

出國報告（出國類別：進修）

「機場規劃訓練課程」出國報告

服務機關：交通部民用航空局

姓名職稱：李依庭 / 薦任第六職等技士

派赴國家：新加坡

出國期間：112年9月3日至9月9日

報告日期：112年11月9日

目錄

一、 目的.....	2
二、 過程.....	3
三、 課程重點彙整	5
3.1 主計畫簡介(Introduction to Master Planning)	5
3.2 主計畫規劃流程(Master Planning Process).....	7
3.3 主計畫先期作業(Pre-planning).....	9
3.4 資料蒐集、區位評估及設施發展潛能(Data Collection, Site Evaluation & Facility Potential).....	10
3.5 諮詢/協商(Consultation)	14
3.6 運量預測(Traffic Forecast).....	16
3.7 需求分析(Requirement Analysis).....	19
3.8 發展方案建構 (Development of Options).....	27
3.9 書面報告產出 (Reporting).....	36
四、 心得與建議.....	37
4.1 心得	37
4.2 建議	38
附錄 1 參訓及格證書	40
附錄 2 參訓學員與講師	41
附錄 3 IATA ADRM 第 12 版目錄及部分簡介內容.....	42

一、目的

國際航空運輸協會(International Air Transportation Association, IATA)是一個由全球國際航空公司所組成之大型國際組織，統計至 2023 年 6 月，會員由來自全球 120 個國家的 317 家航空公司所組成，其成立之主要任務係制定一套國際航空業界之政策及標準，以提供國際間共同依循，總部設於加拿大蒙特婁，於瑞士日內瓦設有行政辦公室，並於全球設有超過 50 個辦事處。

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國際民航組織(International Civil Aviation Organization, ICAO)，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。IATA 目前主要業務為飛航安全、保安、旅客體驗改善及客戶服務等項，其中客戶服務一項包含為航空產業提供相關諮詢及培訓課程，統計至 2023 年，IATA 已開辦多達 350 項訓練課程及提供 40 項文憑供學員選擇，平均每年有超過 10 萬名學員參與訓練。

IATA 所開設之訓練課程多為 3 天至 5 天之短期實體課程，其中有關機場主計畫(Airport Master Plan)課程，於 2023 年(112 年，以下以民國年份表示)共開辦 6 個梯次之實體課程，各梯次之課程天數皆為 5 天，分別於美國邁阿密、瑞士日內瓦、中國北京、新加坡及加拿大蒙特婁舉行，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，期能透過課堂傳授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。

本局近年陸續辦理松山、臺中及高雄機場之主計畫檢討，局內相關業務之承辦人員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，期望透過參與 IATA 所開設之機場主計畫課程訓練，汲取國際間對於機場主計畫規劃之經驗，於提升專業能力的同時，亦可與其他各國學員交流，有助於往後業務上聯繫與資料蒐集。

二、過程

本次行程自 112 年 9 月 3 日啟程，至 112 年 9 月 9 日回程，共計 7 日，其中包含 5 日的課程及 2 天的交通時間，行程表如表 2-1。

本期課程為期 5 天，課堂中以 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及挑戰；此外，課程除了有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，講師會將 2 至 4 位學員分為一組，並提供與當日課程有關的討論主題，請學員進行分組討論及腦力激盪後，進行上台分享，以提供各組間互相交流及給予回饋之平台，其中，課程第 4 天下午之小組活動，講師係請各組檢討巴黎戴高樂機場(CDG)之整體配置，各組須運用課堂中論及之知識或自身經驗，集思廣益提出提升機場年旅客服務能量之配置規劃；最後，本期課程亦有進行測驗，是採個人紙筆測驗方式，題目包含選擇題、簡答題及問答題，測驗通過者才可取得訓練證書。課程表詳表 2-2 所示。

本期課程授課講師為英國籍之 Allan Young (Head, Airport Infrastructure, IATA)，目前任職於 IATA 機場建設部門，具有多年機場規劃實務經驗；而學員部分，本期課程計有 10 人參訓，分別來自臺灣、新加坡、泰國、印度、沙烏地阿拉伯、阿拉伯聯合大公國及肯亞等國家，學員多為民營機場公司、顧問公司及監理單位之從業人員，課堂中之討論極為熱絡，得以有幸聽聞不同國家對於機場主計畫之規劃經驗分享。講師及學員合照如圖 2-1。

表 2-1 行程表

日期	行程	說明
112 年 9 月 3 日	臺北 > 新加坡	啟程
112 年 9 月 4 日 112 年 9 月 8 日	新加坡	參加 IATA 機場主計畫課程
112 年 9 月 9 日	新加坡 > 臺北	回程

表 2-2 課程表

日期	主題	授課內容	學員參與
112年9月4日	定義與目的 (Definition & Objectives)	簡介 (Introduction) 機場主計畫規劃流程 (Master Plan Process) 先期作業 (Pre-planning)	自我介紹 小組活動
112年9月5日	限制 (Constraints Mapping)	區位評估 (Site Evaluation) 環境及永續 (Environment & Sustainability) 諮詢/協商 (Consultation)	小組活動
112年9月6日	未來需求 (Future Requirements)	運量預測 (Traffic Forecast) 需求分析 (Requirement Analysis)	小組活動
112年9月7日	先探 (Optioneering)	發展方案建構及評估 (Option Development & Evaluation)	小組活動
112年9月8日	輸出 (Outputs)	階段及土地使用規劃 (Phasing & Land Use Planning) 書面報告及發展計畫 (Report & Development Plan)	課程測驗

圖 2-1 講師與參訓學員合照



Front row

Yi-Ting Li (Civil Aeronautics Administration (Taiwan) – Chinese Taipei); Madhusudhanan Ramachandran (Bangalore International Airport Limited – India); **Allan Young (IATA Instructor)**; Saran Chaiyasuta (Avis Consultant – Thailand); Fouad Benrumaih (Riyadh Airports Company – Saudi Arabia).

Back row

Moulham Zahabi (MATARAT Holding – Saudi Arabia); Enrique Aguilar (MATARAT Holding – Saudi Arabia); Onur Yamuk (Surbana Jurong Consultants Pte Ltd – United Arab Emirates); Hasan Tayyeb (MATARAT Holding – Saudi Arabia); Thomas Pellegrin IATA Asia Pacific Regional – Singapore); Isaac Omondi Odek (Inspectorate of State Corporations – Kenya).

三、課程重點彙整

3.1 主計畫簡介(Introduction to Master Planning)

(一) 什麼是機場主計畫？

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。

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。

(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。

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

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. 藉由技術、經濟、環境等層面分析所提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。

此外，講者亦提及規劃並建設適切且具有彈性的設施亦相關重要，一般而言，會對主計畫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等項，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) 機場主計畫的限制與侷限

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：

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。

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。

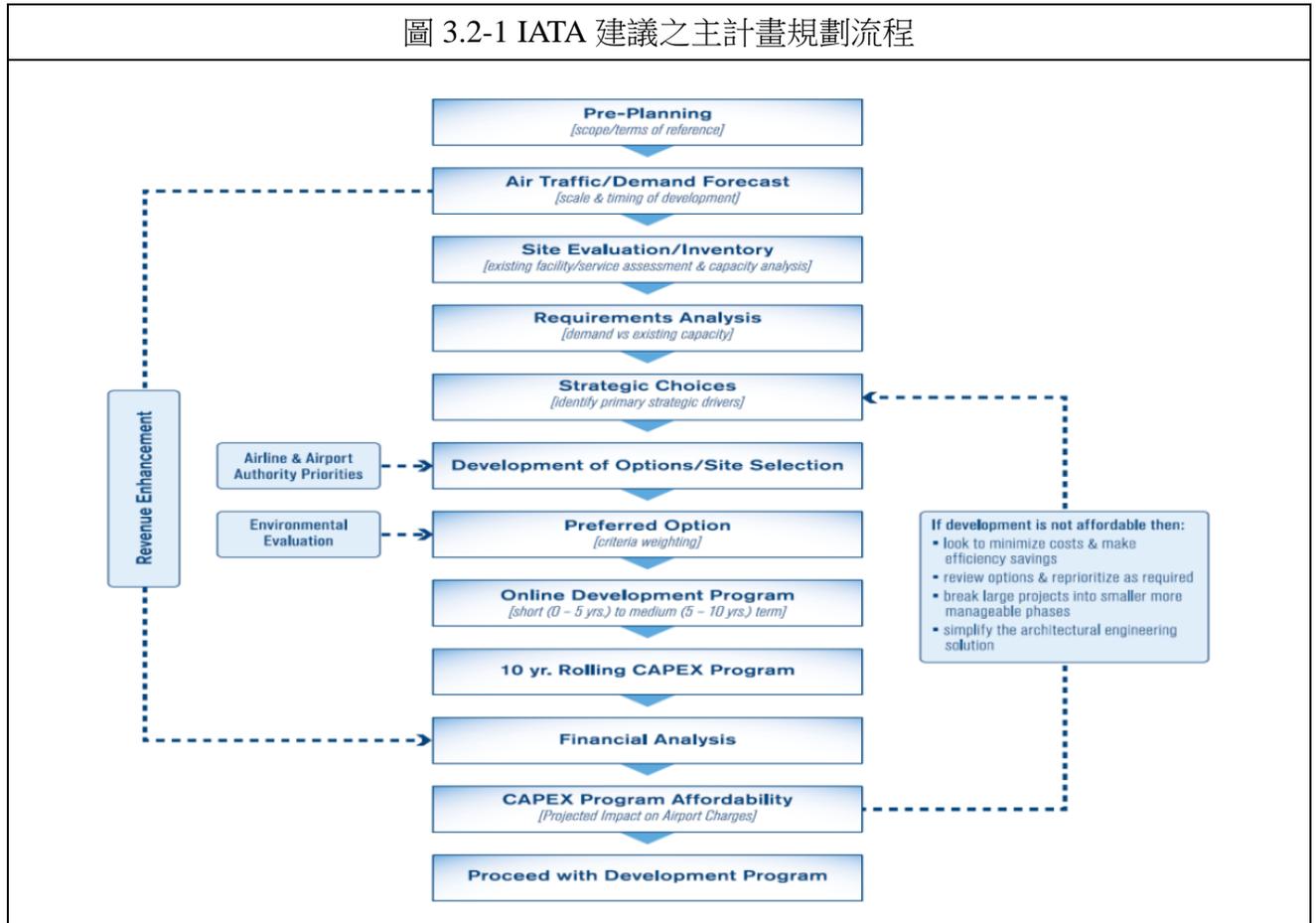
然而，講師在課堂中也再三告知，主計畫其實也並非萬能之計畫，它既非機場工程設計規劃、也不是細部發展規劃，更非財務計畫；主計畫僅可視為一份可支持機場營運策略的長期發展建議報告，並包含了初步資本支出建議及財務評估。主計畫的規劃內容應能將機場未來不同發展情境、可能之運量成長率納入考量，並透過模塊化(modular)或逐步增量擴建(incremental)之準則完成。

