輛停車

◎ 連外型式

- * 私人 (汽車)
- * 公共 (計程車、公車、租車、鐵路、捷運、定點鐵路、直昇機、水運)

◎ 機場連外流程

使用高速公路及捷運 by highway 及 rapid transit 至機場週邊 to airport boundary

使用機場週邊道路及捷運志航下路緣 by airport roads and rapid transit to unloading curb (路緣)

走錄製航機及樓梯 by work or ladder to A/C

◎ 使用者可分為

- * 乘客 Air travelers
- * 接送機人員 Senders & Greeters
- * 訪客購物及看風景人員 Visitors, shoppers, sight-seers
- * 僱員 Employees

- * 貨運人員 Air freighter/cargo personal
- * 機場服務供應人員 Airport service supplies

◎ 問題

- * 增加聯外時間 More access time
- * 噪音及土地利用 Noise & land make new sit for away
- * 交通阻塞 1st segment user & non-user→traffic jam
- * 停車 Parking & vehicle circulation
- * 航廈乘客處理 Terminal building circulation and process of pax

◎ 連外設施之計劃及設計

需求 (Demand, Design hourly volume)

型態：

乘客 Air travelers

接送機人員 Senders & Greeters

訪客購物及看風景人員 Visitors, shoppers, sight-seers

僱員 Employees

貨運人員 Air freighter/cargo personal

機場服務供應人員 Airport service supplies

運具： 汽車 cars
計程車 Taxicabs
巴士 Buses/limousines
捷運 Rapid transit, ...

資料蒐集：起始點調查 origin-destination survey
交通量計量 Traffic volume counts
運具佔有調查 Vehicle occupancy study
訪談 Interviews
停車場研究 Parking study (volume, duration, pattern)

◎ 車輛容量 **Volume** 資料蒐集

* 機器及裝備 Machine/Equipment

如感應迴路偵測器 Inductive loop detector (Permanent)

如氣壓管 Pneumatic tube (Temperate)

如手動計量 manually counter

◎ 機場聯絡道包含

主聯絡道 Main access road

外環道路 Circulation road

服務道路 Service road

航廈路緣道 Terminal curb space

巴士停放區 Bus storage

計程車停放區 Taxi storage

客車停車區 Automobile parking

貨運集散區 Cargo parking/storage

普通航空停放區 General aviation parking

◎ 服務水準 Level of service

A 最好 F 最差 平均為 C

◎ 交通量

$$U = u * k$$

$$\text{Volume} = \text{speed} * \text{density}$$

pcu=車當量 (如小客車 1 大客車為 2)

◎ 車道數計算

以 Level C 為主

主聯絡道 Main Access Road : 1200-1600 pcu/h/lane

周邊聯絡道 Terminal Approach Road : 900-1100 pcu/h/lane

服務道 Service Road : 600-1200 pcu/h/lane

航廈前緣道路 Terminal Frontage Road

▽ 前兩車道 First 2 lanes next to processing curb : 300 pcu/h total

▽ 每一增加車道 Each additional lane : 600 pcu/h/lane

◎ 機場環建物道路原則

- * 標示清楚
- * 單行高架減少衝擊
- * 因應尖峰 (by pass)
- * 單行
- * 人貨交通區分

◎ 外緣區原則

- * by pass 道
- * 車道
- * 作業道
- * 邊緣步行道
- * 行人穿越道
- * 標示
- * 需大於正常車道 60%
- * 主要航空公司需放於：frontage lane

◎ 車輛停放

需考慮

- * 交通量 Traffic volume
- * 停放時間 Parking duration

* 停車費 Parking fee

* 位置 Location

原則為

* 乘客最多 300m 員工最多 1000m

* 50~100m long aisle operation are preferred

3.8 跑道規劃

◎ 計畫目的

安全航機操作（適當隔離、障礙物清除、避免側風）

最小干擾及延遲航機操作

最少工程

避免噪音敏感地帶

◎ 跑道方向（Runway Orientation）

跑道置放方向須 95% 降落時側風（crosswind）不超過

相對位置	側風大小
< 1200m	10knots
1200~1499m	13knots
> 1500m	20knots

◎ 跑道方向圖示法（Graphical Determination of Runway Orientation）

- (1) 建立 wind rose（at least 5 年資料、風向、風速及百分比）
- (2) 以投影片畫出跑道中心線二條跑道；邊線平行跑道中心線以風速限制為其距跑道中心線距離
- (3) 旋轉投影片直到邊線外的百分比總和為最小
- (4) 得出跑道方向，因風向使用真北（True North）轉成磁北（Magnetic True）後除以 10（四捨五入）為跑道 designated marking number.
- (5) 若外部的百分比超過 5% 可增加另一條跑道涵蓋較大的百分比（intersection runway, open V runway）

◎ 磁北真北轉換

◎ 跑道方向

◎ 跑道數量

依據需求 (demand)、可利用空間 (available space) 及跑道方向 (orientation)

