

出國報告（出國類別：進修）

## 「IATA 機場主計畫課程」出國報告

服務機關：交通部民用航空局

姓名職稱：陳俊佑 / 薦任第七職等技正

派赴國家：新加坡

出國期間：105 年 8 月 28 日至 9 月 3 日

報告日期：105 年 12 月 2 日

# 目錄

壹、目的.....	2
貳、過程.....	4
參、課程內容重點彙整.....	7
肆、心得與建議.....	39
附錄 1、參訓及格證書.....	43
附錄 2、參訓學員名冊.....	44
附錄 3、IATA ADRM 第 10 版目錄 & 航廈設施服務水準部分章節...	45

## 壹、目的

### 1.1 IATA 與訓練課程

國際航空運輸協會(International Air Transportation Association, IATA)是一個由來自全球國際航空公司所組成之大型國際組織，目前總部設於加拿大蒙特婁，於瑞士日內瓦設有行政分部，並於全球 100 多個國家設有辦事處。IATA 之前身為 1919 年在荷蘭海牙成立、於二次世界大戰解散之國際航空業務協會(International Air Traffic Association)，1944 年出席芝加哥國際民航會議之部分政府代表與航空關聯產業代表，商定成立新的組織協會並起草章程，隔年 1945 年 4 月，IATA 遂於古巴哈瓦那正式成立，該時係由來自 31 個國家的 57 家航空公司所組成，逾 70 年後之今日，IATA 之會員數已成長至來自全球 120 個國家的 265 家航空公司，其定期國際航班客運量占全球客運量之 83%。

IATA 當前之宗旨為「謀求人類福利，發展安全、經濟之航空運輸；直接或間接地對國際航空運輸業務提供協助與服務；與國際官方民航組織及其他國際社團機構通力合作」，然早期 IATA 之業務著重於提供航空產業新知及意見予 ICAO (國際民航組織)，惟隨著航空產業迅速發展，IATA 所扮演之角色日益吃重，業務亦更趨廣泛，當今之 IATA 主要業務為飛航安全、保安、旅客體驗改善及客戶服務等方面，其中客戶服務亦包含為航空產業提供相關諮詢和培訓課程，計 2015 年 IATA 共在全球 90 餘個國家開辦近 500 項專業訓練課程，有來自 190 多個國家、2000 多個組織及政府機關、10 萬名學員參與訓練。

IATA 所開設之訓練課程多為三天至五天之短期實體課程，客戶亦可選擇透過網路遠距教學方式參加部分課程。其中針對機場主計畫(Airport Master Plan)之課程，於 2016 年(105 年，以下以民國年份表示)共開辦四個梯次之實體課程，各梯次之課程天數皆為 5 天，分別於中國北京、新加坡、加拿大蒙特婁及英國倫敦舉行供學員選擇，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、方案建構等，期望能透過課堂傳授學員有關機場主計畫之基本概念，並分析各國機場主計畫規劃過程中面臨之課題及可能之解決辦法。

## 1.2 參與 IATA 機場主計畫訓練課程之目的

機場主計畫可視為機場之發展藍圖，機場主計畫之規劃或修訂，在兼顧滿足發展需求、財務可行、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；然在航空運輸蓬勃發展、牽涉諸多層面及利害關係者的今日，機場主計畫已無法僅著重於機場內部或改善旅客體驗及運作效率，亦需將非航空使用及機場周邊土地使用納入考量，以因應外在之發展與變遷。

本局近年陸續辦理松山、臺中及高雄機場之主計畫檢討，過程中除檢討評估各機場近年發展條件之變化與面臨之挑戰外，亦因機場所在地方政府對於機場發展存在不同之看法，需與地方政府勤加溝通以取得共識，因此對於機場主計畫規劃準則及規劃過程中需考量之層面等知識需求殷切。近年來，本局陸續選派同仁赴新加坡民航學院參加機場主計畫課程訓練，本年度則改為派員參加 IATA 之訓練課程，除希望汲取國外對於機場主計畫規劃經驗與最新知識外，亦考量 IATA 之講師及學員為來自全球，在提昇專業能力的同時，亦可在參訓同時與其他各國學員交流，有助於往後業務上聯繫與資料蒐集。

## 貳、過程

### 2.1 出國行程說明

本出國計畫係由本局場站組技正陳俊佑參與 IATA 於 105 年 8 月 29 日至 9 月 2 日，假新加坡舉行之機場主計畫第二梯次課程，出國行程係自 105 年 8 月 28 日起至 9 月 3 日止，共計 7 天，詳細行程如下表 2-1：

表 2-1 參與 IATA 機場主計畫課程之行程表

日期	星期	行程	內容
105.8.28	日	臺灣－新加坡	去程
105.8.29	一	新加坡	課程介紹、歡迎茶會 Module 1 ~ Module 2
105.8.30	二	新加坡	Module 3 ~ Module 6
105.8.31	三	新加坡	Module 7 ~ Module 8 分組實作練習
105.9.1	四	新加坡	學員業務簡報
105.9.2	五	新加坡	課程測驗、證書頒發
104.9.3	六	新加坡－臺灣	回程

## 2.2 課程進行方式師資學員簡介

本期 IATA 機場主計畫課程期程為期五天，課堂中提供 IATA 訓練發展學院 (IATA Training & Development Institute) 編製之講義供學員參考，然由於講義內容多達 15 個章節，課程時間並不長，因此講師在課堂中並非完全以講義內容為授課依據，除每一章最為重要之基本知識或關鍵字外，講師於每堂課皆大量引述其個人之工作經驗及各國機場實際案例，並採開放式討論之方式，學員可隨時分享各自之看法與見解，也可對講義或講師所講述之內容提出挑戰。

本課程於第三天下午將學員分為 4 組，各組須運用課堂中論及之知識或自身經驗，檢討巴黎戴高樂機場航站區配置，就擴建航廈、提昇機場年旅客服務能量提出初步看法；此外，講師於第四天安排所有學員逐一簡報，鑒於並非所有學員皆有參與機場主計畫之經驗，因此簡報內容亦不侷限於機場主計畫或先前之授課內容，亦可是學員參與之專案計畫心得或工作經驗，除作為課程測驗評分之依據外，講師期望藉由學員彼此提問答詢之交流過程中，找出可能的盲點或迷思，並激盪出不同思維；而在最後一天的課程測驗，亦是採用分組考試之方式，每 5 題須由組內不同學員主導論述，以團隊作答之方式回答 15 題題目，為團隊及個人爭取成績。

本期機場主計畫課程之授課講師為加拿大籍之 David Stewart (Head of Airport Development, IATA) 及英國籍之 Allan Young (Assistant Director, Airport Development, IATA)，二位講師目前皆任職於 IATA 機場發展部門，並具有多年機場規劃實務經驗，其中 David Stewart 曾參與英國倫敦希斯羅機場之發展規劃，並於 104 年受聘為我國桃園國際機場第三航站區國際競圖之評審，Allan Young 則曾任職於英國維珍航空，並曾參與香港赤鱗角機場發展計畫。

在參與之學員方面，本期機場主計畫課程計有來自臺灣、南韓、新加坡、澳門、柬埔寨、馬爾地夫、荷蘭及法國等國 13 人報名參加，學員大多為機場關聯產業、顧問公司及民航監理單位之從業人員，上課過程中如有論及相關機場介紹時，講師即會請來自該國之學員即興補充說明，因此本課程有幸得以聽聞不同國家對於機場主計畫之規劃思維與面臨時之困境，課堂中及課堂後學員間之討論亦極為熱絡。相關課堂及學員照片如下圖 2-1 至 2-2。



圖 2-1 講師 Allan Young(前排左三)、David Stewart(前排右四) 與本期參訓學員合照



圖 2-2 筆者與團隊測驗組員 Antoine Glacet(左二、法國籍)、Chan Varin(右一、柬埔寨籍)合照 (Antoine 及 Varin 目前皆任職於柬埔寨金邊機場公司)

## 參、課程重點彙整

### 3.1 主計畫簡介(Introduction)

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。

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、中期可能面臨區位選擇不佳、擴建量體誤判之風險，長期則可能因此限制了機場發展，而無法充分發揮空側幾何配置應有之發展潛能。

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。

講師認為，各機場最好都應具有主計畫，俾使機場設施建設能在合理、具成本效益(建設經費可負擔)之情況下發展，也因此若機場管理當局內部缺乏機場規劃專家，機場主計畫應由具備經驗、規劃實績之獨立顧問負責研擬，並能提出組合式/模組化發展建設計畫，及相關建設之啟動時機/門檻。

機場管理當局通常會視機場運量發展、功能定位改變，使機場設施能符合需求及發展趨勢，而這也是主計畫的目的之一，一般而言，會對主計畫規劃產生影響的層面包括：需求改變、機型大小改變、航空公司/機場間的競爭、機場內部面臨之議題與契機。

若無法藉由規劃及建設提供足夠機場發展所需的空域、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、旅客體驗及服務水準下降、機場運作成本提高及因為空側及陸側時間延誤所衍生之環境影響。

機場主計畫為機場管理當局/政府對充分發揮機場潛力之最終願景與藍圖，也可視為長期商業發展計畫最終展示，它可提供機場短期(0~5 年)及中期(6-10 年)之航廈容量擴建計畫，並歸納出相關建設計畫如何與運量需求、社會經濟、環境、投資需求、財務策略等層面結合。



機場主計畫係為既有機場或新機場規劃而辦理，IATA 建議至少應每五年或當機場內外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。講師特別提及，機場建設所費不貲，具有極高之沉沒成本，因此投入資源/成本辦理機場主計畫，以求規劃周全適切、避免未來決策過程中產生盲點或誤判、更符合使用者需求，相較之下是非常划算的投資。

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：

- (一)提供機場分期、分年發展規劃，滿足當前及未來之旅運需求。
- (二)紀錄分析機場面臨之課題(諸如運量成長、既有設施空間有限、容量瓶頸、用地發展限制)
- (三)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。
- (四)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)。
- (五)藉由技術、經濟、環境分析等層面分析所提發展方案與替選方案。
- (六)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。
- (七)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。
- (八)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。
- (九)提出可靠、可負擔的財務計畫以支持配合建設計畫與期程。
- (十)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。
- (十一) 應具備一個可供主計畫規劃者與機場利害關係者溝通協商之平台，以就主計畫所涉及之相關決策與規劃取得共識。

若欲較為直覺的闡述機場主計畫之規劃原則，即規劃者必須依運量預測結果(包含營運機型、客貨運量、航機起降架次)，規劃足夠之空間/容量與適切之服務水準，相關細部原則如下：

- (一) 兼顧財務效益與營運成本。
- (二) 提出分期/分階段發展計畫，避免短期建造不必要之設施。
- (三) 符合法規要求。
- (四) 由於航空市場未來深具不確定性，規劃內容宜具備彈性，並可因應不同需求、當前及未來市場條件予以調整。
- (五) 考量機場發展限制條件及發展契機。
- (六) 規劃內容應能使機場逐步達到其發展潛力，規劃者在解決問題之餘，應時時捫心自問：下一步該怎麼做? (Then what?)

