

目 錄

一、行程及目的.....	2
二、課程安排.....	3
三、心得.....	26
四、建議.....	28
附錄	
(一)課程表.....	29
(二)師資簡介.....	32
(三)學員資料.....	34
(四)師生團體照.....	36

一、行程及目的

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 ICAO 所承認訓練課程，該課程內容包括學術面及實務面。

此行主要目的是：（一）充實機場維護之專業素養；（二）了解新加坡樟宜機場各項設施實際維護情形；（三）提升機場維護作業品質。

按預定行程於 99 年 8 月 22 日搭國籍航空公司班機自台北出發，當天中午即抵達新加坡，了解住宿旅館四周環境、上課地點及交通等基本問題後，第 2 天即開始上課。上課期間由 8 月 23 日至 9 月 9 日，共約 3 週，9 月 8 日為考試日，該課程另提供獲取學位學員於 9 月 9 日返校加考申論題。

新加坡民航學院是一個良好受訓地點，位於樟宜機場的西北方，今(99)年本人參與該學院所舉辦之機場工程系列研習課程中之第三階段之「機場維護」課程，為期約 3 週期間，汲取樟宜機場維護管理之經驗，有助於充實機場維護專業本質學能的增進，進而應用於各機場維護管理工作，以提升機場維護工作之品質。

二、課程安排：

(一)重鋪跑道 (Runway resurfacing) (2hr)

- *招標之時機
- *更換機場鋪面的理由
- *跑道路面評估之方式
- *研討會

重鋪跑道的時機為：當鋪面到達使用年限、因高運量造成破壞、使用者的反應鋪面嚴重的跳動、不符合 ICAO 規範、耐久性已降低時，就必須進行招標改善工程。評估鋪面狀況可分為目視、儀器檢驗或是進行現場採樣測試。

以新加坡樟宜機場加以說明，民航局要求對機場鋪面做改善，主要原因為機場鋪面已使用超過 25 年，加上近幾年來飛行架次過於頻繁，且增加荷重，例如 A380 或是 Boeing777 機種的使用，該局評估利用石膠泥瀝青混凝土(Stone Mastic Asphalt-SMA)及密集梯度熱拌瀝青混凝土(Dense-graded Hot-Mix Asphalt-HMA)做為瀝青鋪面，而決定級配的配置層次則利用馬歇爾法(marshall method)加以檢測，結果顯示 SMA 有較強的抗車轍及巨觀結構性能，可以用在跑道之磨損層，且在中國大陸已使用多年，HMA 有較佳的抵抗溼氣及煤油的侵害，可以用做深層的結合材料，加上 SMA 的價格高出 HMA 的 20-40%，且使用壽命比 HMA 高出 30-50%。為節省經費及延長使用壽命，實際的施工方式為，先行施做跑道頭兩端各 1 公里，縮短跑道期間仍能讓中、小型飛機使用，再行施做跑道中間段(圖 1)，中間段的施做必須適時關閉跑道，經計算尖峰流量的大小及跑道施工的安全性及品質，關閉時間為凌晨 1 點至隔天的下午 3 點(圖 2)，每天分段施工之程序如圖 3。施工流程如圖 4；基本上先清除原瀝青鋪面 125mm，分為 3 層施做，先放置 2 層共約 75mm 厚的 HMA，再放置 50mm 厚的 SMA，每層之溫度需冷卻至 80°C 才能放置下一層，最後溫度需低於 60°C 時，才能重新開放跑道(圖 5)。至於遇有燈具之位置，其基本配置圖如圖 6，依序進行鏟除 150mm 瀝青鋪面、移除原混凝土基座、並放置新的混凝土基座，挖槽並放置電線、澆置第 1 層瀝青並夯實、澆置第 2 層瀝青並夯實、澆置第 3 層瀝青並夯實、鑽孔並放置燈具，詳如圖 7~圖 25。

Planning of Schedule

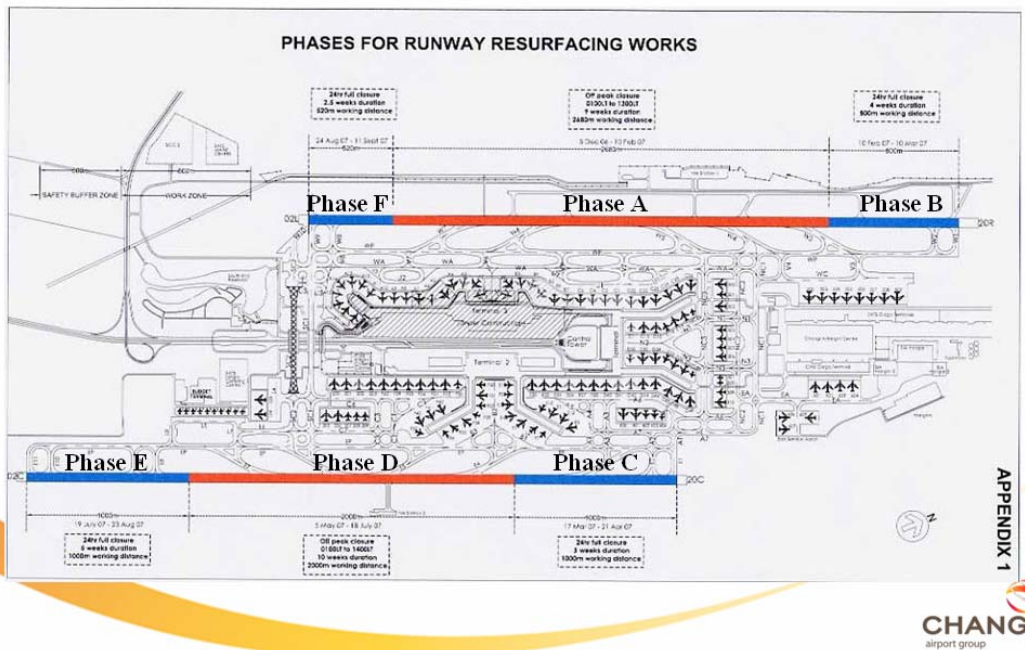


圖 1 跑道施工階段

Runway Closure from 0100 to 1500 hrs

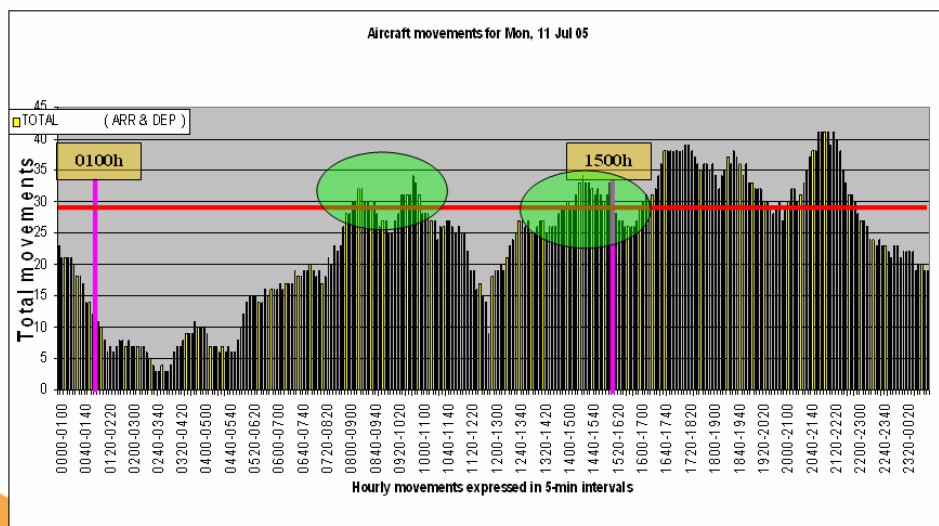
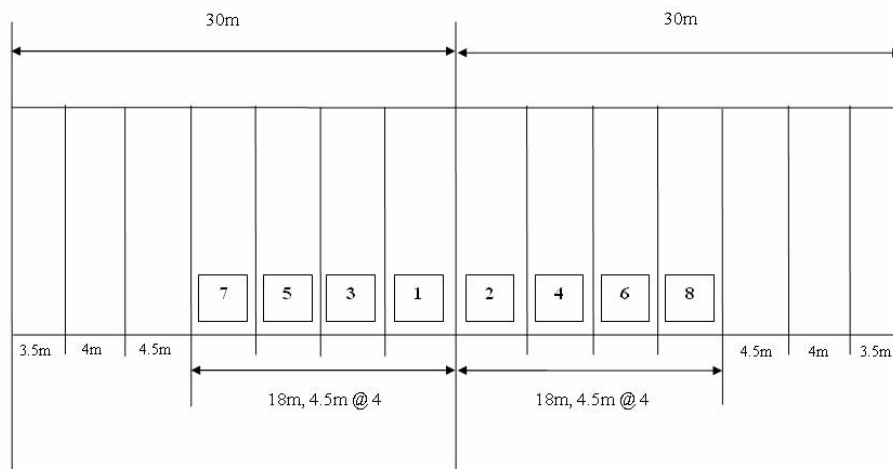


