

出國報告（出國類別：進修）

參加國際航空運輸協會(IATA)
「機場發展與基礎設施設計」
出國報告

服務機關：交通部民用航空局

姓名職稱：周承霽專員

派赴國家：新加坡

出國期間：民國 113 年 3 月 3 日至 113 年 3 月 9 日

報告日期：民國 113 年 3 月 20 日

摘 要

本次進修課程為國際航空運輸協會(International Air Transportation Association, IATA)主辦 113 年 3 月 4 日至 8 日之機場發展與基礎設施設計(Airport Development & Infrastructure Design)之課程，課程內容包括機場發展參考手冊(Airport Development Reference Manual, ADRM)簡介、機場運量預測、機場主計畫、機場永續、空側設施規劃、客運航廈規劃、機場交通設施、貨運設施等規劃設計原則，內容廣泛豐富並輔以多座國際機場案例講解，講師除運用簡報講課外，另以分組討論、報告的方式針對機場設施需求及各規劃作法之優缺點進行研討，以使學員對前述各項課程內容與實務運作更加熟稔，並再於課程最後一天進行考試測驗。

透過本次課程，體會到制訂機場主計畫並且定期滾動檢討，對於機場發展、財政支出及規劃成本等實為至關重要，課程過程中除瞭解機場發展及設施設計的相關規範及原則外，更完整地從機場運量預測、計算尖峰運量、計算設施數量、計算等候時間與所需空間，並據以調整達到 ADRM 中所訂 Optimal 的服務水準，這項實務運算過程雖僅為 ADRM 及課程內容之一小部分，但仍獲益匪淺，對於機場設施規劃如何更務實、更具邏輯性的分析有所助益；此外，亦瞭解機場規劃需考量之因素眾多，包括各利害關係人意見、土地取得、環境永續、機場韌性議題、機場聯外運輸、機場能源及輔助設施等，因此經過各位學員及講師的經驗分享與教學，對於機場規劃這門相當專業又複雜的學科，有了更深入的瞭解。

目 錄

壹、目的.....	3
貳、過程.....	4
參、課程內容.....	5
一、ADRM 概述.....	5
二、機場運量預測.....	5
三、機場主計畫 (Airport Master Plan).....	10
四、空側基礎設施.....	15
(一) 跑道.....	17
(二) 滑行道.....	24
(三) 停機位.....	25
五、客運航廈.....	26
(一) 航廈型式.....	27
(二) 航廈樓層配置.....	30
(三) 航廈容量.....	31
(四) 航廈服務水準(Level of Service, LoS).....	31
(五) 航廈設施需求分析實務.....	33
(六) 機場設施設計.....	36
肆、心得及建議.....	42
一、心得.....	42
二、建議.....	43
附錄-參訓及格證書	44

壹、目的

本課程主要講述內容為機場發展參考手冊（Airport Development Reference Manual, ADRM）中有關各類機場設施需求之估算方法，而機場設施需求之估算涉及機場運量預測、尖峰小時運量及服務水準之訂定等，另其他課程內容包括利害關係人意見、土地取得、環境永續、機場韌性議題、機場聯外運輸、機場能源及輔助設施設計原則等課題，均是擬定機場主計畫需探討之重要議題。

我國目前共有 17 座民用機場，其中桃園國際機場持續定期辦理其綱要計畫之修訂，本局亦依 IATA 之建議以原則每 5 年一次之頻率，定期辦理全國機場系統規劃，及針對所轄管之松山、臺中及高雄等國際機場主計畫進行滾動檢討及修訂作業，鑒於本局協助審查桃園機場綱要計畫或透過委託研究顧問擬訂其他國際機場之主計畫時，對於前述機場運量預測、機場設施供需檢討及其他諸多需考量要素等，均需具備一定專業知能，爰對局內相關業務之承辦人進行機場發展與基礎設施設計課程之訓練有其必要性，透過參與相關訓練課程，除汲取國外機場主計畫規劃經驗、設施設計原則及最新機場發展趨勢外，亦可與來自全球各地之講師及學員相互交流及學習以提升專業能力，於業務上能以更具體、具邏輯性及專業務實之角度，理性分析機場設施需求及各面向要素，俾作出合宜、經濟且前瞻之發展規劃，好的機場主計畫除可提供旅客更完善優質之航空運輸服務外，亦將有助帶動地方經濟、產業及我國整體航空運輸產業之發展。

貳、過程

本次行程自 113 年 3 月 3 日起程，至 113 年 3 月 9 日回程，共計 7 日，本期學員共 8 位，來自新加坡、奈及利亞及臺灣等，其工作性質包括機場規劃顧問及民營機場公司等，課程規劃概列如下表，本次課程共計由兩位講師講授，包括由 Manuel Lanuza Fabregat 講授 ADRM 概述、運量預測、機場主計畫及空側設施規劃，再由 Allan Young 講授客運航廈設計、機場聯外運輸及機場輔助設施設計等其餘內容，學員需參與所有課程並通過最後測驗，始完成本訓練課程。

課程表

Airport Development & Infrastructure Design Schedule							講師
日期	0900-1000	1015-1115	1115-1215	1315-1415	1415-1515	1530-1700	
3/4	Traffic Forecasting			Airport Mater Plan			Manuel Lanuza
3/5	Airport Mater Plan			Airside Infrastructure			Manuel Lanuza
3/6	Airside Infrastructure/Passenger Terminal			Passenger Terminal			Manuel Lanuza/ Allan Young
3/7	Passenger Terminal			Passenger Terminal/ Baggage System			Allan Young
3/8	Baggage System/Cargo Terminal/ Airport support Element/Airport Economics			Examination			Allan Young