為使資本投資效用最佳化，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營運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。

機場規劃者常面臨著機場因約束條件影響，而限制了機場最終發展潛能，此類約束條件諸如：

- (一) 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。
- (二) 機場周邊存在地形或建築等障礙物。
- (三) 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。
- (四) 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。
- (五) 缺乏穩固務實的航空相關政策支持。

規劃者在辦理主計畫時若能即早瞭解上揭約束條件，將有助於評估機場未來發展潛能。

然而，講師在課堂中也再三告知，主計畫其實也並非萬能之計畫，它既非機場工程設計規劃、也不是細部發展規劃，更非財務計畫；主計畫僅可視為一份可支持機場營運策略的長期發展建議報告，並包含了初步資本支出建議及財務評估。主計畫的規劃內容應能將機場未來不同發展情境、可能之運量成長率納入考量，並透過模塊化(modular)或逐步增量擴建(incremental)之準則完成。

主計畫不應視為機場發展的最終解答或唯一解答，它僅是解答的一部分，由於航空產業屬於動態產業，市場具有多變之特性，航空業者之營運策略深受其影響，也是因為如此，主計畫應定期(至少每五年一次)依當下情況檢討，並記載各期之假設條件，以利未來檢討分析。

### 3.2 諮詢/協商(Consultation)

機場主計畫闡述了機場最終發展之願景，且由於機場發展與建設往往在國家經濟發展上扮演重要之角色，自然格外吸引外界之關注，尤其是機場周邊之居民、所服務之旅客、直接或間接相關之產業，更會渴望瞭解機場未來發展方向。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，並儘早開始試者解決該等議題，於規劃方案得到回饋。

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。

進行諮詢作業時，宜記錄各利害關係者之想法，在規劃過程中持續回顧；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。

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。

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。除此之外，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。

IATA 認為規劃者應該密集、持續地諮詢 ACC，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關較多班次之業者，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。

在完成上開諮詢作業後，宜將諮詢內容記載下來並納入報告書中，其中諮詢大眾、召開公聽會之紀錄應特別註明時間、地點、出席名單、意見處理情形。此類諮詢意見可歸類為場站設施、商業發展、營運、土地使用、環境等，並可特別突顯出較為關鍵之議題，雖然並非所有議題皆能在機場主計畫內被處理或得到答案，例如有關航廈設計、空間規劃等議題，就得留待主計畫後續之工程建設計畫階段再予評估規劃。

一般來說，下列機場主計畫所涉及之議題，屬於社會大眾較為在意之熱門議題，可吸引更多人對機場主計畫之關注：

- (一)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。
- (二)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。
- (三)數據間之矛盾：如主計畫運量預測數據可能與政府其他交通政策白皮書或上位計畫之數據有所不同。
- (四)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。
- (五)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。

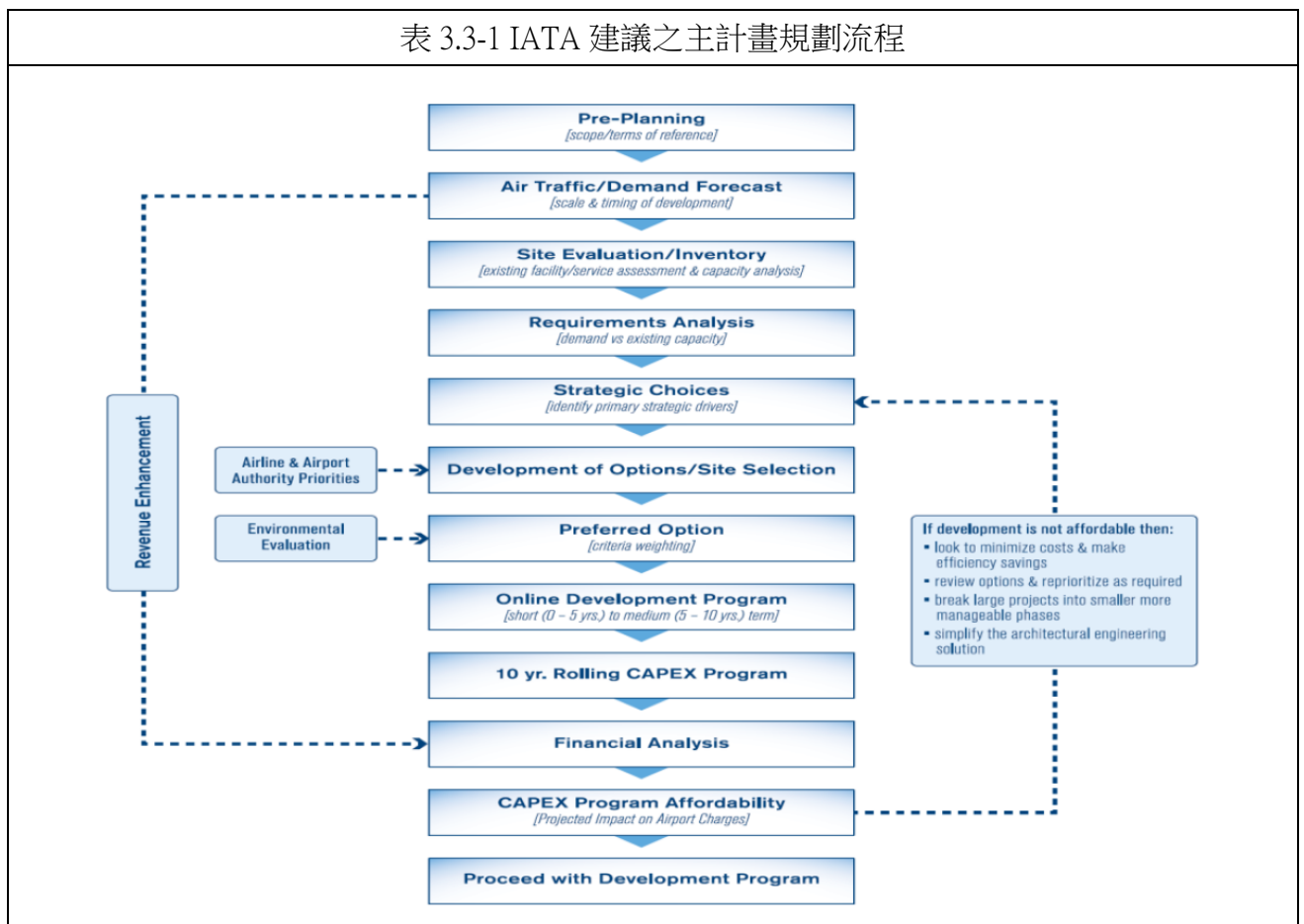
(六)飛航安全：臨近機場及位處機場航道下方之住宅區及居民，將有安全上之疑慮。

(七)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。

### 3.3 主計畫規劃流程(The Master Planning Process)

機場主計畫會因機場規劃、功能定位、所在區域國情而有所差異，惟當論及辦理機場主計畫之流程時，下圖 3.3-1 之流程圖為目前一般機場管理當局或機場公司認為辦理機場主計畫時應具備之步驟及流程。

表 3.3-1 IATA 建議之主計畫規劃流程



講師在談論主計畫辦理時所需流程與步驟時，仍不時強調宜先組成機場諮詢委員會(Airport Consultative Committee, ACC)、持續諮詢航空公司等相關利害關係者之重要性，因為這可使整個主計畫辦理過程中，規劃者所採用之參數或假設能持續地被檢視與回顧。

針對圖 3.1-1 所述各流程步驟之重點，整理如次：

- (一)預先計劃(Pre-Planning)：確定研究範疇、界定主計畫規劃範圍與需求、確定規劃團隊職責、確定辦理主計畫所需預算及資金來源、瞭解機場及周邊潛在環境問題、瞭解規劃目標年及中間年相關財務參數。
- (二)航空運量與需求(Air Traffic/Demand)：預測未來航機起降架次、客運量發展情形。
- (三)設施檢討評估(Site Evaluation / Inventory)：評估既有設施之位址、容量/服務能量及限制條件。
- (四)需求分析(Requirements Analysis)：評估既有設施容量/服務能量與未來預測之需求、計算設施面積/需求面積/區位面積，瞭解是否可滿足未來需求、瞭解設施需求水平以訂定擴建計畫啟動門檻、檢核設施是否符合安全、設計規劃或相關標準(如 ICAO Annex14)、瞭解航空產業未來發展策略與需求、驗證主計畫所採用假設條件，以確保不至於偏離需求過多。
- (五)發展策略(Strategic Choices)：瞭解國家/政府航空發展政策、航空產業限制、航空公司聯盟及其夥伴之發展策略、基地航空公司發展策略、購機計畫、未來採用之機型對跑滑道/機坪/登機門之需求、機場功能定位(如專攻 OD 航線或成為具有轉運功能之樞紐機場)。
- (六)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。
- (七)環境影響檢討(Environmental Evaluation)：瞭解將採行之發展方案對生態環境之影響，研擬相關紓緩措施。

- (八)研訂實施計畫(Outline Development Program)：針對最適、最廣為機場管理當局/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，且需包含土地使用計畫。
- (九)財務評估(Financial Assessment)：估算實施計畫分年成本、財源籌措、財源負擔(含對機場費之影響)、建構可行之財務計畫。
- (十)報告整理成冊及公佈(Reporting & Deliverables)：整理報告成冊並公開發佈，內容包含機場配置、未來發展計劃涉及之土地使用計畫與期程。

### 3.4 主計畫先期作業(Pre-planning)

主計畫先期作業之目的包含確認主計畫規劃目標、相關資料蒐集之可行性及精確程度、既有用地/設施之調查、研究方法、工作執行計畫、主計畫整合/管理模式、大眾諮詢方式、環境議題、財務架構及辦理主計畫所需資金籌措。

一般而言，辦理機場主計畫通常是因為機場管理當局或政府對於未來發展需求產生了以下想法：

- (一)大環境、空運市場的改變。
- (二)當前的運量需求已超過設施容量。
- (三)預期未來運量發展將超出既有設施容量。
- (四)航空公司機隊組合改變、所提供服務有所變化。
- (五)面臨了環境上的挑戰。
- (六)所在國家、區域之法規變化。
- (七)因應監理或機場營運上之需求(如固定每五年辦理一次機場主計畫)。

透過主計畫先期計劃作業，可使機場管理當局/政府或規劃者瞭解主計畫所欲解決機場在發展上面臨問題，釐清辦理主計畫之目標，以及哪些關鍵議題是主計畫必須去探討的(如跑道、機坪、航廈或支援輔助設施容量是否不足)。



依照 IATA 之經驗，辦理機場主計畫或檢討更新既有之主計畫約需費時至少一年，甚至更長的時間，因此有賴於主計畫先期作業，先考量主計畫涉及之議題、機場發展條件、所在環境等，尤其是不應低估在主計畫辦理過程之所衍生之相關工作、待處理分析之資料數據，也需妥為規劃安排和機場利害關係者與社會大眾間之互動及諮詢作業，最後也應避免忽略了相關環境議題、機場發展財務需求及主計畫資金來源。

講師在先期作業這個主題花的時間其實不多，但也強調了主計畫先期作業對後續主計畫規劃過程之重要性，尤其規劃者可透過此一步驟先聚焦某些關鍵議題，並預為準備在環境、財務上可能面臨之考驗。

### 3.5 運量預測(Traffic Forecast)

在運量預測這個主題，本課程並沒有教導學員如何進行運量預測，關於如何進行運量預測及其方法會在 IATA 開設之「機場發展建設參考手冊(Airport Development Reference Manual, ADRM)」課程教授。講師在此本課程之運量預測主題上，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。

課堂中提供了 AIRBUS 公司於 2015 年對未來全球航空市場發展之預測，作為背景資訊讓學員瞭解，如下圖 3.5-1 至 3.5-10 所示。



圖 3.5-1 預期未來 20 年將較目前再增加約 32,600 架航機

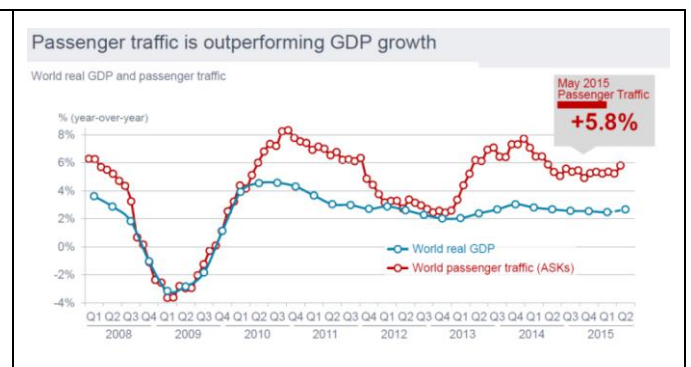
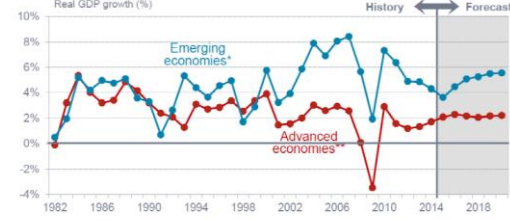


圖 3.5-2 全球航空運量成長幅度超過 GDP 成長幅度

### A two-speed economic world

Comparison of year-over-year GDP growth



Emerging economies will continue to lead the pack

\* 54 emerging economies  
\*\* 32 advanced economies  
Source: IHS Global Insight, Airbus GMF 2015