圖 2 間隔 5 分鐘起飛和落地流量

Laying of HMAc & SMAc



Daily Paving Sequence for Runway Off-Peak Closure



圖 3 跑道中間段每天分段施工之程序

Construction

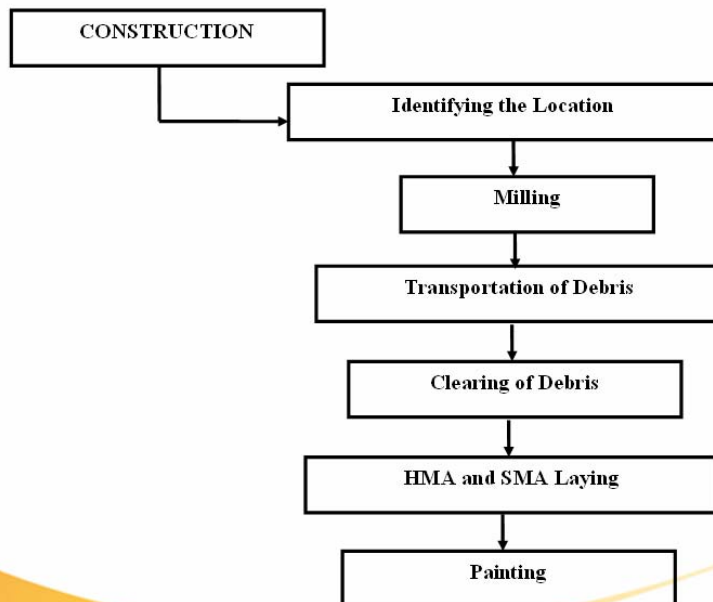


圖 4 瀝青鋪面施工流程圖

Laying of HMAc & SMAc

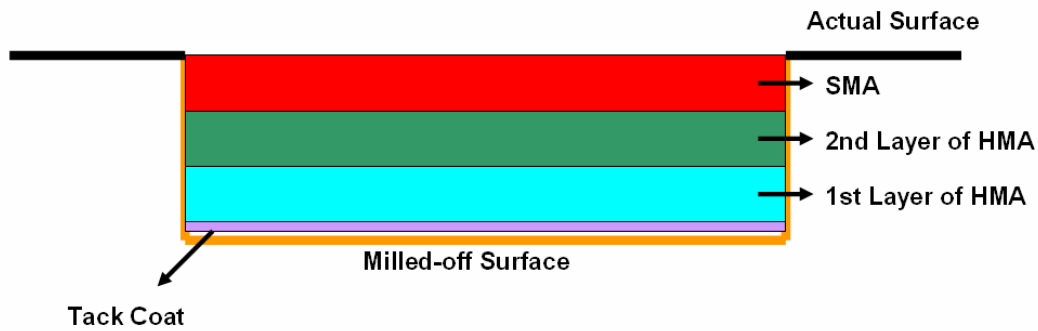


圖 5 瀝青鋪面配置

SEQUENCE OF WORKS

Typical cross-section of runway

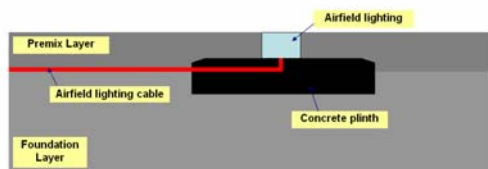


圖 6 燈具配置

SEQUENCE OF WORKS

Milling of premix

(Assuming 150mm of premix to be removed)



圖 7 先鏟除 150mm 瀝青鋪面

SEQUENCE OF WORKS

Removal/installation of concrete plinth



圖 8 移除並放置新的混凝土基座

SEQUENCE OF WORKS

Laying of airfield lighting conduit



圖 9 挖槽並放置電線

SEQUENCE OF WORKS

Laying and compaction of premix in 3 layers

...followed by compaction of the 1st layer of premix...



圖 10 澆置第 1 層瀝青並夯實

SEQUENCE OF WORKS

Laying and compaction of premix in 3 layers

...followed by compaction of the 2nd layer of premix...



圖 11 澆置第 2 層瀝青並夯實

SEQUENCE OF WORKS

Laying and compaction of premix in 3 layers

...followed by compaction of the 3rd layer of premix...



圖 12 澆置第 3 層瀝青並夯實

SEQUENCE OF WORKS

Installation of airfield lighting and cables

...coring of premix...



圖 13 鑽孔並放置燈具



圖 14 鏟除 150mm 瀝青鋪面



圖 15 清除殘渣



圖 16 噴灑柏油



圖 17 澆置瀝青並夯實



圖 18 取出燈具混凝土基座



圖 19 夯實並整平底座



圖 20 放置燈具基座



圖 21 挖槽

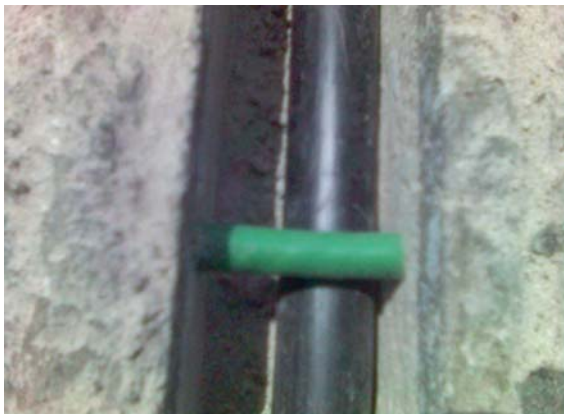


圖 22 放置電線



圖 23 鑽孔



圖 24 安裝燈具外殼



圖 25 安裝燈具

(二)機場設施之維護(Maintenance of Airport Civil Facilities)

(4.5hrs)

- *設施種類
- *預防性維護
- *故障維護
- *改善工程
- *主要更換方案
- *結論

機場設施主要分為機場鋪面、道路、排水及自來水系統等。首要是做好預防性維護，在機場鋪面上，新加坡民航公司每天需做 5 次的目視檢驗，並對鋪面做評分報告，以及油漆及標示，非破壞性檢驗則是每 2 年 1 次，包括騎乘品質評估、重力測試及表面磨擦檢驗，而破壞性檢驗則主要是鑽心試驗，依據 ICAO 及 FAA 等標準，檢測跑道狀況頻率如表 1。道路也有可能影響機場設施，例如有隧道從機場經過，道路如不加以維護，就會影響上頭的機場鋪面。排水設施需常清理，在設計航廈時，應考量整體路網設計，並符合排水量。至於自來水系統應尋求多方水源供應，以避免發生缺水的情形。爰擁有經驗豐富的檢查人員可以發現機場發生之問題所在，定期的保養與檢查是不可避免的。

表 1 ICAO 及 FAA 等標準檢測跑道狀況頻率

Pavement Monitoring Regime				
Factors	Monitoring Frequency	Standards	Area to be monitored	Monitoring Method
Skid resistance	Every 10 days	ICAO	Runway	Grip Tester
Surface roughness	Annually	ICAO & FAA	Runway	<u>Profilometer</u>
Longitudinal profile	Annually	ICAO	All Areas	<u>Profilometer</u> and Topographic Survey
Pavement surface distresses	Annually	PCI	All Areas	Pavement Condition Index Survey and Routine Inspection
Age hardening of asphalt	Annually	Various	All Areas	Material Testing
Structural capacity	Every 2 years	PCN/ACN by ICAO/FAA	All Areas	Heavy Falling Weight <u>Deflectometer</u> Survey
De-bonding	Annually	Various	Runway	Ground Penetration Radar Survey