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 主計畫規劃流程(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，圖 3.2-1 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。

圖 3.2-1 IATA 建議之主計畫規劃流程



針對圖 3.2-1 所述各流程步驟之重點，整理如次：

- (一) 先期作業(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) 航空運量與需求預測(Air Traffic / Demand Forecast)：預測未來航機起降架次及客、或運量發展。
- (三) 設施檢討評估(Site Evaluation / Inventory)：評估既有設施之服務能量及限制條件，以及供未來發展之土地選擇。
- (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，研擬相關緩解措施。
- (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(含對機場服務費之影響)、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、未來發展計畫涉及之土地使用計畫與期程。

3.3 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。

3.4 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) 運量統計資料：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)。
- (二) 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。
- (三) 空側/空域資料：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。

(四) 財務數據：理解機場財務架構，以利建構財務可行之發展方案。

(五) 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。

(六) 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、機場規劃設計需符合之國家法規及所在地方區域法規等。

(七) 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。

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。其中，跑道配置為機場發展之關鍵因素，以下針對常見的跑道配置形式進行說明(詳圖 3.4-1 至圖 3.4-6)。

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

圖 3.4-1 單一跑道(Single Runway)

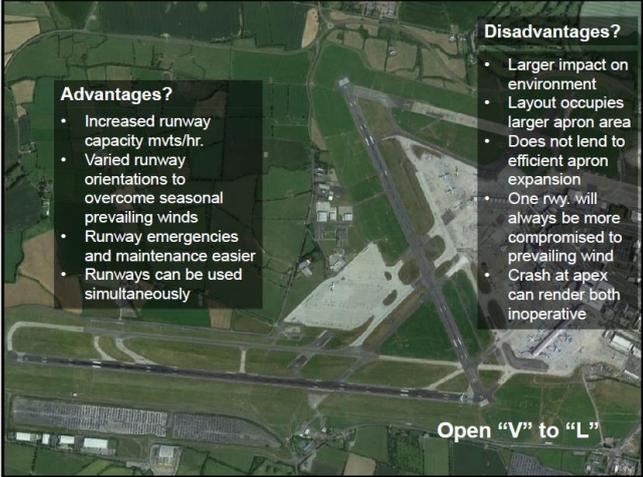
 <p>Advantages?</p> <ul style="list-style-type: none"> Increased runway capacity mvts/hr. Varied runway orientations to overcome seasonal prevailing winds Runway emergencies and maintenance easier Runways can be used simultaneously <p>Disadvantages?</p> <ul style="list-style-type: none"> Larger impact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

圖 3.4-2 開放式 V 型或 L 型跑道 (Open V to L Runways)

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

圖 3.4-3 相交型跑道(Intersecting Runways)

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

圖 3.4-4 交錯型跑道(Staggered Runways)

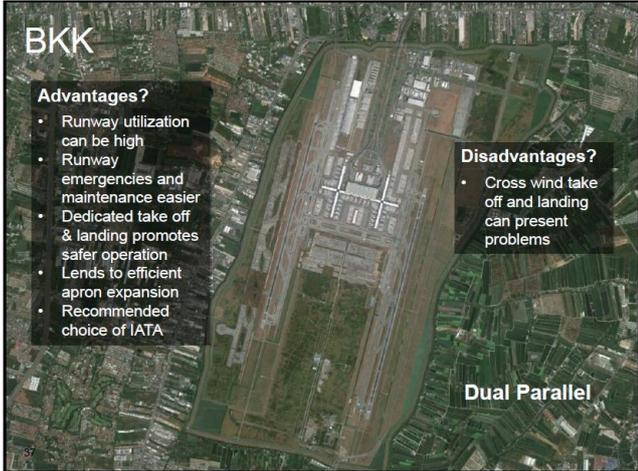
 <p>BKK</p> <p>Advantages?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Runway utilization can be high • Runway emergencies and maintenance easier • Dedicated take off & landing promotes safer operation • Lends to efficient apron expansion • Recommended choice of IATA <p>Disadvantages?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cross wind take off and landing can present problems <p>Dual Parallel</p>	<p>優點：</p> <ul style="list-style-type: none"> • 跑道利用率高。 • 緊急狀況發生時或需要進行維修時，容易管理與運作。 • 各自作為起飛專用及降落專用跑道，營運更為安全。 • 為 IATA 建議的選擇。 	<p>缺點：</p> <ul style="list-style-type: none"> • 如有側風，將導致起飛及降落困難。
--	---	--

圖 3.4-5 雙平行跑道(Dual Parallel Runways)

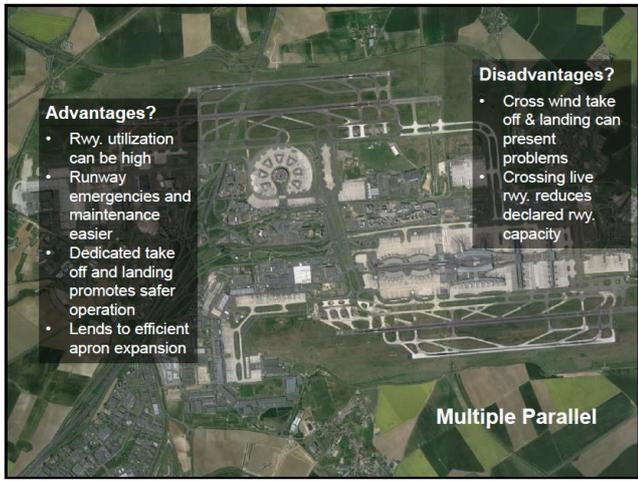
 <p>Advantages?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rwy. utilization can be high • Runway emergencies and maintenance easier • Dedicated take off and landing promotes safer operation • Lends to efficient apron expansion <p>Disadvantages?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cross wind take off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

圖 3.4-4 多平行跑道(Multiple Parallel Runways)

(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)。

3.5 諮詢/協商(Consultation)

(一) 諮詢/協商之目的

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

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

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

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

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(Hot Topics)，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。

3.6 運量預測(Traffic Forecast)

在運量預測之章節，講師主要講授有關機場主計畫辦理運量預測之定義與重要性、運量預測之方法、運量預測所需要之資料及流程、運量預測所面臨之限制與因應等內容，而非直接教導學員如何進行運量預測。

(一) 運量預測之定義與重要性

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。

(二) 運量預測之方法

IATA 將運量預測分成上而下(Top-down)及下而上(Bottom-up)兩種方法，其中上而下(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。