圖 3.5-3 未來開發中國家/ 經濟體之 GDP 成長幅度仍將超越已開發國家/ 經濟體

### Air transport growth is highest in expanding regions

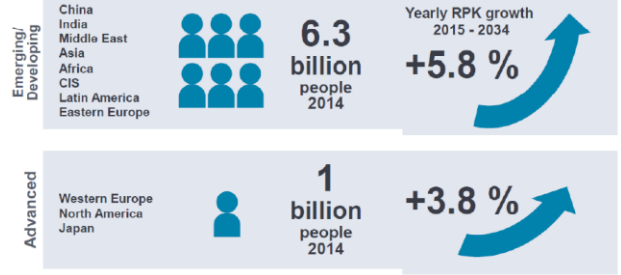
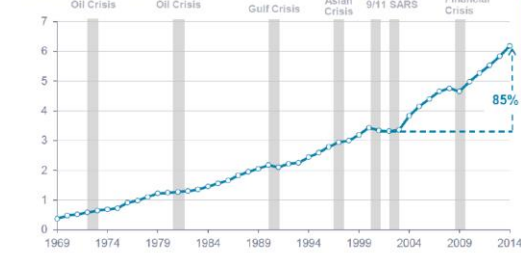


圖 3.5-4 開發中國家之航空運量成長幅度高於已開發國家

### Air travel has proven to be resilient to external shocks

World annual traffic (RPKs - trillions)



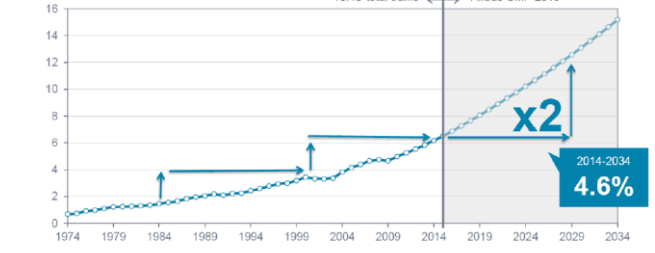
World traffic  
85%  
growth since 9/11

Source: ICAO, Airbus

圖 3.5-5 全球航空運量持續成長，且對外部事件/衝擊具有高度彈性，極為敏感

### Air traffic will double in the next 15 years

World annual RPK\* (trillion)



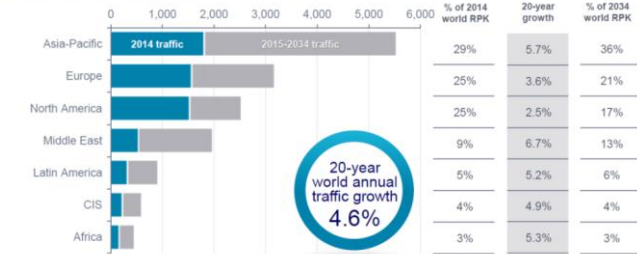
2014-2034  
4.6%

Source: ICAO, Airbus GMF 2015

圖 3.5-6 未來 15 年，全球航空運量將較目前成長 2 倍，20 年成長率為 4.6%

### Asia-Pacific to lead in world traffic by 2034

RPK traffic by airline domicile (billions)



Source: Airbus GMF 2015

圖 3.5-7 未來至 2034 年，亞太區域航空運量、成長幅度皆高於其他區域

### 47 Aviation Mega-Cities in 2014

2014 Aviation Mega-Cities



Source: McKinsey, UNPD, Airbus GMF 2015

圖 3.5-8 2014 年全球 47 個最為龐大、忙碌之機場、每天服務 90 萬名長途航線旅客

### ... and 91 Mega-Cities by 2034

2034 Aviation Mega-Cities



Source: McKinsey, UNPD, Airbus GMF 2015

圖 3.5-9 2034 年，全球將有 91 個龐大、忙碌機場，每天服務 230 萬名長途旅客

### These airports are already largely congested

2014 Aviation Mega-Cities



Source: IATA WSG Database, Airbus GMF

圖 3.5-10 目前全球 47 個龐大、忙碌之機場中，有 39 個已面臨擁擠、空間不足之問題

基於上揭背景數據，IATA 歸納出運量預測之重要性及必要性，在於透過運量預測之結果，有助於後續研訂機場設施規劃、商業發展規劃及環境議題考量：

(一)機場設施規劃(決定新建或擴建設施)：

1. 空側：跑道、滑行道、機坪。
2. 航站：客運航廈(旅客報到、零售免稅店、候機轉乘空間)、貨運站。
3. 陸側：停車空間、陸路聯外運輸系統。
4. 支援輔助設施：航機維修、空廚、航油供給/儲存、消防搶救、旅館、航站及航空公司辦公室。

(二)商業發展規劃：

1. 利潤收入：如航空收入(降落費、空橋/機坪使用費、機場服務費)、非航空收入(零售賣店收入(免稅店、餐飲等)、停車費、設施出租費、廣告費)。
2. 支出成本：如資本支出(CAPEX，每年度及每月份航廈改善計畫)、營運成本(OPEX，日常維護費用、員工薪資)。
3. 監管方面之罰金(Regulation penalties)

(三)環境議題考量

1. 航空噪音。
2. 航空器空污排放。
3. 機場能源消耗。
4. 機場廢棄物/污水處理。
5. 衍生之大小客貨車運量。

運量預測對於機場主計畫內論及機場設施擴建規模、啟動時程扮演極為關鍵之角色，其預測結果將決定了未來工程規劃設計時採用之參數，如樓地板面積、建築面積、區域面積等。

在規劃上需要透過運量預測獲取之數據如下：

- (一)每年度、特別是尖峰時段航機起降架次，並宜試著按航線別、航機類別、航空公司別予以分類，此數據有助於後續跑道、滑行道規劃及評估營運機坪數量需求。

(二)每年度、特別是尖峰時段入出境旅客數，此數據有助於估算航廈所需樓地板面積。

(三)每年度入出境貨物量，並宜按國際國內航線、是否為轉運貨物、全貨機載運或客機腹艙載運、貨物種類(快遞、郵件、生鮮易腐壞貨物)等分類。

(四)模擬每日營運班表，包含尖峰時段起降航機班表、航機種類、往返目的地、到離時間、載客數、貨物量等。

課程中，講師特別提到尖峰性(Peak Period Figures)的概念，及計算尖峰時段運量與年運量比值，並提供下表 3.5-1，FAA 歸納出尖峰運量與不同規模機場年運量之比值供學員參考，此一比值將隨著機場運量、起降架次增加而逐漸下降。

表 3.5-1 FAA 歸納之尖峰運量與不同規模機場年運量比值之標準

Total Annual Passengers	TPHP as a Percentage of Total Annual Passengers
20 million or more	0.030
10-20 million	0.035
1-10 million	0.040
500,000 to 1 million	0.050
100,000 to 499,999	0.065
Under 100,000	0.120

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之發生，及對運量之影響(如 2002-03 年 SARS、2007-08 金融危機)；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：

(一)進行運量預測時宜嘗試思考不同情境下之運量增減情形，主計劃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。

(二)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。

(三)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、航空市場發展(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。

### 3.6 資料蒐集、區位評估及設施發展潛能(Data Collection, Site Evaluation & Facility Potential)

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：

(一)機場平面配置圖及相關圖說：

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、洪氾區域)、陸路聯外運輸系統、航站設施配置及平面圖等。

(二)自然環境、生態資料：規劃基年之相關數據，以利後續規劃參考。

(三)機場財務數據：理解財務架構，以利建構財務可行之發展方案。

(四)土地使用、區位資料：

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。

(五)相關法規資料：

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(講師特別提及英國倫敦 Gatwick 機場於 1979 與所在區域之 West Sussex 郡議會達成 40 年內不興建第二條跑道之協定)、機場規劃設計需符合之國家法規，所在地方區域法規等。

(六)外在社會經濟資料：

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。

(七)運量數據(若有短期相關容量改善、建設發展計畫，資本支出計畫更好)：

包含近十年運量數據(入出境/到離站、轉機旅客、按國際國內航線分類)、航機起降架次(按國際國內航線分類)、分時起降架次資料、機型(定期、包機、貨機、軍機等)、過夜機需求、貨運(按國際國內航線、全貨機、客機腹艙載貨分類)、等噪音線圖等。

藉由蒐集上開資料，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：

(一)空域/空側：

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。

(二)客運航廈：

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)。

(三)機場支援輔助設施：

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。

(四)陸路運輸系統：

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)。

IATA 建議所蒐集資料，可另外整理成冊，類似設施能量表之方式，並以圖說、表格、GIS 等可簡易閱讀方式呈現，供規劃過程或後續隨時翻閱。

### 3.7 需求分析(Requirement Analysis)

需求分析階段之作業會取決於機場規模，對規模較小之機場而言，需求分析相對而言並不難；但對規模較大之機場而言，需求分析可能是一連串需要模擬空側運作、航廈旅客人流之過程，藉由需求分析，規劃者可將機場設施規模、服務能力轉換為「服務容量」之概念，以便將之與「需求」加以比較。一般來說，常見用於需求分析之機場設施如下：

- (一)空域、空側(跑道、滑行道)容量(年容量/尖峰小時容量)。
- (二)機坪、停機位(各類機型數)。
- (三)航廈內設施(靜態、動態容量)。
- (四)陸路聯外設施容量(公路、軌道、停車場)。
- (五)機場支援輔助設施。

規劃者需將各設施當前及未來之需求，與設施當前容量相比，並特別標注現況或未來 5 年內需求將超乎可供給容量之設施，當然未來 10 年或 20 年服務能量可能短缺之設施也需留意。透過需求分析之過程，規劃者得以瞭解機場問題所在、解決辦法，並決定設施未來之規模。一般來說，導致設施服務能量短缺的可能原因如下：

- (一)需求增加(航機起降架次、客貨運量)。
- (二)航機機型改變、不同需求型態。
- (三)符合或不遵循 ICAO 標準及建議措施。
- (四)安檢要求/規格改變。
- (五)機場障礙物或不適當之設施。

針對常用於需求分析之機場設施，整理如下：

(一)空域、空側分析：評估既有設施能力可否滿足當前及未來需求。

1. 尺寸：跑道長度是否足夠、跑道端安全區(RESA)長度、跑道滑行道寬度、間距是否滿足 ICAO 規範、是否配置出口滑行道(90 度角)、快速出口滑行道(25-45 度角)、跑道等候區(供穿越跑道滑行道使用)、航機等候區等。
2. 障礙物：屬天然或人為障礙物，是否對跑道構成限制?
3. 道面強度：是否可負荷預期起降航機型及架次?
4. 跑道方位：盛行風比例，跑道配置與周邊機場跑道比較。
5. 助導航設備：跑道是否配置相關助導航設備(如進場燈 ALS、儀器降落系統 ILS、測距儀 DME、精確下滑指示燈 PAPI、多向導航台 VOR、地面增強系統 GBAS 等)，以因應不同氣候需求。

針對講師於課堂中提及之相關規範，整理如下表 3.7-1 至 3.7-6 及圖 3.7-1、3.7-2。

表 3.7-1 空側容量 (空側容量之定義為某段時間可供運作/營運之航機架次,大多以年容量或尖峰小時容量之格式表示,對於規模較小機場之主計畫,可利用下表之實際例作為估算空側容量之參考;然而,空側容量往往會受制於機場營運時間、航管實際作業、機隊機型不同、缺乏快速出口滑行道、機坪機位配置及跑道鋪面品質,而有所下降。)