(三)維護管理之概述(Overview of Maintenance Management) (1hrs)

- *樟宜機場及實裡達(seletar)機場之概況

- *機場工程系統

- *設計依據

- *工程維護機構設置

- *設計依據

- *維護理念

- *管理服務之廠商

- *管理服務之提供廠商

- *工作流程和修復程序

- *採購策略

- *成本控制

- *提供優質服務

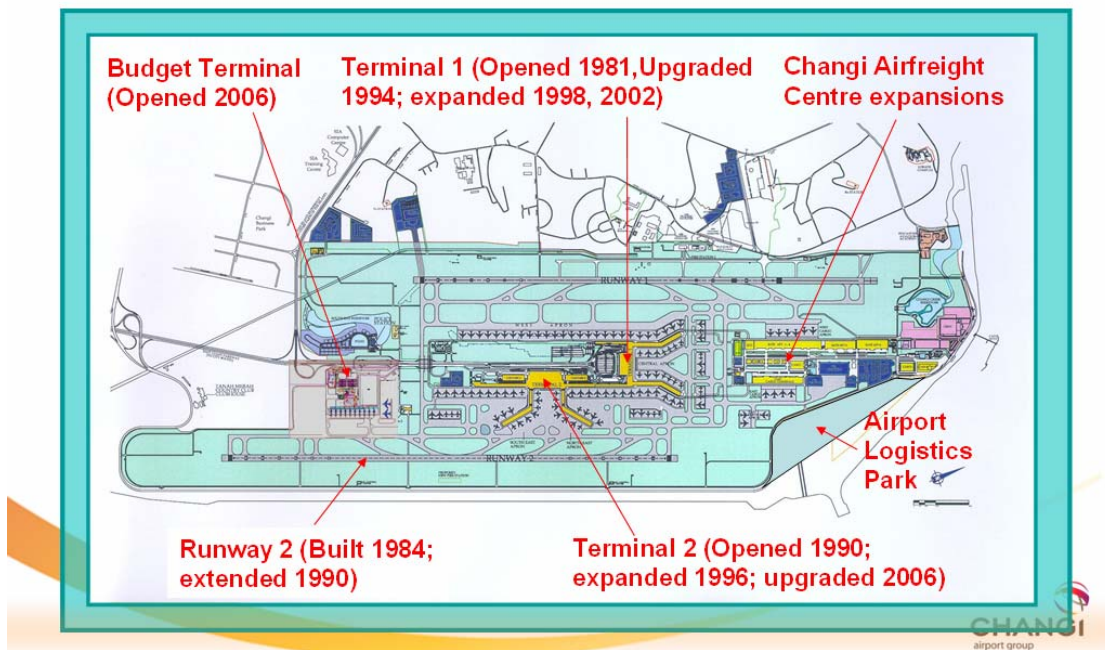
- *未來的挑戰

- *提供優質服務

- *問與答

本課程先介紹樟宜機場的擴建情形，主要依據交通流量增長，適時興建跑道及航廈，興建期程如圖 26，依 2009 年統計(圖 27)，載客量已達 3 千 7 百萬，貨運量為 163 萬噸，而實裡達(seletar)機場之運作，九成是做為訓練飛行之用途。新加坡民航公司維護組織如圖 28，主要分為預防性維護及故障維護，作業程序如圖 29~30。為能運作正常及提高效率，需要有機場工程系統做為管理陸側、空側及一些傳輸、照明、安全等問題。機構依其用途的設置，將影響專業性及反應速度，並進而影響品質。而機場維護理念主要是工廠及本身維護資源上達到最佳的平衡方式。大部分的管理服務工作是由新加坡民航公司承包給廠商，在建立契約的同時，必須充分瞭解契約內容，包括懲罰及獎勵及彼此合作關係，依相關條件選擇廠商，基本上要求維護廠商發生故障頻率之標準如表 2，當然最重要的是成本控制，進而採取維護策略。

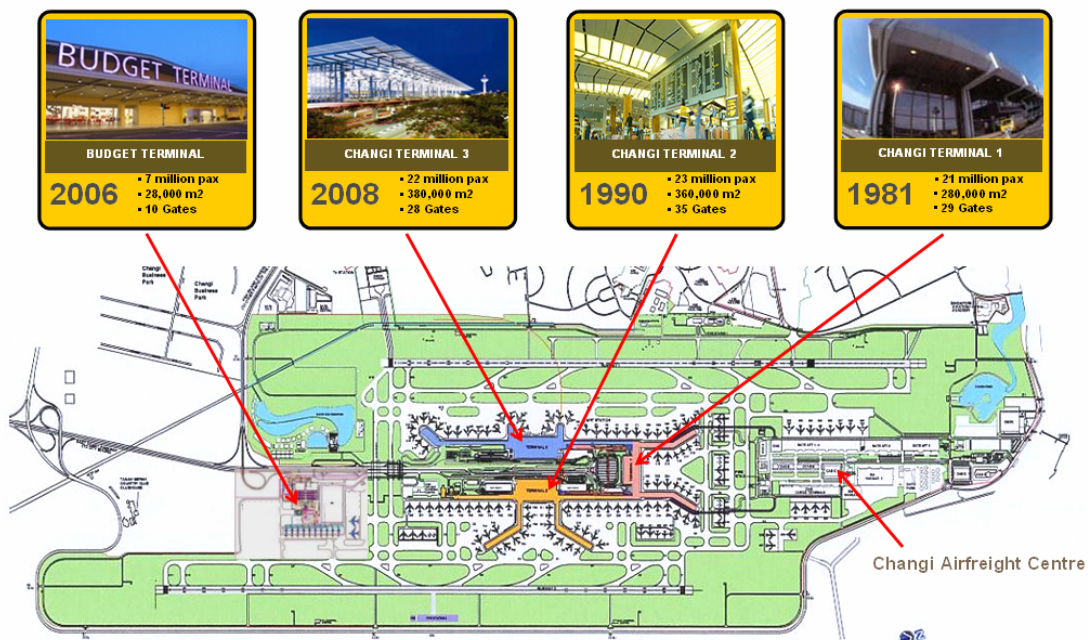
Overview of Changi Airport – 1981-2007 Expansion



© 2010 Changi Airport Group (Singapore) Pte Ltd All Rights Reserved
This communication cannot be used for any purpose and cannot be reproduced or communicated to any other person without the consent of Changi Airport Group (Singapore) Pte Ltd

圖 26 樟宜機場興建期程

CHANGI AIRPORT TODAY AND MASTER PLAN



2009 traffic volume

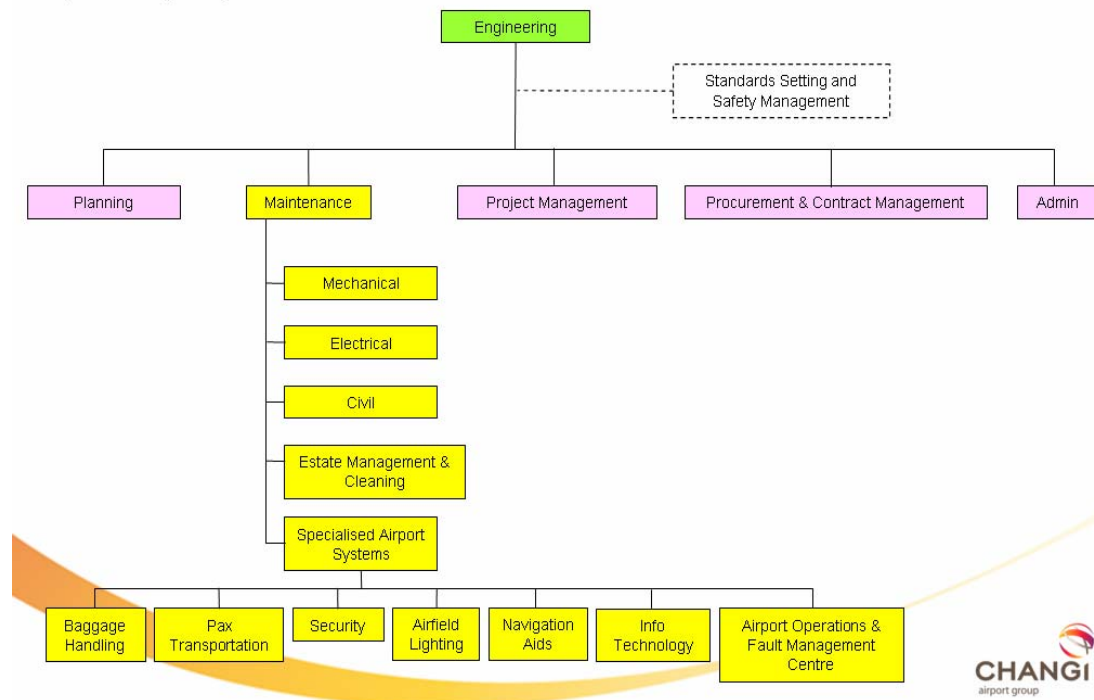
- 37.2 million passenger movements
- 1.63 million tonnes of cargo
- 240,360 aircraft movements