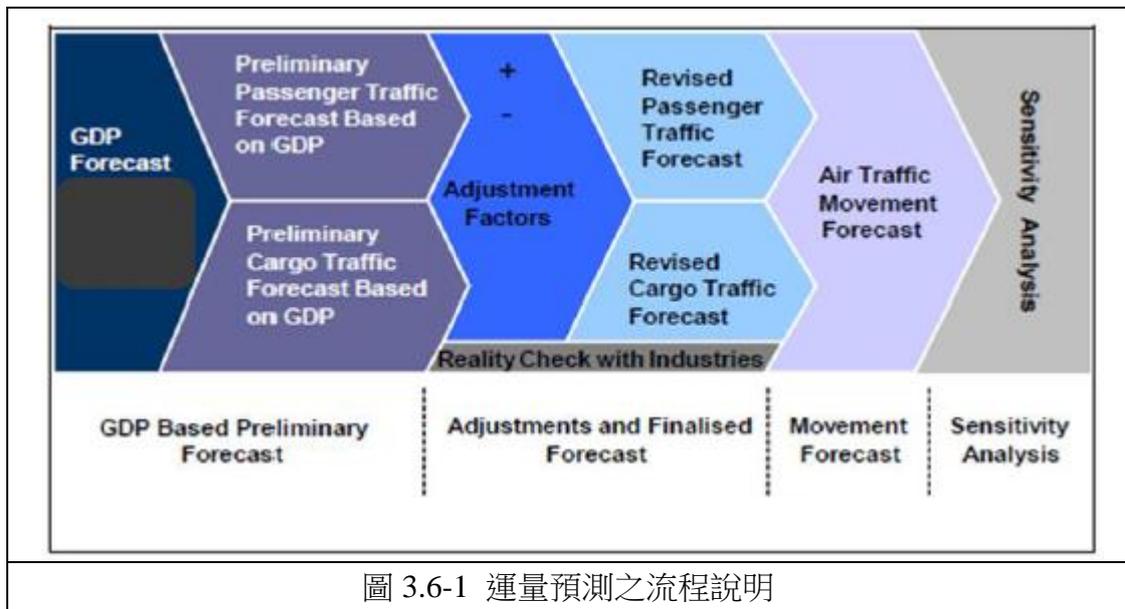
(三) 運量預測所需資料及流程

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，需收集之資料包含如下：

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。

一般來說，IATA 將運量預測之流程分成四大步驟(詳圖 3.6-1 所示)，說明如下：

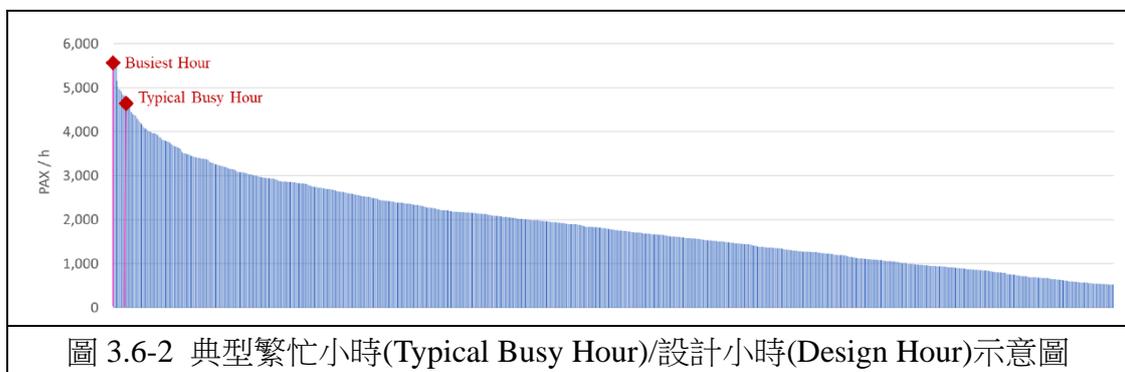
1. 評估最適(或組合)之運量預測模式，進行客、貨運量預測。
2. 根據實際航空市場變化，納入調整因子進行客、貨運量預測結果修正。
3. 產出航空運量預測結果。
4. 進行敏感性分析，產出不同情境下(如樂觀、一般、保守)之運量預測結果。



課程中，講師亦有提及尖峰性(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，而該尖峰小時通常被稱作典型繁忙小時(Typical Busy Hour)或設計小時(Design Hour)。

為訂定合理的尖峰小時運量，IATA 建議將年度每小時的運量由小至大進行排序(如圖 3.6-2 所示)，並從客運量最小的小時開始，將客運量加總，直到客運量累計值達年度總客運量的 97 至 99%時，該小時的客運量即稱作設計小時水準(Design Hour Rate, DHR)，用於作為未來尖峰小時之預測值。



(四) 運量預測之限制與因應

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。

3.7 需求分析(Requirement Analysis)

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，進行缺口分析，並作為後續開發之基礎。一般來說，需進行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(空側及陸側)。

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) 航機機型組合與技術的改變。
- (三) 航空公司商業模式的變化。
- (四) 改變或未遵循 ICAO 標準及建議措施。
- (五) 安檢要求/規格改變。
- (六) 聯外交通或運具分配的改變。
- (七) 機場障礙物或不適當之設施。

另講師亦述及，機場所需的機場設施之類型係由「營運原則」及「場地限制或機會」所定義，而所需機場設施之規模則可透過基準分析(Benchmarking)、計算(Calculation)或模擬(Simulation)來推估，以下針對各項機場設施進行需求分析時所需考量的關鍵因素進行說明：

(一) 空域及空側

1. 尺寸：跑道長度是否足夠、跑道滑行道寬度、間距是否滿足 ICAO 規範等。
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 不同跑道配置之空側容量範例參考

空側容量定義為某段時間可供運作/營運之航機架次，多以年容量或尖峰小時容量表示；其中影響跑道容量的關鍵因素包含跑道佈局(包含跑道長度及地理位置)、跑道營運模式、機隊組合、跑道占用時間(包含快速出口滑行道、平行滑行道、等候區)、空域設計、進場與隔離規則、停機位與航站設計、以及宵禁、噪音等外部限制等。

Runway Configuration	Example	Best Practice (declared) mvts./hr.	Max. mvts./annum recorded to date	Theoretical max. mvts./annum
Single runway	LGW	55	285,969 (2018)	331,238
Dependent parallel	CPH	83	288,793 (2001)	499,868
Independent parallel	MUC	90	432,296 (2008)	542,025
Intersection runways	VIE	68	292,740 (2008)	409,530
3 runways: all independent	AMS	112	496,748 (2017)	662,475
4 runways: 2 pairs of close parallels	CDG	120	551,174 (2008)	698,610

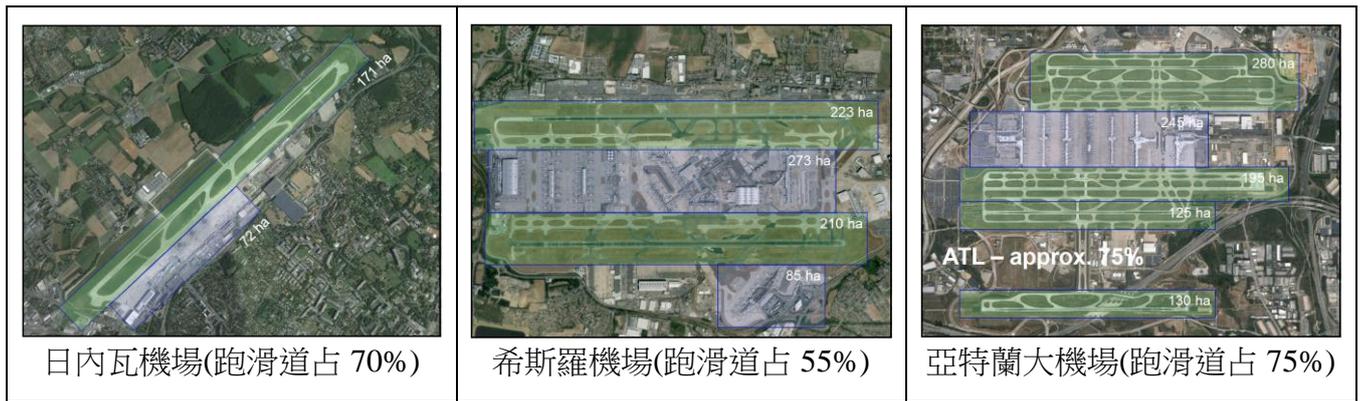


圖 3.7-1 跑道及滑行道用地需求

為供航機起降滑行，跑道及滑行道用地面積約占機場整體面積至少 50%，因此跑道及空側發展是機場擴建期間取得用地的主要驅動力，上述 3 座機場概述了不同跑道配置/數量所需的空間。

表 3.8-2 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

表 3.8-3 滑行道間最小間距
為 ICAO Annex 14 之規範，間距越小，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)	
	New	Old	New	Old	Existing (unchanged)	New	Old
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 3.8-4 滑行道數量及其容量