* 平行跑道有較佳 capacity 及航管效益 (距離越遠越佳 >B10m)

* open V 型中 diverging 較佳

* intersection 型中靠近跑道頭交界 (<610m) 較佳

3.9 滑行道及等待機坪規劃

◎ 滑行道外型計劃目的

* 提供介於跑道及服務區間之聯絡

* 避免航機衝突

* 避免滑行道 crossing Active runways

* 減低佔用跑道時間

◎ 滑行道外型

* 正交直角型：可雙向 (起降) 使用故具彈性，單須較小出口速度

* 角度 (>45°)：可有較大速度

* 小角度高度型：快速滑行道 (25°~45°)

◎ 位置之決定基於

(1) 著陸點距離=300~450m

- (2) 著陸點速度=95~140knots
- (3) 減速率 Deceleration rote (R/W surface Condition) =1.25m/s² ICAO
1.5 m/s² FAA
- (4) 出口速度=25 km/h (90° exits) =95 km/h (30°~40° exits)
- (5) 航機混和
- (6) 駕駛員技術
- (7) 海平面每高 1000ft 調高出口距離 (exit distance) 3%
- (8) 每高 5°C 標準溫度調高出口距離 1.5%
- (9) 因應飛行員技巧、濕滑鋪面、較差輪胎須加 100~150m

◎ 等待機坪 (**holding Apron**)

- (1) 設於跑道頭提供起飛等待航機作最後檢查及宣告時停放區
- (2) 須有旁流及 3 - 4 架存放空間

3.10 航廈及機坪區

◎ 計劃目的

- * 減低來去跑道之滑行距離
- * 避開航機起降操作區

◎ 影響位置之因素

滑行道距離、地面連絡道、潛在發展性、至其他設施距離、Topography

◎ 航廈位置

單一跑道：相同跑道端之距離、但可移動向主使用跑道方向

平行跑道：至於二跑道間

two alignment：最小滑行距離

3.11 障礙物限制面

◎ 目的

在保持機場區空域淨空避免影響航機操作

避免機場週邊建物成長影響航機操作

◎ 操作

ICAO Annex14, Airport Service Manual Part 6
FAR Part 77

◎ ICAO 障礙面種類

- * 外水平面 Outer horizontal surface (Normally not used)
- * 圓錐面 Conical surface
- * 內水平面 Inner horizontal surface
- * 進場面 Approach surface
- * 內進場面 Inner approach surface
- * 轉接面 Transition surface (for building)
- * 阻礙落地 Balked landing surface
- 面
- * 起飛爬升 Take-off climb surface
- 面
- * 內轉接面 Inner transition surface (for naviaids, A/C, vehicle)

◎ 進場面

◎ 轉接面

內水平面 Inner Horizontal Surface

由 Airport Reference Point 上方 45m 形成，通常為圓形

圓錐面 conical surface

由內水平面邊緣延伸向外向上 5% (20:1) 至垂直距參考點高 100m

起飛爬升面 Take-off climb surface

放棄落地面

特別注意要點

◎ 任何物體均不能高過障礙物限制面除非

* 經認可不會影響航機運作及安全

* 在已存在高於限制面不可移動物體之高度遮蔽

◎ 進場面可在下列二情況下變成水平

(1) 到達 Threshold 上 150m 高度

(2) 有物體高於限制

◎ 高於地面 150m 障礙物無論是否在障礙物線限制下軍需考量安全

◎ 物體若未穿出進場面但仍影響進場視線或影響助航設施均需移除

◎ 起飛爬升面

* 依當地海平面、氣壓、空氣密度降低起飛爬升面之斜率

* 若斜率降低調整該面長度直到高度到達 300m

* 若無障礙物超過 2% 新建物應保持在 1.6% 之下

◎ 障礙物限制要求

障礙物面大小為因應跑道使用特性及進場型式

非儀降及非精密進場跑道 Non-Instrument Runway 及 Non-precision approach
runways

落地須有 conical surface 圓錐面

Inner horizontal surface 進場面

Transition surface 轉接面

Inner approach surface 內進場面

Inner transition surface 內轉接面 Cat I (recommend)

Balked landing surface 重飛面 Cat II, cat III (compulsory)

起飛須有起飛爬升面 Take-off climb surface

3.12 機場地點選擇

1. 建立機場適當型式及大小
2. 政府挑出數項先期地點
3. 場地調查
4. 最後評估及選擇
5. 報告及建議

◎ 影響機場大小之因素

1. 流量預測 (#runway, taxiway, apron, terminal building, access, circulation, parking, support, cargo & mail)
2. 高度 (elevation)
3. 氣象狀況
4. 航路 (Route Served)
5. 航機性能
6. 場站大小 (Buffer area)

◎ 先期計劃

1. 檢視 airport market area map 及土地利用計劃
2. 檢視 topographic 及地面運輸系統圖
3. 分析風向決定跑道方向
4. 選出數項可能地點