Handling capacities

- 4 pax terminals with ultimate capacity of ~80 mppa
- Airfreight centre with capacity of ~3 million tonnes per year
- 2 runways with capacity of 75 mov per hour

圖 27 2009 年統計數字

Engineering Maintenance Organisation Setup (Sample)



© 2010 Changi Airport Group (Singapore) Pte Ltd All Rights Reserved
This communication cannot be used for any purpose and cannot be reproduced or communicated to any other person without the consent of Changi Airport Group (Singapore) Pte Ltd

圖 28 新加坡民航公司維護組織

PREVENTIVE MAINTENANCE

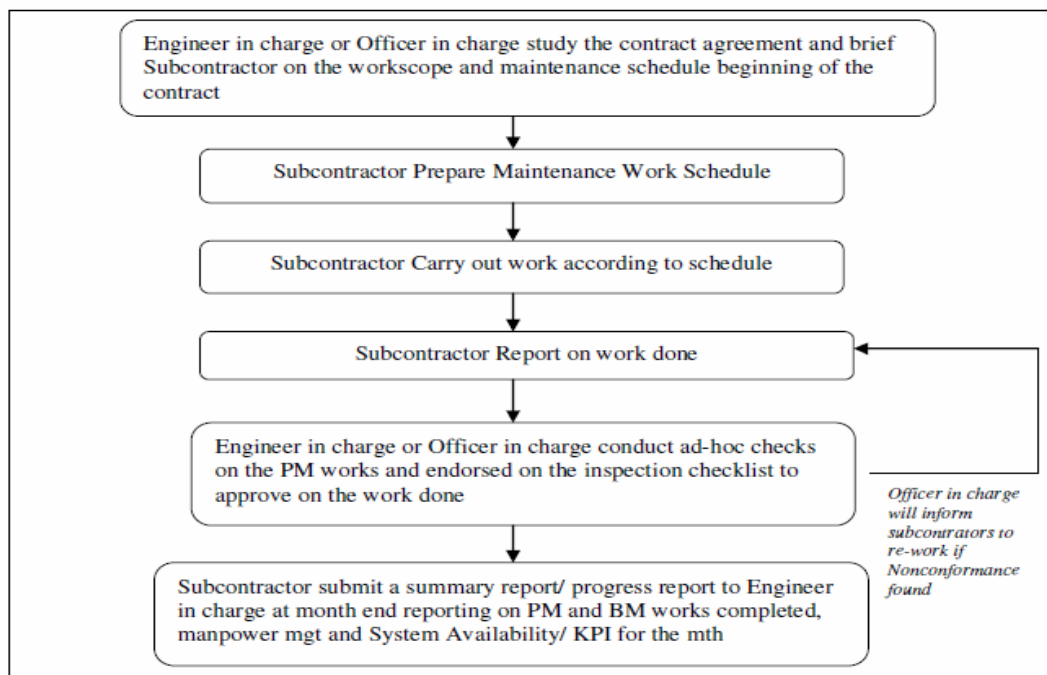


圖 29 預防性維護程序

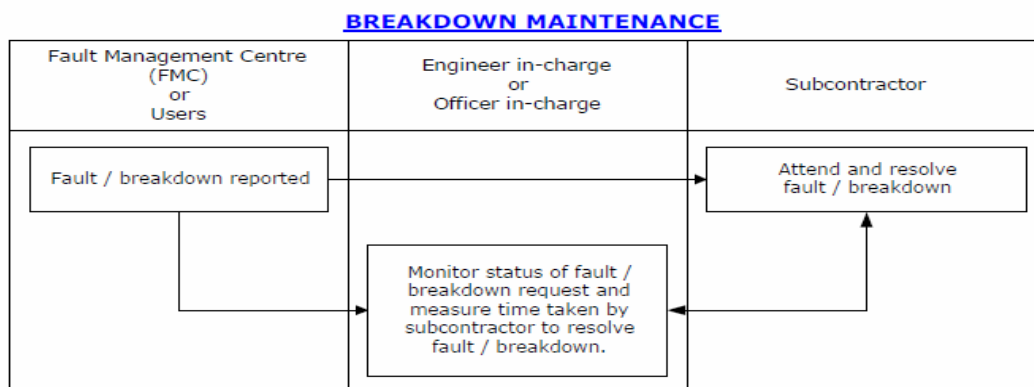


圖 30 故障維護程序

表 2 要求維護廠商發生故障頻率之標準

SYSTEMS AND FACILITIES	SYSTEM AVAILABILITY	
	No. of equipment breakdown > 1 hour duration	No. of equipment breakdown ≤ 1 hour duration
	MAX	MAX
	ALLOWED	ALLOWED
TERMINAL 1 a) Public Address System	1	3
TERMINAL 2 a) Public Address System	1	3
TERMINAL 3 a) Public Address System	1	3
BUDGET TERMINAL a) Public Address System	1	3

(四)鋪面管理系統 (Pavement Management System) (3hrs)

- *系統方法論
- *路面管理系統之背景與重要性
- *經濟學應用於工程研究上
- *鋪面管理系統之介紹
- *實際操作經驗

主要說明鋪面管理系統之概念，結合系統方法可以幫助我們在有限的資金上，分析計算興建及維護的成本，加以解決問題，結合 GIS，持續更新機場設施之問題狀況，合理的決定工程進行之時機，以降低維護成本及提高效率。PMS (Pavement Management System) 的特性是它不能來做為非量化的分析，也不能經由它做決定，主要是做為管理工具，經由經濟分析，可依當地的情況評估最適合的方式。

(五)建築效能之概述(Overview of Energy Efficiency for Buildings) (2hrs)

- *建築能源之使用

*空調的作用

*節約能源的方式(Energy Conserving Opportunities-ECOs)

* ECOs 應用於航廈

傳統建築物電力的消耗，空調約占其中的 50%，所以如何懂得節省空調的使用，將能有效降低電力的消耗，ECOs 應用在建築物的設計上，像是屋頂及外牆做成隔熱、圍幕玻璃抵擋陽光、使用高效能的燈具及節能設備等。決定空調表現是依據性能係數(coefficient of performance-COP)

$$\text{性能係數 COP} = \frac{Q_L}{W}$$

由公式可知，當戶外溫度很高時，空調運轉產生較低的溫度時，則需要消耗更高的功率，造成性能係數較低，浪費能源。可採行的方法是設置熱感測器，當非尖峰時段，在不會有太多人使用下，溫度將不至於上升太快，可適時調降空調流速，以節省能源的浪費。

(六)資源配置 (Resource Allocation) (6hrs)

*運籌學導論

*運籌學建模

*資源配置導論

*線性規劃模型

*整數規劃模型

*研討會

主要介紹線性規劃模型(Linear Programming-LP)及整數規劃模型(Integer Programming-IP)，LP 模型是可量化的因子，IP 模型則是將一些很難量化的因子，分為 0 及 1，進而達到量化的目的。課程安排先從簡單基本的模型練習，其重點為：在計算所得之結果，需回顧原來問題是否獲得解決，不致於產生偏離主題之情形。基本概念熟悉後，將可實際運用在機場設計分析上。