滑行道係提供飛機於跑道、客運航廈、貨運和維修設施間移動之通道，而滑行道配置係由跑道尖峰時段容量及規劃滑行路徑決定。本表綜整滑行道數量及其容量。

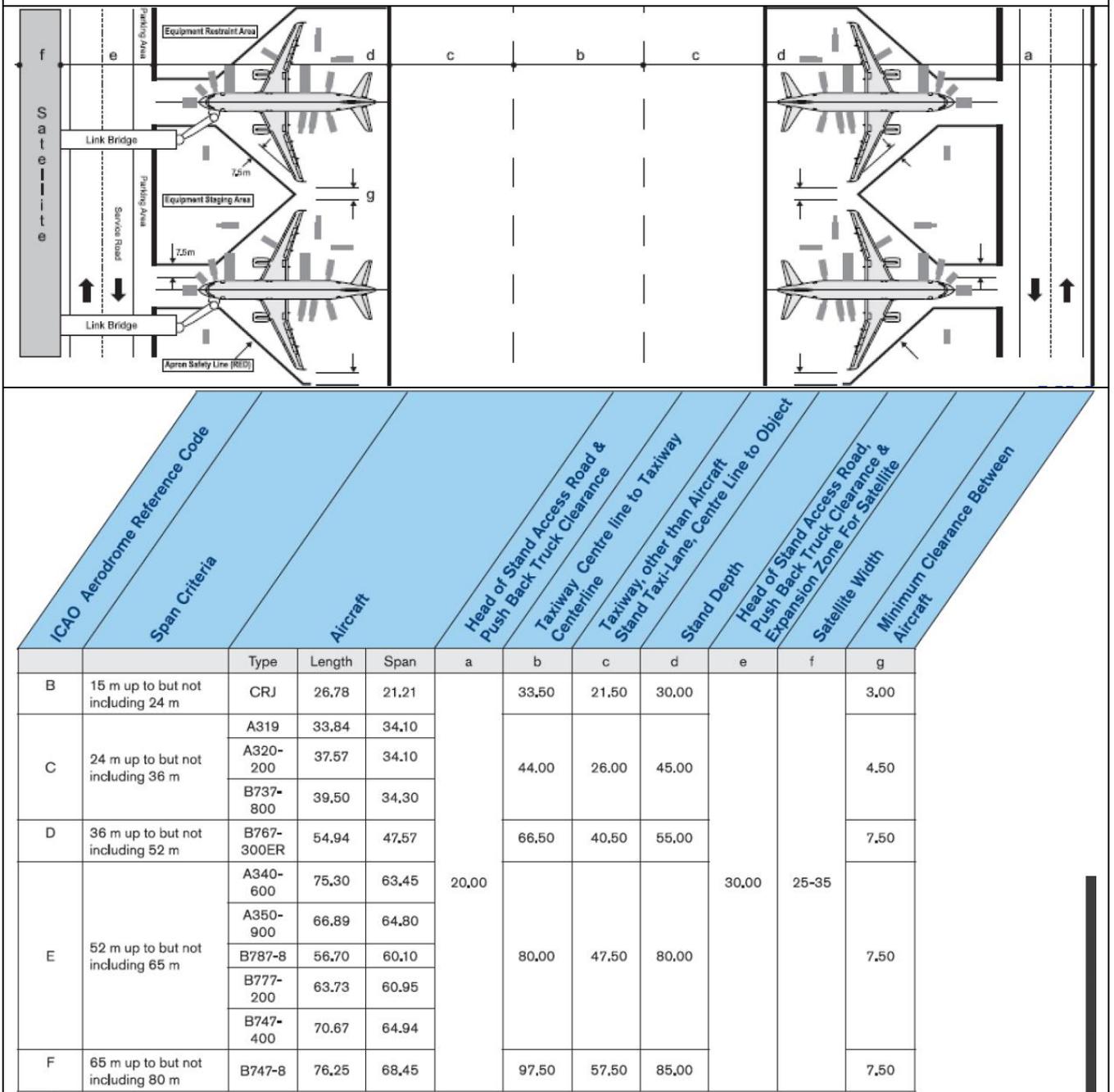
No. of taxiways	Taxiway capacity (mvts./hr.)	Notes
0	0 - 15	Backtracking required on runway
1	16 - 20	
2		Runway capacity will be the limiting factor
Landing only	50 - 55	
Take-off only	30	

表 3.8-5 機坪/停機位需求

停機坪的規模及尺寸取決於預測機場未來之發展型態(如包機、國內線、國際線)，以及尖峰時段的機隊組成(機型、數量)。本表呈現的是考慮不同分類的航機滑行所需淨空範圍後，預估靠站及遠端機位之需求面積。

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 3.8-2、表 3.8-6 ICAO Annex 14 所規範之機坪、滑行道尺寸及間距與示意圖



(二) 客運航廈

有關客運航廈部分，評估航廈容量最常見的方法包含直接觀察法、理論容量的容量方程式(ADRM 12th edition)及模擬模型分析，講師於授課中特別強調，主計畫為高位階之計畫階層(High Level)，針對客運航廈之需求分析，完全取決於該機場欲提供哪個層級的「服務水準」(Level of Service, LOS)。

而有關航廈內各項設施之服務水準，ADRM 11th edition 將其分成時間及空間來看，空間係指每位旅客可使用的空間，時間則指排隊中旅客的最大等候時間，並定義出不同層級服務水準的量化準則，可分為過度設計(Over-Design)、最佳設計(Optimum)及次佳設計(Sub-Optimum)，而設施包含公共出/入境大廳、報到櫃檯區(自助機台、行李托運櫃檯、報到櫃檯)、安檢區、出入境管制區、海關管制、登機門、行李提取區等，最後以一時空矩陣綜合考量時間及空間，評估整體航廈之服務水準。

此外，IATA 建議客運航廈之規劃目標是提出一個最佳設計(Optimum)，避免提供過度或不足的機場設施，在舒適環境的前提下，有充足的空間容納各項所需功能，且旅客等候時間亦在可接受的範圍之內，期能在航廈規模與旅客期望間找到最佳平衡，使資本支出及營運支出維持在一個合理可接受的範圍之內。

表 3.7-7 航廈內各項設施服務水準(LOS)之定義

ADRM 11th edition 針對航廈內各項設施每個人可使用的空間或最大等候時間提出不同服務水準的量化準則，並將其分為過度設計 (Over-Design)、最佳設計 (Optimum) 及次佳設計 (Sub-Optimum)；航廈內設施包含公共出/入境大廳、報到櫃檯區(自助機台、行李托運櫃檯、報到櫃檯)、安檢區、出入境管制區、海關管制、登機門、行李提取區等。

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		
	LoS Parameter:	Over-Design	Optimum	Sub-Optimum	Over-Design	Optimum	Sub-Optimum	Over-Design	Optimum	Sub-Optimum	Over-Design	Optimum
Public Departure Hall	> 2.3	2.0 - 2.3	< 2.0	n/a			n/a			Optimum proportion of seated occupants: 15 - 20%*		
Check-In	Self-Service Kiosk (Boarding Pass / Bag Tagging)	> 1.8	1.3 - 1.8	< 1.3	< 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		
	Check-In Desk (queue width: 1.4 - 1.6m)	> 1.8	1.3 - 1.8	< 1.3	< 10	10 - 20	> 20	< 3	Business Class 3 - 5 First Class 1 - 3	> 5 > 3		
Security Control (queue width: 1.2m)	> 1.2	1.0 - 1.2	< 1.0	< 5	5 - 10	> 10	< 1	Fast Track 1 - 3	> 3			
Emigration Control (Outbound Passport Control) (queue width: 1.2m)	Staffed Emigration Desk	> 1.2	1.0 - 1.2	< 1.0	< 5	5 - 10	> 10	< 1	Fast Track 1 - 3	> 3		
	Automatic Border Control	> 1.2	1.0 - 1.2	< 1.0	< 1	1 - 5	> 5	n/a				
Gate Holdrooms ***	Seating	> 2.2	1.8 - 2.2	< 1.8	n/a			n/a			Optimum proportion of seated occupants: 50 - 70%*	
	Standing	> 1.5	1.2 - 1.5	< 1.2	n/a			n/a				
Immigration Control (Inbound Passport Control) (queue width: 1.2m)	Staffed Immigration Desk	> 1.2	1.0 - 1.2	< 1.0	< 5	5 - 10	> 10	< 1	Fast Track 1-5	> 5		
	Automatic Border Control	> 1.2	1.0 - 1.2	< 1.0	< 1	1 - 5	> 5	n/a				
Baggage Reclaim	Narrow Body Aircraft	> 1.7	1.5 - 1.7	< 1.5	< 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).**	
	Wide Body Aircraft	> 1.7	1.5 - 1.7	< 1.5	< 0	0 / 25	> 25	n/a				
Customs Control	> 1.8	1.5 - 1.8	< 1.5	< 1	1 - 5	> 5	< 1	1 - 5	> 5	Waiting times refer to a procedure when 100% of the passengers are being checked by Customs		
Public Arrival Hall	> 2.3	2.0 - 2.3	< 2.0	n/a			n/a			Optimum proportion of seated occupants: 15 - 20%*		

