

出國報告（出國類別：進修）

參加國際航空運輸協會(IATA)  
「機場主計畫」  
出國報告

服務機關：交通部民用航空局

姓名職稱：張景惠高級分析師

派赴國家：新加坡

出國期間：民國 114 年 8 月 31 日至 114 年 9 月 6 日

報告日期：民國 114 年 12 月 2 日

## 摘要

本次進修課程為國際航空運輸協會 (International Air Transportation Association, IATA)主辦，於 114 年 9 月 1 日至 5 日在新加坡 IATA Training 進行之機場主計畫(Airport Master Planning)課程，課程內容包含主計畫簡介、計畫諮詢、規劃流程、需求分析、場址評估及方案建構等，講師以 IATA 自編的講義作為課程教材，而講師在課堂中並非完全以講義內容為授課依據，除講授每一章最為重要之基本知識及關鍵字外，講師亦會引述機場實際案例進行分享，並採開放式討論之方式，學員可隨時分享自身的看法及見解，亦可以針對講義或講師所講述之內容提出問題；此外，課程除了講師授課及學員分享自身經驗外，每天也會安排小組活動的環節，期能透過課堂傳授有關機場主計畫之基本概念，使學員對前述各項課程內容與應用更加熟稔，課程最後一天並進行考試測驗測驗題型為選擇題及簡答題，講師綜合考評出席率、課堂活動及測驗成績後，發予合格者訓練證書。

透過本次課程，體會到制訂機場主計畫並且定期滾動檢討，對於機場發展、財政支出及規劃成本等實為至關重要，此外，亦瞭解機場規劃需考量之因素眾多，包括各利害關係人意見、土地取得、環境永續、機場韌性議題、機場聯外運輸、機場能源及輔助設施等，經過各位學員及講師的經驗分享與教學，對於機場規劃這門相當專業又複雜的學科，有了更深入的瞭解。

# 目 錄

壹、目的.....	3
貳、過程.....	4
參、 課程內容.....	5
一、 主計畫簡介.....	5
二、 主計畫規劃流程與先期規劃.....	8
三、 限制條件分析-場址評估.....	13
四、 限制條件分析-諮詢/協商 .....	15
五、 設施需求分析-運量預測.....	18
六、 空陸側設施.....	21
七、 課堂活動及測驗.....	32
肆、 心得及建議.....	38
一、 心得.....	38
二、 建議.....	39
附錄 1 參訓及格證書.....	40
附錄 2 參訓學員與講師.....	41

## 壹、目的

機場主計畫可視為機場之發展藍圖，在兼顧發展需求、財務可行性、環境保護、永續發展等目標之情況下，檢討機場目前發展現況及為未來預作準備；然在航空運輸發展、政經情勢改變、極端氣候、疫情及運量需求多變等牽涉諸多層面及利害關係者的今日，機場主計畫的規劃成果需更有彈性，以因應外在之發展與變遷我國目前共有 17 座民用機場，其中桃園國際機場持續定期辦理其綱要計畫之修訂，本局亦依 IATA 之建議以原則每 5 年一次之頻率，定期辦理全國機場系統規劃，及針對所轄管之松山、臺中及高雄等國際機場主計畫進行滾動檢討及修訂作業，鑑於本局協助審查桃園機場綱要計畫或透過委託研究顧問擬訂其他國際機場之主計畫時，對於前述機場運量預測、機場設施供需檢討及其他諸多需考量要素等，均需具備一定專業知能，爰對局內相關業務之承辦人進行機場發展與基礎設施設計課程之訓練有其必要性，透過參與相關訓練課程，除汲取國外機場主計畫規劃經驗、設施設計原則及最新機場發展趨勢外，亦可與來自全球各地之講師及學員相互交流及學習以提升專業能力，於業務上能以更具體、具邏輯性及專業務實之角度，理性分析機場設施需求及各面向要素，俾作出合宜、經濟且前瞻之發展規劃，好的機場主計畫除可提供旅客更完善優質之航空運輸服務外，亦將有助帶動地方經濟、產業及我國整體航空運輸產業之發展。

## 貳、過程

本次行程自 114 年 8 月 31 日起程，至 114 年 9 月 6 日回程，共計 7 日，本期學員共 23 位，來自阿拉伯、奈及利亞、泰國、澳門及臺灣等，其工作性質包括機場規劃顧問及民營機場公司等，行程表及課程規劃概列如下表，本次課程共計由兩位講師講授，包括由 Manuel Lanuza Fabregat 講授 ADRM 概述、運量預測、機場主計畫及空側設施規劃，再由 Allan Young 講授客運航廈設計、機場聯外運輸及機場輔助設施設計等其餘內容，學員需參與所有課程並通過最後測驗，始完成本訓練課程。

行程表

日期	行程	說明
114 年 8 月 31 日 (星期日)	臺北 → 新加坡	去程
114 年 9 月 1 日 (星期一)   114 年 9 月 5 日 (星期五)	新加坡	IATA 機場主計畫課程
114 年 9 月 6 日 (星期六)	新加坡 → 臺北	回程

課程表

Day	Master Plan Topic	Modules	Participant Interaction
1	Definition & Objectives	Introduction Master Plan Process & Pre-planning	<i>Introductions</i> Activity 1
2	Constraints Mapping	Site Evaluation	Activity 2
		Environment & Sustainability	
		Consultation	
3	Future Requirements	Traffic Forecast Requirements Analysis	Activity 3
4	Optioneering	Option Development & Evaluation	Activity 4
5	Outputs	Phasing & Land Use Planning	Activity 5 <i>End of course Exam</i>
		Report & Development Plan	

## 參、課程內容

### 一、主計畫簡介(Introduction to Master Planning)

IATA 開設機場主計畫課程之目的，在於希望能傳授主計畫之必要性與基礎知識、辦理主計畫時必要之諮詢作業及規劃一個良好主計畫應具備之流程。藉由辦理機場主計畫可使機場管理當局有系統地、充分檢討分析機場空側、陸側與支援輔助設施之建設、擴建與改善需求以提昇機場整體運作效率及營運靈活性，在既有之土地資源下，將空側跑道、滑行道系統及陸側之航站區容量極大化，同時不致於對機場周邊環境或產業產生負面影響。

講師為了讓學員對機場主計畫有初步概念，課程一開始先概述機場主計畫為何、為何需要有機場主計畫、成功的機場主計畫所需具備的要素以及機場主計畫的限制及侷限，並以香港機場及倫敦希斯洛機場做為案例輔助說明。

#### (一) 什麼是機場主計畫？

機場主計畫係為既有機場或新機場規劃而辦理，也可視為機場管理當局/政府對該機場中長期發展規劃的願景與藍圖，它可提供機場短期(0-5 年)及中期(6-10 年)之容量擴建計畫，並歸納出相關發展如何與運量需求、社會經濟、環境、投資需求、財務策略等層面結合。

IATA 建議至少應每五年或當機場內外在環境發生重大變遷導致需求型態改變時，即需重新檢核機場主計畫，主計畫內容的詳細程度取決於機場規模大小、面臨之議題與發展契機、預算考量、國家政策及法規。

#### (二) 為什麼需要有機場主計畫？

機場主計畫可視為機場發展之願景，許多機場因為缺乏主計畫，導致短、中期可能導致區位選擇不佳、擴建量體誤判、浪費資本性支出之風險，長期則可能因此限制機場發展，而無法充分發揮空側幾何配置應有之發展潛能。

講師舉了倫敦希斯洛機場為例，希斯洛機場長期依賴僅有的兩條跑道，運能極度緊繃，導致航班準點率低、延誤頻繁，而早期規劃未能有效保留未來擴張空間，周邊已被住宅、社區與基礎設施佔據，當主計畫提出第三跑道

時，必須進行大規模土地徵收與社區拆遷，引發強烈反對；社區與環保團體亦質疑主計畫忽視健康與生態影響，進而拖延計畫落實，加上缺乏清晰的分期建設藍圖，使希斯洛機場主計畫因規劃延宕、土地不足、環境爭議及財務不確定性等因素下，從「前瞻性工具」變成「被動應對」。

藉由辦理機場主計畫，可使機場管理當局有系統地、充分檢討分析機場空側、陸側與支援輔助設施之建設、擴建與改善需求，以提升機場整體運作效率及營運靈活性，在既有之土地資源下，將空側跑道、滑行道系統及陸側之航站區容量極大化，同時不致於對機場周邊環境或產業產生負面影響。

### (三) 一份成功的機場主計畫

講師認為，各機場最好都應具有主計畫，使機場能在合理、具成本效益及經費可負擔之情況下投入建設，因主計畫涵蓋機場規劃、航空工程、交通規劃、土地使用、財務與環境影響評估等領域，若機場管理當局缺乏機場規劃專家，機場主計畫應由實際參與過機場規劃，具有規劃實績之專業顧問團隊研擬，而不是只會做一般建築或工程的顧問團隊，以確保規劃成果可行、合乎規範並具備彈性。

機場主計畫報告書通常會以文字圖表並存的方式呈現，俾利機場管理當局、政府單位或對機場未來發展感到興趣的人士閱讀瞭解，一份成功的機場主計畫所應具備之要件如下：

1. 提供機場分期、分年發展規劃，滿足當前及未來之旅運需求。
2. 紀錄分析機場面臨之課題，例如：運量成長、既有設施空間有限、容量瓶頸等。
3. 將機場使用者(旅客、駐站單位、關聯產業)或政府機關之意見納入考量。
4. 研擬出真正適合該機場之發展方案(在適切的時機啟動建設、符合相關法規要求、最佳化使用機場土地及空域)。
5. 由技術、經濟、環境等層面分析所提之發展方案與替選方案。
6. 針對機場周邊土地使用，提供建議與方針，避免周邊土地遭侵佔。
7. 針對機場聯外運輸需求、與其他陸路運輸系統之聯接、接駁、轉乘，提出規劃。

8. 概述分期發展計畫(以圖示方式呈現)，包含土地取得計畫、10 年內之資本支出計畫，並應特別著重於 5 年內將啟動之建設計畫。
9. 提出可靠、可負擔的財務計畫以支持配合建設計畫與期程。
10. 建構一個持續性地規劃架構，可監控關鍵條件變化，並可適時因應調整規劃內容。
11. 主計畫所涉及之相關決策與規劃應與機場利害關係者取得共識。

機場管理當局通常會視機場運量發展、功能定位改變，使機場建設能符合需求及發展趨勢，講者亦提及，規劃適切且具有彈性的建設相當重要，一般而言，會對主計畫產生影響的基本層面包括：需求改變、航空器機型改變、航空公司間的競合、機場內部面臨之議題與契機等項；另外，近年也新增其他課題，如疫情影響運量預測、疫情期間智慧設施發展迅速、因極端氣候影響，航空器可能需要更長的跑道等等，若無法藉由規劃及建設提供足夠機場發展所需的空側設施、客運航廈、支援輔助設施及聯外運輸系統，將對旅客及相關利害關係者直接產生嚴重之負面影響，諸如航廈擁擠、旅客時間延誤、機場運作成本提高、旅客體驗及服務水準下降、收入減少及浪費或無效的資本投資等。

#### (四) 機場主計畫的侷限與限制

為使資本投資效用最佳化，機場規劃者常面臨到機場因侷限和限制條件影響，而限縮了機場最終發展潛能，規劃者在辦理主計畫時若能儘早瞭解相關的約束條件，將有助於評估機場未來發展潛能，此類侷限和限制條件諸如：

1. 過去之規劃並無計畫性，導致相關設施之發展區位不佳，發展結果雜亂、不協調。
2. 機場周邊存在地形或建築等障礙物。
3. 受制於環保管制措施，如限制跑道起降使用、營運時間受限(宵禁)等。
4. 因土地成本過高或相關因素致無法再取得機場用地，導致發展用地不足。
5. 缺乏穩固務實的航空相關政策支持。