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



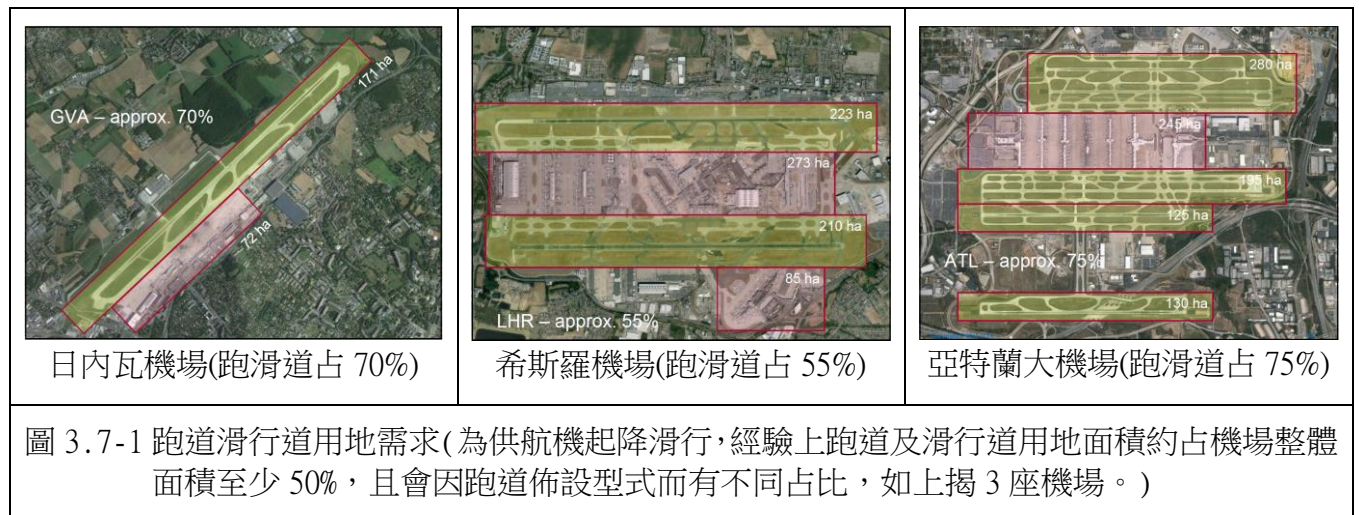


表 3.7-2 不同航機機型之跑道長度需求

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

- Code C a/c length req. range from
  - 1,828 (A318) to 2,860 (B737-900)
- Code D a/c length req. range from:
  - 2,450 (A310-300\*) to 3,580 (B767-400ER)
- Code E a/c length req. range from:
  - 3,260 (A340-200\*) to 3,500 (B777-300)
- Code F a/c length req. range from:
  - 2,750 (A380) to 3,090 (B747-8)
  - 2,728\*\* (A350) to 3,100 (B787-8)
- A350-900
  - 8,950' (2,728m) @ ISA  
15°C conditions on a dry rwy.

表 3.7-3 滑行道容量需求(註：滑行道配置應由跑道尖峰時段容量、規劃滑行路徑決定，本表為綜整平行於跑道之滑行道數量與容量。)

No. of taxiways	Taxiway capacity (mvts./hr.)	Notes
0	0 - 15	Backtracking required on runway
1	16 - 20	
2		Runway capacity will be the limiting factor
Landing only	50 - 55	
Take-off only	30	

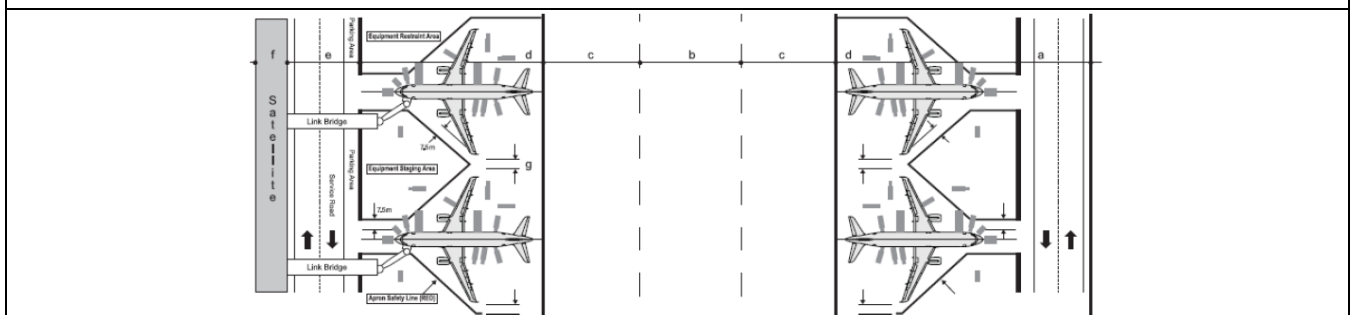
表 3.7-4 ICAO Annex14 規範滑行道間最小間距(註：此規範正由 ICAO Aerodromes Panel 檢討中，間距越小，將可使相關管制措施、建設成本降低。)

	Taxiway to Taxiway (txy. centre line to txy. centre line) separation distance (metres)		Taxiway to Object (txy. centre line to object) separation distance (metres)		Aircraft Stand Taxi lane to Aircraft Stand Taxi-lane centre line separation distance (metres)	Aircraft Stand Taxi-lane centre line to object separation distance (metres)	
	Proposed	Existing	Proposed	Existing	Existing (unchanged)	Proposed	Existing
Code A	23	(23.75)	15.5	(16.25)	19.5	12	(12)
Code B	32	(33.5)	20	(21.5)	28.5	16.5	(16.5)
Code C	44	(44)	26	(26)	40.5	22.5	(24.5)
Code D	63	(66.5)	37	(40.5)	59.5	33.5	(36)
Code E	76	(80)	43.5	(47.5)	72.5	40	(42.5)
Code F	91	(97.5)	51	(57.5)	87.5	47.5	(50.5)

表 3.7-5 機坪/停機位需求(註：機位大小取決於預測機場未來之發展型態(包機、國內線、國際線)，及尖峰時段航機結構(機型、數量)。本表呈現的是一般考慮航機滑行所需淨空及翼展後，遠端及靠站機位之需求面積。)

ICAO Ref. Code	B	C	D	E	F
Area req. (ha) - contact	0.22	0.41	0.75	1.14	1.50
Area req. (ha) - remote	0.19	0.37	0.69	1.07	1.42

圖 3.7-2、表 3.7-6 依據 ICAO Annex14 所規範之機坪、滑行道尺寸及間距，IATA 之建議配置



ICAO Aerodrome Reference Code	Span Criteria	Aircraft			Minimum Clearance Between Aircraft						
		Type	Length	Span	a	b	c	d	e	f	g
B	15 m up to but not including 24 m	CRJ	26.78	21.21	20,00	33.50	21.50	30.00	30,00	25-35	3.00
C	24 m up to but not including 36 m	A319	33.64	34.10		44.00	26.00	45.00			4.50
		A320-200	37.57	34.10		66.50	40.50	55.00			7.50
		B737-800	39.50	34.30							
D	36 m up to but not including 52 m	B767-300ER	54.94	47.57		80,00	47.50	80,00			7.50
E	52 m up to but not including 65 m	A340-600	75.30	63.45							
		A350-900	66.89	64.80							
		B787-8	56.70	60.10							
		B777-200	63.73	60.95							
F	65 m up to but not including 80 m	B747-400	70.67	64.94		97.50	57.50	85,00			7.50
B747-8	76.25	68.45									

## (二) 航站分析 (著重於客運航站)

1. 登機門、停機位佈設，取決於以下考量：
  - (1) 登機門數量、靠站/遠端機位數。
  - (2) 航線類別、航機種類。
  - (3) 地勤裝備存放、貨物集散區。
2. 航站建築：樓地板面積、投影面積、區位面積。
3. 航站路緣長度：需綜合考量運具分配、停留時間、專供計程車、租賃車、旅館接送車輛停放之需求。

## (三) 機場支援輔助設施分析

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 Check ~ D check)。
  - (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)，是否能提供一站式服務(One-Stop Service，包含塗裝、試車)
2. 航空公司辦公室：機場除提供旅客應有之空間外，應檢討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. 汽車租賃：取車/還車區域、航廈內是否需專用櫃台或共用櫃臺。
7. 停車場：
  - (1) 設計參考日(Design day)之旅客到達與離開機場比率。
  - (2) 旅客到離機場運具分配。
  - (3) 複合式運具轉乘、甚至是發展航空城之影響。
  - (4) 汽車載客率、接送人數。

- (5) 機場、航空公司員工停車需求。
- (6) 汽車租賃業停車需求。
- (7) 計程車候車區、大眾運輸候車區。
- (8) 航警、保安：管制崗哨數量及位置。
- 8. 航油供給、儲備、配送。
- 9. 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。
- 10. 普通航空業(經營民用航空運輸業以外之飛航服務)。
- 11. 地勤裝備維護與儲放。
- 12. 空廚、餐飲。
- 13. 航管設備(機場燈光、氣象設施、助導航設施)
- 14. 消防搶救設施(需參照 ICAO Annex 14 規範)
- 15. 除冰設備。

#### (四)陸路運輸分析：

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、及相關運具外，應特別留意該等運具之服務能量與尖峰時段之需求比較。

IATA 認為，需求分析是在建構發展方案前重要之步驟，在機場主計畫內應專章探討並呈現在最終報告中，若呈現得當，讀者能藉此理解機場相關設施之需求為何，及規劃者是如何評估獲得此類資訊。

### 3.8 發展方案建構 (Development of Options)

當確定機場功能定位、未來發展策略，及透過前揭需求分析過程瞭解機場發展需求後，規劃者下一步驟為接續進行發展方案建構，此一步驟將允許規劃者在合理之規劃原則、環境友善、兼容/兼顧周邊土地、財務可行之條件下，建構出穩健、可受公評的發展方案，而此發展方案內容，多為需求分析探討過之要項，包含機場空側設施(跑道、滑行道、機坪)、助導航設備、客運航廈、貨運站、陸路聯外運輸系統、機場支援輔助設施等。

IATA 建議採用如下圖 3.8-1，具有結構性之流程，以建構、評估發展發案，惟圖中步驟往往是需要反覆進行。

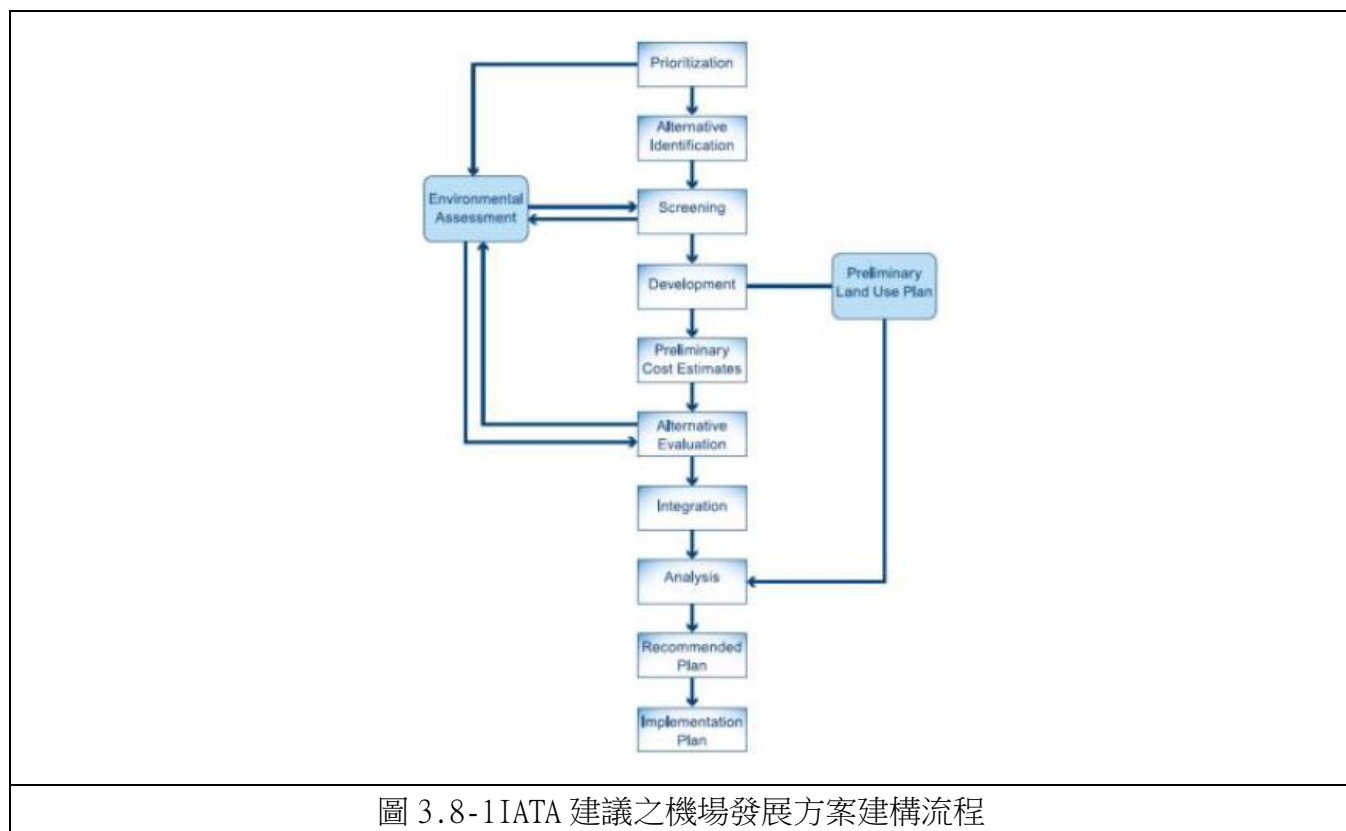


圖 3.8-1 IATA 建議之機場發展方案建構流程

透過初期之財務及成本估算(Preliminary cost estimates)作業，某些發展方案可能會在財務上顯得不具可行性，或因為下列因素而需進一步調整：

- (一)環境因素在發展方案建構過程中，須持續被納入考量，部分發展方案可能需配合調整，或因此被排除。

(二)諮詢使用單位及社會大眾所得之意見，可能致使規劃者提出新的發展方案，或既有方案也可能因此需調整、排除。

(三)當整合空側、航廈、聯外運輸之配置後，彼此間兼容性之問題可能導致發展方案需配合調整或重新檢核。

以下為整理上揭機場主計畫發展方案建構流程圖中，各項步驟之重點。

#### (一)優先考慮原則 (Prioritization)

在建構發展方案前，講師提出二項需優先考慮之原則：維持機場營運(continuing operation)之重要性、場址規劃彈性(flexibility in terms of location)，然而此類優先原則也會因不同機場而有所差異。