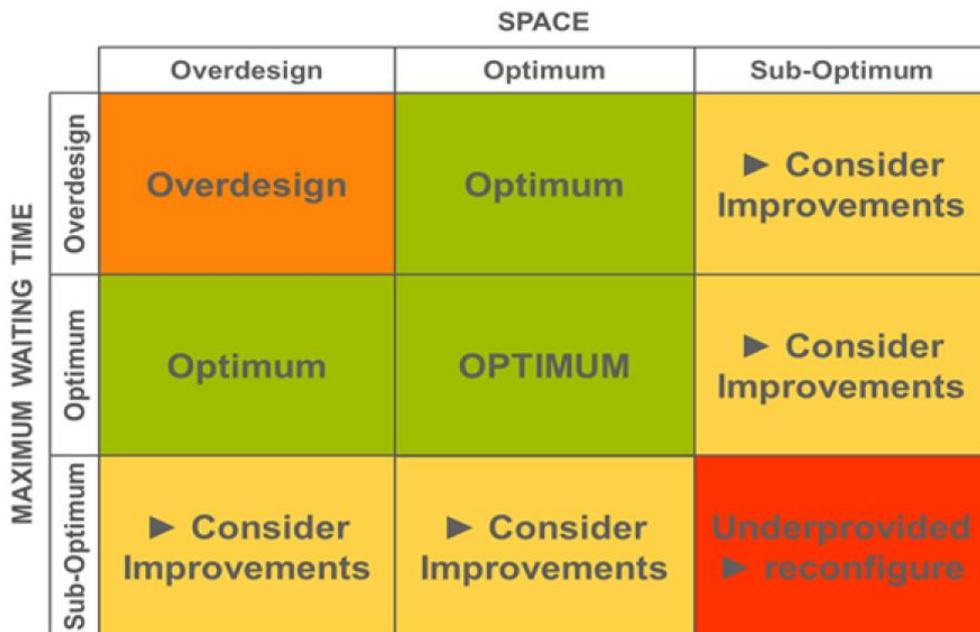


圖 3.7-3 服務水準(LOS)之時空矩陣

承上表，將時間與空間之服務水準綜合考量，提出一時空矩陣，其中橫軸為空間維度，縱軸則為時間維度，可依此時空矩陣評估航廈設施及排隊區域之整體服務水準。

(三) 機場支援輔助設施

支援輔助設施之需求分析可藉由各利害關係人所提供之量化數據進行分析，而其中基準分析(Benchmarking)可以透過與標竿機場或現況進行比較，以下針對需考量之相關設施進行說明：

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。
- (四) 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。

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、評估發展方案，惟圖中步驟往往是需要反覆進行，可能的原因如下：

- (一) 透過初期之成本估算(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。
- (二) 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。
- (三) 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。
- (四) 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。

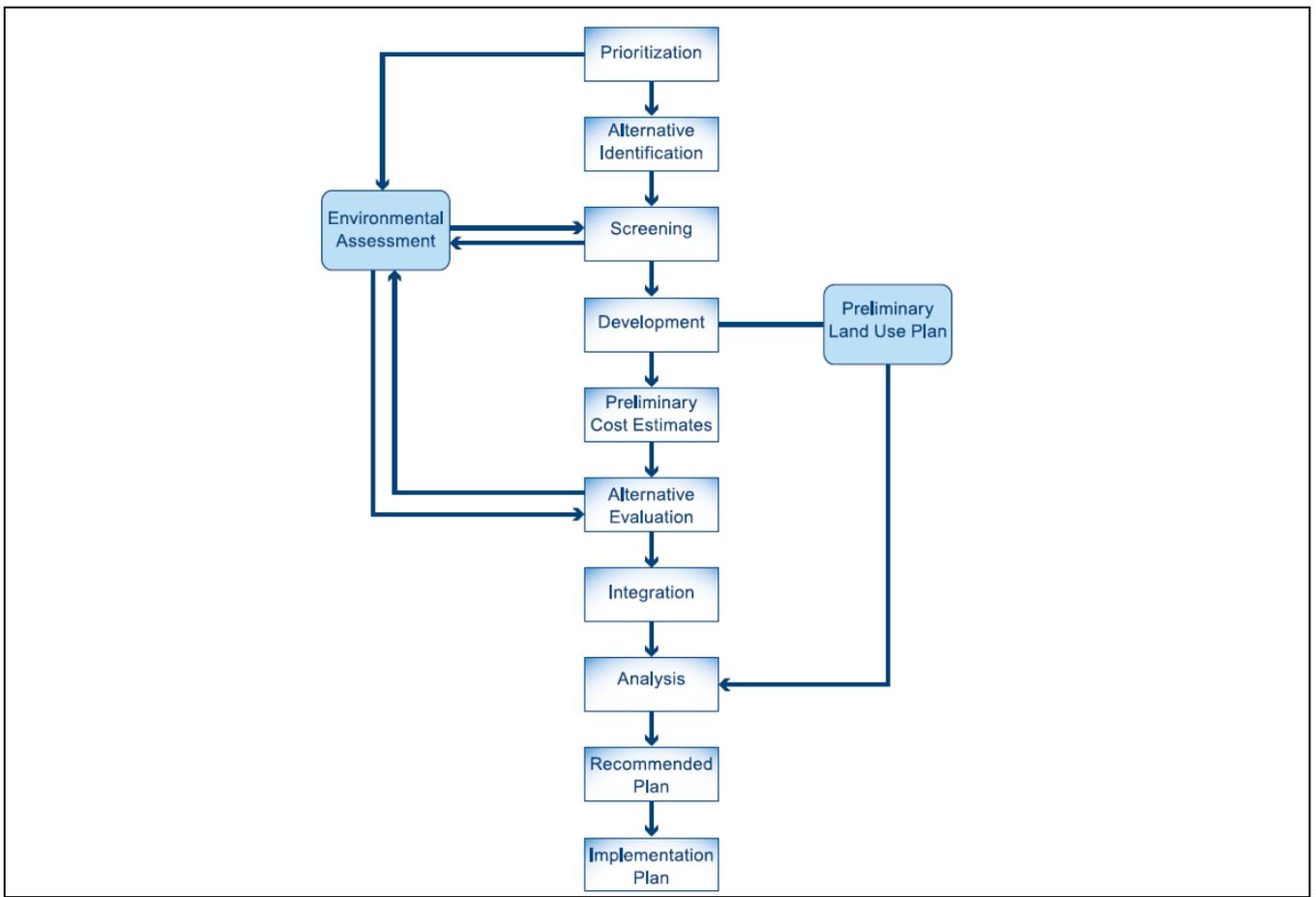


圖 3.8-1 IATA 建議之機場發展方案建構流程

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，有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)。

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 (Alternative Identification)

一般來說，空側配置、航廈配置、支援輔助設施及陸路聯外運輸為組成機場整體配置的四大要素，建議前述各要素應先獨立提出合理且可行的選項，接著再組合成機場整體配置方案，且規劃者須確認所有方案選擇具有潛在可行性，惟於此階段各方案選擇應只是概念性規劃(以文字描述或基本圖示)；此外，基於航空產業為持續快速變遷之產業，各方案選擇宜具有彈性，並可採模組化、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方案聚焦至幾個可再進一步研究之方案，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，並與利害關係人取得共識。
3. 記錄保留及刪除之方案。

(五) 方案建構 (Development of options)

完成方案之初步篩選作業後，IATA 建議規劃者可以列出被保留下來之方案，以定量之概念評估各方案之服務能力/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。

1. 跑道、滑行道

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，IATA 建議的空側配置應確保以下原則：

- (1) 建議留設足夠空間配置二條平行滑行道。
- (2) 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 2,000 公尺。
- (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。
- (5) 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 至 4 架航機等候，且與主跑道之銜接角度應小於 90 度。

2. 停機坪/停機位

- (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) 機坪位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. 客運航廈

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 建議可將航空公司的自動化計畫(Automation Plan)、簡化的移民、海關及安檢流程、以及提倡旅客資訊共享與無接觸的 One ID 計畫納入考量，以確保提出適當的設施規模。

在進行航廈規劃時，IATA 建議之原則如下：

- (1) 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。
- (2) 儘量將屬於相同聯盟之航空公司配置在同一棟航廈營運。
- (3) 設置低成本航空專用航廈/衛星廊廳是不彈性的作法。
- (4) 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。
- (5) 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。常見之航廈配置如下圖 3.8-2 至圖 3.8-6 所示。

<p>Pier / Finger Configuration</p>	<p>優點：</p> <ul style="list-style-type: none"> • 陸側進出動線簡單。 • 機位配置較具效益。 • 登機門易於辨識。 • 可有較低之 MCT。 • 可配置集中式安檢查驗。 • 可採模組式擴建，擴建較具成本效益。 • 可依市場區隔配置指狀廊廳。 	<p>缺點：</p> <ul style="list-style-type: none"> • 集中式航站大廳可能產生擁擠。 • 指狀廊廳間之空側區域可能相互影響。 • 旅客步行距離較長。 • 多處指狀廊廳可能導致航機滑行距離及滑行時間較長。
------------------------------------	---	--

圖 3.8-2 碼頭式/指狀式(Pier/Finger)配置-以多倫多皮爾遜機場(YYZ)為例

<p>DTW</p> <p>Linear Configuration</p>	<p>優點：</p> <ul style="list-style-type: none"> • 陸側進出動線簡單。 • 擴建航站大廳不會與空側營運衝突。 • 機位配置較具效益。 • 登機門易於辨識。 • 可有較低之 MCT。 • 可配置集中式安檢查驗。 • 可採模組式擴建，擴建較具成本效益。 	<p>缺點：</p> <ul style="list-style-type: none"> • 集中式航站大廳可能產生擁擠。 • 若僅於單邊配置機位，則欠缺效益。 • 旅客步行距離較長。
--	--	---

圖 3.8-3 線型(Linear)配置-以底特律都會韋恩機場(DTW)為例

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

圖 3.8-4 X 型配置-以匹茲堡機場(PIT)為例

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

圖 3.8-5 Y 型配置-以香港機場(HKG)為例

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

圖 3.8-6 衛星型(Satellite)配置-以亞特蘭大機場(ATL)為例

4. 機場支援輔助設施

主計畫僅需考量主要的支援輔助設施，將相關原則說明如下：

- (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，試機區位與規模應妥為考量。
- (2) 貨運站：貨物包含全貨機及腹艙載貨的貨運，建議將貨物裝卸區域與航機停放區域之區位與連結納入考量；建議貨運及客運設施應相鄰，以減少彼此間的轉移距離。
- (3) 除冰設施：宜儘量配置於鄰近常用起飛方向之跑道頭。
- (4) 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) 塔臺及消防搶救設施：依 ICAO Annex 14 規範設置。