參、課程內容

一、ADRM 概述

機場發展參考手冊（Airport Development Reference Manual, ADRM）為國際航空運輸協會(International Air Transportation Association, IATA)與國際機場協會（Airports Council International, ACI)及來自 35 個國際上資深機場顧問共同合作製作，彙集了諸多機場規劃相關專業知識，並經確認符合航空運輸產業之使用需求，該手冊被廣泛認為是機場發展首選指南，涉及的主題包括航空運量預測、機場主計畫、空側基礎設施及客運航廈設計等。ADRM 應與國家相關規範及標準配合使用，可供政府單位、民航局、國家標準制定單位、工程或建築機構等與機場發展規劃有關之人員參考使用，而 IATA 建議機場、航空公司或政府部門可委託經驗豐富的機場規劃設計顧問協助。

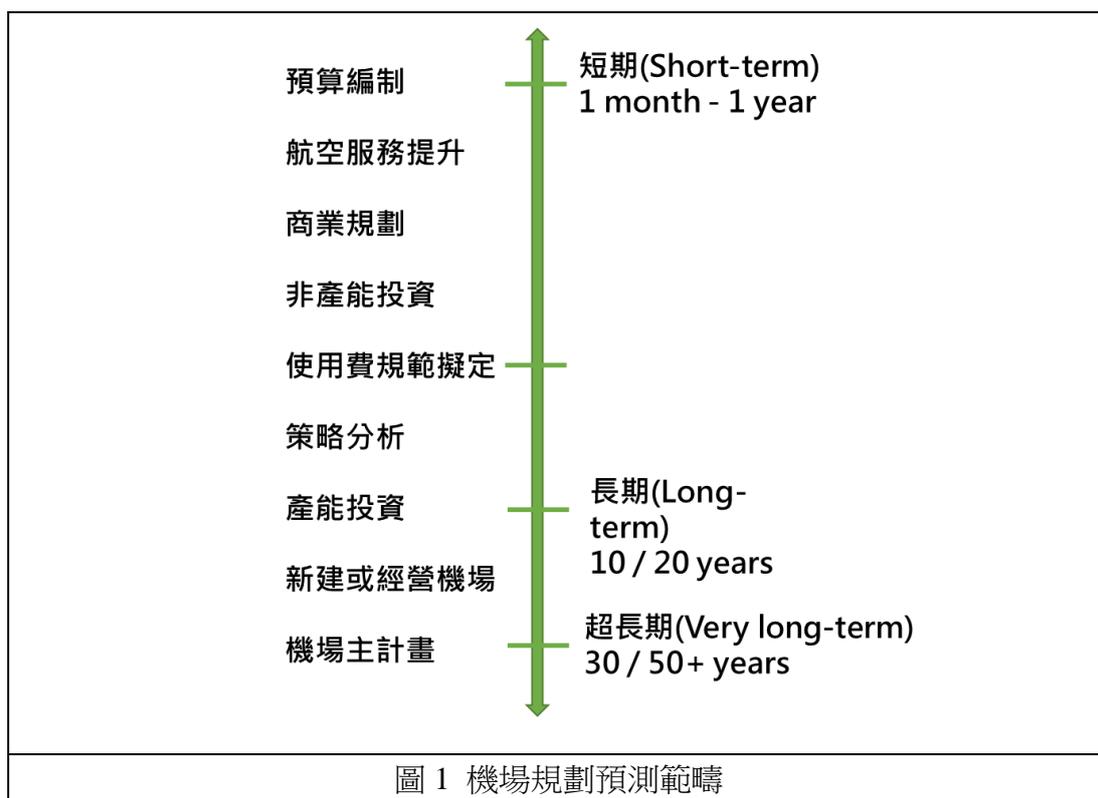
目前 ADRM 已來到第 12 版，新增的章節包括機場永續、機場經營原則、流行病韌性與健康建築、通用設計及新冠疫情對機場發展之影響；另擴充機場運量預測、尖峰小時運量級設施需求容量計算、航廈無障礙設施設計、機場陸側與聯外交通系統，並針對客運航廈設計、空側基礎設施設計及行李處理系統等章節內容重新審視及重整。

二、機場運量預測

(一)預測單元

1. 年運量、年交通量：用於推估機場設施擴建的規模和啟動時機，預測數據可供進一步計算建設空間容量、建物用地面積等。
2. 尖峰時段運量：適用於推估與旅客旅程相關之各設施子系統，例如報到、出入境、行李領取等設施規模、數量及所需空間。
3. 空中交通流量：用於推估跑道及空側容量需求。

(二) 預測範疇



(三) 預測數據的及目的

預設項目可以依各個不同單元，包括年、月、日、小時或季節計算之客貨運量、郵件數量、航機起降架次、航機平均載運量、轉機或過境旅客量或比例等數據，亦可再就旅客旅程起訖點(國際、國內或不同地區)、營運機型組合、航空運輸類型(低成本、傳統航空、長途或區域航線)、停車位數量及就業人數等，進行深入分析並做出預測。預測結果可再用於後續研擬機場設施規劃、商業發展規劃及環境議題評估等，分述如下：

- 1. 機場設施規劃**(決定新建或擴建設施)：如機場主計畫之編擬，包括空側(跑道、滑行道、停機坪)、客運航廈(旅客報到、零售免稅店、候機轉乘空間)、貨運站、陸側(停車空間、陸路聯外運輸系統)及支援輔助設施(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)等各項機場設施之供需檢討。