機場管理當局及相關航空公司策略商業夥伴，應優先考慮擴建既有航站設施，而非直接選擇新建設施，儘管擴建期間將對營運產生影響，且會增加短期營運成本；惟若最終經評估後，擴建既有設施無法有效滿足需求，則應優先選擇在既有機場範圍(Brownfield site)內新建設施，以期能更快、更具成本效益地完成建設。而無論選擇何種方案擴建或新建，所規劃設計之設施應兼顧實用及彈性之原則，以便因應營運調配及後續擴充需求。

講師在課堂中也說明，主計畫並非萬能之計畫，它既非機場工程設計規劃、也非細部發展規劃，更非財務計畫，主計畫僅可視為一份包含了初步資本支出建議、財務評估及提供機場營運策略的長期發展建議報告；尤其航空產業屬於動態產業，市場具多變性，加上近年受到疫情及極端氣候影響，運量預測會與前期成果有所落差，主計畫的規劃內容應保持彈性，定期(至少每 5 年一次)依當下情況檢討，記載各期之假設條件，以利未來檢討分析。

## 二、主計畫規劃流程與先期規劃(Master Planning Process and Pre-planning)

### (一) 機場發展參考手冊(Airport Development Reference Manual, ADRM)

講師在介紹主計畫規劃流程前先簡單介紹了機場發展參考手冊(Airport Development Reference Manual, ADRM)，該手冊為國際航空運輸協會(International Air Transportation Association, IATA)與國際機場協會(Airports Council International, ACI)及來自 35 個國際上資深機場顧問共同合作製作，彙集了諸多機場規劃相關專業知識，並經確認符合航空運輸產業之使用需求，廣泛被認為是機場發展首選指南，涵蓋的主題包括航空運量預測、機場主計畫、空側基礎設施及客運航廈設計等。

目前 ADRM 已來到第 12 版，新增的章節包括機場永續、機場經營原則、流行病韌性與健康建築、通用設計及新冠疫情對機場發展之影響；另擴充機場運量預測、尖峰小時運量級設施需求容量計算、航廈無障礙設施設計、機場陸側與聯外交通系統，並針對客運航廈設計、空側基礎設施設計及行李處理系統等章節內

容重新審視及重整。ADRM 應與國家相關規範及標準配合使用，並供政府單位、民航局、國家標準制定單位、工程或建築機構等與機場發展規劃有關之人員參考使用。

## (二) 主計畫規劃流程

ADAM 認為所有機場都應制定機場主計畫，以便以合邏輯、符合永續發展並具成本效益的方式，作為未來基礎設施發展及開發計畫之重要指引，並提出以下建議及考量：

1. 對於有關機場容量擴充之計畫應與機場主計畫緊密結合。
2. 機場主計畫建議由具全球機場規劃經驗之顧問團隊規劃，以使所有利害關係人可持續拓展其業務並提升營運效率及收益。
3. 建議航空公司及其代表協會全面參與主計畫之制定及審查。
4. 基礎設施設計應儘可能考量到成本效益。
5. 主計畫應考量機場未來逐步擴展機場設施，直到達到場址之最終容量。
6. 在未制定機場主計畫前不隨意進行機場相關建設計畫。

IATA 建議以大約每 5 年的頻率辦理機場主計畫修訂，針對未來 20 至 30 年建立宏觀之機場發展藍圖，而在擬定機場主計畫的過程中應密切溝通及諮詢之對象包括航空公司、飛航服務提供者、機場諮詢委員會、一般大眾(公開會議、公聽會或宣導活動)、地勤人員、土地租用/所有者、民航單位、監管機構等各類利害關係人。以下為一般辦理機場主計畫之步驟流程圖，並就各階段分述如下：

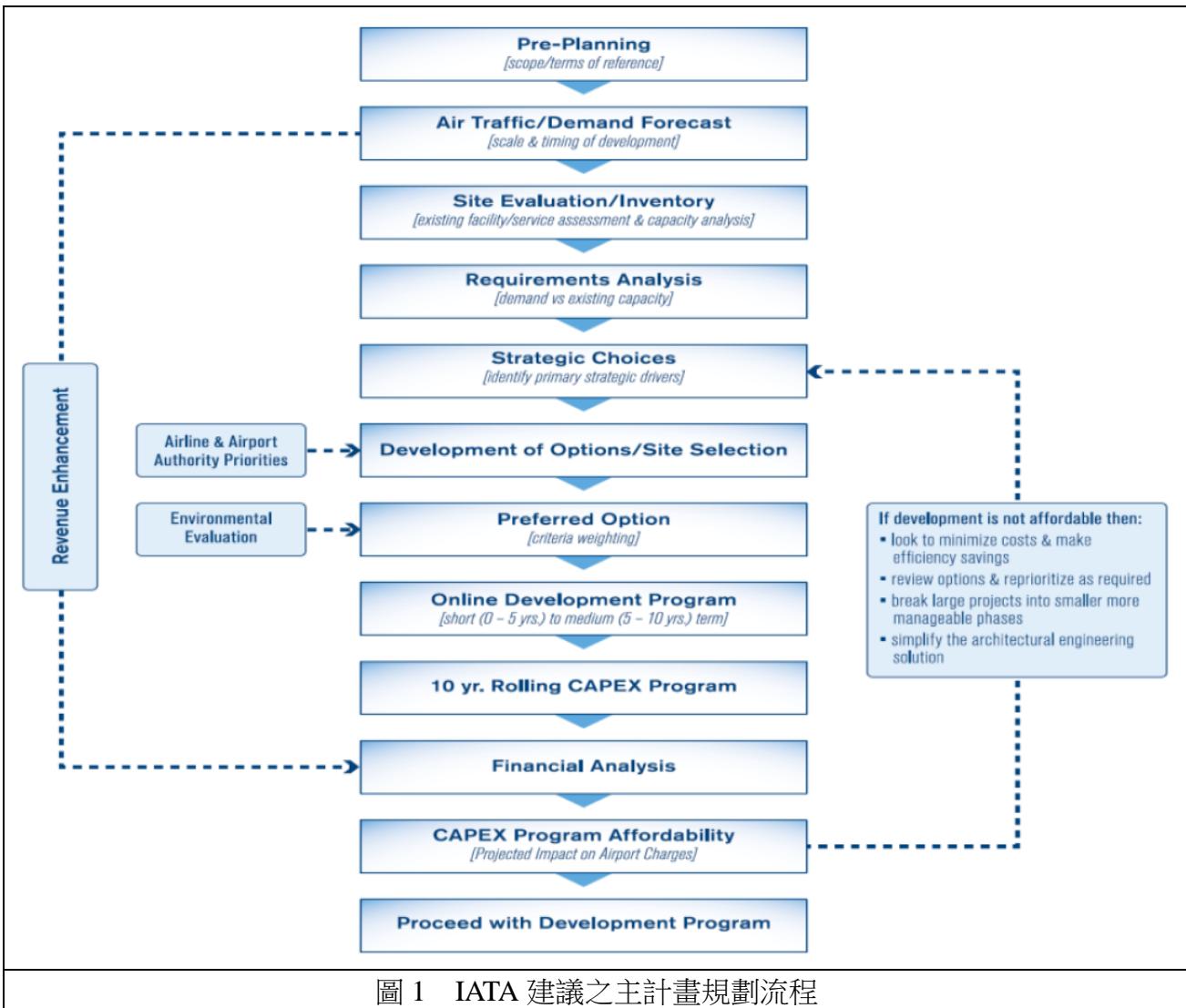
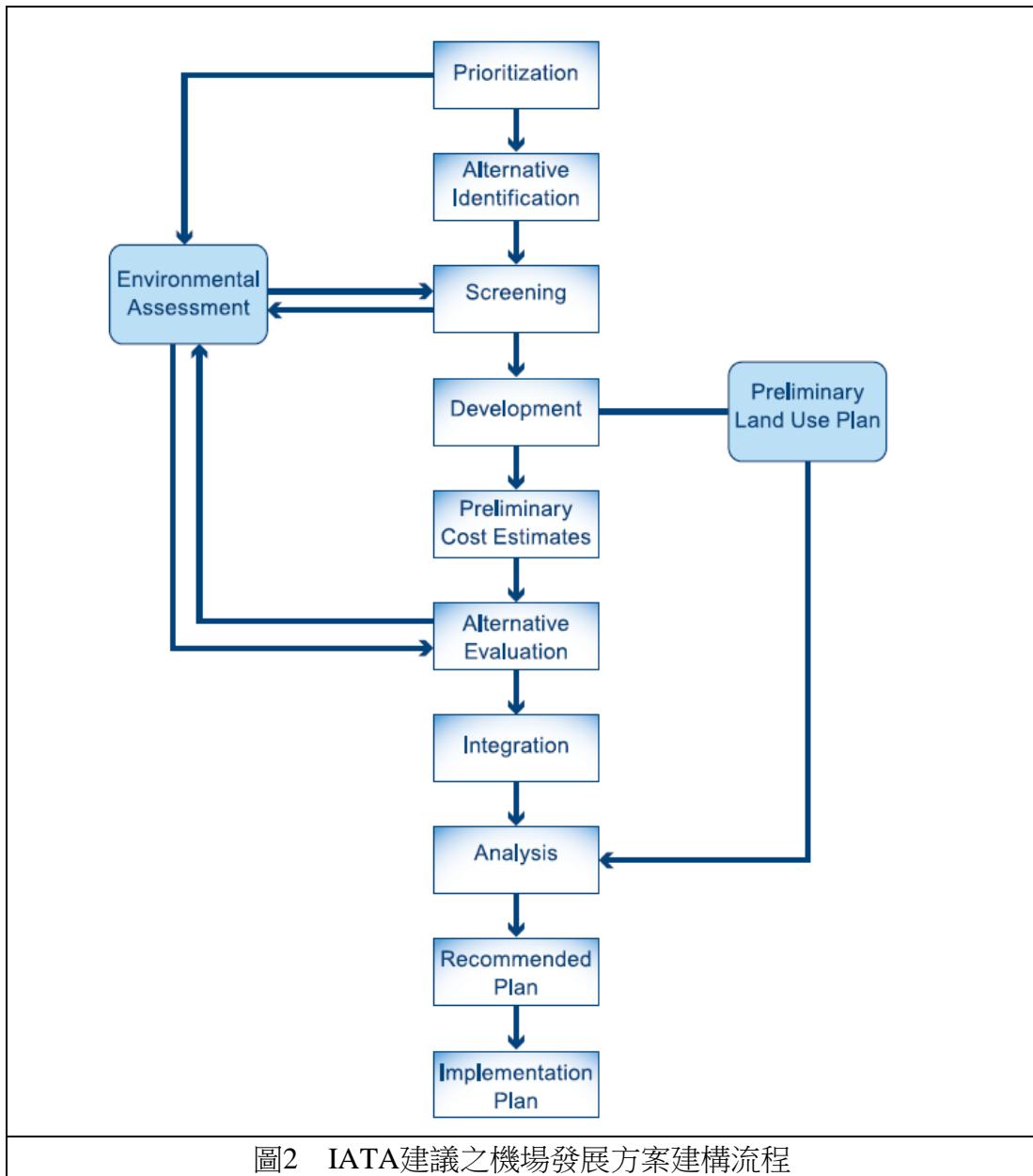