5. 陸路聯外運輸系統

陸路聯外運輸系統可優先考量公路及軌道運輸。有關公路的規劃，應具備彈性及韌性，與機場的連接點需將安全納入考量，而公共停車空間(包含短期、長期及員工停車需求)亦為公路運輸的一部份，須納入考量規劃；鐵道部分，包含高速鐵路、區域鐵路或捷運等項，建議應將鐵路運輸之轉乘納入考量，包含車站設置、旅客轉乘便利性、轉乘資訊與標示等，另若情況允許，可於鐵路運輸系統提供航班報到及行李托運之服務。

(六) 初步土地使用計畫 (Preliminary Land-use Plan)

在發展方案建構及方案評估過程中，建議儘早啟動進行初步土地使用計畫，目標係為確認是否有足夠之用地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) 初步成本估算 (Preliminary Cost Estimates)

成本估算為方案評估與比較之重要考量，建議可先概估發展方案之成本，以為後續財務效益評估預作準備；此外，於在初步成本估算過程中，某些方案選擇可能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之權重。

2. 諮詢相關利害關係人針對上揭準則及權重的意見。
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，應特別留意採一般廣泛的準則，用以突顯出不同方案間之差異性，常見之評估準則如下：

1. 機場營運及旅客體驗

(1) 空側

- 航機運作延誤成本。
- 運作效率改善後節省之成本。
- 航機機型容量。

(2) 航廈

- 旅客體驗：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。
- 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。
- 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。
- 政府考量：可滿足目前與未來安檢、證照查驗規定及需求。
- 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。

2. 規劃彈性及發展潛力

(1) 規劃目標年外之成長潛力。

- (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：是否最大限度地減少環境影響，包含噪音及排放。
 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。

(九) 整合 (Integration)

主計畫發展方案建構之最後階段係將所有關鍵組合要素進行整合，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. 機場使用者能夠在高效及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。

3.9 書面報告產出 (Reporting)

機場主計畫的書面報告是一份匯集主計畫規劃過程之文件，通常是給機場決策者或是利害關係人所用，亦可上傳於機場公開網站上供查詢參閱，內容應是可以被廣泛地、包含非技術性的審查團隊理解，另亦建議採一致的格式，以便不同機場間的主計畫互相參考比較，以下針對應涵蓋之章節內容進行說明：

- (一) 執行摘要 (Executive summary)
- (二) 介紹 (Introduction)
- (三) 運量預測結果 (Air traffic forecasts)
- (四) 選址評估 (Site analysis)
- (五) 環境與永續 (Environmental & Sustainability)
- (六) 利害關係人諮詢 (Stakeholder consultations)
- (七) 需求分析 (Requirements analysis)
- (八) 方案建構過程 (Optioneering process)
- (九) 機場分期發展策略 (The phasing strategy for the airport)
- (十) 成本預估及財務分析 (Cost estimates and the financial analysis) (選擇)
- (十一) 附錄 (Appendices)

此外，除了文字記錄之外，IATA 建議亦應有圖像化之相關記錄，例如：機場未來發展藍圖、機場位置圖(含機場周邊 15 至 20 公里半徑之範圍)、風玫瑰圖、機場地產圖、分期發展計畫圖、等噪音線圖(現況、未來 5 年、10 年、20 年)、禁限建範圍等。

四、心得與建議

4.1 心得

(一) 機場主計畫對機場未來發展相當重要，且須定期滾動檢討並回顧檢討運量預測結果

雖然機場主計畫僅是提供機場未來發展的概念與構想，且須視情形滾動檢討修正，但講師一再強調機場主計畫之重要性。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，有賴一份完善周全、並保留後續發展彈性的機場主計畫，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。

此外，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，IATA建議所提之擴建計畫應具備彈性、且採模組化方式推動，並應定期(至少每五年)回顧檢視已辦理完成之主計畫內容，或是當內外環境條件產生巨大變化時，則應立即辦理主計畫檢討，以為未來發展預作準備；另每年亦須持續回顧檢討已完成之運量預測成果，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。

(二) 機場主計畫屬較高位階的機場規劃，非機場未來發展的唯一依據

雖機場主計畫對於機場未來發展有其重要性，然講師再三強調機場主計畫屬於高位階之計畫階層(High Level)，其中空側部分須著重於是否符合 ICAO 所訂定之規範(如 ICAO Annex 14)，以確保飛航安全；而陸側部分則取決於該機場欲提供哪個層級的服務水準(Level of Service, LOS: Overdesign, Optimum, Sub-Optimum)。

此外，講師亦述及機場主計畫非機場未來發展的唯一依據或解答，後續有賴更細部的建設計畫或資本支出計畫，以及持續地回顧檢討作業予以支持，使機場未來發展能朝機場管理當局所設定之願景發展。

(三) 各國可因地制宜辦理機場主計畫 - 以航廈新建/擴建規模為例

講師同時也強調每個機場都是獨立的個案，是不能複製的(When you see an airport, you see an airport)，雖然主計畫的辦理過程其中一個重要方法是參考國際間的標竿機場(benchmarking)，惟各國仍可因地制宜辦理，研提符合該國/該機場未來發展的主計畫。

以航廈新建/擴建規模為例，部分中東國家因地大且財力雄厚之背景，新建/擴建機場航廈之思維模式都是「愈大愈好」，而講師則特別提醒，各國應納入各自機場之發展背景，考量實際使用情形，以及該機場欲提供之服務水準(LOS)進行衡量，否則將可能有過度投資或浪費資源的情形發生；此外，講師以新加坡樟宜機場為例，過去樟宜機場的第一航廈至第三航廈，均係採挑高、超大空間、分散式行李安檢設備(於各登機門進行安檢)之原則進行規劃設計，實際上有部分空間可能是閒置浪費的，而目前最新啟用的第四航廈，則轉變為較適中之空間、集中式安檢設備之原則進行規劃設計，顯見即便是同一機場，機場管理當局仍可以有不同的航廈新建/擴建思維模式。

(四) 諮詢作業之重要性

機場發展目前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)，所衍生之人流與物流，進而影響周邊區域發展，甚至衍生出航空城(Airport City)之概念，也因此於規劃階段，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，過程中應藉由諮詢作業，將機場相關利害關係人及所在區位周邊發展或需求一併納入考量。

講師提出，主計畫之諮詢作業是複雜、惱人的，畢竟任何機場利害關係人皆希望受惠、而非受制於機場，如何讓各利害關係人的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，均有賴於儘早開始諮詢作業，和不厭其煩的說明。

4.2 建議

(一) 本局歷年辦理主計畫之程序及評析項目符合 IATA 之建議，惟仍可持續派員參加相關課程以掌握最新規劃知識、重視我國航空人才培養並促進國際交流

本次課程的講師為 IATA 機場規劃部門的主管，擁有豐富的機場規劃經驗，透過講師的授課過程，得以瞭解目前國際間機場規劃之情形，並通過一系列的課程安排，能系統性、邏輯性地掌握機場規劃之概念；此外，參與學員來自世界各地，包含臺灣、新加坡、泰國、印度、沙烏地阿拉伯、阿拉伯聯合大公國及肯亞等 7 個國家的航空領域從業人員，藉由學員間彼此交流各自國家/機場/公司的作法及經

驗，更甚是提出挑戰，有助於以不同觀點切入及思考，再者，於學員間交流或上台分享的過程中，亦有機會可以介紹臺灣的機場發展與現況等，是個行銷我國的好機會，得以增加我國的國際能見度。

航空領域專業且涉及面向相當廣泛，就歷年本課程的熱情參與程度顯見各國對於航空人才培育的重視，建議後續可持續定期派員參與 IATA 機場規劃相關課程，除吸收國際間最新的機場規劃知識外，亦可增進國際交流，期能對於我國後續機場規劃與發展有正面助益。

(二) 機場建設應注重成本效益分析，並朝永續經營之方向規劃

機場建設應考量營運成本與效益，尤其新增設備於設置前，應詳實評估其投資效益與使用率，並預先規劃未來建設期程，預計未來擴建之運量點，以逐步擴張方式，避免不當的投資，或造成設備閒置或效益不佳的情形。

在疫情影響之下，後疫情時代之航空產業發展更受關注，各國各地都應思考各自的優勢與機會，找出機場營運與發展的關鍵點，尋找利基市場，唯有找出機場本身的策略目標，才能永續經營。

附錄 1 參訓及格證書



Certificate
This is to certify that
Yiting Li
born on 10 November, has passed with distinction the IATA classroom course
Airport Master Planning

4-8 September 2023
Singapore, Singapore
given by instructor(s) Allan Young



Willie Walsh
Director General, IATA



This is a secured QR-code
To verify it, please refer to
www.iata.org/training-authenticate



0001629596 YAS

附錄 2 參訓學員與講師



Airport Master Planning

September 04-08, 2023 | Singapore



Front row

Yi-Ting Li (Civil Aeronautics Administration (Taiwan) – Chinese Taipei); Madhusudhanan Ramachandran (Bangalore International Airport Limited – India); **Allan Young (IATA Instructor)**; Saran Chaiyasuta (Avis Consultant – Thailand); Fouad Benrumaih (Riyadh Airports Company – Saudi Arabia).