2. 商業發展規劃：

- (1) 利潤收入：航空收入(降落費、空橋/機坪使用費、機場服務費)、非航空收入(商店收入(免稅店、餐飲等)、停車費、設施出租費、廣告費)。
 - (2) 支出成本：資本支出如每年度或每月份機場設施支出CAPEX (Capital expenditure)，以及營運成本如日常維護費用、員工薪資等OPEX (Operational expenditure)，另可能有監管方面應付罰金(Regulation penalties)。
3. 對於環境議題之評估考量：包括航空噪音、航空器空污排放、機場能源消耗、機場廢棄物/污水處理、衍生之陸路交通量。

(四) 預測方法

1. 預測原理

可分為以下兩種，建議相互整合後收斂出基本情境預測值：

- (1) 由上而下(Top-Down)：主要是以整個系統(如國家或大區域範圍)之社會經濟數據與航空運量需求間之歷史相關性進行分析，算得之需求預測再依各機場之條件、特性或市占率等合理分配得個別機場運量。
- (2) 由下而上(Bottom-UP)：針對已存在機場分析其運量需求與航線及航空公司策略等市場特性之關係，預測其運量，該運量預測受該機場之成熟度、成長潛力、市場競爭及營運環境等因素影響。

2. 預測驅動因素及分析

航空運量之驅動要素可分為三類，其相關之分析工具分述如下：

- (1) 旅運需求評估
 - A. 人口與社會經濟評估。
 - B. 就業趨勢及就業行業占比分析。
 - C. 人均收入及不同社經條件之人口占比分析。
- (2) 成長機會分析
 - A. 宏觀經濟指標，如實質GDP、GRP、購買力平價PPP及價格/所得彈性等。
 - B. 航空公司市占率分析。

- C. 機隊組合變化。
- D. 座位容量或承載率評估及預測。

(3) 成長趨勢分析

- E. 市佔率預估：國內/國際或本土/區域航線之市佔率成長趨勢。
- F. 成長趨勢：各航點旅客比例變化或航空公司組成變化。

3. 預測數理工具及特性

- (1) 運用過往趨勢推斷：為最簡單的建模方式，運用於假定長期趨勢可持續之情況，但機場因事件有變化時無法配合調整。
- (2) 因果推論：包括計量經濟模型、迴歸預測等，可用特定變數將變化反映至預測結果，可確立變數與航空運量之關係，是目前最受歡迎之建模方法。
- (3) 定性研究：透過市場及產業調查，在資料稀缺且有難以評估影響程度之事件可能發生時，所運用之建模方法。

4. 典型預測步驟

- (1) 預測年旅客數：短期預測可運用趨勢分析或經驗判斷；長期預測則建議運用計量經濟模型。另商務旅次得以GDP作為預測函數之一；旅遊旅次則得以消費者支出作為預測函數之一。
- (2) 轉換為年起降架次：運用過往航機起降架次預測未來趨勢，或運用年旅客數、航機座位數及載客率等數據轉換為年起降次。
- (3) 調查季節性、過往尖峰日期及小時等推估未來尖峰時段：需透過尖峰係數將年客運量轉為尖峰日或尖峰小時等數據，而該尖峰係數需透過調查機場特定歷史數據或標準的實證分析求得。
- (4) 視評估需要加入預測情境：將前述透過Top-Down及Bottom-UP整合作出之預測結果設定為基準運量，可再針對各類情境之發生機率設定參數後，訂定樂觀(High scenario)、保守(Low scenario)或危機(Crisis scenario)等運量預測情境。