(七)設施生命週期成本(Facilities Life Cycle Costing) (6hrs)

*生命週期成本理論

*貨幣時間價值

*生命週期成本之應用

*其他評估方法

*生命週期成本計算研討會

整個設施的花費不光只是原先的取得成本，還有後續的營運維護成本，以經濟學的角度來看，是先花最多錢建設，以後再以較少錢維護好？還是以較少錢建設，以後再以較多錢維護較好？我們必須以時

間數列考量整個花費成本，在同一比較基期下回算成現值，以評估在各模式成本最低者，並符合預算之執行。另在設定還原率上，還原率的高低，會影響彼此間評估現值的高低，另外我們合理的以 25 年至 40 年期間做為評估的基期，倘若以假設 40 年期以上時，以還原率計算累計現值，將接近累計成本，故就沒有必要以還原率計算評估累計現值。藉由一些簡單的例子示範引導，對於未來評估整個方案係有所助益。

(八)參訪燈具保養場及滑行道鋪面(Visit: Lighting Maintenance & Taxiway Surfacing) (3hrs)

首先行程是參訪燈具維護，在保養場裡，他們示範將氣壓灌進燈具裡，以檢測是否有漏氣的現象(圖 31)，以確保燈具安置戶外時，不會受到雨水或溼氣的侵蝕，再帶我們參觀暗室，用精密的儀器檢測燈具的亮度是否足夠(圖 32~圖 34)，機場燈具有多達 6 種之多，為確保燈具正常運作，現場巡視是每天都在進行的，約每 3 個月利用檢測車(圖 35~圖 36)檢查空側地帶的燈具亮度是否足夠。



圖 31 燈具氣壓測試



圖 32 亮度檢測儀



圖 33 放置燈具檢測亮度情形

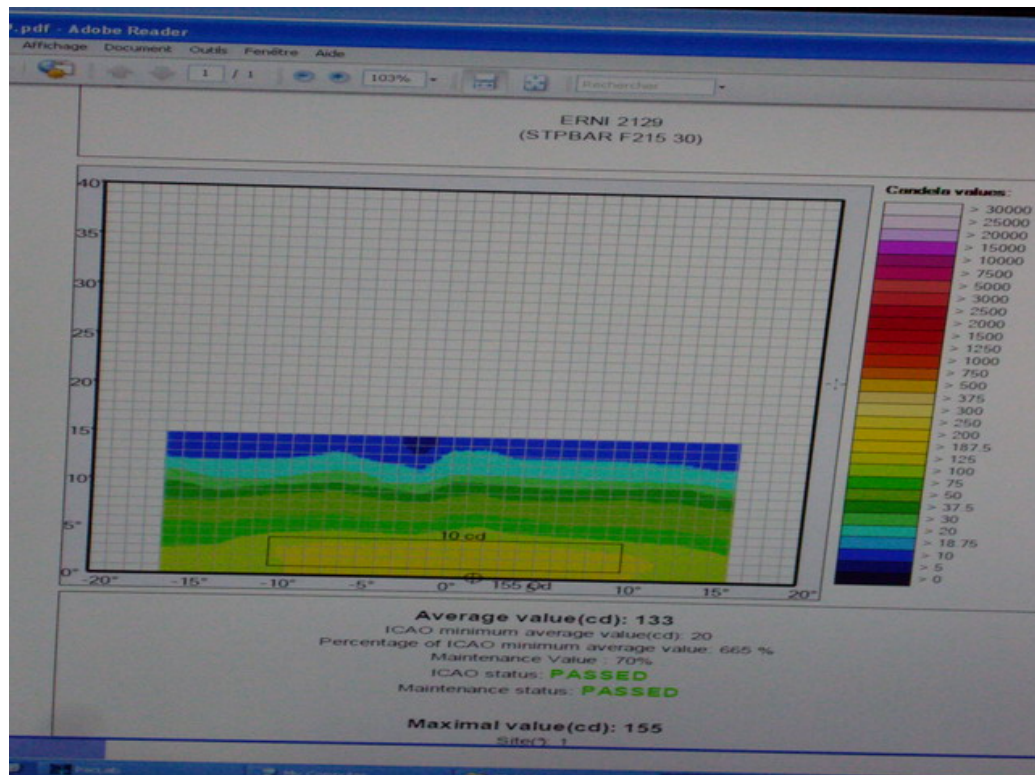


圖 34 電腦顯示亮度檢測結果



圖 35 亮度檢測車



圖 36 亮度檢測車配備電腦顯示情形

接著參訪滑行道鋪面，很幸運現場正好在做瀝青鋪面的工程(圖 37)，可以看到測量人員利用經緯儀放樣燈具的安置位置。在樟宜機場跑道、滑行道是柔性鋪面，施工過程可以很快速的完成，只有在滑行道之等候區及停機坪是鋼性鋪面，因為在長時間飛機載重的影響，必須要有較強的承載力支撐。現場停機坪也正在施工(圖 38)，由於空橋是安置在停機坪上，基座部分是保留不做拆除(圖 39)，施工工法是參照 FAA 或是 ICAO 的規範，值得一提的是，新加坡規定敲除下來的混凝土塊必須有 20%的石頭需再循环利用，這是新加坡注重環保的一面。



圖 37 瀝青鋪面重鋪情形



圖 38 停機坪重建情形



圖 39 停機坪重建情形－預留油孔及空橋基座

(九) 維護合約和預算(Maintenance Contract and Budget) (2hrs)

- * 了解合約
- * 維護合約
- * 維護預算

一個合法有效的契約，包括要約和接受、打算協議、承諾、合法的契約、能夠執行、可訂立契約。缺少其中一項，就不能算是契約，也不可能成立契約。而投標文件說明工作的範圍及執行的方式，它最後會成為契約的一部分。另影響採購的價錢，包括標準和完整性的信息、明確的規範要求和品質要求、有關場地狀況及廠商資歷、場地限制的問題、可維護性等等，所以在制訂契約時一定要非常瞭解。新加坡民航公司不受政府採購法的限制，政府不會管制民航公司與廠商如何簽訂契約，然而契約的要件不因此有所不同。

(十) 機場建築物之火災預防 (Fire Protection in Airport Buildings)
(2hrs)

- *導論
- *杜塞爾多夫機場(dusseldorf airport)大火原因
- *消防安全策略
- *防火措施

- *火災探測

- *錯誤行為

杜塞爾多夫機場大火是造成傷亡最慘重的一次，總共造成 17 人死亡，62 人受傷，主要的原因是沒有巡邏員、起火點的天花板屬易燃物、沒有煙物偵測及灑水系統、沒有垂直的隔絕空間、前 10 分鐘傳送錯誤的訊息、夾層地區沒有足夠的逃出空間、電梯沒能即時輸運旅客以及消防大隊 27 分鐘後才收到火災消息。

現今的航站都經過消防設計，如隔火牆、防火建材、消防設施、煙物偵測及灑水系統等，一般營運期間需對相關設施保養，以維持運作正常，並教導員工火警時之處置方式，將儘可能的把災害降到最低。

另外空中交通控制中心（塔台），如造成火災，必須負責將 8 公里內進場之飛機引導到另一控制中心，所以相關火災保護設施是極為重要的。飛機棚廠必須設置泡沫滅火器等相關設施，經測試及演練，以維持正常運作。

(十一)機電系統之維護 (Maintenance of M&E System) (3hrs)

- *空橋

- *行李處理系統

- *電梯、電扶梯

- *空調

- *機場保安系統及設備

機電設備維護之目的，主要是要維持原設計功能、符合法定要求及兼顧節能省電，故需要相關之監測、整修、更換程序作業程序及儲存適當的備品，並提供後續改進方式。實際作業上可分為預防性及預測性維護，預防性維護包括目視檢查、檢修、調整、測試、潤滑及清潔等工作，預測性維護係作為狀態監測，包括溫度掃描及振動檢查等。

機場主要的目的是能讓旅客迅捷的完成出境及入境程序，並兼顧維護機場安全，爰機電系統維持運作順暢，是格外重要，以免造成延誤，引起旅客的抱怨。

(十二)剛性鋪面之維護(Rigid Pavement Maintenance) (3hrs)