圖 1 IATA 建議之主計畫規劃流程

1. 先期規劃(Pre-Planning)：確立研究範疇、訂定主計畫規劃目標、確定數據可用性及詳細程度、對於土地及既有設施進行調查、擬定規劃方法、工作計畫，並初步規劃所需預算及資金來源、瞭解機場及周邊潛在環境問題等。
2. 航空運量及需求預測(Air Traffic / Demand Forecast)：預測項目包括年運量、尖峰小時運量及航機起降架次等，另針對發展需求可深入分析預測營運機型、出發/到達/轉機旅客及貨物等數據。
3. 既有設施盤點(Site Evaluation / Inventory)：需蒐集之相關資料包括機場配置圖、環境、財務數據及土地使用與區域環境等相關資料，另亦需有近期相關計畫、法規資訊、社會經濟數據及交通量統計等。這些資料將

有助於瞭解主計畫規劃範圍之各類設施現況、土地運用情形、設施容量、機場服務能量及相關限制條件等。

4. 設施需求分析(Requirements Analysis)：依據未來預測運量轉換計算設施需求數量或面積，再針對既有設施容量/服務能量進行檢討，以瞭解能否滿足未來旅客使用及符合航空產業發展需求，並得再據以訂定設施擴建計畫啟動門檻、檢核設施是否符合安全、設計規劃或相關標準等。常用於分析需求之機場相關設施如下：
  - (1) 空域相關：空域容量(障礙物、飛航方向、航機間隔)、導航設備(常規導航或基於性能導航)、飛航管理設施(ATM Facilities，塔臺、進場裝置、無線電系統等)。
  - (2) 空側設施：跑道容量、跑道長度、跑滑道設施用地、滑行道數量及配置、機坪、停機位(各類機型數)、跑道停等區、機坪停等區等。
  - (3) 客運航廈：登機門與停機坪(數量、遠端或靠站營運機坪)、航廈建築面積、樓地板面積、路緣長度及專用車輛設施等。
  - (4) 機場支援輔助設施：航機維修、場面地勤設備維護、航空公司辦公室、貨運處理、航油設施、空廚、普通航空業、警消救援設施、貨物處理及公用事業等。
  - (5) 陸路聯外設施容量(公路、軌道、停車場)。
5. 策略選擇(Strategic Choices)：瞭解國家航空發展政策、航空產業限制、國際航空產業發展趨勢、航空公司發展策略與購機計畫後訂定機場未來發展策略。
6. 方案建構(Development of Options / Site selection)：建構發展方案及替選方案、滿足預期之功能需求、需由機場營運、環境影響及財務效益等層面評選方案。經過前述運量預測及既有設施供需檢討後，需針對前述機場各項空側、陸側、支援輔助設施及聯外運輸系統等，再考量合理性、兼顧周邊區域發展及財務可行等要素下，提出合宜、具可行性的發展方案。IATA 建議採具結構性流程，以評估各項機場設施之最適發展方案，流程圖如下：



7. 偏好方案(Preferred Option)：在評估營運面、環境面、財務面、土地面與未來發展彈性等要素後，選定最適宜之機場設施建設規模、配置或規劃方案。
8. 研訂實施計畫(Online Development Program)：針對最適、最廣為機場管理當局及利害關係者接受之發展計畫，研訂短期(0-5 年)及中期(5-10 年)之分期分階段實施計畫(含土地使用計畫)。
9. 研訂每 10 年滾動之機場設施支出(CAPEX)之財務計畫(10 yr. Rolling CAPEX Program)：IATA 建議機場應擁有 10 年的資本支出計畫，該計

畫應顯示未來 2 個每 5 年期間的預定工程計畫。該計畫應每年與航空公司、機場規劃顧問或專家滾動評估，並研討對利害關係人之影響。

10. 財務評估(Financial Analysis)：估算實施計畫分年成本、財源籌措、財務負擔，據以擬訂可行之財務計畫，俾瞭解機場資本投資需求、目的，及何時需進行投資且能否負擔，而有效的機場主計畫應反映機場的商業價值及機場發展策略上的重要意義。
11. 繼續發展計畫(Proceed with Development Program)：完成主計畫成果報告成冊並公開，俾使後續各項開發計畫或對下一期機場主計畫之研擬，有所依循與參考。

### **三、 限制條件分析 - 場址評估 (Constraints Mapping - Site evaluation Inventory)**

#### **(一) 資料收集(Data Collection)**

IATA 認為資料蒐集可謂機場主計畫之本質，藉由蒐集彙整的過程，除瞭解數據本身代表之意義外，也瞭解缺漏、待補齊之資料為何，並藉由所蒐集之資料進行設施評估，檢討設施發展潛力。

本項主題主要是傳授學員在主計畫規劃研究過程中，需蒐集何種資料，並如何運用該資料評估場站設施及未來發展需求。一般來說，很多所需資料其實都是既有之資料，但仍需驗證其關聯性、正確性。所需資料包含如下：

1. 運量統計資料(Traffic Statistics)：過去十年之運量統計資料，包含客運量(O/D 旅客、過境及轉機)、起降架次(按營運者及航線分類)、機型(定期、包機、貨機、軍機等)、過夜機需求、貨運量(按航線、全貨機、客機腹艙載貨分類)、分時運量(出/入境、到/離站)。
2. 機場平面配置圖及相關圖說(Airport Drawings and Maps)：包含鄰近機場相對位置、機場空域、障礙物標示、到離場航線、機場資產/建物配置、土地使用書圖(含機場界圍及周邊土地)、地形測量圖說(確認不適合施工

- 區域)、自然環境(溼地、洪汎區域)、陸路聯外運輸系統、航站設施配置及平面圖等。
3. 空側/空域資料(Airfield/Airspace)：空域管理資訊(如噪音消除程序)、障礙物識別、空中及地面輔助導航設備、氣象數據、跑滑道及停機坪幾何形狀、道路及門禁系統、淨空範圍等；此外，亦須針對各設施之安裝日期及剩餘壽命等資訊進行掌握，而鋪面部分則包含路面強度、目前狀態及預估使用年限等資訊。
  4. 財務數據(Financial Data)：理解機場財務架構，以利建構財務可行之發展方案。
  5. 土地使用、區位資料(Land use)：包含機場周邊土地用途、周邊發展計畫、噪音敏感區、與機場發展有所衝突之土地使用計畫、機場禁限建管制區域、空照圖、航空地圖、航機進場圖說等。
  6. 相關法規資料(Regulation Information)：包含機場營運權利、租賃規定、可能對機場未來發展產生影響之法規或協定、機場規劃設計需符合之國家法規及所在地方區域法規等。
  7. 社會經濟資料(Socio-Economic Data)：為提供運量預測之重要參數，相關資料包含人口、產業、貿易發展、人均收入(PCPI)及國內生產總值(GDP)等。

## (二) 區位評估及設施發展潛能(Site Evaluation & Facility Potential)

藉由所蒐集之上開資料，可用於評估不同機場既有設施，當前區位/場址之發展條件，及未來發展潛能，並理解當前土地使用規劃，設施使用年限、估算設施更新/擴建年期、所需時間，對後續機場空域/空側、客運航廈、機場支援輔助設施及陸路運輸系統等四方面之分析規劃、計畫擬訂，有諸多助益，整理如下：

1. 空域/空側(Airfield/Airspace)：空域管理、氣象、噪音防制、障礙物識別、助導航設施增設、跑道/滑行道/候機位置之幾何配置、跑道中心線兩側淨空範圍(符合 ICAO Annex 14 規範)、道面強度、道面待修補區域、當前迫切需要之改善計畫。

2. 客運航廈(Terminal)：評估航廈面積需求、旅客入出境流程、航廈建築結構、機電系統、行李處理系統(BHS)、安檢系統；其中由評估旅客入出境流程將歸納出航廈運作瓶頸及待改善之處(一般而言，瓶頸大多發生在報到、安檢、證照查驗、海關)。
3. 機場支援輔助設施(Airport Support Elements)：評估機場輔助設施(航機維修、機場監理單位、機場管理當局、機場維護單位、除雪、航油供給/儲存、貨物/快遞/郵件處理、空廚、消防搶救、地勤業、航警/保安/管制崗哨、普通航空業、停車場、汽車租賃等)之數量需求、需具備之條件/等級。
4. 陸路運輸系統(Surface Access)：聯外交通(勤務道路/環場道路、進出機場動線、路緣、站前交通)，及運輸系統評估(不同運具之服務容量、運具轉乘、未來新建之公路、軌道是否納入聯外路網)。

## 四、限制條件分析 - 諮詢 / 協商 (Constraints Mapping - Consultation)

### (一) 諮詢/協商之目的(Why consult?)

主計畫規劃完後成，可視為規劃者、機場管理當局、相關利害關係者對機場未來發展方向之共識，因此充分、廣泛地諮詢(Consultation)可謂一份成功的主計畫應具備之要件之一。

利害關係者(Stakeholders)一詞通常用以形容與機場直接或間接相關之團體或產業，諮詢此類利害關係者有助於主計畫規劃者瞭解其需求，獲取由不同角度看待機場發展之觀點，辨識出原本忽略之議題，並儘早開始試著解決該等議題，於規劃方案得到回饋。

### (二) 諮詢/協商之時機(When to consult?)

有關於諮詢之時機，IATA 建議是越早開始越好，並在規劃過程中持續諮詢，講師甚至表示當準備啟動規劃之際，即可開始諮詢作業，特別在某些不可逆或無法挽回之決策訂定前，若能夠開始諮詢利害關係者，可使整個過程更具意義；若是較晚才開始諮詢，則被諮詢之社會大眾或團體，往往會感

覺相關發展方案或決策早已決定，諮詢磋商根本不具意義，有時可能就因為主計畫某些決策無法取得共識，導致主計畫奉核准之期程延宕。

### **(三)諮詢/協商之對象(Who should be consulted?)**

在機場主計畫諮詢對象方面，將因機場所在區域、城市、國家而有所差異，然考慮到機場主要功能為提供航空運輸服務，因此航空公司應為最優先諮詢之利害關係者，甚而更應被視為機場發展夥伴。

此外，IATA 建議之諮詢對象包括：飛航管制服務提供者、地勤業、支援輔助設施營運者、機場內駐站業者、旅遊業者、陸路運輸業者、政府機關、民意代表、機場周邊居民、鄰近土地所有者、對機場發展有興趣之社會大眾等。

### **(四)諮詢/協商之進行方式及內容(How to consult?)**

IATA 所建議之諮詢方式為成立類似 IATA 機場諮詢委員會(Airport Consultative Committee, ACC)，並將主計畫(草案)公諸於大眾，規劃團隊可分別訪談航空業者、駐機場單位、政府機關及社會大眾等，可藉此溝通雙方立場，討論機場當下之發展限制或既有設施存在之問題，規劃團隊可得知航空業者未來之營運策略及政府機關、社會大眾之看法，也可讓其瞭解規劃當前進度及機場未來相關建設之期程，最後在完成諮詢後，提交規劃方案供上級機場管理當局審核。儘管各國在辦理機場主計畫時，於諮詢過程、諮詢方式存在不少差異，惟目前主流仍然是傾向、鼓勵作更多諮詢、訪談，甚至依據部分國家之規定，諮詢作業是強制性必要之作業。

由於航空公司是第一線面對變化劇烈的航空市場，對市場變化更具敏感度，且其關注之目標年往往較主計畫規劃目標年為短，因此航空公司能更為直接地讓規劃者瞭解機場當前問題，並藉此分享其他機場之發展經驗、與機場管理當局共同確認未來彼此發展策略、在機場運作或運算模式上提供經驗及參考參數、對機場未來運量預測達成共識、協助規劃者擇定最適發展方案。

在諮詢航空公司時，可著重於就假設條件、設施需求與供給分析、發展方案評比等向其諮詢，惟考量航空公司可能不願意向其他同業分享其看法或較為敏感之商業發展計畫，建議是以個別、非集中開會之方式諮詢基地航空公司與開闢較多班次之業者，並避免直接公開其意見，以保障業者權益。