整體預測流程大致如下圖所示：

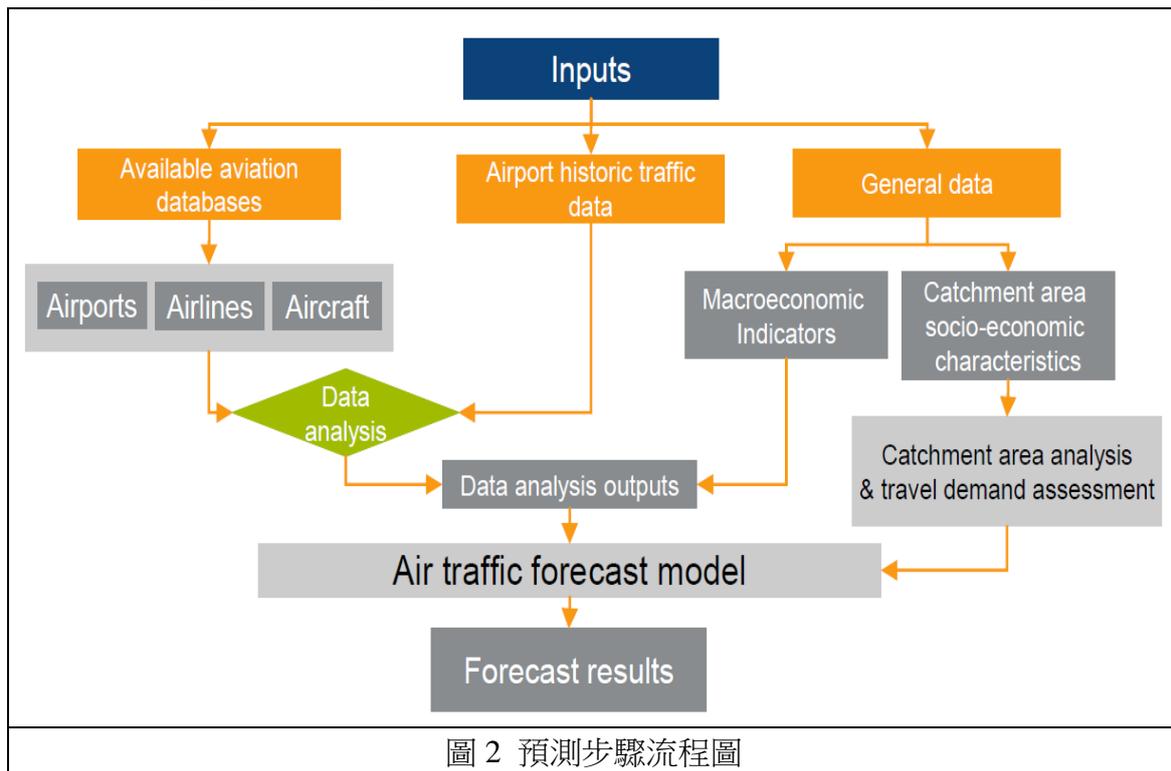


圖 2 預測步驟流程圖

5. 尖峰小時運量預測

透過前述運量分析得出年客運量及年架次數，並過尖峰係數轉換為尖峰小時運量，以再深入探討各項機場設施之需求。尖峰小時運量係針對各種尖峰時段流量進行分析，如旅客到達/出發或國際/國內航線旅客數等。

以該流量的的峰值來調整機場服務各子流程的規模，許多調查顯示尖峰時段之峰值會隨年運量之增加而下降，例如下表為美國聯邦航空總署 (FAA) 觀察到典型尖峰小時旅客數 (TPHP) 佔各不同年運量下之百分比，即年運量達約 2,000 萬之機場，尖峰小時運量約為其年運量之 0.03%，即約 6,000 人/小時。

表 1 FAA 推估尖峰小時佔年運量比值

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

對於歷史的尖峰小時運量、設施設計流量等進行調查，再匯入預測之未來年運量數據便可預期未來尖峰小時運量將如何變化，然而未來尖峰小時運量並非線性計算，還需考量要素包括市場變化、航空公司策略及營運、機場宵禁時間、容量或環境限制等。

三、 機場主計畫 (Airport Master Plan)

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

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

IATA 建議以大約每 5 年的頻率辦理機場主計畫修訂，針對未來 20 至 30 年

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

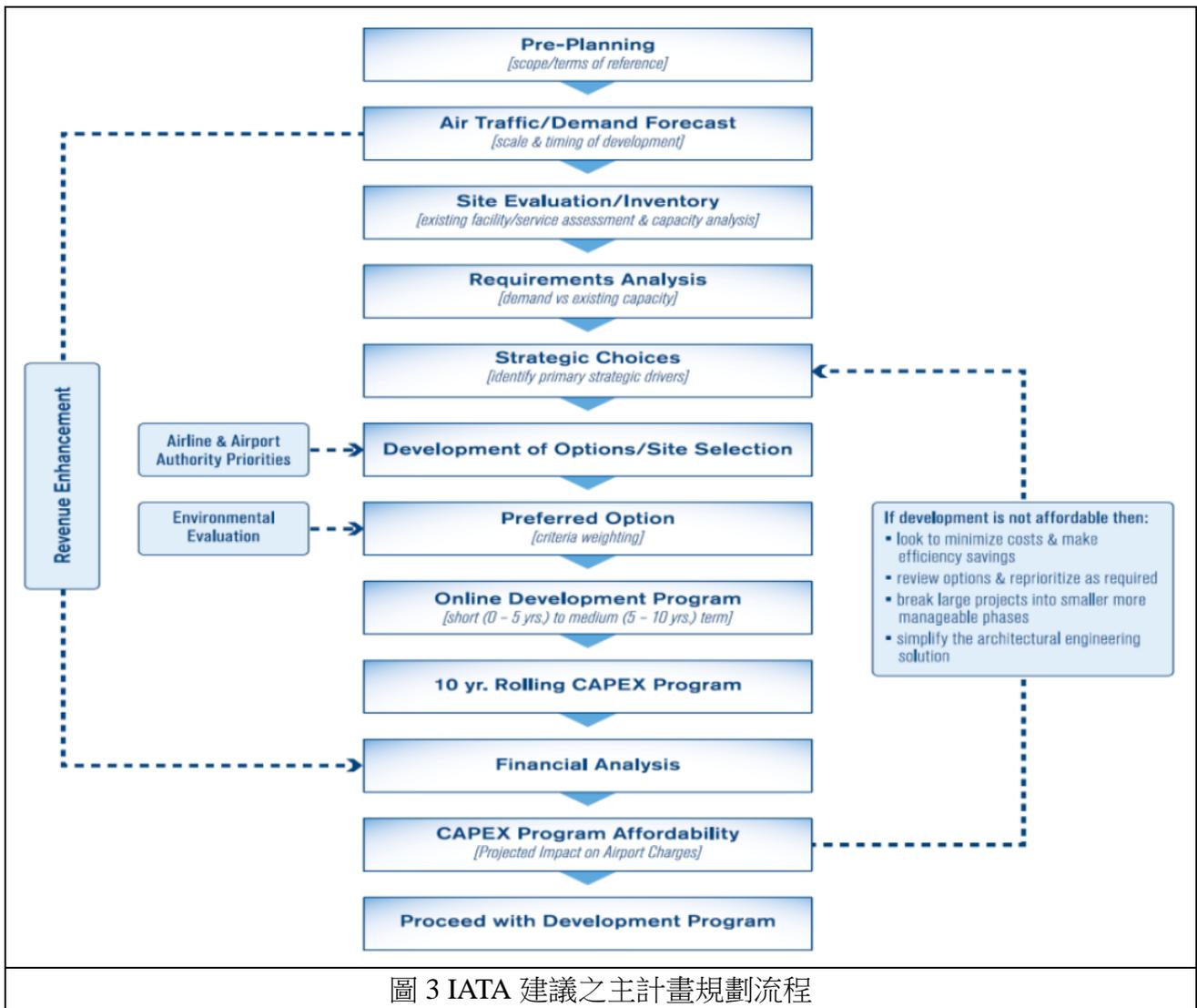


圖 3 IATA 建議之主計畫規劃流程

(一) 預先計畫(Pre-Planning)：確立研究範疇、訂定主計畫規劃目標、確定數據可用性及詳細程度、對於土地及既有設施進行調查、擬定規劃方法、工作計畫，並初步規劃所需預算及資金來源、瞭解機場及周邊潛在環境問題等。