Back row

Moulham Zahabi (MATARAT Holding – Saudi Arabia); Enrique Aguilar (MATARAT Holding – Saudi Arabia); Onur Yamuk (Surbana Jurong Consultants Pte Ltd – United Arab Emirates); Hasan Tayyeb (MATARAT Holding – Saudi Arabia); Thomas Pellegrin IATA Asia Pacific Regional – Singapore); Isaac Omondi Odek (Inspectorate of State Corporations – Kenya).

附錄 3 IATA ADRM 第 12 版目錄及部分簡介內容



Table of Contents

Contributors	ix
Acknowledgements	xiii
Section 1—Introduction	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 Emerging Trends	6
1.7 How to Use the ADRM	6
1.8 COVID19 Green Pages	8
Section 2—Key Considerations for Airport Development	9
2.1 Introduction	9
2.1.1 Data Requirements	10
2.2 Forecasting	14
2.2.1 Introduction and Definition	15
2.2.2 Economic Base for Air Travel	23
2.2.3 Historical Aviation Activity	28
2.2.4 Review of Existing Forecasts	35
2.2.5 Common Forecasting Techniques	35
2.2.6 Passenger Activity Segmentation and Scenarios	39
2.2.7 Baggage Forecast	41
2.2.8 Air Cargo Activity Forecast	42
2.2.9 Air Transport Movement Forecast	45
2.2.10 Peak Period Forecast	51
2.3 Master Planning	68
2.3.1 Introduction	72
2.3.2 Consultation	76
2.3.3 The Master Planning Process	81
2.3.4 Preplanning	84

2.3.5	Traffic Forecasts.....	88
2.3.6	Data Collection, Site Evaluation and Facility Potential	89
2.3.7	Requirements Analysis.....	99
2.3.8	Development of Options.....	116
2.3.9	Environmental Responsibility	130
2.3.10	Land Use Planning	131
2.3.11	Outline Development Plan.....	137
2.3.12	Financial Assessment	140
2.3.13	Reporting/Deliverables	149
2.3.14	Master Planning on a Greenfield Site	153
2.4	Airport Environmental Sustainability	165
2.4.1	Introduction.....	165
2.4.2	Local Environmental Issues	167
2.4.3	Community and Social	178
2.4.4	Energy and Carbon	184
2.4.5	Green Mobility	208
2.4.6	Resources Management	215
2.4.7	Airport Environmental Resiliency	229
2.4.8	Airport Sustainability Performance Management.....	238
2.5	Universal Design and Accessibility	240
2.5.1	Introduction.....	240
2.5.2	Universal Design	242
2.5.3	Social and Legal Drivers	246
2.6	Airport Technology	249
2.6.1	Introduction.....	249
2.6.2	Future Technology Goals and Objectives	250
2.6.3	Establish a Unifying Technology Strategy.....	253
2.6.4	Airport Digital Transformation.....	253
2.6.5	Airport IT Trends	259
2.6.6	Best Practice	263
2.6.7	Developing and Adopting Future Technology	279
2.6.8	Future Technologies—Impact Consultation.....	280
2.7	Development of a Concept of Operations	281
2.7.1	Introduction.....	281
2.7.2	The Passenger Journey	285
2.7.3	The Bag Journey	296
2.7.4	The Staff Journey	309
2.7.5	Planning for Irregular Operations (Operational Resilience)	315

2.8	Pandemic Resilience and Healthy Buildings.....	325
2.8.1	Introduction.....	325
2.8.2	Circles of Protection for Pandemic Resilience.....	328
2.8.3	Key Design Considerations for Healthy and Pandemic-Resilient Buildings.....	332
2.8.4	Digital Technology.....	341
2.9	Planning for Construction Delivery.....	342
2.9.1	Overview.....	342
2.9.2	Project Execution Plan.....	347
2.9.3	Construction Execution Plan.....	348
2.9.4	Testing and Commissioning Plan.....	369
2.9.5	Demobilization.....	374
2.9.6	Other Industry Guidance.....	374
2.10	Planning for Operational Readiness and Airport Transfer.....	375
2.10.1	Overview.....	375
2.10.2	Program Structure.....	377
2.10.3	ORAT Stages.....	392
2.10.4	ORAT Workstreams.....	401
2.11	Airport Simulation.....	411
2.11.1	Introduction.....	411
2.11.2	History and Evolution.....	412
2.11.3	Definitions and Basic Considerations.....	416
2.11.4	Areas of Application.....	421
2.11.5	Project Methodology.....	434
2.11.6	Best Practice Project Life Cycle Examples.....	445
2.11.7	General Considerations and Lessons Learned.....	466
2.12	Planning for Collaborative Decision-Making.....	475
2.12.1	Overview.....	475
2.12.2	Achieving an Effective and Efficient Turnaround Process: A-CDM.....	476
2.12.3	A Need to Rethink and Go Beyond A-CDM.....	477
2.12.4	A-CDM is Not for All Airports and Will Not Solve All Problems.....	477
2.12.5	General Guidelines for A-CDM Implementation.....	478
2.12.6	Common Objectives and Performance Metrics.....	479
2.12.7	A-CDM Roles and Responsibilities for Airport Operators.....	480
2.12.8	Stakeholder Access to A-CDM Data.....	480
2.12.9	Airport Infrastructure Required to Support A-CDM.....	481
2.12.10	Efficiency Benefits to be Expected from A-CDM.....	481
2.12.11	A-CDM References.....	482

Section 3—Facilities Planning	483
3.1 Introduction.....	483
3.2 Airside Infrastructure	483
3.2.1 Runways.....	483
3.2.2 Taxiways and Taxilanes.....	489
3.2.3 Aprons	494
3.2.4 Aircraft Ground Servicing	512
3.2.5 Air and Ground Navigation Aids.....	519
3.2.6 Jet Fuel Infrastructure	528
3.3 Passenger Terminal	550
3.3.1 Introduction.....	550
3.3.2 Terminal Design Guiding Principles	551
3.3.3 Terminal Planning Concepts	563
3.3.4 Terminal Capacity and the Level of Service	588
3.3.5 Departure Processes and Facilities	618
3.3.6 Arrivals Processes and Facilities	679
3.3.7 Transfers Processes and Facilities	702
3.3.8 Baggage Handling Systems	707
3.3.9 Universal Design and Terminal Accessibility	744
3.3.10 Concessions and Retail.....	776
3.3.11 Supporting Facilities and Design Principles	798
3.3.12 Wayfinding and Signage	812
3.4 Landside Access Systems	827
3.4.1 Introduction.....	827
3.4.2 Preplanning	833
3.4.3 Data Collection and Site Evaluation.....	835
3.4.4 Facility Requirements Analysis	839
3.4.5 Forecasts.....	840
3.4.6 Development of Options.....	846
3.4.7 Levels of Service	876
3.5 Cargo Terminal.....	878
3.5.1 Introduction.....	878
3.5.2 Cargo Operations	878
3.5.3 Digital Cargo.....	887
3.5.4 Air/Rail Cargo	887
3.5.5 The Cargo Apron.....	888
3.5.6 The Cargo Facility	890
3.5.7 Forecasting and Sizing.....	892
3.5.8 Sizing Parameters	896

3.5.9	Cargo Design Considerations: Scope of Evaluation	900
3.5.10	Typical Cargo Flows.....	912
3.5.11	Cargo Communication Controls	913
3.5.12	Cargo Control Regulations	914
3.5.13	Cargo Security Controls	914
3.5.14	Cargo Safety Controls	916
3.5.15	Cargo Government Controls	916
3.5.16	Cargo Facilitation	916
3.5.17	Express Cargo Processing.....	918
3.5.18	Perishable Cargo.....	927
3.5.19	Mail Facilities.....	934
3.6	Airport Support Elements	937
3.6.1	Aircraft Maintenance	937
3.6.2	Airline Administration Buildings.....	940
3.6.3	Airport Authority Administration.....	941
3.6.4	Airport Maintenance and Logistics	942
3.6.5	Aircraft Deicing/Anti-Icing Facilities	947
3.6.6	General Aviation.....	951
3.6.7	Ground Service Equipment Maintenance	952
3.6.8	Aircraft In-Flight Catering Facilities	953
3.6.9	Airport Security/Controlled Access.....	955
3.6.10	Vehicle Refueling and Recharging Stations.....	963
3.6.11	Airport Fire Services.....	967
3.7	Utilities.....	971
3.7.1	Utilities Master Plan.....	971
3.7.2	Centralized Utilities Distribution.....	972
3.7.3	Electric Services.....	973
3.7.4	Water	974
	Glossary	977
	Acronyms	985

Section 1—Introduction

1.1 IATA—Who We Are; What We Do

International air transport is one of the most dynamic and fast-changing industries in the world. The International Air Transport Association (IATA) is the industry's responsive and forward-looking trade association. IATA operates at the highest level of global professional standards.

- △ Founded in 1945, IATA is the trade association for the world's airlines, representing some 290 airlines or 82% of total air traffic.