此外，飛航管制服務提供者(如塔臺)亦是一個值得諮詢的對象，尤其當主計畫預測機場未來航機起降架次增加時，可藉由飛航管制服務提供者之意見瞭解其對新建跑道、既有跑道型式、新建快速出口滑行道之需求及航機等待位置(Holding Position)規劃之看法。

在諮詢社會大眾方面，IATA 建議是採公開、開放式座談會的方式進行，可讓機場主計畫規劃者與參與之民眾直接交流，以避免特定團體操控座談會與談內容或特定主題，規劃者藉由參與此類座談會，可向社會大眾分享其專業知識、對機場未來發展之承諾，以獲取社會大眾之信任。雖然，在辦理規模較小機場之主計畫時，諮詢社會大眾之座談會型式或許僅是規劃團隊先進行簡報，再說明一個未來發展方案，但 IATA 仍建議此類座談會應舉辦多次，並分別在不同地點舉辦，以讓更多社會大眾能參與此過程。

#### **(五)諮詢/協商的熱門議題(Hot Topics)**

IATA 將機場主計畫所涉及之議題中，屬於社會大眾較為在意及關注之議題視為熱門議題，說明如下：

1. 航空噪音：機場與周邊若無適當區隔，則會有噪音之問題，此外建設新跑道、解除宵禁管制亦為衍生相關疑慮。
2. 污染排放：空氣污染、污水、廢棄物等，必須提出降低污染之作為。
3. 數據間之矛盾：研究及產出的數據需與機場、政府或航管相關數值一致。
4. 外在對主計畫規劃方案之成見：在諮詢過程中，可能會面臨外在質疑主計畫之規劃方案早已決定，諮詢僅為程序，不具實質意義。
5. 對土地價值之影響：機場若向外擴展界圍時，因涉及用地取得，可能影響周邊土地物業之價值及人民之權益。
6. 飛航安全：臨近機場及位處機場航道下方之住宅區及居民，將有安全上之疑慮。
7. 陸路聯外運輸系統之影響：隨著機場發展，將衍生聯外運輸需求，對既有陸路聯外運輸系統產生衝擊。

## 五、 設施需求分析 - 運量預測(Facility Requirements - Traffic Forecast)

講師在此章節主要是分享機場主計畫辦理運量預測之必要性、對航廈擴建計畫之影響規模及時程、預測所需要之資料、預測之準確性及面臨之限制，而非直接教導學員如何進行運量預測。

根據 IATA 機場發展參考手冊(Airport Development Reference Manual, ADRM)之定義，機場預測應產出一套可引領機場未來長期發展之運量預測數值，透過運量預測之結果，有助於後續研訂機場設施規劃、財務支出計畫(如資本支出 CAPEX、營運成本 OPEX)及環境議題分析(如排放、廢棄物、噪音)。

運量預測對於機場主計畫內論及機場設施擴建規模及啟動時程扮演極為關鍵之角色，其預測結果將可應用於決定設施擴建之規模及時機，包含可產出樓地板面積、航空維修能量、聯外交通、跑道等空側容量需求。

### (一) 主要運量預測模式及原則(Key Forecast Types、Forecasting Principles)

IATA 將運量預測分成由上而下(Top-down)及由下而上(Bottom-up)兩種模式，其中由上而下(Top-down)之方法可以用於推估國家或區域之整體系統需求，主要以巨觀經濟作為基礎進行考量(如 GDP)，續再以市場占有率分配特定機場之運量；而由下而上(Bottom-up)之方法則係以該特定機場之歷史或實際統計運量，並加以考量市場規模與成熟度、既存或未來市場競爭力、航機尺寸與操作頻率、營運或環境限制等項，進行該特定機場未來運量之推估。

基本的運量預測是假設於機場的需求面及供給面均無重大之環境變化，另外亦可透過情境假設(如樂觀、一般、保守)將特定的市場變化或重大的機場活動影響納入考量。

### (二) 運量預測資料(Forecasting Data Requirements)

運量預測所需之資料可藉由機場統計資料、航空公司統計資料及班表、國際資料庫(如 IATA Airport IS、Cargo IS、MIDT)、民航政府單位統計資料、美國運輸部門(US DOT)調查報告、國際貨幣基金組織(IMF)及世界銀行(World Bank)統計資料等處進行收集，需收集之資料如下：

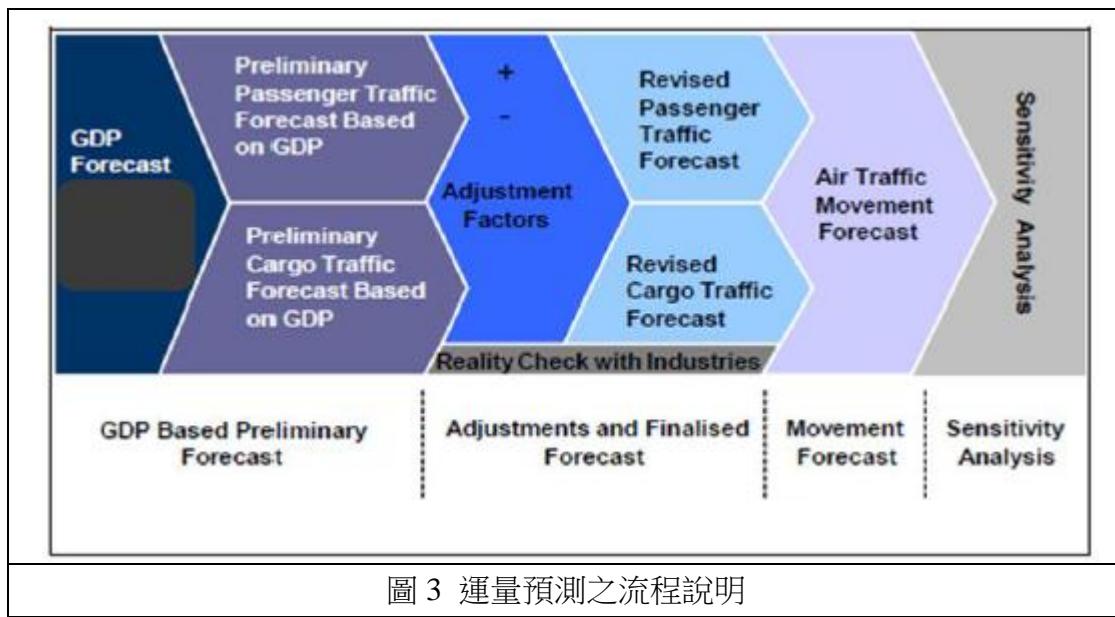
1. 客運量(年運量及尖峰運量)：國內航線、國際航線及轉機需求。

2. 貨運量(年運量)：國內航線、國際航線及轉運需求。
3. 起降架次(含航空公司及機型)：民用航空、普通航空、軍方及政府需求。
4. 航空公司班表。
5. 社經資料：人口、就業率、國內生產毛額、旅館房間數等。

### (三) 運量分析流程(Air Traffic Demand Analysis Process)

IATA 將運量預測分析之流程分成四大步驟(詳圖 3)，說明如下：

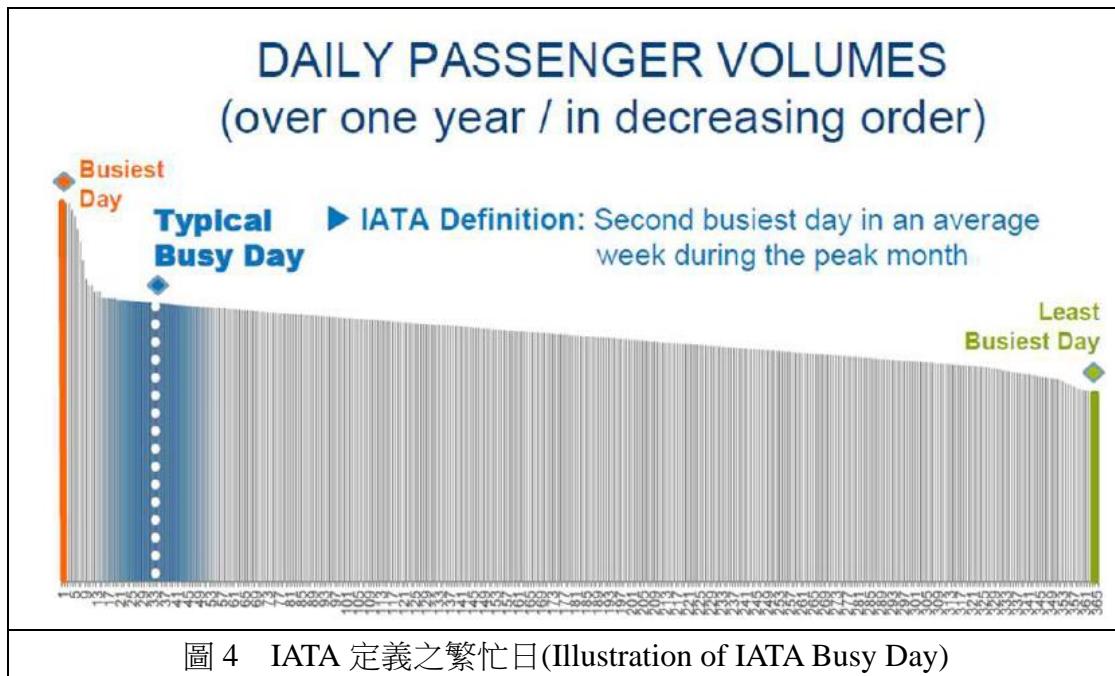
1. 評估最適(或組合)之運量預測模式，進行客、貨運量預測。
2. 根據實際航空市場變化，納入調整因子進行客、貨運量預測結果修正。
3. 產出航空運量預測結果。
4. 進行敏感性分析，產出不同情境下(如樂觀、一般、保守)之運量預測結果。



講師於課程中亦有提及尖峰性(Peak Period)之概念，機場之運量需求模式會隨著每年、每季、每月、每天甚至是每小時都有所變化，而尖峰性對後續之各項設施規模評估至關重要，也會與所需提供之服務水準息息相關。

為了適當地規劃與設計設施規模，規劃者需要以一個適切的尖峰小時的運量作為基礎進行後續推估，以確保機場所提供之設施既不會利用率不足、也不會經常過度擁擠，IATA 對於繁忙時段(Busy Hour)的定義說明如下：

1. 在尖峰月(peak month)中，選取平均週的第二繁忙日(second busiest day)。
2. 將尖峰月的總交通量除以該月的週數(或以天數除以 7 計算)以求得平均週流量。
3. 選取最接近「平均週」的週中的第二繁忙日。
4. 對該「第二繁忙日」的逐小時交通量分布進行分析，用以決定尖峰小時需求(peak hour)。



#### (四) 運量預測之準確性及限制(Accuracy and Limitations of Forecasts)

儘管運量預測為機場主計畫規劃過程重要流程之一，但其實預測僅是規劃者嘗試去推敲未來運量可能增減情形，現實中要獲取準確的運量預測結果是極為困難的，因為規劃者無法預測突發重大事件對運量之影響，例如 2002-2003 年 SARS、2007-2008 年全球金融危機及 2019 年 COVID-19 疫情；此外，航空產業屬於持續發展、變遷迅速之產業，業者對於油價之敏感度、航太產業持續研發更為節省航油之機型、既有短期建設發展計畫因應情勢變化之彈性、機場與機場間、國家與國家的競合等，皆增添了對準確運量預測之難度。