(二) **航空運量及需求預測**：預測項目包括年運量、尖峰小時運量及航機起降架次等，另針對發展需求可深入分析預測營運機型、出發/到達/轉機旅客及貨物等數據。

(三) **既有設施盤點**：需蒐集之相關資料包括機場配置圖、環境、財務數據及土地使用與區域環境等相關資料，另亦需有近期相關計畫、法規資訊、社會經濟數據及交通量統計等。這些資料將有助於瞭解主計畫規劃範圍之各類設施現況、土地運用情形、設施容量、機場服務能量及相關限制條件等。

(四) **設施需求分析**：依據未來預測運量轉換計算設施需求數量或面積，再針對既有設施容量/服務能量進行檢討，以瞭解能否滿足未來旅客使用及符合航空產業發展需求，並得再據以訂定設施擴建計畫啟動門檻、檢核設施是否符合安全、設計規劃或相關標準等。常用於分析需求之機場相關設施如下：

1. 空域相關：空域容量(障礙物、飛航方向、航機間隔)、導航設備(常規導航或基於性能導航)、飛航管理設施(ATM Facilities，塔臺、進場裝置、無線電系統等)。
2. 空側設施：跑道容量、跑道長度、跑滑道設施用地、滑行道數量及配置、機坪、停機位(各類機型數)、跑道停等區、機坪停等區等。
3. 客運航廈：登機門與停機坪(數量、遠端或靠站營運機坪)、航廈建築面積、樓地板面積、路緣長度及專用車輛設施等。
4. 機場支援輔助設施：航機維修、場面地勤設備維護、航空公司辦公室、貨運處理、航油設施、空廚、普通航空業、警消救援設施、貨物處理及公用事業等。
5. 陸路聯外設施容量(公路、軌道、停車場)。

(五) **策略選擇**：瞭解國家航空發展政策、航空產業限制、國際航空產業發展趨勢、航空公司發展策略與購機計畫後訂定機場未來發展策略。

(六) 方案建構：建構發展方案及替選方案、滿足預期之功能需求、需由機場營運、環境影響及財務效益等層面評選方案。經過前述運量預測及既有設施供需檢討後，需針對前述機場各項空側、陸側、支援輔助設施及聯外運輸系統等，再考量合理性、兼顧周邊區域發展及財務可行等要素下，提出合宜、具可行性的發展方案。IATA 建議採具結構性流程，以評估各項機場設施之最適發展方案，流程圖如下：