- *導論

- *預防性維護

- *故障維護

- *性能檢查

- *更換計劃

- *結論

首先說明剛性鋪面應力傳遞方式及其斷面分別配置之情形，以瞭

解剛性鋪面之結構性質。其傳遞方式由版面垂直向下(圖 40)。在預防性維護方面，實際的做法是利用路面評價和評級(PASER-Pavement Surface Evaluation and Rating)，記錄表面缺陷(Surface defects)、接縫(Joints)、路面裂縫(Pavement cracks)及路面變形(Pavement distortion)之各種瑕疵情形。表面缺陷包括磨光(Polishing)、網狀裂縫(Map cracking)、爆開(Pop-outs)、鱗片(Scaling)及剝落(Spalling)。接縫瑕疵包括縱向接縫(Longitudinal joints)及橫向接縫(Transverse joints)。路面裂縫包括板裂縫(Slab cracks)、D 型裂縫(D-cracks)、角裂縫(Corner cracks)及米埃德裂縫(Meander cracks)。路面變形包括沈陷或隆起(Settlement or heave)、爆開(Blow-ups)、斷層(Faulting)、修補效用(Utility repairs)、補釘(Patches)及坑洞(Potholes)。配合 GIS 及 GPS 之應用，以記錄鋪面所在位置之瑕疵，分 5 個等級，5 代表極好的(Excellent)、4 代表好的(Good)、3 代表適當的(Fair)、2 代表差的(Poor)、1 代表失敗的(Failed)。依評分的等級，適時進行工程維護。

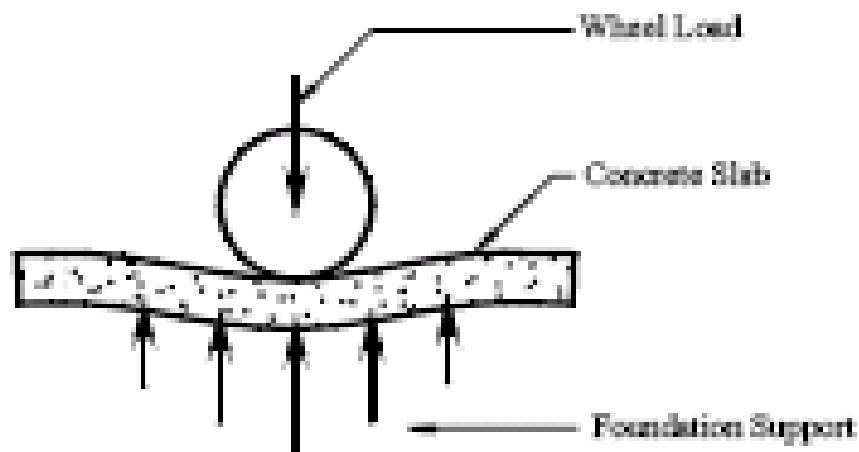


圖 40 剛性鋪面受力情形

(十三)柔性鋪面之維護(Flexible Pavement Maintenance) (2hrs)

- *導論
- *預防性維護
- *故障維護
- *性能檢查
- *更換計劃
- *結論

首先說明柔性鋪面應力傳遞方式，及其斷面分別配置之情形，以

瞭解柔性鋪面之結構性質。其傳遞方式為接觸之胎面向下發散(圖41)。在預防性維護方面，實際的做法是利用路面評價和評級(PASER-Pavement Surface Evaluation and Rating)，記錄裂縫(Cracking)、碎裂(Disintegration)、變形(Distortion)及抗滑損失(Loss of Skid Resistance)之各種瑕疵情形。裂縫包括縱向及橫向裂縫(Longitudinal and Transverse Cracks)、鱷魚或疲勞裂紋(Alligator or Fatigue Cracking)、塊狀裂縫(Block Cracking)、滑移裂縫(Slippage Cracking)及反射裂縫(Reflection Cracking)。變形包括車轍(Rutting)、皺紋及推擠(Corrugation and Shoving)、壓低(Depressing)及腫脹(Swelling)。抗滑損失包括滲液(Bleeding)、粒料磨損(Polished Aggregate)、燃料洩漏(Fuel Spillage)及污染物(Contaminants)。配合GIS及GPS之應用，以記錄鋪面所在位置之瑕疵，分5個等級，5代表極好的(Excellent)、4代表好的(Good)、3代表適當的(Fair)、2代表差的(Poor)、1代表失敗的(Failed)。依評分的等級，適時進行工程維護。

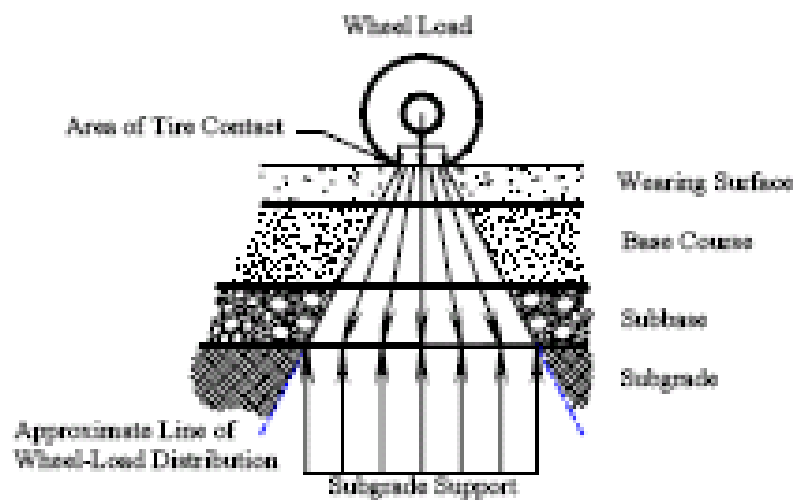


圖 41 柔性鋪面受力情形

(十四) 路面強度之評估(Evaluation of Pavement Strength) (1hrs)

- *設計計算書
- *竣工圖
- *估計設計壽命
- *非破壞性試驗
- *評估現有的路面強度
- *結論

要知道現在路面強度為何？首先需參考設計計算書，依原設計

者、設計圖、假設條件及設計的飛機型號得來，再依據竣工圖顯示，經過修正相關之規劃、設計及幾次重鋪道面，以估計還有多少的設計壽命。較簡單之實際計算方式為，由累積總起飛架次，與原設計年限的預估累積總起飛架次相比，以計算還有多少壽命(圖 42)。另外可利用非破壞檢驗計算其強度，包括靜撓度、動撓度、下降荷重撓度、核輻射測密度，主要是利用落重撓度儀 Falling Weight Deflectometer(FWD)及探地雷達 Ground Penetration Radar(GPR)以計算路面強度，然而在回算強度時，因面積、位置及加權的限制，求出的值未必正確。最直接的方式就是破壞性檢驗，包括鑽心試驗、板面破壞試驗及現地測試路基承載力，然而浮現之問題是：花費人力及物力、必須關閉機場及造成永久的傷害等。

ESTIMATED DESIGN LIFE SPAN



Example on the calculation of existing life span

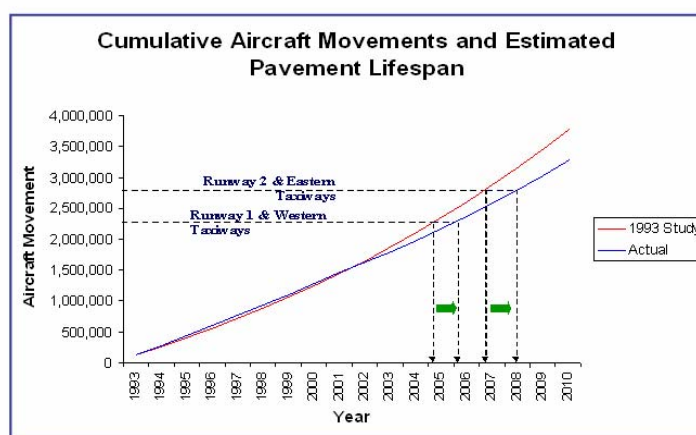


圖 42 累積總起飛架次與原設計年限的預估累積總起飛架次相比

(十五)景觀美化與維護(Landscaping and Maintenance & Visit to Nursery)(3hrs)