基於運量預測的不確定性甚高，IATA 建議主計畫規劃者相關因應作為如下：

1. 進行運量預測時宜嘗試思考不同情境下之運量增減情形，主計畫規劃內容應具備彈性，在設施方面，應以逐步、模塊式之方式擴建發展。
2. 關於容量改善及擴建計畫方面，建議訂定計畫啟動門檻，如：運量成長到何種幅度時啟動，而非直接訂定啟動時間。
3. 每年持續回顧檢討已完成之運量預測成果，並將其與最近之年運量比較，也需持續留意社會經濟變化及航空市場發展等，如：新進入市場或解散之航空公司、航線增闢/縮減、機型變化等外在發展條件。

## 六、 空陸側設施

### (一) 跑道

#### 1. 建置考量要素

對於跑道的選址位置及配置，需考量設計機型及安全需求等因素，以下針對常見的跑道配置形式進行說明：

 <p><b>Advantages?</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Less impact on environment due to reduced apron area and reduced mvts/hr.</li><li>• Runway utilization often high</li><li>• Recommended choice of IATA (subject to capacity requirements)</li></ul> <p><b>Disadvantages?</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Airport capacity restricted by rwy. mvts. capability</li><li>• Runway: emergencies &amp; maintenance more difficult to manage</li><li>• Cross wind take off and landing can present problems</li></ul> <p><b>Single runway</b></p>	<p><b>優點：</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 機坪面積及運量較小，對周遭環境影響較低。</li><li>• 跑道利用率通常較高。</li><li>• 為 IATA 建議的選擇(視需求而定)。</li></ul> <p><b>缺點：</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 機場容量通常受限於跑道容量上限。</li><li>• 緊急狀況發生時或需要進行維修時，通常較難管理與運作。</li><li>• 如有側風，將導致起飛及降落困難。</li></ul>
<p>圖 5 單一跑道(Single Runway)</p>	

 <p><b>Advantages?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Increased runway capacity mvt/hr.</li> <li>Varied runway orientations to overcome seasonal prevailing winds</li> <li>Runway emergencies and maintenance easier</li> <li>Runways can be used simultaneously</li> </ul> <p><b>Disadvantages?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Larger impact on environment</li> <li>Layout occupies larger apron area</li> <li>Does not lend to efficient apron expansion</li> <li>One rwy. will always be more compromised to prevailing wind</li> <li>Crash at apex can render both inoperative</li> </ul> <p>Open "V" to "L"</p>	<p><b>優點：</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>跑道容量可以增加。</li> <li>不同的跑道方向可以因應不同季節的盛行風。</li> <li>緊急狀況發生時或需要進行維修時，較易管理與運作。</li> <li>兩條跑道可同時使用。</li> </ul>	<p><b>缺點：</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>對周遭環境影響較大。</li> <li>停機坪面積佔整體配置較大的比例；未來停機坪難有效擴張。</li> <li>較符合盛行風的該條跑道較易受損。</li> <li>如兩條跑道的接點發生事故，將導致跑道均無法運作。</li> </ul>
--	---	---

圖 6 開放式 V 型或 L 型跑道 (Open V to L Runways)

 <p><b>Advantages?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Varied runway orientations to overcome seasonal prevailing winds</li> <li>Runway emergencies &amp; maintenance easier</li> </ul> <p><b>Disadvantages?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Both runways cannot be used simultaneously</li> <li>Larger impact on environment</li> <li>Layout occupies larger apron area</li> <li>Does not lend to efficient apron expansion</li> <li>One rwy. will always be more compromised to prevailing wind</li> <li>Crash at intersection can render two runways inoperative</li> </ul> <p>Intersecting</p>	<p><b>優點：</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>不同的跑道方向可以因應不同季節的盛行風。</li> <li>緊急狀況發生時或需要進行維修時，較易管理與運作。</li> </ul>	<p><b>缺點：</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>兩條跑道無法同時使用。</li> <li>對周遭環境影響較大。</li> <li>停機坪面積佔整體配置較大的比例；未來停機坪難有效擴張。</li> <li>較符合盛行風的該條跑道較易受損。</li> <li>如兩條跑道的交叉口發生事故，則會使跑道均無法運作。</li> </ul>
--	--	---

圖 7 相交型跑道(Intersecting Runways)

 <p><b>Advantages?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Rwy. utilization can be high</li> <li>Rwy. emergencies &amp; maintenance easier</li> <li>Dedicated take off and landing promotes safer operation</li> <li>Lends to efficient apron expansion</li> <li>Recommended choice of IATA</li> </ul> <p><b>Disadvantages?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Cross wind take off and landing can present problems</li> <li>Crossing live runway reduces declared rwy. capacity</li> </ul> <p>Staggered</p>	<p><b>優點：</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>跑道利用率高。</li> <li>緊急狀況發生時或需要進行維修時，容易管理與運作。</li> <li>各自作為起飛專用及降落專用跑道，營運更為安全。</li> <li>為 IATA 建議的選擇。</li> </ul>	<p><b>缺點：</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>如有側風，將導致起飛及降落困難。</li> <li>穿越跑道將導致跑道宣告容量減少。</li> </ul>
--	---	--

圖 8 交錯型跑道(Staggered Runways)

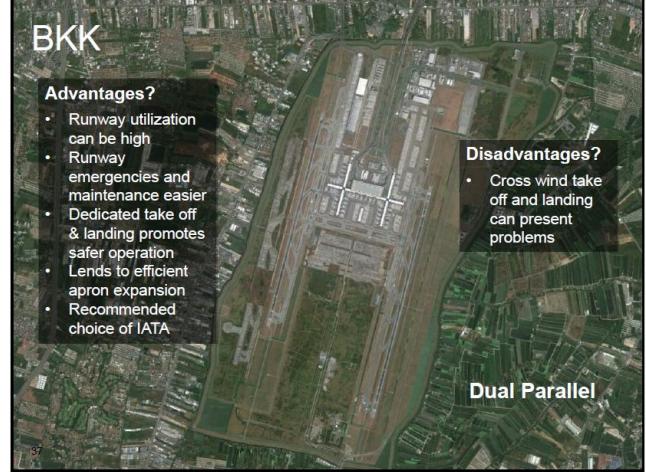
	<p><b>優點：</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>跑道利用率高。</li> <li>緊急狀況發生時或需 要進行維修時，容易管 理與運作。</li> <li>各自作為起飛專用及 降落專用跑道，營運更 為安全。</li> <li>為 IATA 建議的選擇。</li> </ul>	<p><b>缺點：</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>如有側風，將導致起 飛及降落困難。</li> </ul>
---	---	---

圖 3.4-5 雙平行跑道(Dual Parallel Runways)

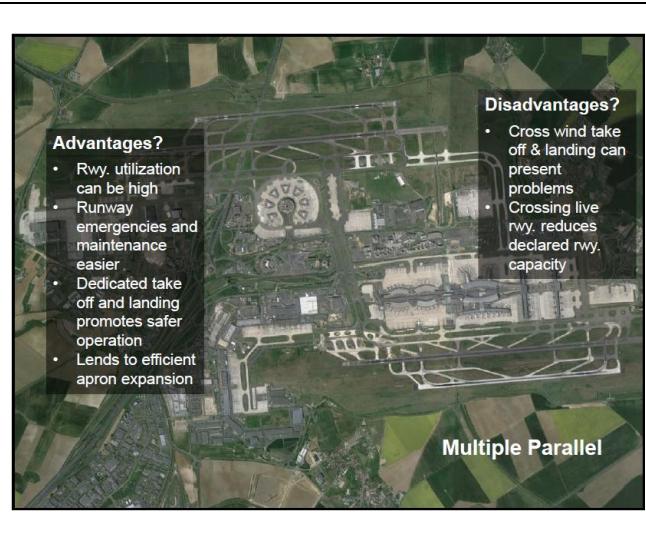
	<p><b>優點：</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>跑道利用率高。</li> <li>緊急狀況發生時或需 要進行維修時，容易管 理與運作。</li> <li>各自作為起飛專用及 降落專用跑道，營運更 為安全。</li> <li>未來停機坪能有效擴 展。</li> </ul>	<p><b>缺點：</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>如有側風，將導致起 飛及降落困難。</li> <li>穿越跑道將導致跑道 宣告容量減少。</li> </ul>
--	--	--

圖 9 多平行跑道(Multiple Parallel Runways)

## 2. 跑道長寬

### (1) 機場參考代碼

機場參考代碼以「航機參考場面長度」及「航機翼展」決定如下圖，

機場依其服務水準確定機場參考代碼後，再依據該機場參考代碼規劃  
跑道寬度、跑道地帶長寬、跑道端安全區、跑道中心線至等待位置距  
離等。

Code element 1	
Code number	Aeroplane reference field length
1	Less than 800 m
2	800 m up to but not including 1 200 m
3	1 200 m up to but not including 1 800 m
4	1 800 m and over
Code element 2	
Code letter	Wingspan
A	Up to but not including 15 m
B	15 m up to but not including 24 m
C	24 m up to but not including 36 m
D	36 m up to but not including 52 m
E	52 m up to but not including 65 m
F	65 m up to but not including 80 m

圖 10 「航機參考場面長度」及「航機翼展」

## (2) 跑道長度

跑道長度應滿足計畫使用該跑道之飛機運作需求，且不少於航機操作及性能特性按當地條件修正後所需要之最大長度，規劃跑道長度應考量航機起降及分別於跑道雙向操作時所需長度。跑道長度參考如下表。

AIRCRAFT	ICAO AERODROME REFERENCE CODE—CODE ELEMENT 2	MAX TAKEOFF WEIGHT (KG)	TAKE-OFF RUNWAY LENGTH (M) AT ISA + 20°C
A318	C	59,000	1,828
A319	C	64,000	2,080
A320	C	73,500	2,105
A321	C	89,000	2,286
A300-600 *	D	170,500	2,645
A310-300 *	D	164,021	2,450
A330-200	E	238,000	2,590
A330-300	E	235,000	2,657
A340-200 *	E	275,000	3,260
A340-300 *	E	276,500	3,230
A340-500 *	E	380,000	3,050
A340-600 *	E	380,000	3,100
A380-800	F	575,000	2,750
B717-200 *	C	54,885	1,840
B737-600	C	65,091	1,960
B737-700	C	70,080	2,160
B737-800	C	79,016	2,640
B737-900	C	79,016	2,860
B767-200(200ER)	D	151,954 (179,169)	2,200 (2,640)
B767-300ER	D	186,880	2,920
B767-400ER	D	204,117	3,580
B787-8	D	219,539	3,100
B777-200	E	247,208	2,620
B777-200ER	E	297,557	3,480
B777-300	E	299,371	3,500
B777-300ER	E	351,535	3,160
B747-200	E	377,843	3,190
B747-300	E	340,195	3,320
B747-400	E	396,894	3,018
B747-400ER	E	412,770	3,090
B747-8	F	439,985	3,090
MD-11 *	D	288,031	3,560

圖 11 不同航機機型之跑道長度需求

### 3. 跑道容量

跑道容量定義為某段時間內可供航機起降架次數，多以年或尖峰小時起降架次作為跑道容量之衡量標準，跑道容量最終將決定該機場的整體運作能量，應盡一切努力確保機場設施不會限制跑道容量及運作性能，跑道容量很大程度取決於機場空域設計、進場與離場間隔規則、航機尺寸（機隊組合）、跑道佈局與運行模式、航機於跑道佔用時間、是否有快速出口滑行道、機坪機位配置及跑道鋪面品質等因素。跑道配置型式不同對於跑道容量影響之案例如下圖。

Runway Configuration	Example Used	Best Practice mvts./hr.	Max. mvts./annum recorded to date	Theoretical max. mvts./annum
Single runway	LGW	55	266,550 (2007)	331,238
Dependent parallel	CPH	83	288,793 (2001)	499,868
Independent parallel	MUC	90	476,197 (2011)	542,025
Intersection runways	VIE	68	266,402 (2008)	409,530
3 runways: all independent	AMS	110	446,693 (2008)	662,475
4 runways: 2 pairs of close parallels	CDG	116	551,174 (2008)	698,610