上述二項原則需運用於下列設施之規劃：空側運作區域(最為重要)、客運航廈、機場支援輔助設施、陸路聯外運輸、非航空使用之土地。

#### (二)方案識別確認 (Identification of Options)

機場發展發案係由諸如空側配置、航廈配置、機場等子方案所構成，規劃者有必要先確認各子方案必須是合理、可行，且基於航空產業為持續快速變遷之產業，子方案宜具有彈性、並可採模組式、逐步擴建之方式擴建，以因應未來不同之發展情境。

#### (三)配合環境影響檢討 (Link to Environment Planning)

在發展方案與替代方案之研擬與評估過程中，其對環境影響之檢討宜同步進行，並藉由環境影響檢討所得之結果，回饋至發展方案中，此一來回評估作業應在發展方案建構過程中持續進行，直到建議之發展方案與環境影響評估作業完成。

#### (四)篩選作業 (Screening)

篩選作業為將眾多候選子方案聚焦至幾個可再進一步研究之子方案，篩選過程大多是採用定性分析之方式，相關篩選方法及原則如下：

1. 評估工程技術、環境影響及財務可行性。
2. 宜建立篩選機制或評估矩陣，並與規劃團隊或機場管理當局取得共識。
3. 記錄所保留或刪除之子方案，並說明保留或刪除之考量及原因。

#### (五)方案建構(Development)

完成上子方案之篩選作業後，IATA 建議規劃者可以列出被保留下來之子方案，以定量之概念評估各子方案之服務能力/服務容量，並同時為後續機場整體配置預作準備。

不同機場之發展方案建構作業不盡相同，但 IATA 建議可用以下所述原則來建構空側設施、客運航廈、貨運站、機場支援輔助設施及陸路聯外運輸系統之發展方案。

#### 1. 跑道、滑行道發展方案

跑道及滑行道為機場空側最主要之設施，其必須能滿足預測之未來尖峰時段到、離航機起降需求，在這同時也代表著應配置足夠之航廈空間及停機位，IATA 相關建議原則如下：

- (1)若欲針對航廈兩側配置階梯式平行跑道，跑道間距至少約需 2,000m。
- (2)建議留設足夠空間配置二條平行滑行道。
- (3)快速出口滑行道之必須能使航機快速脫離跑道，滑行至機坪。
- (4)快速出口滑行道之位址及角度，需考慮機場營運型態、航機組成、既有跑道滑行道位置、道面強度。
- (5)二條相距甚遠之跑道間，或可考慮配置交叉式滑行道，數量取決於機場最終發展潛力。
- (6)可在跑道頭配置旁越滑行道，供航機停留等候塔臺通知進入跑道，旁越滑行道應至少能容納 2~4 架航機等候，且應將尾流之影響納入考慮，旁越滑行道與主跑道之銜接角度若小於 90 度，可縮短航機進入跑道後準備起飛時間，進而降低佔用跑道時間。

#### 2. 停機坪/停機位發展方案

- (1)機坪與進出動線應符合 ICAO Annex 14 規範，具有足夠間距及淨空，使不同航機可利用相同動線進出，避免使航機進出機坪時，與其他航機衝突。
- (2)所配置之機坪大小應儘量可滿足機場每日不同時段之營運航機機型，也可透過採用 MARS 系統(Multiple Aircraft Ramp System, MARS)，使停機位可容納不同機型之航機。

- (3)最大營運機型所使用之機坪，宜儘量靠近主航廈。
- (4)機坪應可供停放/容納地勤裝備、行李貨物棧櫃。
- (5)避免勤務車輛作業及動線影響機坪運作時間。
- (6)機坪置攸關航機能否快速滑行至跑道，其位置涉及機場最終發展藍圖之配置，若未來有興建新跑道之規劃，可視屆時規劃再予配置。

### 3. 航廈發展方案

航廈空間面積與跑道配置、跑道間距、跑道是否可滿足不同機型起降運作具有高度相關，IATA 認為既有航廈設施或許受制於過去之使用功能、政策法規、工程技術等因素，因此可先就使用年限、設施現況、成本效益分析檢核既有航廈，評估是否可改善，或需拆除重建。

在檢討未來航廈設施需求時，IATA 建議可將自動化計畫 (Automation Plan)、IAIA 快速旅行&旅客便利計畫(IATA Fast Travel & Passenger Facilitation Program)、精簡旅客海關、證照查驗、安檢程序納入考量，這類措施或可降低航廈面積及設施數量需求。

在進行航廈規劃時，IATA 建議之原則如下：

- (1)依據 IATA 經驗法則(如下表 3.8-2)，尖峰時段每位旅客使用之面積 (Square Meters per Peak Hour Passenger, SQM/PHP)，國內航線旅客不宜超過 25m<sup>2</sup>，包機旅客不宜超過 30m<sup>2</sup>，國際航線旅客不宜超過 35m<sup>2</sup>。

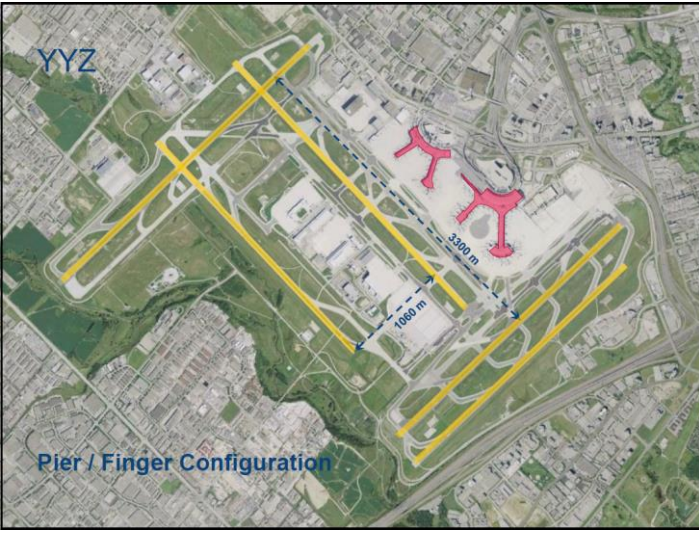
表 3.8-1 各國際機場航廈採用之 SQM/PHP 參數

Airport Terminal	mppa	Floor Area	sqm/mppa	Assumed PHP	Floor Area based on assumed PHP (Dom / Dom + Intl / Intl)			sqm/PHP	
					25 sqm	30 sqm	35 sqm		
Design index to obtain PHP as % of Annual Passenger Volumes 0.04%									
0-10 mppa	Marrakesh Menara	4.5	42,000	9,333	1,800			63,000	23
	Carrasco - Montevideo	4.5	45,000	10,000	1,800			63,000	25
	San Francisco T2	5.5	59,500	10,818	2,200	55,000			27
	Haneda Intl Terminal	7.0	159,000	22,714	2,800			98,000	57
	Queen Alia - Amman	9.0	103,000	11,444	3,600			126,000	29
Design index to obtain PHP as % of Annual Passenger Volumes 0.035%									
10-20 mppa	Sheremetyevo D Terminal	12.0	172,000	14,333	4,200			147,000	41
	Manila T3	13.0	182,500	14,038	4,550			159,250	40
	Hyderabad	15.0	162,000	10,800	5,250		157,500		31
	Dublin T2	15.0	100,000	6,667	5,250			183,750	19
	Chūbu Centrair	20.0	220,000	11,000	7,000		210,000		31
El Dorado - Bogota	20.0	163,000	8,150	7,000		210,000		23	
Design index to obtain PHP as % of Annual Passenger Volumes 0.03%									
>20 mppa	Changi - Singapore T3	22.0	380,000	17,273	6,600			231,000	58
	Berlin Brandenburg	27.0	280,000	10,370	8,100			283,500	35
	London Heathrow T5	30.0	353,020	11,767	9,000			315,000	39
	Jeddah Hajj Terminal	30.0	465,000	15,500	9,000			315,000	52
	Miami North Terminal	30.0	330,000	11,000	9,000			315,000	37
	Madrid - Barajas T4	35.0	470,000	13,429	10,500		315,000		45
	Dubai T3	43.0	1,713,000	39,837	12,900			451,500	133
	Seoul - Incheon	44.0	496,000	11,273	13,200			462,000	38
Beijing Capital T3	60.0	986,000	16,433	18,000		540,000		55	
Hong Kong	60.0	710,000	11,833	18,000			630,000	39	
Average Figs:			13,715						42



- (2)若改善及擴建既有航廈是可行的，則航廈發展方案應將既有航廈改善、擴建納入考量。
- (3)儘量將屬於相同聯盟之航空公司配置在同一棟航廈營運。
- (4)可將配置低成本航空專用航廈、衛星登機廊廳納入考量。
- (5)對於規模較小之機場，航廈發展方案應包含僅設置一樓層(Single level)航廈，並驗證將航廈增建為二樓，作為後續擴建計畫之可行性。
- (6)若預測機場將提供 F 類航機起降運作，應依 ICAO 相關規定規劃。
- (7)經驗上來說，機坪與機坪間、航廈進出道路距離過短，在航廈需求改變時，往往成為航廈發展之限制條件，在航廈規劃上應保留一定的靈活性，以因應後續無法預知之新航廈、登機廊廳擴建需求。
- (8)靠站機位、遠端機位配置組合取決於機場及航空公司商業發展策略，此部分有賴諮詢航空公司獲取相關資訊。
- (9)登機廊廳大小與型式應妥為規劃配置，使航機可快速靠站上下旅客及行李，使最短中轉時間(Minimum Connecting Time, MCT)在可接受範圍內。

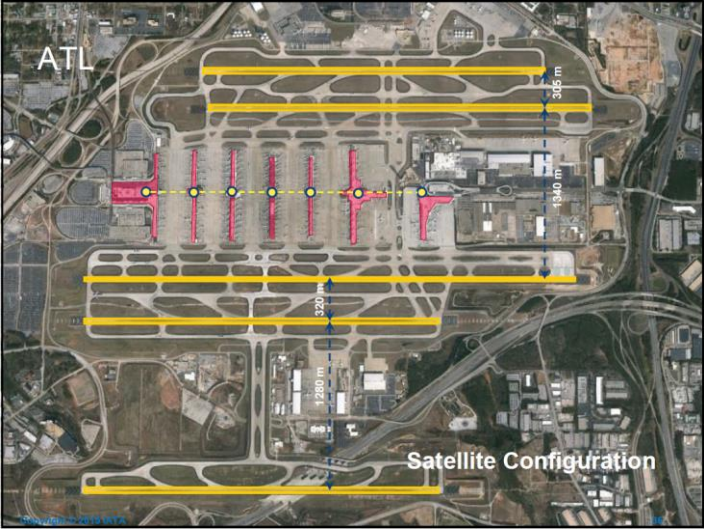
講師特別提及，航廈發展方案及空側發展方案彼此間應緊密搭配，以提出可滿足發展需求之方案，進行最終評估。常見之航廈配置方案如下圖 3.8-2 至圖 3.8-6。