◎ 影響機場地點之因素

I. 操作因素 Operational Factor

- * 現有其他機場
- * 週邊障礙物
- * 氣象情況
- * 危害鳥擊

II. 物理特性 Physical Characteristics

- * 地形及大地工程
- * 土壤及建材
- * 公共建設利用
- * 土地價值

III. 社會環境考慮

- * 因應飛航需求
- * 地面運輸系統
- * 環境衝擊及地區發展

◎ 潛在位置之場域調查步驟

- * 建立粗略機場模型
- * 到現場考慮和 preliminary study 時相關問題
- * 取土讓進行測試

* 取地面拍攝圖

* 取空照圖

◎ 可能地點最後評估

(1) 詳細的評估

(2) 定性定量評估

定量 Quantitative— 土地成本

土地發展

設施成本

基本成本

連外設施成本

地面旅程成本

噪音、廢氣、水污染衝擊

定性 Qualitative— 擴展性

適當土地使用

較適 ATC

使用者接受度

(3) 完整報告包括圖表、資料分析、分級、及建議。

3.13 航管

航管提供三種服務

1. 航管 Air Traffic Control Service

區域進場及終端管制服務 Area Control Service Approach Control Service

TowerControl Service

2. 飛航資訊服務 Flight Information Service

3. 預警 Alerting Service

Aerodrome Control Service + 避免撞擊障礙物提供航機避撞及維持航機流

◎ 儀器飛航規則 IFR

(a) 航機須有裝備

(b) 高於最小高度

(c) 有飛航計畫

◎ 航管目的

※ 避免航機碰撞

※ 維持航機流量

※ 提供有用資訊及建議予航機

※ 提供航機搜尋及救援服務

◎ 航管提供三種服務

航管 Air Traffic Control Service

區域進場及終端管制服務 Area Control Service Approach Control Service

TowerControl Service

飛航資訊服務 Flight Information Service

預警 Alerting Service

Aerodrome Control Service + 避免撞擊障礙物提供航機避撞及維持航機流

◎ 顯著天氣 SIGMET

火山活動 Volcanic information not appear in Notam & SIGMET

助導航設施毀損 Navigation aids service damage

機場設施改變 Aerodrome & facility change

無人熱氣球 Unmanned free balloons

其他影響安全資訊 Affected safety information

◎ 當發生下列狀況須提供與緊急救援組織 (RCC)

- a. Uncertainty phase (INCERFA) 如 30 分鐘未聯絡未抵達終點
- b. Alert phase (ALERFA) 如 30 分後仍未能建立聯絡。如 宣告落地後 5 分鐘未建立聯絡，如 航機某些功能失效，如 非法攔截
- c. Distress Please (DETRESFA) 如 燃油不足或須失效由，如 航機失效至可能迫降，如 將或已迫降

◎ 提供航管之部分地帶：Runway, Control Zone, Control Area, Terminal Control area, ATS route

◎ 目視飛航規則 VFR

- (a) 在控制區不應起降
- (b) 當天氣小於某固定值不可進入交通路徑
- (c) 不可在晚上飛行
- (d) 不可高於 20000ft 或在穿高速及超音速

◎ 航機隔離型式

a. 垂直隔離 Vertical Separation above FL290 2000ft apart

b. 水平隔離 Horizontal Separation

(i) 左右位置隔離 lateral Geographical Separation

Track Separation

VOR 15° 15 mm

NDB30° 15 mm

Fix (DR) 45° 15 mm

(II) 前後隔離 longitudinal

延遲 Delay 速度 Speed 等待 Hold

c. 複合隔離 Composite Separation

在大洋區 oceanic area 使用 1/2 水平及垂直隔離已增加空域容量

◎ 航管時間 Time in Air Traffic Service

1. UTC : coordinated universal time 24 小時
2. 航管服務時間須在正確時間 30sec 內
3. A/C 滑行前 ATC 須提供正確時間

建議

上完整個課程，對於機場設計規劃及安全有了更深入的認識。從不同的角度認識飛航安全的領域，也學到了務實且有系統的做法去收集與機場規劃所需要蒐集之資料，及各項安全考慮因素。另外該課程提供多項計算練習機會及相關小考，使學員完整結合理論及實務，進而了解失事調查時機場之設計規劃層面需考量之重點。達成出國前意欲達成之三項目的了解機場工程之輪廓，培養機場設計規劃之種子學員，提昇國內機場調查之知識與技巧均已完成。

本出差報告內容不及上課內容十分之一，因多項計算及習作均無法完整呈現，關鍵部分僅摘要筆者對課程印象較深者。新加坡民航學院不僅在專業師資之提供課程安排，尚有完整規劃，對於學員學習成效，利用多種形式之考試了解其吸收能力，相對於其他訓練機構實謂嚴謹，所有學員勢必獲益良多，本次課程僅完成機場設計規劃部份，該課程之第二及第三階段尚有機場設施及機場施工部份尚未完成，建議若有機會仍應參與完成該項訓練，或遴聘相關教師至本國授課。