圖 12 不同跑道配置之空側容量案例參考

### (二) 滑行道

滑行道構成了機場空側內相互連結的網路，為航機提供明確路徑，為到達及離開之航機提供服務，其類型包括快速出口滑行道、平行滑行道及停機坪滑行道等。

### (三) 停機位

指停放航機的指定區域，用於上下旅客、裝卸行李、郵件及貨物，或供航機加油、長期停放及維護的地方。

停機位短缺可能之原因包括停機位數量供不應求、超出預期之大型航機停靠需求及航機停留於停機位時間過長等。停機位規劃需要考量機場之營運機型組成、航機占用停機位時間、停機位運用彈性、停機位所服務之航廈設

計、近端或遠端停機位之型式及數量等，並應儘可能規劃可服務多種機型之停機位。

#### (四) 客運航廈

客運航廈與諸多子系統相互連結，包括地面運輸系統、主要航廈空間(出入境大廳及商業設施)、行李處理設施、安檢設施、休憩設施(休息室、零售及餐飲)等客運航廈設計應提供旅客安全可靠的環境、最佳服務水準、有效率的營運與航廈設施、無縫旅行體驗、無障礙設施、未來擴展及創新的彈性等，

航廈設計須與跑滑道系統、停機坪配置及陸側等系統容量相平衡，具轉機功能或樞紐航廈之設計應考量在最小航班接續時間(Minimum connecting Time, MCT)內，有效率地轉移旅客及行李，MCT 實務上國內轉機(國內/國外)以 35 至 45 分鐘估算；國際轉機(國內/國外)以 45 至 60 分鐘估算。

以下分別就機場營運及旅客體驗分析不同航廈型式優缺點：

##### 1. 線型(Linear)



項目	優點	缺點
陸側	<ul style="list-style-type: none"><li>● 集中管理方式，使與陸側系統之連結較簡化</li><li>● 若對陸側進行擴建，對空側衝擊</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>● 集中式航廈於尖峰時段易發生壅塞</li></ul>

	可能較小	
空側	<ul style="list-style-type: none"> <li>連續的靠站停機坪得有效運用</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>空側空間利用率不高</li> </ul>
航廈	<ul style="list-style-type: none"> <li>安檢、行李運送/分類等系統集中有利管理</li> <li>航廈內標誌與標示較簡化易懂</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>航機多僅能停放於航廈之一側，航廈與登機空間利用率不高</li> </ul>
財務	<ul style="list-style-type: none"> <li>初始建設成本適中</li> <li>較低的營運及維護成本</li> </ul>	-
動線	<ul style="list-style-type: none"> <li>動線單純、標示簡單、找路容易</li> </ul>	-
步行距離	<ul style="list-style-type: none"> <li>如果航廈長度適宜，旅客步行距離大多可被接受</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>若航廈大廳至登機口距離較長，導致步行時間較長</li> </ul>
轉機	<ul style="list-style-type: none"> <li>可配合較短的轉機時間</li> </ul>	-
旅客設施	<ul style="list-style-type: none"> <li>旅客設施可設置於旅客主要處理區及出境區域附近</li> <li>飲食、商店及休憩設施等可集中於航廈中心地帶</li> </ul>	-

## 2. 指狀型(Pier/Finger)



項目	優點	缺點
陸側	<ul style="list-style-type: none"> <li>集中管理方式，使與陸側系統之連結較簡化</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>集中式航廈於尖峰時段易發生壅塞</li> </ul>
空側	<ul style="list-style-type: none"> <li>指廊兩側均能停機，大幅提高空側空間運利用率</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>尖峰時鄰近指廊間空側易發生壅塞</li> <li>航機滑行動線長，航機後推亦較費時</li> </ul>

航廈	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 旅客集中，安檢、行李運送/分類等系統集中有利管理</li> <li>● 航廈內標誌與標示較簡化易懂</li> <li>● 可針對個別指廊進行控管</li> <li>● 指廊可持續延伸，擴建對機場營運影響小</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 欲區隔入出境或轉機旅客，可能需要配置額外路線或增加樓層</li> <li>● 對指廊進行延伸擴建，將增加步行距離，提高航機周轉時間</li> <li>● 多個指廊可能增加航空公司營運複雜度</li> </ul>
財務	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 初始建設成本適中</li> <li>● 較低的營運及維護成本</li> </ul>	-
動線	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 動線單純、標示簡單</li> </ul>	-
步行距離	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 旅客步行距離適中</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 添加或延伸指廊將增加航廈空間複雜性及旅客步行距離，並可能須設置電動步道</li> </ul>
轉機	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 由於指廊的緊湊性，如航班調度得當，則可配合較短的轉機時間</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 指廊間連通時間較長，中央結點須有效分流旅客</li> </ul>
旅客設施	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 可在指廊相接處集中整合旅客設施，可最大限度地服務人流</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 長指廊可能分散中央結點的人流，並需在指廊另設置次要旅客設施</li> </ul>

### 3. 衛星型(Satellite)



項目	優點	缺點
陸側	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 集中管理方式，使與陸側系統之連結較簡化</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 集中式航廈於尖峰時段易發生壅塞</li> <li>● 增加衛星廊廳需再建置連通管道</li> </ul>

空側	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 航機前往停機位較方便</li> <li>● 線性衛星廊廳可提供停機位與跑道間的直接路徑</li> <li>● 衛星廊廳周邊停機坪得有效運用</li> </ul>	-
航廈	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 可輕鬆區隔入出境或轉機旅客，有利管理旅客</li> <li>● 擴充彈性大</li> <li>● 新建衛星廊廳即可因應未來新機型航機停靠</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 可能需要於各衛星廊廳均設置旅客休憩設施</li> <li>● 由於各衛星廊廳與主航站樓分開，航空公司及機場的人員配置需求可能更高</li> </ul>
財務	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 旅客運輸系統(APM)及行李處理系統的初始建置成本較高</li> <li>● 各子系統營運及維護成本較高</li> </ul>
動線	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 動線單純、標示簡單</li> </ul>	-
步行距離	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 旅客步行距離適中</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 添加或延伸衛星廊廳將增加航廈空間複雜性及旅客步行距離，並可能須設置電動步道</li> </ul>
轉機	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 由於指廊的緊湊性，如航班調度得當，則可配合較短的轉機時間</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 衛星廊廳間連通時間較長，中央結點須有效分流旅客</li> </ul>
旅客設施	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 可於主航站集中整合旅客設施，最大限度地服務人流</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 過長衛星廊廳可能分散主航站人流，並需另設置次要旅客設施</li> </ul>

## (五) 機場支援輔助設施

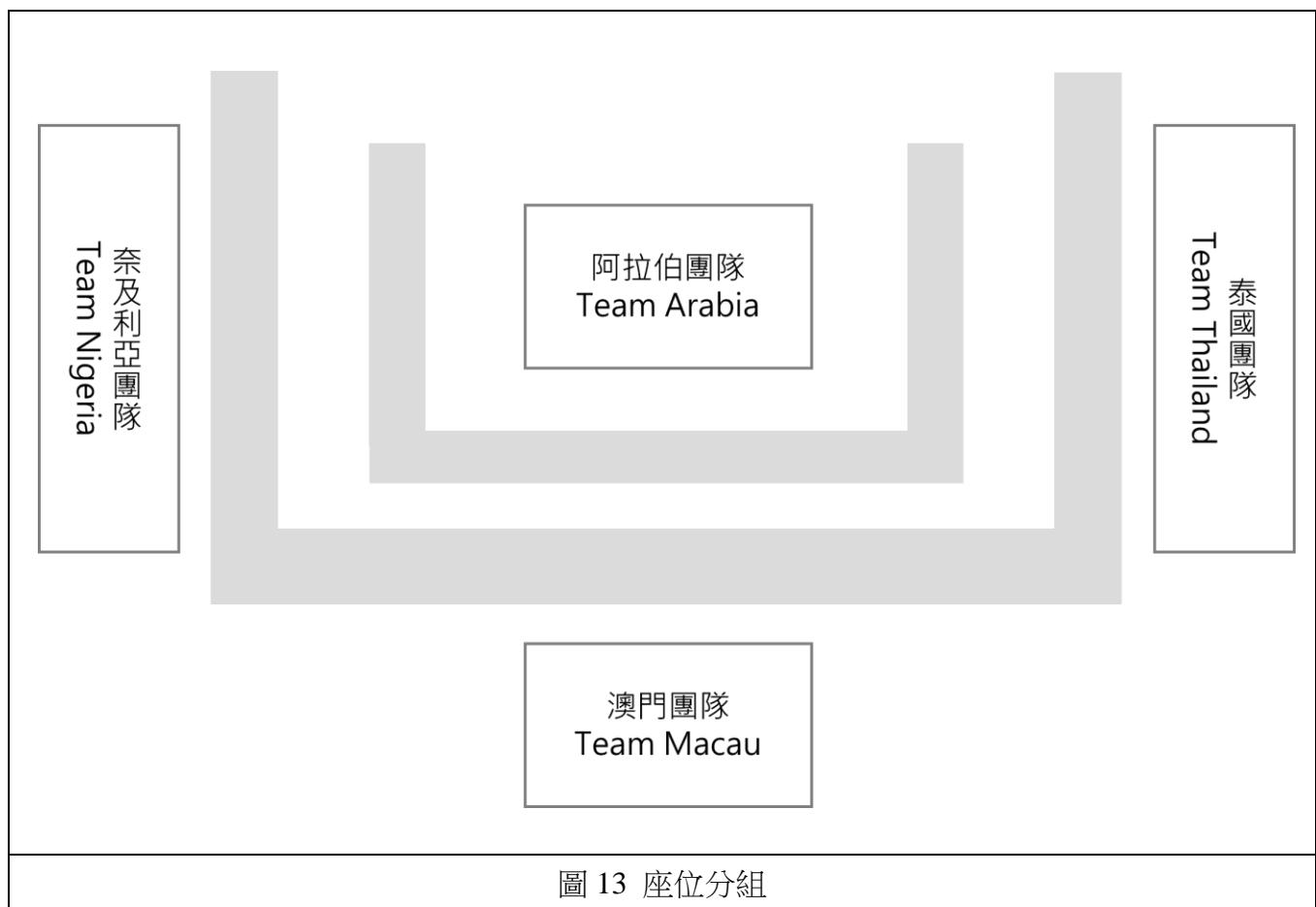
1. 航機維修，取決於以下考量：
  - (1) 基地航空公司機隊數目、航機類型、維修類別(A, B, C, D Checks)。
  - (2) 其他業者之維修需求。
  - (3) 是否配置足夠之維修能量(人力、料件)，例如試車、塗裝等。
2. 航空公司辦公室：是否配置空間供航空公司使用，尤其是基地航空公司可能有設立營運總部之需求。
3. 駐站營運管理單位辦公室：在規模較小之機場，通常配置於航廈內或附屬建物內。

4. 機場維護/倉儲廠房：機場需要工作廠房(workshop place)、可供存放維修設備及相關補給物資之空間。
5. 貨運/郵件/快捷：取決於預測未來之貨運量/貨物類型、運送方式(全貨機、腹艙載貨)、貨物處理方式(人工揀貨、半自動、全自動)。
6. 消防搶救設施(需參照 ICAO Annex 14 規範)。
7. 公用設施
  - (1) 供水/污水處理設施。
  - (2) 固體廢棄物處理設施。
  - (3) 電力/天然氣供給。
  - (4) 中央空調冷暖氣。
  - (5) 通訊設備。
8. 其他
  - (1) 相容的非航空相關用途，如機場城市。
  - (2) 除冰設備。
  - (3) 航油供給、儲備、配送。
  - (4) 充電站(空側及陸側)。
  - (5) 普通航空業。
  - (6) 地勤裝備維護與儲放。
  - (7) 空廚、餐飲。
  - (8) 航管設備(機場燈光、氣象設施、助導航設施)。
  - (9) 航警、保安：管制崗哨數量及位置。