 <p>YYZ</p> <p>Pier / Finger Configuration</p>	<p><b>優點：</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 陸側進出動線簡捷。</li> <li>● 機位配置較具效益。</li> <li>● 登機門易於辨識。</li> <li>● 可有較低之 MCT。</li> <li>● 可供配置集中式安檢查驗。</li> <li>● 可採模組式擴建，擴建較具成本效益。</li> <li>● 可將航空業者依類別配置在同一指狀廊廳。</li> </ul>	<p><b>缺點：</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 航站內出境大廳可能產生擁擠。</li> <li>● 指狀廊廳間航機進出動線可能相互影響，易產生擁擠。</li> <li>● 旅客步行距離較長。</li> <li>● 多處指狀廊廳可能導致航機滑行距離及滑行時間較長。</li> </ul>
<p>圖 3.8-2 碼頭式/指狀式(Pier/Finger)配置</p>		

	<p><b>優點：</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 陸側進出動線簡捷。</li> <li>● 機位配置較具效益。</li> <li>● 登機門易於辨識。</li> <li>● 可有較低之 MCT。</li> <li>● 可供配置集中式安檢查驗。</li> <li>● 可採模組式擴建，擴建較具成本效益。</li> </ul>	<p><b>缺點：</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 航站內出境大廳可能產生擁擠。</li> <li>● 若僅於單邊配置機位，則欠缺效益。</li> <li>● 旅客步行距離較長。</li> </ul>
<p>圖 3.8-3 線型(Linear)配置</p>		

	<p><b>優點：</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 陸側進出動線簡捷。</li> <li>● 空側配置簡捷。</li> <li>● 登機門易於辨識。</li> <li>● 可有較低之 MCT。</li> <li>● 可供配置集中式安檢查驗。</li> <li>● 可在 X 中央交叉處配置出境大廳。</li> <li>● 可採模組式擴建，擴建較具成本效益。</li> </ul>	<p><b>缺點：</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 航站內出境大廳可能產生擁擠。</li> <li>● 旅客步行距離較長。</li> <li>● 需為起迄(O/D)航線旅客配置地下旅客運輸系統(APM)。</li> <li>● X 型的每一端與每一端之間航機進出動線可能相互影響。</li> </ul>
<p>圖 3.8-4 X 型配置</p>		

	<p><b>優點：</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 陸側進出動線簡捷。</li> <li>● 空側配置簡捷。</li> <li>● 登機門易於辨識。</li> <li>● 可有較低之 MCT。</li> <li>● 可供配置集中式安檢查驗。</li> <li>● 可採模組式擴建，擴建較具成本效益。</li> <li>● 旅客運輸系統可於後續擴建再建置。</li> </ul>	<p><b>缺點：</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 航站內出境大廳可能產生擁擠。</li> <li>● 旅客步行距離較長。</li> <li>● 需為起迄(O/D)航線旅客配置地下旅客運輸系統(APM)。</li> <li>● Y 型的兩端之間航機進出動線可能相互影響。</li> </ul>
<p>圖 3.8-5 Y 型配置</p>		

	<p><b>優點：</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 陸側進出動線簡捷。</li> <li>● 空側配置簡捷(航機於跑道機坪間進出簡便)。</li> <li>● 擴建選擇性多(可視航機機型、營運航線規劃擴建方案)</li> <li>● 可有較低之 MCT。</li> <li>● 可供配置集中式安檢查驗。</li> <li>● 可採模組式擴建，擴建較具成本效益。</li> </ul>	<p><b>缺點：</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 航站內出境大廳可能產生擁擠。</li> <li>● 可能需基地航空公司協助建置多處 CIP 貴賓休息室。</li> <li>● 旅客步行距離較長。</li> <li>● 機場駐站人力及航空公司人力需求高。</li> <li>● 需建置旅客運輸系統 (APM) 及行李處理系統 (BHS)，建置及維護成本高昂。</li> </ul>
<p>圖 3.8-6 衛星型(Satellite)配置</p>		

#### 4. 機場支援輔助設施發展方案

(1)航機維修棚廠：所在區位應避免對未來航廈、廊廳、機坪擴建產生限制，試機位址與規模應妥為考量。

(2)塔臺及消防搶救設施：依 ICAO Annex 14 規範設置。

(3)貨運站：

貨運站及貨機坪之規劃應透過確認貨物種類(快遞貨物、易腐爛之貨物、藥物、航空郵件等)、運送方式(貨車至貨車、貨車至貨機、貨機至貨機)及相關保安法規而決定。

在大型樞紐機場，通常會為全貨機規劃專用機坪，而在規模較小之機場，貨物大多採定期航班腹艙載貨方式運送，因此在規劃原則上，大型樞紐機場宜儘量使貨運站鄰近貨機坪(距離小於 2.5 公里)，以減貨物裝卸時間；規模較小之機場，設置貨機專用機坪可能較不具成本效益，則規劃者應思考配置可供客貨機共用之機坪。

然而在實務運作上，上揭規劃思維是存在矛盾的，基於機場設施需要足夠之用地，以充分發揮設施潛力之觀點，小規模機場(年客運量少於 100 萬人次、年貨運量少於 5 萬噸)可試著將各機場設施分開配置，使其發展潛力不致受其他設施限制，在短期看來，設施間

的間隔距離可能會高於規範要求，但這正是規劃者應具備之思維-儘可能使機場設施可無限制發展，直至所設定之最終發展藍圖。

(4)除冰設施：宜儘量配置於鄰近常用起飛方向之跑道頭。

(5)航油供給：宜規劃 2 個航油供油來源/廠商，且航油儲油設施宜儘量遠離主要空側運作區域。

#### 5. 陸路聯外運輸系統發展方案

陸路聯外運輸系統之配置應在取決於航廈與停機位配置，主要之聯外運輸運具可優先考量公路及軌道運輸。

對於規模較大之機場，應檢討將高鐵、可通往市區之捷運系統，連接配置於主航廈地下層或周邊區域；新的航廈或進出路網應保留可供配置複合轉乘運具之彈性。

此外，聯外運輸系統發展方案中也應包含配置位址適宜、容量足供使用之停車空間，至於停車費率、停車場使用率及停車場建物型式，可待商業發展策略分析時再行決定。

#### (六)先期土計使用計畫 (Preliminary Land-use Plan)

在發展方案建構及方案評估過程進行中，可啟動進行先期土地使用計畫，確認有足夠之用地面積支持相關規劃發展概念，在這一階段之土地使用計畫，也可以包括簡單的配置草圖。

#### (七)先期成本估算 (Preliminary Cost Estimates)

成本估算為方案評估中之重要考量，可採機場所在地之物價，先概估某些設施發展方案之軟硬體單位成本，以為後續財務經濟效益評估預作準備。在先期成本估算過程中，可能某些子方案就會因成本考量而需修正或遭排除，以降低整體建設成本。

#### (八)方案評估 (Option Evaluation)

方案評估過程包含以下事項：

1. 訂定評估準則及各準則/子項之權重。
2. 將上揭準則及權重諮詢機場利害關係者之意見。
3. 利用評估準則評估各發展方案。

4. 將方案評估結果諮詢大眾及機場利害關係者。
5. 記載各方案、評估準則/權重、評估結果。
6. 提出機場整體配置初步建議。

講師認為上述方案評估過程，可視機場規模及面臨之議題而調整，成本較高、太過複雜之分析方法/模式(如旅客人流模擬)，僅在絕對必要時進行即可，規劃者所決定採用之分析方法，應能將其用於同一類別之方案評估，並且是能藉此歸納出適宜發展方案之方法。

針對評估準則的部分，講師則強調在進行方案評估前即需先訂定完成，由於所採用之評估準則在某種程度上而言，對於發展方案擇定有關鍵之影響，因此在權重、準則中各類子項選擇方面，應特別留意採多樣性、平衡之概念，以突顯出不同方案間之差異性，常見之評估準則如下：

1. 機場運作績效及便利性。
2. 規劃彈性及發展潛力
  - (1) 規劃目標年內發展潛力。
  - (2) 各設施容量間之平衡。
  - (3) 因應不同發展情境之彈性。
  - (4) 是否符合 ICAO Annex 14 規範。
  - (5) 是否符合機場發展策略目標。
  - (6) 是否與機場周邊產業或發展計畫相斥。
  - (7) 是否具社會認同、政治正確性。
3. 環境影響考量。
4. 財務考量
  - (1) 財務可行性。
  - (2) 非航空收入成長潛力。
  - (3) 機場營運成本。
  - (4) 機場使用者、旅客使用成本。
  - (5) 各方案之成本效益分析

其中，針對空側設施與航廈發展方案之評估，講師提供幾個準則子項供學員參考：

1. 空側：

- (1) 航機運作延誤成本。
- (2) 運作效率改善後節省之成本。
- (3) 可服務之航機機型。

2. 航廈：

在航廈發展方案評估上，可能需要藉由許多準則加以評估，規劃者可與機場利害關係者進行諮詢，此評估過程可能需經過二至三階段，每階段都較前一階段進行更細膩之評估，常見之準則子項如下：

- (1) 旅客便利性：旅客動線、最短步行距離、登機門/轉機處辨識難易度、往返陸路聯外運輸系統之便利性。
- (2) 營運效率：登機門/空橋配置、機坪運作效率、航機滑行距離、車流動線。
- (3) 航空公司競爭優勢：營運成本效益、使用靈活性、因應不同需求之配置彈性、尖峰時段旅客報到/登機程序。
- (4) 政府考量：可滿足目前與未來安檢、證照查驗規定及需求。
- (5) 工程建設考量：工作施工期間航廈可否有效運作、對營運衝擊程度。
- (6) 財務考量：可負擔之建設成本、生命週期成本、營運/維護人力最少化、商業收入等。

(九)整合 (Integration)

主計畫發展方案建構之最後階段為子方案整合，並試著在不同機場設施之服務容量間取得折衷，經過整合後所得之方案，應該是能夠在設施容量及運作效率間取得平衡。

講師認為，此類整合作業其實在規劃過程中即需慢慢進行，最後的整合工作只是再次確認所提出之發展方案，能夠將機場土地使用最佳化、機場設施與設施間不致有容量差距太大之情形、並可發揮最大服務能力。

#### (十) 分析及回顧 (Analysis & Review)

分析及回顧步驟主要係再次確認所提發展方案的細節，並與機場利害關係者及大眾就評估過程及所提發展方案再次諮詢，在這階段規劃者諮詢所得回饋，可能將使方案內容更臻完善，但也可能是必須回頭重新再次檢視整個評估過程。

#### (十一) 建議發展方案 (Recommended Plan)

規劃者在主計畫最終之建議方案，可利用圖表及文字之方式，展現以下成果：

1. 建議發展方案如何在規劃年期間，逐步滿足運量及需求預測結果。
2. 機場使用者能夠在簡捷、高效、具有收益的方式下運作。
3. 可以滿足機場長期永續發展需求。
4. 機場對周邊生態環境的影響，能降到最低，或控制在可接受範圍。
5. 機場所擴增之容量，能不致於對既有營運產生負面衝擊。
6. 陸路聯外運輸系統能配合分期發展計畫而逐步建設，進而滿足交通服務水準及需求。

#### (十二) 主計畫限制條件 (Constrained Site)

講師提及，在某些特殊情況下，機場可能因為政治或場址等因素之限制，致使機場發展不如預期，或無法有效運作，此時應將此類限制條件紀錄下，除了供後續規劃(如下一次主計畫檢核)瞭解外，也可得知此類限制條件之影響層面及程度(如對運量、服務航線、建設成本、社會經濟之影響)。

#### (十三) 文檔化作業 (Documentation)

機場發展方案從子方案建構、評估至最後提出建議方案之過程，應在主計畫報告中專章論述，相關技術性分析資料(如容量分析、預測/計算模式及結果、諮詢紀錄)則可置於報告附錄。