- *如何開始
- *園藝小組的角色
- *園藝設計指南
- *戶外及室內景觀管理與挑戰

*發展主題花園

*美化機會

*參觀機場苗圃

自 60 年代起，前新加坡總理李光耀就打算讓新加坡成為花園城市，而樟宜機場是國家的門戶，景觀美化可以讓觀光客對視覺及身心感受之不同，讓人印象深刻。園藝設計的重要理念是要達到最小預算的維護及安全的控管，樟宜機場各航廈有其種植主題，分別是第 1 航廈為淡紫色、第 2 航廈為黃色及第 3 航廈為紅色，最新的第 3 航廈，因為有天窗的設計，陽光的進入能讓植物可以保持良好，不需要一段時間就必須搬移至戶外，當然就能節省預算在人工的搬運及減少植物的枯死，另特別注意所種植之植物，不能讓鳥類及野生動物居間活動，以免引響飛安。

接著參訪機場苗圃，他們的苗圃空間寬廣，裡面有許多從航廈拿回來培育的，也有一些為了應景植物，像是為了準備耶誕節及中國新年的裝飾(圖 43)，由於新加坡的環境很不適合植物的生長，他們的苗圃都蓋有屋頂，以防止太熱的雨水傷害到植物(圖 44)，他們特別介紹代替土壤的材料 LECA，可以保持濕度，就不需花太多的人力在灌溉上。



圖 43 苗圃裝飾道具



圖 44 苗圃棚廠

(十六)參訪故障管理中心(Visit to Fault Management Center) (1hrs)

主要介紹故障管理中心業務，他們必須負責監控每架飛機落地前 2 小時及之後 1 小時之情形，由於警察及捷運之相關負責人員皆在同一地點上班，在執行各別負責的業務上，可以迅速處理機場裡的突發狀況，值得一題的是，他們還負責航廈的天窗開關(圖 45)，隨著太陽運行調整，創造舒適的環境之外，還可以達到節能省電的功能。



圖 45 第 3 航廈之天窗

(十七) 停機坪管理(Apron Management) (1hrs)

*定義

*目的

*角色

*樟宜機場作業情形

停機坪管理服務爲了要確保安全及迅速移動飛機，並管制停機坪的活動；也就是能讓飛機載旅客、運送郵件或貨物、加油、停放及保養。主要的角色功能爲空側的作業、人員的操作訓練、標準及安全的運送、空側未來的發展。以樟宜機場作業情形來說明，應用登機口管理系統(gate management system)可以知道現在各登機口之作業情形，可讓機坪人員作業調度運做順利，包括空橋及行李運送帶的等使用的配合。

三、心得

新加坡樟宜機場的成功，有值得我們效法的地方，然而各個國家法規制度及風土民情有所不同，完全採用新加坡模式，未必可行，也未必成功，在參考相關航空站之經營做法而予以學習或是做適當的修正，是有其必要性的，本次參加新加坡機場維護課程，心得如下：

(一)充實機場維護人員專業維護管理能力：

新加坡民航公司有專業維護管理能力，本課程的講師，大部分都在新加坡民航公司任職，對於機場維護管理經驗豐富，可以細說機場維護工程歷史，診斷目前機場問題之所在，並採取有效的解決方案，是新加坡民航公司的重要資產。本局由於航空站員額有限，將相關維護工作發包請廠商施做，如對維護工作不瞭解，就不能安排適當的維護工程，對症下藥，採取立即處理措施，故同仁應著重專業維護管理能力，使維護管理制度化，並持續培養與傳承。

也許機場維護管理工作是例行公事，會變得很無趣，然而機場首重門面，常以放大鏡來檢視，相關的小缺失，有可能造成整個航廈的停擺，造成大問題，故不可不謹慎。隨著飛行架次逐年增加，旅客也跟著日益增加的情況下，機場維護工作人力更是不能少，故應適時進行機場維護工作，方能維持機場之正常運作。

(二)應用科學方法及設備：

隨著科技的進步，工程方面建築技術也跟著在進步，在本次課程裡，新加坡民航公司應用科學方法分析及現代科技設備檢測機場維護管理工作，例如以 GIS 整合鋪面管理系統、瀝青材料性質之應用、天窗調控、燈具亮度檢測車及非破壞檢測儀器等，使維護管理工作發揮效率，縮減額外人力需求，以撙節經費之開銷，爰本局在機場維護工作上，亦應汲取新知，應用科學方法及設備，使維護管理工作更有效率。

(三)組織公司化、人力資源之民營化：

新加坡政府已於去(98)年 7 月 1 日成立新加坡民航公司，將下層工作，像是經營及維護管理工作轉移由公司負責，民航局只負責上層核心部分，像是政策方向及稽核等，然而公司化的薪水福利是不變的，差別在於公司是以獲利為導向，制度會隨公司經營理念調整，其優點是不受到政府法令對公務員的限制，像是採購法等，民航公司主要是以營運利益考量，可以和廠商洽談更有效率及彈性的契約。另一方面，他們有更長的願景，像是佈局海外投資事業等。今(99)年 11 月初，桃園站也要蛻變成機場公司，朝向公司企業經營發展，以順應世界潮流，然而面臨企業經營者的角度，是否有獨到的眼光面對未來的挑戰，才是考驗機場公司的發展。

另一方面，新加坡民航公司以最少的人力組織來經營管理，倘若能委託廠商之工作，儘量委外，以達到更高的效率及較佳的配合度，並可以節省人力的開銷，本局航空站人力本身就精簡，如何讓公司企業幫助管理航空站，應是本局及航空站所努力的目標。

四、建議

機場工程課程分為三階段，第一階段為機場系統及規劃，第二階段為設計與施工，第三階段為機場維護，本局刻正進行桃園國際機場道面整建與助導航設施提升工程總顧問委託技術服務案，需具備機場維護概念素養之人員，爰參加第三階段之機場維護課程。在本次課程感謝新加坡民航學院及新加坡南洋理工學院的課程安排，本人獲益良多，由於具有機場維護管理相關經驗之人才有限，新加坡民航公司竭盡心力分享維護管理經驗，實屬難得。觀摩及分享經驗是進步學習的最快方式之一，建議本局之場站人員，若有機會應至新加坡實習，以增進實務經驗。

機場工程課程對場站工程及管理都有所助益，尤其第一階段的機場系統及規劃課程，主要是關於計算跑道、滑行道及航廈之配置方式，可以充分瞭解機場設計之概念，對於機場整體規劃亦有所提升，並可瞭解需取得機場土地之大小範圍，建議應編列預算，能讓本局場站新進人員都能有機會參與第一階段之課程，相信對於航站未來規劃發展有所助益。

GRADUATE DIPLOMA IN AIRPORT ENGINEERING (MODULE 3), 23 AUGUST - 9 SEPTEMBER 2010 CERTIFICATE IN AIRPORT ENGINEERING (MODULE 3), 23 AUGUST - 8 SEPTEMBER 2010						
MODULE 3 - AIRPORT MAINTENANCE						
WEEK 9	MONDAY 23 AUG	TUESDAY 24 AUG	WEDNESDAY 25 AUG	THURSDAY 26 AUG	FRIDAY 27 AUG	
DAY/DATE						
TIME						
0900 - 1000	Registration (For Module 3 participants) (0900 - 0930 hrs)	3.4.5 Pavement Management System	3.6 Resource Allocation	3.2 Facilities Life Cycle Costing	Visit: Taxiway Surfacing (0930 - 1000 hrs) <i>Abdul Aziz</i>	
1015 - 1115	3.4.6 Runway Resurfacing			3.2.1 Principles of Life Cycle Costing		
1115 - 1215	<i>How Choon Onn</i>	<i>A/P Lum Kit Meng</i>		3.2.2 Time Value of Money	Visit: Airfield Lighting Maintenance (1000 - 1200 hrs) <i>Bobby Chua</i>	
1315 - 1415	3.4.4 Maintenance of Airport Civil Facilities	3.8.2 Overview of Energy Efficiency for Buildings	<i>A/P Lum Kit Meng</i>	3.2.3 Life Cycle Costing Applications	3.4.4 Maintenance of Airport Civil Facilities (Continued) (1315 - 1600 hrs)	
1415 - 1515	<i>How Choon Onn</i>	<i>A/P Wong Yew Wah</i>	3.6 Resource Allocation Workshop	3.2.4 Other Evaluation Techniques		
1530 - 1630	3.1.1 Overview of Maintenance Management (1530 - 1730 hrs) <i>Koh Ming Sue</i>		<i>A/P Lum Kit Meng</i>	3.2.5 Life Cycle Costings Workshop	<i>How Choon Onn</i>	