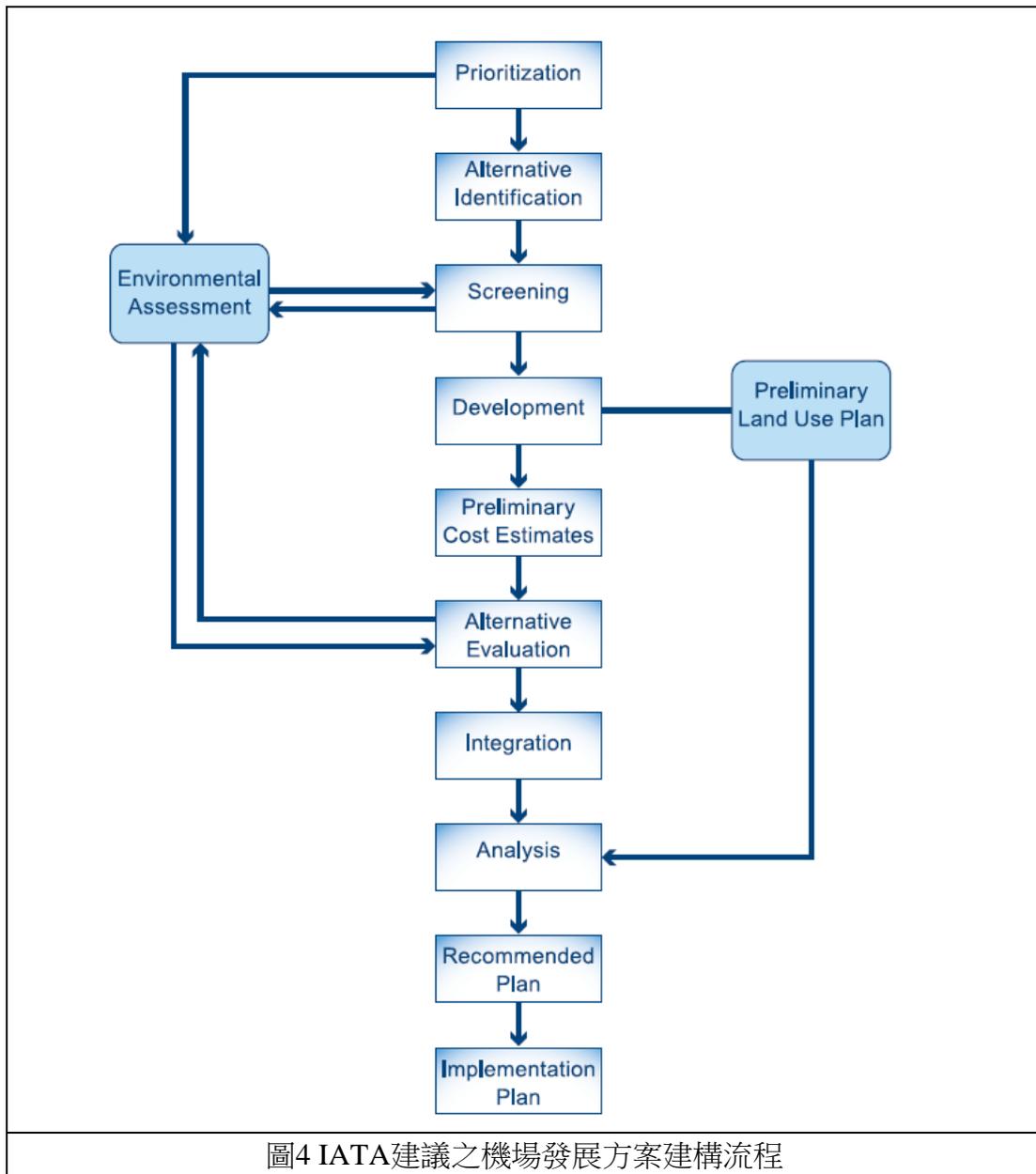


圖4 IATA建議之機場發展方案建構流程

- (七) **偏好方案**：在評估營運面、環境面、財務面、土地面與未來發展彈性等要素後，選定最適宜之機場設施建設規模、配置或規劃方案。
- (八) **研訂實施計畫**：針對最適、最廣為機場管理當局及利害關係者接受之發展計畫，研訂短期(0-5 年)及中期(5-10 年)之分期分階段實施計畫(含土地使用計畫)。
- (九) **研訂每 10 年滾動之機場設施支出(CAPEX)之財務計畫**：IATA 建議機場應擁有 10 年的資本支出計畫，該計畫應顯示未來 2 個每 5 年期間的預定工程計畫。該計畫應每年與航空公司、機場規劃顧問或專家滾動評估，並研討對利害關係人之影響。
- (十) **財務評估**：估算實施計畫分年成本、財源籌措、財務負擔，據以擬訂可行之財務計畫，俾瞭解機場資本投資需求、目的，及何時需進行投資且能否負擔，而有效的機場主計畫應反映機場的商業價值及機場發展策略上的重要意義。
- (十一) **繼續發展計畫**：完成主計畫成果報告成冊並公開，俾使後續各項開發計畫或對下一期機場主計畫之研擬，有所依循與參考。

四、空側基礎設施

空側設施與機場整體航機流量相互關聯，為機場規劃的重要關鍵，相關設施包括跑道、滑行道系統(平行或快速出口滑行道等)、停機坪、助導航設施等，示意如下圖。

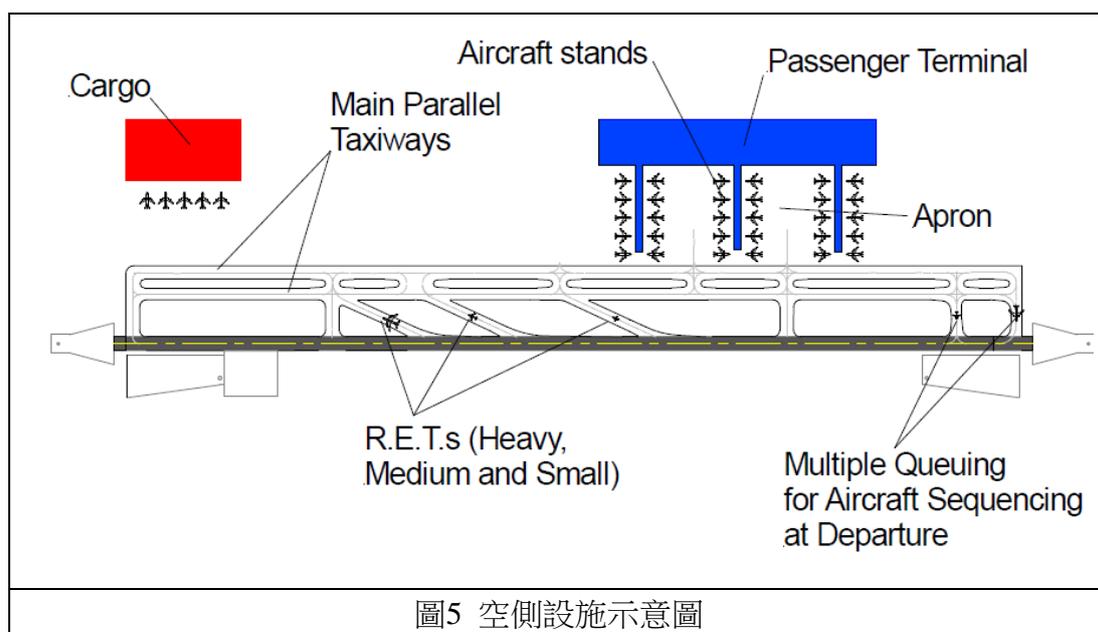


圖5 空側設施示意圖

空側設施中尤其以跑滑道系統最具重要性，且其用地占機場整體用地比例非常高，通常用地面積約占機場整體面積 50% 以上，且會因跑道佈設型式而有不同占比，由於機場用地資源有限，因此跑滑道系統常為機場規劃能否順利推行之關鍵，以下案例為國際知名機場跑滑道系統占總面積比例。