**(六) 陸路聯外運輸設施：**機場應被視為運具間轉乘之重要場站，除需考量進出機場動線、主要幹路、軌道、相關運具及停車設施外，應特別留意使用者之需求，包含機場員工與旅客、商務旅客與休閒旅客等。

## 七、課堂活動及測驗 (Activities and Exam)

講師表示本次課程參與人數是歷次以來最多，是相當大的一班，在課堂活動討論時，學員依照座位地緣之便，分成了阿拉伯團隊、奈及利亞團隊、泰國團隊及澳門團隊(如圖 13)。本局出國人員座位被安排在澳門國際機場專營股份有限公司旁，澳門國際機場專營股份有限公司總計派了 6 位學員參訓，包含機場營運部 2 名、財務部 2 名及秘書處 2 名，於是與澳門國際機場專營股份有限公司組成團隊進行各項活動討論。



由於班級人數眾多，發言相當踴躍，講師也很期待大家在課堂活動的表現，在為期 5 天的課堂中，共討論了 4 個議題，每次討論時間約 10-15 分鐘，討論議題說明如下：

### (一) 議題一：主計畫簡報

擇定一個熟悉的機場，想像自己是該機場的經營者，正準備啟動一份主計畫，簡單說明該機場主要目標及願景。

在此項討論議題，學員依分組各自以自己國家的機場進行簡要報告，議題摘要及討論情形如下圖：

<h2>Activity 1: Master Plan Project Brief</h2> <p>Choose an airport that you are familiar with and imagine that you are the airport operator looking to commission a master plan.</p> <p>Use the following prompts to draft the Project Brief that would set the objectives and direction for the airport master plan.</p> <p>If necessary, make an assumption on what type of operator you are (Government, Concessionaire, Private).</p> <p>Hint: take a look at google maps, or sketch out the key infrastructure to prompt your thinking</p> <p>© 2024 Copyright IATA</p> <p></p>	<h2>Activity 1: Master Plan Project Brief</h2> <p>Write a short Vision Statement (one or two lines)</p> <p>Outline a Project Brief in bullet point form to identify objectives and priorities</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>–What are the key issues to be resolved? (infrastructure capacity / condition, service levels, surface access, etc.)</li> <li>–What are the desired outcomes? (increase revenues, meet future demand, stakeholder approval, etc.)</li> <li>–What is your expected timeline for delivery?</li> <li>–What stakeholder roles do you expect?</li> </ul> <p>© 2024 Copyright IATA</p> <p></p>
<h2>Activity 1: Master Plan Project Brief</h2> <p><b>Chosen Airport</b></p> <p>•</p> <p><b>Vision</b></p> <p>•</p> <p><b>Project brief</b></p> <p>•</p> <p>•</p> <p>•</p> <p>•</p> <p>•</p> <p>•</p> <p>•</p> <p>© 2024 Copyright IATA</p> <p></p>	

## (二) 議題二：場址選擇及分析

假設你是機場主計劃規劃者，將對幾個場址進行分析，請以 SWOT 分析各場址的優劣。

誠如上述，本次參訓的學員以座位分區剛好分為 4 組，於是各組挑一個區位進行討論，澳門團隊選中了場址西區(Site W)，學員們利用圖片上的資訊，研析該區位內可能受影響的設施、未來聯外交通、環境衝擊等。

以場址西區而言，左方綠地初判可能為高爾夫球場，未來將面臨用地取得不易之情況，右下角雖有港埠設施，但似乎是遊艇碼頭，非貨櫃碼頭，無法轉運貨物等。

各組學員討論熱烈，甚至使用白板進行說明，議題摘要及討論情形如下圖：

### Activity 2: Site selection criteria & evaluation

Imagine that you are working on the master plan and you have been asked to evaluate several sites to accommodate different options for growth and expansion.

Undertake a site evaluation 'SWOT' analysis of the indicated zones considering:

- Environmental and social impacts
- Key stakeholders and their hierarchy in a consultation process
- Technical challenges / opportunities for locating airfield / terminal / surface access or ancillary uses in each zone



© 2024 Copyright IATA

### Activity 2: Site selection criteria & evaluation



### Activity 2: Site selection criteria & evaluation

Site:

	Strengths	Weaknesses
Site W	•	•
	•	•
	•	•
	•	•
	Opportunities	Threats
	•	•
	•	•
	•	•
	•	•

© 2024 Copyright IATA



課堂活動 2 及討論實況

### (三) 議題三：停機位需求分析

請依附表提供的停機位需求預測，計算各機型至少需要多少停機位；1個E類機停機位可同時運作2架C類機，在此情況下又需要多少停機位。

本項議題為分階段式討論，各分組先以尖峰需求算出需要多少機位後，再進階討論，而進階討論的問題沒有標準答案，奈及利亞團隊、阿拉伯團隊、泰國團隊所得出的數據一致(10個C類機位+5個D類機位+2個E類機位)，而澳門團隊則算出另一個數據(8個E類機位+3個D類機位)。

講師依據兩種數據於白板上繪製各類機位面積，計算總共需要多大空間，並說明這題沒有標準答案，取決於機場規劃者如何運作，如果選擇澳門團隊的方案，運作會更有彈性，但也會需要較大的機坪空間。

#### Activity 3b: Stand Demand Exercise

The table on the right represents the forecast stand demand for your airport.

Your task is to determine the minimum number and type of dedicated stands needed.

What other factors impact stand supply?

Time	C	E	F	Total
06:00	15	2	0	17
07:00	12	2	0	14
08:00	9	3	0	12
09:00	6	4	1	11
10:00	6	5	2	13
11:00	7	5	2	14
12:00	8	5	2	15
13:00	6	5	1	12
14:00	5	6	0	11
15:00	5	6	0	11
16:00	5	4	1	10
17:00	7	4	1	12
18:00	6	3	1	10
19:00	8	2	2	12
20:00	9	1	2	12
21:00	12	2	1	15
22:00	15	2	1	18
23:00	15	2	0	17
MAX	15	6	2	18
	TOTAL: 23			IATA

© 2024 Copyright IATA

#### Activity 3b:

The stand provision can be reduced with flexible stands.

-As an example, the MARS stands allow for the use of one wide-body aircraft or two narrow-bodied.



© 2024 Copyright IATA

#### Activity 3b: Stand Demand Exercise

With the use of flexible stands, what would the minimum number and type of stands needed be?

Time	C	E	F	Total
06:00	15	2	0	17
07:00	12	2	0	14
08:00	9	3	0	12
09:00	6	4	1	11
10:00	6	5	2	13
11:00	7	5	2	14
12:00	8	5	2	15
13:00	6	5	1	12
14:00	5	6	0	11
15:00	5	6	0	11
16:00	5	4	1	10
17:00	7	4	1	12
18:00	6	3	1	10
19:00	8	2	2	12
20:00	9	1	2	12
21:00	12	2	1	15
22:00	15	2	1	18
23:00	15	2	0	17
MAX	15	6	2	18
	TOTAL: 23			IATA

© 2024 Copyright IATA

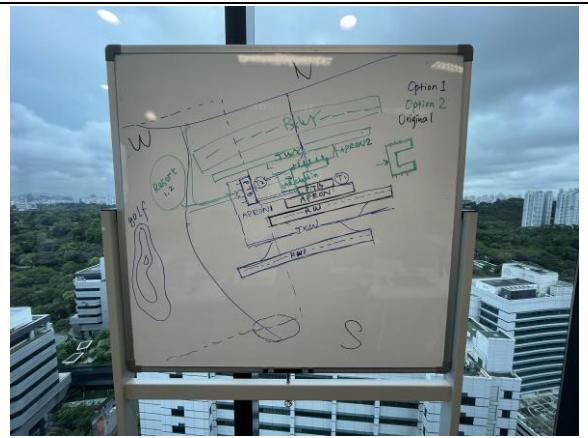


課堂活動 3 及討論實況

#### (四) 議題四：土地使用分析

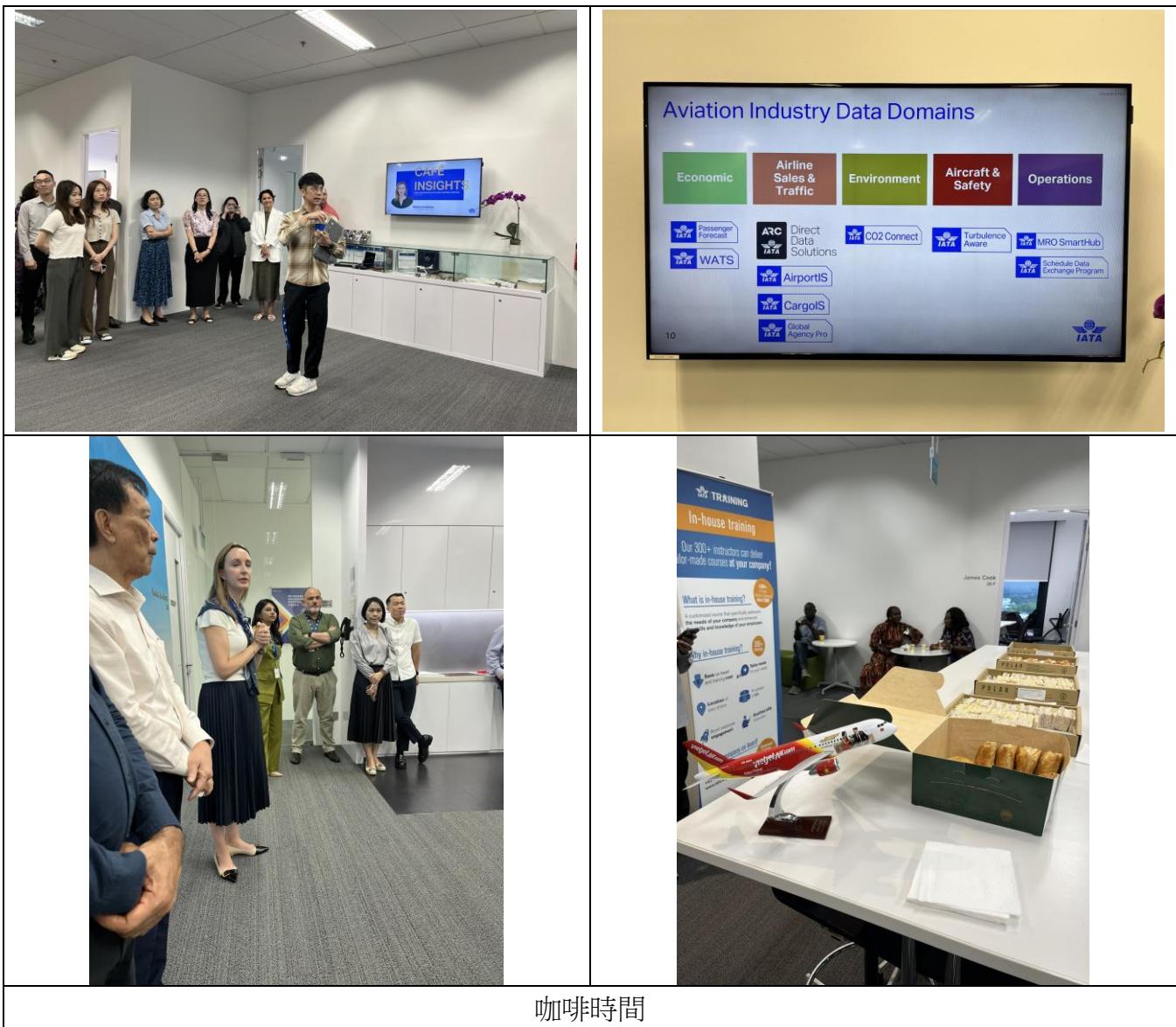
本項議題接續議題二進一步分析，在所選擇的場址中規劃 2 種方案，並至少需包含其中一項要素(如：跑道、航廈、機坪、聯外運輸等)