**GRADUATE DIPLOMA IN AIRPORT ENGINEERING (MODULE 3), 23 AUGUST - 9 SEPTEMBER 2010
CERTIFICATE IN AIRPORT ENGINEERING (MODULE 3), 23 AUGUST - 8 SEPTEMBER 2010**

WEEK 10		MODULE 3 - AIRPORT MAINTENANCE				
TIME	DAY/DATE	MONDAY 30 AUG	TUESDAY 31 AUG	WEDNESDAY 1 SEP	THURSDAY 2 SEP	FRIDAY 3 SEP
0900 - 1000		3.3.1 Maintenance Contract and Budget	3.7 Maintenance Of M & E System - Airconditioning, Lifts - HT/LT Networks (0900 - 1030 hours) <i>Yeo Wee Kian</i>	3.4.1 Rigid Pavement Maintenance (0900 - 1230hrs)	3.9.3 Landscaping & Maintenance <i>Khaja Nazimuddeen</i>	3.5 Building Defects and Rectification
1015 - 1115		<i>Yeo Wee Kian</i>	<i>Yeo Wee Kian</i>		Visit to Nursery (1030 - 1130 hours) <i>Rose Chia</i>	
1115 - 1215		3.8.3 Fire Protection in Airport Buildings	Study Period	<i>How Choon Onn</i>	Visit to Airport Maintenance (1145 - 1230 hours) <i>Esther Ang</i>	<i>How Choon Onn</i>
1315 - 1415		<i>Saravanan K</i>	Study	3.4.2 Flexible Pavement Maintenance (1330 - 1500 hrs)	3.8 M & E Management 3.8.1 Airport Security System & Equipment (1400 - 1500 hours) <i>Andy Chin</i>	3.1.2 Airport Maintenance Case Study & Group Presentation
1415 - 1515		3.7 Maintenance Of M & E System - Baggage Handling System - PLB <i>Lim Yi / Andy Sim</i>	Period	<i>How Choon Onn</i> 3.4.3 Evaluation of Pavement Strength (1515 - 1715 hrs) <i>How Choon Onn</i>	3.9.2 Apron Management (1515-1615 hours) <i>Elvin Tan</i>	
1530 - 1630						<i>How Choon Onn</i>

Course venue: SAA, Lecture Room 2

GRADUATE DIPLOMA IN AIRPORT ENGINEERING (MODULE 3), 23 AUGUST - 9 SEPTEMBER 2010
CERTIFICATE IN AIRPORT ENGINEERING (MODULE 3), 23 AUGUST - 8 SEPTEMBER 2010

MODULE 3 - AIRPORT MAINTENANCE						
WEEK 11	MONDAY 6 SEP	TUESDAY 7 SEP	WEDNESDAY 8 SEP	THURSDAY 9 SEP	FRIDAY 10 SEP	
DAY/DATE						
TIME						
0900 - 1000	3.5.1 Structural Defects in Building & its Causes	Study	Module 3 Part 1 Examinations 2 hours (0930 - 1130 hours)	Module 3 Part 2 Examinations 3 hours (0930 - 1230 hours)		
1015 - 1115	3.5.2 Structural Concrete Failure and its Rectifications					
1115 - 1215	<i>How Choon Onn</i>					
1315 - 1415	Building Defects & Rectification Workshop	Period				
1415 - 1515	<i>How Choon Onn</i>					
1530 - 1630						

Course venue: SAA, Lecture Room 2

(二)師資簡介

AIRPORT ENGINEERING COURSE - MODULE 3 23 AUGUST - 9 SEPTEMBER 2010

LECTURERS

Nanyang Technological University

Assoc Prof Lum Kit Meng	School of Civil and Environmental Engineering
Dr Cheah Yuen Jen	School of Civil and Environmental Engineering
Assoc Prof Wong Yew Wah	School of Civil and Environmental Engineering

Changi Airport Group (Singapore) Pte Ltd

Mr How Choon Onn	Division Head Project Development & Contract Management Division
Mr Koh Ming Sue	Director Engineering & Master Planning Division
Mr Abdul Aziz	Senior Technical Officer (Civil) Engineering & Master Planning Division
Mr Bobby Chua	Senior Technical Officer (Electrical) Engineering & Master Planning Division
Mr Kanagasabai Saravanan	Acting Superintendent, Fire Safety Airport Emergency Service Division
Mr Lim Yi	Executive Engineer (SAS) Engineering & Master Planning Division
Mr Elvin Tan	Assistant Airside Manager Airport Operations Division
Mr Khaja Nazimuddin	Manager (Horticulture) Airport Operations Division
Ms Rose Chia	Executive Horticulture Officer Airport Operations Division
Ms Esther Ang	Higher Technical Officer (SAS) Engineering & Master Planning Division

Mr Andy Chin

Engineer (SAS)
Engineering & Master Planning Division

CPG Consultants Pte Ltd

Mr Yeo Wee Kian

CPG Facilities Management

(三)學員資料

Airport Engineering Module 3

23 August to 10 September 2010 (Graduate Diploma)

23 August to 9 September 2010 (Certificate/Short Course)- 2ndNL

<i>S/n</i>	<i>Country</i>	<i>Name</i>	<i>Organization</i>	<i>Level</i>
1	Korea, Republic of	Jeong Woo Yeong Assistant Manager	Korea Airports Corporation	Short Course
2	Nigeria	Daura Musa Kabir Aerodrome Safety Inspector	Nigerian Civil Aviation Authority	Short Course
3	Nigeria	Mrs Udemba Victoria Ijeoma Aerodrome Safety Inspector	Nigerian Civil Aviation Authority	Short Course
4	Nigeria	Abdullahi Mohamed Civil Engineer	Nigerian College of Aviation Technology	Short Course
5	Seychelles	Hughes Michel Sophola Head of Aerodrome Safety	Seychelles Civil Aviation Authority	Short Course
6	Singapore	Goh Lian Boon Wilson Technical Officer	Changi Airport Group (Singapore) Pte Ltd	Short Course
7	Singapore	Koh Chin Chao Engineer	Changi Airport Group (Singapore) Pte Ltd	Short Course
8	Singapore	Lee Kian Wei Engineering Service Officer	Changi Airport Group (Singapore) Pte Ltd	Short Course
9	Singapore	Ms Teoh Yan Lian Engineer (Projects)	Changi Airport Group (Singapore) Pte Ltd	Graduate Diploma Level
10	Singapore	Chong Yu Hsiin Inspector	Civil Aviation Authority of Singapore	Short Course
11	Singapore	Wong Tseng Lee Inspector (Aerodromes)	Civil Aviation Authority of Singapore	Short Course

<i>S/n</i>	<i>Country</i>	<i>Name</i>	<i>Organization</i>	<i>Level</i>
12	Singapore	Toh Kok Wei Justin Inspector (Aerodromes)	Civil Aviation Authority of Singapore	Graduate Diploma Level
13	Singapore	Tan Suan Luie Senior Engineer	Republic of Singapore Air Force	Short Course
14	Sri Lanka	Sisira Priyantha Palagama Mechanical Engineer	Airport & Aviation Services (Sri Lanka) Limited	Short Course
15	Sri Lanka	Tusecooray Mohotti Gurunnanselage Noel Saman Cooray Senior Civil Engineer	Airport & Aviation Services (Sri Lanka) Limited	Short Course
16	Taiwan	Chen Yen-Kuang Technician	Civil Aeronautics Administration	Short Course
17	Tanzania	George Isai Sambali Manager Planning, Design And Evaluation	Tanzania Airports Authority	Short Course
18	Tanzania	Mrs Rehema Ahmed Athumani Engineer	Tanzania Airports Authority	Short Course
19	Tanzania	Mohamed Besta Principal Aerodrome Inspector	Tanzania Civil Aviation Authority	Short Course

(四)師生團體照



圖 46 團員參訪燈具等維修棚廠



圖 47 結業團體照