圖 6 日內瓦機場 (空側占比約 70%)



圖 7 希斯洛機場 (空側占比約 55%)



圖 8 亞特蘭大機場 (空側占比約 75%)

以下分別就跑道、滑行道及停機坪等設施加以說明。

(一) 跑道

1. 建置考量要素

對於跑道的選址位置及配置，需考量所在地溫度、海拔高度、跑道坡度、設計機型及安全需求等因素，於建置跑道時需考量要素如下：

- (1)地質學：建造新跑道會有很大的用地需求，可能需要機場範圍以外的土地，當分析機場範圍外用地是否適合作為跑道時，地質條件是否符合為關鍵，因會影響跑道後續興建成本、維護成本、使用品質及使用年限等。
- (2)地形學：跑道所在地及其周遭之地形條件，會影響跑道興建成本、對當地地形與環境造成衝擊、可能形成障礙物限制而且可能改變已存在之空側設施高程等影響。
- (3)氣象學：氣象條件將直接影響航空器飛行，如溫度、濕度、氣壓及風向等，其中風向更將直接影響跑道方位，如運用玫瑰風向圖來評估盛行風向和側風方向。
- (4)環境：跑道興建完成後，將產生噪音污染並對空氣品質、自然生態、土地、植被、水文等產生衝擊。
- (5)其他因素：包含與鄰近機場之空域、航線重疊，以及新建之跑道能否與既有跑滑道系統相互配合運作，另亦有傳統文化保存、安全區域劃定等其他問題。

2. 跑道長寬

(1) 機場參考代碼

機場參考代碼以「航機參考場面長度」及「航機翼展」決定如下表，機場依其服務水準確定機場參考代碼後，再依據該機場參考代碼規劃跑道寬度、跑道地帶長寬、跑道端安全區、跑道中心線至等待位置距離等。

表2 「航機參考場面長度」及「航機翼展」表

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

(2) 跑道長度

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

表3 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

(3) 跑道寬度、跑道地帶及跑道端安全區

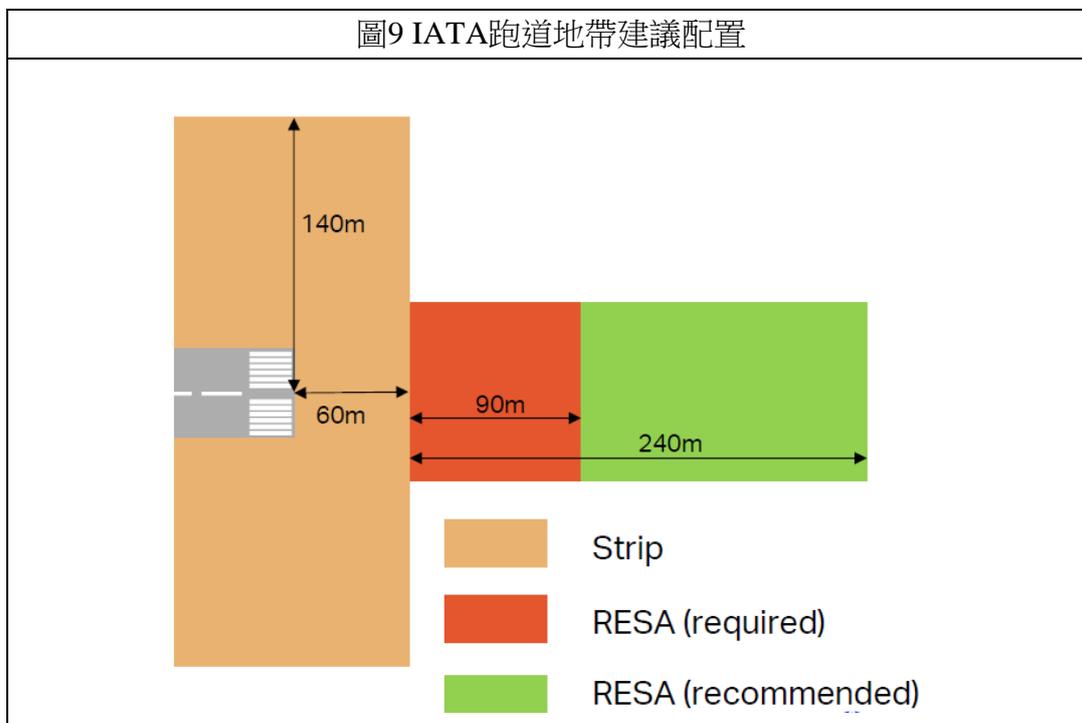
表4 跑道寬度空間配置表

Outer Main Gear Wheel Span (OMGWS)				
Code number	Up to but not including 4.5 m	4.5 m up to but not including 6 m	6 m up to but not including 9 m	9 m up to but not including 15 m
1 ^a	18 m	18 m	23 m	–
2 ^a	23 m	23 m	30 m	–
3	30 m	30 m	30 m	45 m
4	–	–	45 m	45 m

a. The width of a precision approach runway should be not less than 30 m where the code number is 1 or 2.