藉由此文檔化作業，可使讀者瞭解主計畫建議發展方案是如何被建構、其餘方案被排除之原因、評估準則制訂考量、評估結果及過程中相關諮詢與回饋處理結果。

## 肆、心得與建議

### 4.1 心得

#### 一、機場主計畫之必要性及定期檢討之重要性

機場主計畫為政府或機場管理當局對機場未來之發展願景，許多國家皆把機場建設定位在國家最重要之經濟投資計畫，並傾全國之力全力支持機場建設，然而機場建設如同其它交通建設，需投入極多人力、物力資源，且具有極高之沉沒成本，因此在資源投入之前，有賴一份儘可能完善周全之機場主計畫，檢討機場當前發展條件、為未來預作準備，並供後續發展策略及建設有所依循，相較於機場建設之龐大成本，機場管理當局投注在主計畫規劃上之成本(經費、時間)都是非常划算、值得的。

針對主計畫之必要性，本梯次訓練課程講師 David Stewart 在課堂中特別提及他個人對泰國曼谷蘇凡納布機場(Suvarnabhumi Airport)主計畫的想法，分享予學員。蘇凡納布機場為泰國對外最主要之國際機場，亦為亞洲地區重要之樞紐機場，然而泰國機場公司(AOT)在辦理蘇凡納布機場主計畫時，運量預測結果與實際運量發展情形具有極大差距，導致機場航廈完工後，立即面臨航廈容量不足、空間擁擠之問題，AOT 並沒有選擇辦理主計畫檢討，而是立即決定重啟原先廢除之主要國際機場-廊曼機場(Don Mueang Airport)、甚至打算將軍用機場-烏達拋機場(U-Tapao Airport)改為軍民合用機場，種種背離當初蘇凡納布機場主計畫內容、也不立即重新檢核該主計畫之作為，在在顯得 AOT 在機場發展上缺乏經驗和執行力，對機場長遠發展上是極為不利的。

無論是二位講師授課內容，或經由其他參訓同學分享，皆認為很多現實中的發展條件無法以參數之型式呈現在運量預測模式中，所輸入之參數及調幅程度是主觀的，也因此運量預測具有極高之不確定性，畢竟未來情勢發展難以預料、加以航空市場變化劇烈，因此有賴於定期(至少每五年)回顧檢視已辦理完成之主計畫內容，而若當內外環境條件變化時，則應立即辦理主計畫檢討，以為未來發展預作準備。



## 二、機場主計畫並非無懈可擊，亦非機場未來發展的唯一依據

雖然機場主計畫對於機場發展而言固然有其重要性，然講師 David Stewart 在訓練課程的最初及最後，再三的向學員強調，機場主計畫之結果並非無懈可擊，亦非機場未來發展的唯一依據或解答，將其視為唯一解答是極為危險的，它僅是解答的一部分，並有賴更細部的建設計畫、資本支出計畫及持續的回顧檢討作業予以支持、使機場能達到機場管理當局所設定之發展願景。

## 三、機場主計畫內容之詳盡程度，依機場規模、國情有所不同

以目前我國國家發展委員會與交通部思維，機場主計畫為機場發展之上位計畫，其要求本局將相關建設計畫、工程計畫皆須在主計畫內論述分析，以作為執行該等計畫之依據，然而就本次參訓時與二位講師討論或詢問樟宜機場公司之員工，皆認為主計畫僅是依機場功能定位及運量預測結果，框出機場各設施之發展區位，詳盡之規劃仍有待未來更細緻之工程建設計畫進行。

此外，在眾所關切之航廈規劃上，目前我國主計畫針對航廈空間之配置原則係採「尖峰小時旅客量」及「每人所需單位面積」(SQM/PHP)進行初步估算，此與國際間慣例相同，惟所採行之標準，如國際線旅客每人所需單位面積係採 $35\text{m}^2/\text{人次}$ 或 $40\text{m}^2/\text{人次}$ ，並無絕對標準或對錯，可依國情或實際運作經驗調整，再者，此一參數僅是供概估航廈面積大略需求，並不足以直接供未來航廈建築設計考量。

至有關主計畫航廈規劃過程中是否需要藉由電腦程式模擬以佐證方案可行性部分，經與講師 Allean Young 討論，由於進行模擬與否及所得結果之正確性或參考價值，直接取決於主計畫經費及輸入之參數，一般而言在主計畫規劃過程中，於需求分析階段利用 IATA 機場發展參考手冊(Airport Development Reference Manual, ADRM)所列之公式，進行設施需求檢討評估即屬於模擬之一種，電腦模擬也僅是將前階模擬重複進行數千次得出一平均值，因此在主計畫階段或可不需要進行電腦程式模擬。

## 四、諮詢作業之重要性

目前之機場發展已從過去純粹因應交通需求、都市規劃所需而設置之城市機場(City Airport)概念，逐漸轉型為利用機場特性(交通運輸、轉乘樞紐、複合功能)，所衍生之人潮與物流，進而影響周邊區域發展，甚至衍生出航空城(Airport City)之概念，也因此機場規劃上，已無法單從僅提供交通運輸服務之場站，或僅從扮演門戶之角色著手，在規劃過程中應藉由諮詢作業，將機場相關利害關係者及所在區位周邊發展或需求一併納入考量。

講師 David Stewart 承認，主計畫之諮詢作業是複雜、惱人的，畢竟任何機場利害關係者皆希望受惠、而非受制於機場，如何讓該等利害關係者之需求被納入規劃考量、面臨之問題得到解答、讓其理解方案提出/排除之考量及機場未來發展方向，有賴於儘早開始諮詢作業，和不厭其煩的說明。

## 4.2 建議

### 一、課程內容具參考價值，可持續推派同仁參訓

本局近年之出國計畫大多為派員參加新加坡民航學院之課程，本次所參與之 IATA 課程，除講師具有豐富之機場規劃經驗、課程講義內容極為充實外，參訓學員相較於新加坡民航學院學員，為來自全球各地之國家，彼此間能藉由參訓過程中，瞭解不同區域、不同國情、不同規模之機場發展思維、規劃上之差異，進而跳脫自身原本想法，建議後續可定期派員參與 IATA 之相關課程，除汲取新知外，亦有助於建立未來各國機場資料之蒐集管道。

### 二、購買機場發展參考手冊(ADRM)作為工具書

ADRM 為 IATA 針對機場規劃及設施需求建議所編制之手冊，針對機場規劃涉及之作業流程、進行方式、設施規模、參數皆有專章分析，並定期根據使用者

意見回饋予以更新，相關內容對於機場規劃或實務運作極具參考價值，建議未來本局或所轄國際機場可購入一套作為工具書，供相關同仁依需求查詢參考。

本次藉由參與 IATA 主計畫課程，已向講師 David Stewart 索取目前最新之 ADRM 第 10 版目錄，及部分航廈設施服務水準、參數之章節內容供參考，詳如附件 3。



## Certificate

This is to certify that

**Chen Chun Yuo**

has passed the course

**Airport Master Planning (Classroom, 5 days)**

given by the IATA Training & Development Institute

Singapore, Singapore

29 August 2016 - 2 September 2016

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'AT Tyler', written over a horizontal line.

Tony Tyler  
Director General and CEO



**IATA Training & Development Institute**

KNOWLEDGE • EXPERIENCE • NETWORKING • SKILLS • RESULTS

0000481526

## 附錄 2 參訓學員名冊

### PARTICIPANTS LIST

Airport Master Planning

IATA Training Center: Singapore, August 29 – September 02, 2016

Instructor: David Stewart, Allan Young

Training Coordinator: Joanna Halik ([halikj@iata.org](mailto:halikj@iata.org))

Full Name	Company Email	Employer Name	Country	Job Profile / Job Title
Swee Ying Yong	yong.sweeying@changiairport.com	Changi Airport Group (Singapore) Pte Ltd	Singapore	Manager, Master Planning
Siew Yee Ling	sabrina.siew@changiairport.com	Changi Airport Group (Singapore) Pte Ltd	Singapore	Manager, Master Planning
Filip Paul Schellekens	flip.schellekens@deerns.com	Deerns NL	United Arab Emirates	Airport Consultant
Chun Yang Ong	ong_chun_yang@caas.gov.sg	Civil Aviation Authority of Singapore (CAAS)	Singapore	Assistant Director
Wang Mingchang	wangeden@macau-airport.com	CAM - Macau International Airport Co. Ltd	Macao SAR, China	Manager
Chen ChunYuo	sweet@mail.kia.gov.tw	Civil Aeronautics Administration CAA Taiwan	Chinese Taipei	Technical Specialist
Jaeseok Park	jspark@airport.co.kr	Korea Airports Corporation	Korea, Republic of	Civil Engineering Team Staff(PUS)
Daniel Lam	lamdaniel@macau-airport.com	CAM-Macau International Airport Co. Ltd.	Macao SAR, China	Manager, Marketing Department
Antoine Glacet	antoine.glacet@cambodia-airports.aero	Societe Concessionnaire Des Aeroports (SCA)	Cambodia	Project Manager
Chan Varin	varin.chan@cambodia-airports.aero	Societe Concessionnaire Des Aeroports (SCA)	Cambodia	PNH-Technical Manager
Rameez Abdulla	abdulla.rameez@macl.aero	Maldives Airports Company Limited	Maldives	Manager, Structural Engineering
Amir Mohamed	mohamed.amir@macl.aero	Maldives Airports Company Limited	Maldives	General Manager
Jorge Low Eng Sim	jorge.lowes@surbanajurong.com	Surbana Jurong Consultants Pte Ltd	Singapore	Staff

# 附錄 3 ADRM 第 10 版目錄 & 航廈設施服務水準部分章節



## Table of Contents

<b>Acknowledgements</b> .....	vii
<b>Section 1—Introduction</b> .....	1
1.1 IATA—Who We Are; What We Do .....	1
1.2 IATA's Airport Activities .....	1
1.2.1 Airport Consultative Committees (ACCs).....	2
1.2.2 IATA Consulting Services for Airports.....	2
1.2.3 International Industry Working Group .....	3
1.3 Other IATA Airport Activities .....	4
1.4 Airports Council International (ACI) Collaboration .....	4
1.4.1 Introduction to Airports Council International (ACI).....	4
1.5 Purpose of the Airport Development Reference Manual .....	5
1.6 How to Use the ADRM .....	6
1.7 ADRM: New Format .....	7
1.8 Reference Marks .....	8
<b>Section 2—Forecasting</b> .....	9
2.1 Introduction and Definition .....	10
2.2 Economic Base for Air Travel.....	12
2.2.1 Airport Catchment Area.....	12
2.2.2 Socioeconomic Base.....	13
2.2.3 Transfer Traffic.....	14
2.2.4 Airline Yields.....	14
2.2.5 Tourism .....	15
2.2.6 Trade .....	17
2.2.7 Intermodal Transportation .....	17
2.2.8 Economic Base Data Analysis .....	17
2.3 Historical Aviation Activity .....	18
2.3.1 Data Collection .....	19
2.3.2 Airport Role .....	23
2.3.3 Historical Passenger Volumes .....	23
2.3.4 Top Domestic and International Destinations .....	23
2.3.5 Historical Market Share by Airline.....	24
2.3.6 Historical Air Cargo Tonnage .....	24
2.3.7 Historical Movements by Segment.....	25
2.3.8 Forecast Impact Factors.....	25