本次參訓的學員多數來自機場規劃單位，奈及利亞團隊、阿拉伯團隊、泰國團隊都製圖分析說明，澳門團隊則是利用白板繪製說明。

Activity 4a: Land use optioneering	Activity 4a: Land use optioneering
<p>From the sites that you evaluated on Activity 2, your task will be to develop at least 2 options for a land use plan that includes the following elements.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• A new runway</li> <li>• A new terminal</li> <li>• A new apron (Contact/remote apron of your choice)</li> <li>• Surface access (Road access/car park/train/metro...)</li> <li>• Adjacent zoning</li> <li>• Other...</li> </ul> <p>For the new runway, terminal and apron, assume they are the same dimensions as the existing</p> <p style="text-align: right;">© 2024 Copyright IATA</p>	
 <p>阿拉伯團隊製圖</p>	 <p>奈及利亞團隊製圖</p>
 <p>泰國團隊製圖</p>	 <p>澳門團隊製圖</p>
<p>課堂活動 4 及討論實況</p>	

## (五) 咖啡時間

本次課程期間，其他教室同時也有課程進行，於是其中一天 IATA 就準備了茶點，並宣傳 IATA 的出版物及資料蒐集刊物。



## (六) 測驗

課程最後一天，講師於上午講授完教材及議題討論後，下午進行 Open Book 考試測驗，考試題型為簡答題，測驗合格及綜整出席率、課堂討論表現後，核發及格證書。

## 肆、心得及建議

### 一、心得

#### (一) 機場主計畫應保有彈性並定期檢討

機場建設具有極高沉沒成本特性，自規劃到建設期間需投入大量人力及物力資源，雖機場主計畫僅是提供機場未來發展的概念與構想，但講師一再強調機場主計畫之重要性，在投入建設之前，一份詳盡、周延規劃、具前瞻性的機場主計畫便相當重要，除可為未來預作準備，並使後續發展策略及建設有所依循。

講師於課程中舉了倫敦希斯洛機場為例，希斯洛機場長期依賴僅有的兩條跑道，運能極度緊繃，導致航班準點率低、延誤頻繁，而早期規劃未能有效保留未來擴張空間，周邊已被住宅、社區與基礎設施佔據，當主計畫提出第三跑道時，必須進行大規模土地徵收與社區拆遷，引發強烈反對；社區與環保團體亦質疑主計畫忽視健康與生態影響，進而拖延計畫落實，加上缺乏清晰的分期建設藍圖，使希斯洛機場主計畫因規劃延宕、土地不足、環境爭議及財務不確定性等因素下，從「前瞻性工具」變成「被動應對」。

課程中另有阿拉伯學員提問，該國政府為透過多元經濟結構轉型，減少對石油依賴，促進交通、貿易與觀光產業的蓬勃發展，將從無到有新建一座機場，因無相關運量預測資料，機場規劃者要如何規劃該機場的規模？講師回應，當沒有運量資料進行分析時，的確很難進行規劃，但可以先從訪談利害關係人環節著手，掌握初步需求資料，對機場未來願景有基本藍圖，並保持機場發展的彈性，定期滾動檢討。

機場主計畫之擬定過程雖然繁複，且看似未啟動任何工程亦未創造任何機場收入前便需投入之成本，經由講師授課內容及學員分享，瞭解為因應變化劇烈之航空市場，及不確定性甚高之運量預測結果，主計畫成果應具備發展彈性，定期滾動檢討，使機場未來發展能朝機場管理當局所設定之願景發展。

## **(二) 機場主計畫非機場未來發展的唯一依據**

講師在課程中亦提到，主計畫並非萬能之計畫，它既非機場工程設計規劃、也非細部發展規劃，更非財務計畫，主計畫僅可視為一份包含了初步資本支出建議、財務評估及提供機場營運策略的長期發展建議報告；尤其航空產業屬於動態產業，市場具多變性，加上近年受到疫情及極端氣候影響，運量預測會與前期成果有所落差，主計畫的規劃內容應保持彈性，內容的詳盡程度可依機場規模、國情或實際運作經驗調整，定期(至少每 5 年一次)依當下情況檢討，記載各期之假設條件，以利未來檢討分析。

## **二、 建議**

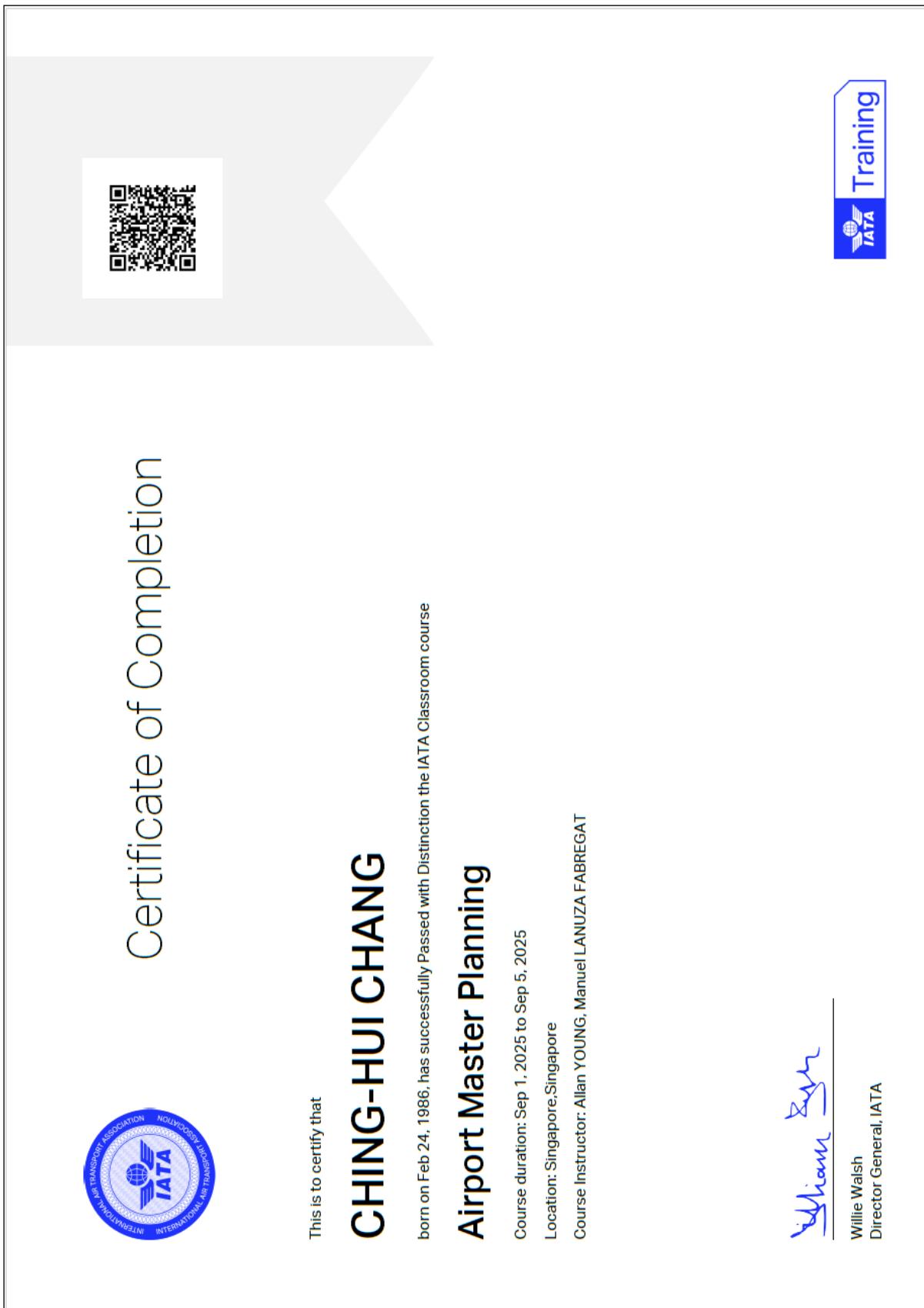
### **(一) 課程具參考價值，在民航界有相當經驗者可參與較實務課程**

課程內容相當豐富，講師於課程中輔以案例說明，得以對機場主計劃有概念性的瞭解，另因此次參與學員眾多，來自不同國家、不同領域，從學員們的提問及討論中收穫良多，透過分享機場相關規劃及營運實務，瞭解不同國情、不同機場規模、不同思維等，有助拓展國際視野，建議可持續派員參加類似課程，如已在民航界有相當經驗者，可參與其他類似或較實務之課程(如機場航廈規劃設計等)。

### **(二) 建議可至其他國家機場參訪**

此次課程講師以 GOOGLE MAP 展示機場作為案例說明時，所展示的其中一個機場為雙跑道，但受限於上方河川因素，跑道不是平行設置，因講師未曾去過該機場，無法得知該機場的是如何運作，學員亦僅能從衛星圖上的設置討論該機場的運作方式，建議可多參訪標竿機場或同質性機場，透過交流方式瞭解其他國家於受限的條件下如何運作，及該國對機場願景、新興議題(如極端氣候)之因應作為。

## 附錄 1 參訓及格證書



## 附錄 2 參訓學員與講師



### Airport Master Planning

September 1 to 5, 2025 | Singapore



#### Front Row

Taneeporn Teanjaung (Airports of Thailand Public Co Ltd. – Thailand); Ziqi Lin (CAM - Macau International Airport Co. Ltd – Macao); Ching-Hui Chang (Civil Aeronautics Administration - Taiwan ROC – Chinese Taipei); Hana Alhashmi (DNATA (Dubai National Air Travel Agency) – United Arab Emirates); Abiola Adegbola (Federal Airports Authority of Nigeria (FAAN) – Nigeria); Allan Young (IATA Instructor); Manuel Lanuza Fabregat (IATA Instructor); Yanga Eunice Jibrin (Federal Airports Authority of Nigeria (FAAN) – Nigeria); I Kei Lio (CAM - Macau International Airport Co. Ltd – Macao); Wai Ian Lei (CAM - Macau International Airport Co. Ltd – Macao); Weng Kei Chan (CAM - Macau International Airport Co. Ltd – Macao); Pattraporn Meelarp (Airports of Thailand Public Co Ltd. – Thailand)

#### Back Row

Ratchakrit Anyakrittayakul (Airports of Thailand Public Co Ltd. – Thailand); Napat Chonprasertsuk (Airports of Thailand Public Co Ltd. – Thailand); Wai Ip Mok (CAM - Macau International Airport Co. Ltd – Macao); Adebayo Oluwasogo Olayemi (Federal Airports Authority of Nigeria (FAAN) – Nigeria); Shashikant Prasad (King Salman International Airport Development Company – Saudi Arabia); Yeswanth Reddy (King Salman International Airport Development Company – Saudi Arabia); Abdullah Alamri (MATARAT Holding – Saudi Arabia); Ali Alharthi (MATARAT Holding – Saudi Arabia); Yahya Albalawi (MATARAT Holding – Saudi Arabia); Nawaf Altuwaijri (King Salman International Airport Development Company – Saudi Arabia); Alozie Agbakwuru (Federal Airports Authority of Nigeria (FAAN) – Nigeria); Luis Yague (Alhambra Advisors – United Arab Emirates); Chon Hou Wong (CAM - Macau International Airport Co. Ltd – Macao)