IATA airlines recognize that cooperation helps them meet the needs of a rapidly changing aviation industry. This cooperation allows airlines to offer a seamless service at the highest possible levels of quality to passengers and cargo shippers. Much of this cooperation is expressed through IATA, whose mission is to “represent, lead and serve the airline industry”.

IATA helps to ensure that its members' aircraft can operate safely, securely, efficiently and economically under clearly defined and understood rules. Continual efforts by IATA ensure that people, [freight](#) and mail can move around the intricate global airline network as safely, simply and cost-effectively as possible.

IATA proactively supports joint industry action essential for the sustainable development of the air transport system. IATA's role is to identify issues, help establish industry positions and communicate these to governments and other relevant authorities.

1.2 IATA's Airport Activities

- △ The *Global Airports Infrastructures and Fuel (AIF)* section of IATA's *Airports, Passenger, Cargo and Security (APCS)* division aims to provide planning expertise and the global perspective to ensure that airport projects gain early airline community involvement and produce facilities that are demand-led, fit-for-purpose and cost effective to develop and operate. The revised *IATA Airport Development Reference Manual (ADRM)* provides guidelines and recommendations that enhance airport planning and design. Where major airport capital programs are being planned or are underway, IATA supports the aviation industry by convening [Airport Consultative Committees \(ACCs\)](#). The purpose of ACCs is to help gather airline requirements and recommendations and to centralize this input for the benefit of airport operators and owners. IATA also provides specialized commercial airport consultancy services worldwide.

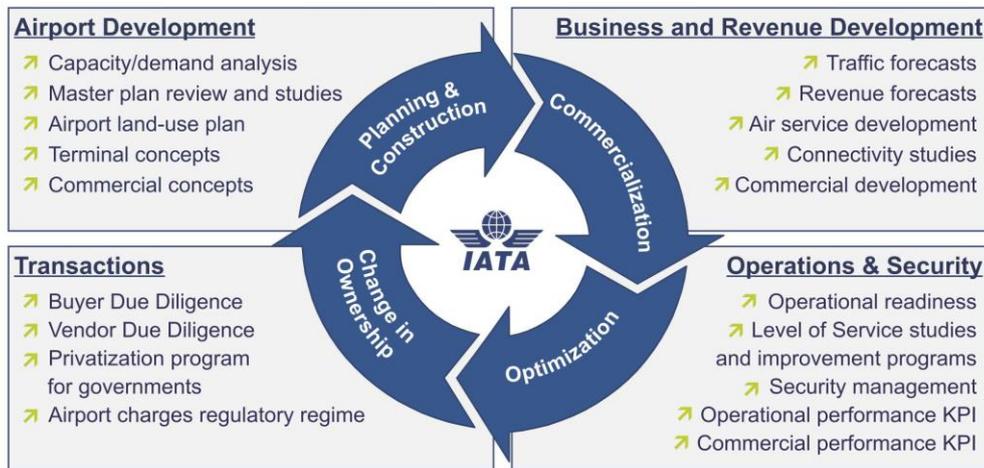
1.2.1 Airport Consultative Committees (ACCs)

Consultation with airport authorities via the [Airport Consultative Committee \(ACC\)](#) mechanism brings together the airlines' airport planning expertise, the IATA secretariat and airport authorities worldwide. ACCs serve as a focal point for consultation concerning the planning, delivery and cost-effectiveness of airport expansions, the development of new airports or enhancements to the airport experience for both passengers and staff.

1.2.2 IATA Consulting Services for Airports

IATA offers a wide range of consulting services to assist airports in their successful development. Airport development is cyclical, with very different needs at each step of the cycle. [IATA Consulting](#) addresses the specific challenges associated with each step, assisting airport operators, airport shareholders and/or regulatory bodies successfully deliver their project.

Exhibit 1.2.2: Consulting services for each stage of the airport lifecycle



Source: IATA Consulting

1.2.2.1 Planning and Construction Phase

In the planning and construction phase, [IATA Consulting](#) offers airport development solutions to facilitate the planning and design of airport infrastructure. The primary element of this phase is the definition of the [airport master plan](#). It is important to note that [IATA Consulting](#) does not take part in construction projects and will not supervise any construction work.

1.2.2.2 Commercialization Phase

In the next phase of the airport lifecycle, the commercialization phase, [IATA Consulting](#) offers a complete portfolio of business development solutions. Among the most popular are air services and airport commercial revenues.

1.2.2.3 Optimization Phase

When airports are in the optimization phase, [IATA Consulting](#) provides solutions to monitor and improve operations, performance and [level of service](#). Demand and [capacity](#) analysis studies are key solutions in this phase.

1.2.2.4 Change in Ownership Phase

Eventually, for those airports that may experience a change in ownership, [IATA Consulting](#) offers solutions for privatization. Airport due diligence is the most popular service for both vendors and buyers. Included in this privatization support offering is the design of the regulatory regime applicable to the new owners and the environment.

For more information, please contact us at consulting@iata.org.

1.2.3 International Industry Working Group

The [IIWG](#) brings together IATA, Airports Council International (ACI) and the International Coordinating Council of Aerospace Industries Associations (ICCAIA). The IIWG was founded in 1970 and its main goal is to review airport/aircraft compatibility issues in order to improve the development of the air transport system.

For more information, click on [IIWG](#).

1.3 Other IATA Airport Activities

In addition to its airport planning and development activities, IATA's APCS division participates actively in many other airport-related areas such as charges and tariffs, fuel, taxation, ground handling, security, passenger experience and cargo services. Special working groups constituted from various committees may also be formed on an *ad hoc* basis to address specific industry issues (i.e., introduction of the A380-800).

1.4 Airports Council International (ACI) Collaboration

The new edition of the ADRM is being released in joint collaboration with our colleagues at ACI. The interests of airlines and airports are very closely linked. The success of one group contributes to the success of the other. As such, airlines and airports are very close business partners.

A close and collaborative working relationship with ACI ensures that the ADRM meets the needs of the aviation community as a whole. Intrinsicly, best practice airport planning, including the affordability of major airport developments, is beneficial for airline customers and passengers.

1.4.1 Introduction to Airports Council International (ACI)

Airports Council International (ACI), the only worldwide association of airports, has 623 member airport authorities that operate over 1940 airports in 176 countries. It advances the collective interests of, and acts as the voice of, the world's airports and the communities they serve.

ACI's mission is to promote professional excellence in airport management and operations. This mandate is carried out through the organization's multiple training opportunities, its customer service benchmarking program as well as a wide range of conferences, industry statistical products and best practice publications.

ACI's main objectives and roles are to:

- Maximize the contributions of airports to maintaining and developing a safe, secure, environmentally compatible and efficient air transport system
- Achieve cooperation among all segments of the aviation industry and their stakeholders, including governments and international organizations
- Influence international and national legislation, rules, policies, standards and practices based on established policies representing airports' interests and priorities
- Advance the development of the aviation system by enhancing public awareness of the economic and social importance of airport development
- Maximize cooperation and mutual assistance between airports
- Provide members with industry knowledge, advice and assistance, as well as foster professional excellence in airport management and operations
- Build ACI's worldwide organizational [capacity](#) and resources to serve all members effectively and efficiently



ACI pursues airports' interests in discussions with international organizations. The most important relationship is with the International Civil Aviation Organization (ICAO), where international standards for air transport are debated and developed.

ACI has five regional offices that play a very important role in the relationship with ACI members and the spread of best practices. The five regional offices are:

- ACI Africa in Casablanca (Morocco)
- ACI Asia-Pacific in Hong-Kong (China)
- ACI Europe in Brussels (Belgium)
- ACI Latin America-Caribbean in Panama City (Panama)
- ACI North America in Washington, DC (USA)

ACI has six standing committees (Airport IT; Economics; Environment; [Facilitation](#) and Services; Safety and Technical; and Aviation Security) mandated by the ACI Governing Board to provide guidance and council, as well as help shape current policy issues for Governing Board endorsement in their areas of expertise. They are also required to assist the Governing Board, Executive Committee and Secretariat, as appropriate.

1.5 Purpose of the Airport Development Reference Manual

The IATA Airport Development Reference Manual (ADRM) is recognized as one of the aviation industry's most important guides for airlines, airports, government authorities, architects, engineers and planning consultants engaged in planning new airports or extending existing airport infrastructure. The ADRM brings together aviation industry best practices with respect to the development of world-class airports through better comprehension, briefing and design. Its content represents the consolidated recommendations of world-renowned industry specialists and organizations seeking to promote the development of sustainable world-class airport facilities.

△ The previous edition of the ADRM (10th Edition published in 2014) adopted a different approach that allows for more regular updates and linkages to a vast array of material contained in other relevant articles and publications prepared and monitored by recognized industry specialists, authorities and organizational partners.

⊗

△ One of the key aspects of this new manual is the ability to offer a comprehensive overview of the many complex topics that are involved in any airport project, especially at large international airports. However, the complexity associated with all airport developments means that the information contained within this manual must be carefully considered. As with any complex concept, there are many variables that are subject to different interpretations and can lead to significantly different conclusions.

Recommendation: Required Expertise

It is recommended that all commissioning airlines, airports and government authorities select experienced professionals to assist them.