2.4	Competitive Analysis .....	26
2.5	Review of Existing Forecasts .....	26
2.6	Common Forecasting Techniques .....	26
2.6.1	Trend/Time Series .....	27
2.6.2	Consensus Forecasts .....	27
2.6.3	Market Share Forecasts .....	28
2.6.4	Econometric/Regression Model .....	29
2.7	Passenger Activity Forecast .....	32
2.7.1	Passenger Activity Segments .....	32
2.7.2	Passenger Activity Benchmarking .....	33
2.7.3	Passenger Activity Alternative Scenarios .....	34
2.8	Baggage Forecast .....	34
2.9	Air Cargo Activity Forecast .....	35
2.9.1	Air Cargo Supply and Demand .....	36
2.9.2	Cargo Data Analysis .....	37
2.9.3	Cargo Market Forecast Benchmarking .....	38
2.9.4	Cargo Activity Forecast .....	39
2.10	Air Transport Movement Forecast .....	40
2.10.1	ATM Segments .....	40
2.10.2	Passenger ATMs .....	41
2.10.3	Freighter ATM Forecast .....	44
2.10.4	General Aviation ATM Forecast .....	45
2.10.5	Military/Government ATM Forecast .....	47
2.10.6	Total ATM Forecast .....	47
2.11	Peak Period Forecast .....	47
2.11.1	Peak Period Traffic Measure .....	48
2.11.2	Incorporating Directionality into Peak Hour Analysis .....	49
2.11.3	Peak Period Forecasts .....	49
2.11.4	Conclusions Regarding Peak Period Analysis .....	50
<b>Section 3—Planning</b> .....	<b>53</b>	
3.1	Introduction .....	53
3.2	Master Planning .....	53
3.2.1	Introduction .....	54
3.2.2	Consultation .....	58
3.2.3	The Master Planning Process .....	63
3.2.4	Preplanning .....	66
3.2.5	Traffic Forecasts .....	70
3.2.6	Data Collection, Site Evaluation and Facility Potential .....	71
3.2.7	Requirements Analysis .....	77

3.2.8	Development of Options.....	94
3.2.9	Environmental Responsibility.....	109
3.2.10	Land Use Planning.....	119
3.2.11	Outline Development Plan.....	126
3.2.12	Financial Assessment.....	130
3.2.13	Reporting/Deliverables.....	142
3.2.14	Master Planning on a Greenfield Site.....	147
3.2.15	Operational Readiness and Training.....	160
3.2.16	References.....	162
3.3	Airside Infrastructure.....	163
3.3.1	Runways.....	163
3.3.2	Taxiways and Taxi-lanes.....	172
3.3.3	Aircraft Parking Stands.....	175
3.3.4	Aircraft Ground Servicing.....	204
3.3.5	Air and Ground Navigation Aids.....	243
3.4	Passenger Terminal.....	255
3.4.1	Introduction.....	255
3.4.2	Terminal Design Considerations.....	256
3.4.3	Terminal Planning Concepts.....	273
3.4.4	Terminal Capacity and Level of Service.....	302
3.4.5	Level of Service Concept and Planning Guidelines.....	310
3.4.6	Demand–Capacity Assessment.....	316
3.4.7	The “Optimum” Solution and Balanced Capacity.....	319
3.4.8	Passenger Process.....	320
3.4.9	Segregation and Security Requirements in Airport Terminals.....	325
3.4.10	Vertical and Horizontal Circulation.....	336
3.4.11	Departures.....	338
3.4.12	Transfers.....	424
3.4.13	Arrivals.....	429
3.4.14	Commercial and Retail Opportunities.....	459
3.4.15	Access to Air Travel for Persons with Reduced Mobility.....	467
3.4.16	Toilet Provisions.....	476
3.4.17	Passenger Wayfinding and Signage.....	478
3.4.18	Landside Access Systems and Forecourts.....	482
3.4.19	Baggage Handling System.....	490
3.5	Cargo Terminal.....	504
3.5.1	Introduction.....	504
3.5.2	Cargo Operations.....	505
3.5.3	eBusiness.....	513





3.5.4	Air/Rail Cargo.....	513
3.5.5	The Cargo Apron.....	514
3.5.6	The Cargo Facility.....	520
3.5.7	Forecasting and Sizing.....	521
3.5.8	Sizing Parameters.....	525
3.5.9	Cargo Design Considerations: Scope of Evaluation.....	529
3.5.10	Typical Cargo Flows.....	540
3.5.11	Cargo Communication Controls.....	541
3.5.12	Cargo Control Regulations.....	542
3.5.13	Cargo Security Controls.....	543
3.5.14	Cargo Safety Controls.....	544
3.5.15	Cargo Government Controls.....	544
3.5.16	Cargo Facilitation.....	544
3.5.17	Express Cargo Processing.....	546
3.5.18	Perishable Cargo.....	555
3.5.19	Mail Facilities.....	563
3.6	Airport Support Elements.....	566
3.6.1	Aircraft Maintenance.....	566
3.6.2	Airline Administration Buildings.....	569
3.6.3	Airport Authority Administration.....	570
3.6.4	Airport Maintenance and Logistics.....	571
3.6.5	Aircraft Deicing/Anti-Icing Facilities.....	576
3.6.6	General Aviation.....	580
3.6.7	Ground Service Equipment Maintenance.....	581
3.6.8	Aircraft In-Flight Catering Facilities.....	582
3.6.9	Airport Security/Controlled Access.....	584
3.6.10	Vehicle Refueling and Recharging Stations.....	593
3.6.11	Airport Fire Services.....	597
3.6.12	Utilities.....	601
3.7	Surface Access Systems.....	609
3.8	Airport Simulation.....	610
3.8.1	Introduction.....	610
3.8.2	Definitions and Basic Considerations.....	614
3.8.3	Areas of Application.....	619
3.8.4	Project Methodology.....	629
3.8.5	Best Practice Project Life Cycle Examples.....	640
3.8.6	General Considerations and Lessons Learned.....	655
	<b>Glossary.....</b>	<b>665</b>
	<b>Acronyms.....</b>	<b>673</b>

Exhibit 3.4.5.3: LoS Guidelines for Airport Terminal Facilities

LoS Guidelines	SPACE GUIDELINES (sqm/PAX)			MAXIMUM WAITING TIME GUIDELINES Economy Class (minutes)			MAXIMUM WAITING TIME GUIDELINES Business Class / First Class / Fast Track (minutes)			OTHER GUIDELINES & REMARKS			
	Over-Design	Optimum	Sub-Optimum	Over-Design	Optimum	Sub-Optimum	Over-Design	Optimum	Sub-Optimum	Over-Design	Sub-Optimum		
Public Departure Hall	> 2.3	2.0 - 2.3	< 2.0	n/a	n/a	n/a	< 1	1 - 2	> 2	< 1	1 - 2	> 2	Optimum proportion of seated occupants: 15 - 20%*
Self-Service Kiosk (Boarding Pass / Bag Tagging)	> 1.8	1.3 - 1.8	< 1.3	< 1	1 - 2	> 2	< 1	1 - 2	> 2	< 1	1 - 2	> 2	
Bag Drop Desk (queue width 1.4 - 1.6m)	> 1.8	1.3 - 1.8	< 1.3	< 1	1 - 5	> 5	< 1	1 - 3	> 3	< 1	1 - 3	> 3	
Check-in	> 1.8	1.3 - 1.8	< 1.3	< 10	10 - 20	> 20	< 10	10 - 20	> 20	< 3	3 - 5	> 5	Business Class
Check-in Desk (queue width: 1.4 - 1.6m)	> 1.8	1.3 - 1.8	< 1.3	< 10	10 - 20	> 20	< 10	10 - 20	> 20	< 1	1 - 3	> 3	First Class
Security Control (queue width: 1.2m)	> 1.2	1.0 - 1.2	< 1.0	< 5	5 - 10	> 10	< 5	5 - 10	> 10	< 1	1 - 3	> 3	Fast Track
Emigration Control (Outbound Passport Control) (queue width: 1.2m)	> 1.2	1.0 - 1.2	< 1.0	< 5	5 - 10	> 10	< 5	5 - 10	> 10	< 1	1 - 3	> 3	Fast Track
Gate Holdrooms / Seating	> 1.7	1.5 - 1.7	< 1.5	n/a	n/a	n/a	< 1	1 - 3	> 3	< 1	1 - 3	> 3	Optimum proportion of seated occupants: 50 - 70%* Maximum Occupancy Rate: < 60%      60 - 70%      > 70%
Departure Lounges	> 1.2	1.0 - 1.2	< 1.0	< 1.0	1.0 - 1.2	< 1.0	< 1.0	1.0 - 1.2	< 1.0	< 1.0	1.0 - 1.2	< 1.0	
Immigration Control (Inbound Passport Control) (queue width: 1.2m)	> 1.2	1.0 - 1.2	< 1.0	< 5	5 - 10	> 10	< 5	5 - 10	> 10	< 1	1 - 5	> 5	
Baggage Reclaim	> 1.7	1.5 - 1.7	< 1.5	< 0	0 / 15	> 15	< 0	0 / 15	> 15	< 0	0 / 15	> 15	The first waiting time value relates to "first passenger to first bag". The second waiting time value relates to "last bag on belt" (counting from the first bag delivery).**
Narrow Body Aircraft	> 1.7	1.5 - 1.7	< 1.5	< 0	0 / 25	> 25	< 0	0 / 25	> 25	< 0	0 / 25	> 25	
Wide Body Aircraft	> 1.7	1.5 - 1.7	< 1.5	< 0	0 / 25	> 25	< 0	0 / 25	> 25	< 0	0 / 25	> 25	Waiting times refer to a procedure when 100% of the passengers are being checked by Customs
Customs Control	> 1.8	1.3 - 1.8	< 1.3	< 1	1 - 5	> 5	< 1	1 - 5	> 5	< 1	1 - 5	> 5	Optimum proportion of seated occupants: 15 - 20%*
Public Arrival Hall	> 2.3	2.0 - 2.3	< 2.0	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	

\* Lower limit to be considered only if extensive F+B seating is provided (within concession zones)

\*\* The time between the first passenger arriving at the reclaim belt and the first baggage arriving on the reclaim belt should be zero minutes, in order to maximize the efficiency of checking a hold bag for the passenger. Bags delivered to the reclaim prior to passengers arriving at the reclaim belt (negative waiting times) can be considered over-design. The time to deliver all bags from a flight should be no more than first-bag delivery +15 minutes for narrow body aircraft flights and +25 minutes for wide body aircraft flights.

NB with regards to chapter 3.4.5.2 - LoS Category UNDER-PROVIDED: For processing facilities, the LoS UNDER-PROVIDED only results when both space and waiting time parameters are sub-optimum. For the boarding gate lounge and holdrooms, the LoS UNDER-PROVIDED only results when space parameter and maximum occupancy rate is sub-optimum. For the public departure and arrival halls, the LoS UNDER-PROVIDED only results when the space per occupant is 80% or less than the targeted optimum LoS parameter.

Source: IATA

10TH EDITION, 4<sup>th</sup> release, AUGUST 2016

This document is for your internal use only and should not be distributed to external parties or colleagues.

△

Exhibit 3.4.5.2: LoS Space–Time Diagram (Processing Facilities)

		SPACE		
		Over-Design	Optimum	Sub-Optimum
MAXIMUM WAITING TIME	Over-Design Overprovision of resources	OVER-DESIGN	Optimum	SUB-OPTIMUM ▶ Consider Improvements
	Optimum Acceptable processing and waiting times	Optimum	OPTIMUM	SUB-OPTIMUM ▶ Consider Improvements
	Sub-Optimum Unacceptable processing and waiting times	SUB-OPTIMUM ▶ Consider Improvements	SUB-OPTIMUM ▶ Consider Improvements	UNDER-PROVIDED ▶ Reconfigure

Source: IATA

- Depending on the LoS Parameters achieved in terms of space and waiting time, the new LoS framework now encompasses four service level categories:
  - OPTIMUM
  - SUB-OPTIMUM
  - UNDER-PROVIDED
  - OVER-DESIGN
- With reference to the LoS Space-Time Matrix to be used for processing facilities, the interpretation of the resulting LoS categories is as follows:
  - If both space and time LoS axes show acceptable service (i.e. both the space and time LoS parameters fall into the 'Optimum' range), then the facility provides an OPTIMUM LoS. Additionally, an OPTIMUM LoS can also be provided when one LoS parameter falls into the 'Over-Design' range and the other is in the 'Optimum' range.
  - When one of the parameters functions is in the 'Optimum' range but the other falls into the 'Sub-Optimum' range, then the resulting LoS of this facility is SUB-OPTIMUM meaning that improvements need to be considered. Such improvements may be operational in nature (i.e. increasing staffing level and/or improving processing rates) or physical in nature (i.e. moving circulation flows out of a queuing area, reorganizing queues to provide more space or adding more processing units).
  - If both axes show poor conditions (both LoS parameters fall into the 'Sub-Optimum' range), the resulting LoS of this facility is UNDER-PROVIDED, offering an unacceptable LoS in terms of both space and