跑道地帶包含跑道、緩衝區及其相鄰之特定區域，作用在於減少航空器衝出跑道時遭受損壞之危險以及保護航空器於起飛或降落過程中安全飛越；跑道端安全區(Runway End Safety Area, RESA)為一塊對稱於跑道中心線延長線、與跑道地帶端相接之地區，主要用於減少飛機過早觸地或衝出跑道時遭受損壞之危險，相關配置建議如下圖

圖9 IATA跑道地帶建議配置



3. 跑道容量

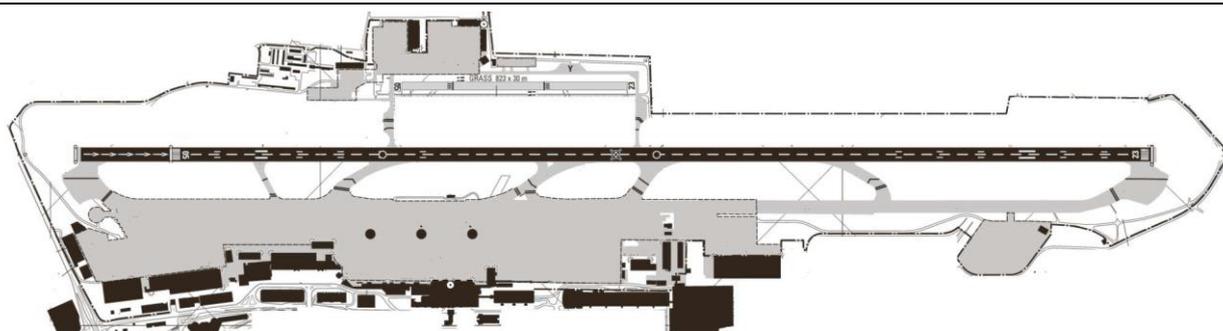
跑道容量定義為某段時間內可供航機起降架次數，多以年或尖峰小時起降架次作為跑道容量之衡量標準，跑道容量最終將決定該機場的整體運作能量，應盡一切努力確保機場設施不會限制跑道容量及運作性能，跑道容量很大程度取決於機場空域設計、進場與離場間隔規則、航機尺寸（機隊組合）、跑道佈局與運行模式、航機於跑道佔用時間、是否有快速出口滑行道、機坪機位配置及跑道鋪面品質等因素。跑道配置型式不同對於跑道容量影響之案例如下表，並就跑道配置型式之優缺點說明如下。

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

各類跑道型式及其優缺點如下：

(1) 單一跑道(Single Runway)

單一跑道：以日內瓦機場為例



優點

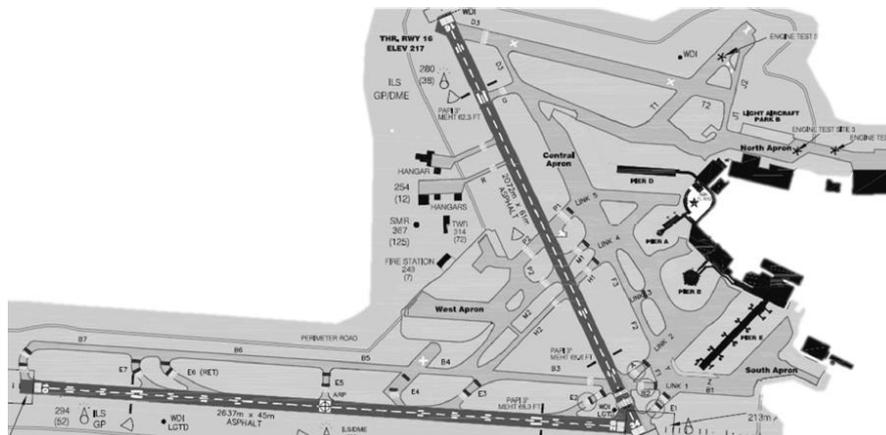
- 佔地小、起降架次少，環境影響衝擊較小
- 跑道利用率較高
- IATA 建議之跑道型式，須視機場需求而定

缺點

- 跑道容量受到限制
- 跑道遭遇緊急狀況或維護時管理較困難
- 當遇側風天候時，產生跑道運作問題，間接降低跑道容量

(2) 開放式V型或L型跑道(Open V to L Runways)

開放式 V 型或 L 型跑道：以愛爾蘭都柏林機場為例



優點

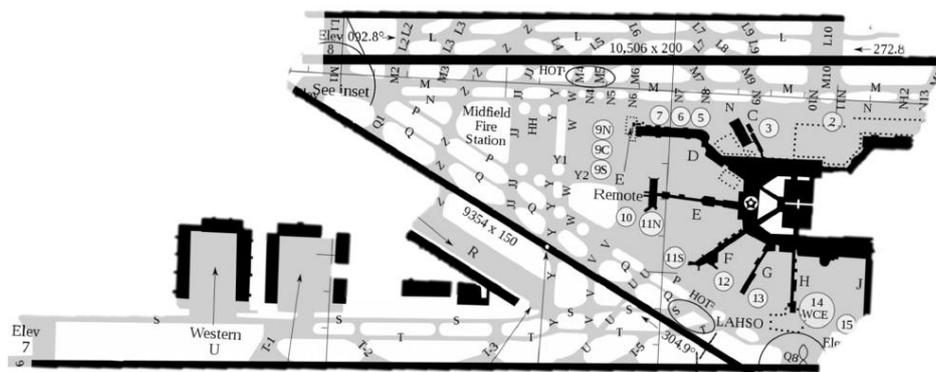
- 跑道容量增加
- 雙向跑道可免受季節性風向改變之影響
- 跑道遭遇緊急狀況或維護時較易因應
- 雙跑道可同時使用

缺點

- 對環境衝擊較大
- 機場及停機坪用地面積較大
- 未來難以有效擴充停機坪
- 其中 1 條跑道更易受盛行風影響
- 雙跑道交點發生事故時將導致 2 條跑道同時無法運作

(3) 交叉型跑道(Intersecting Runways)

交叉型跑道：以邁阿密機場為例



優點

- 可以免受季節性風向改變之因素影響
- 跑道遭遇緊急狀況或維護時較易因應

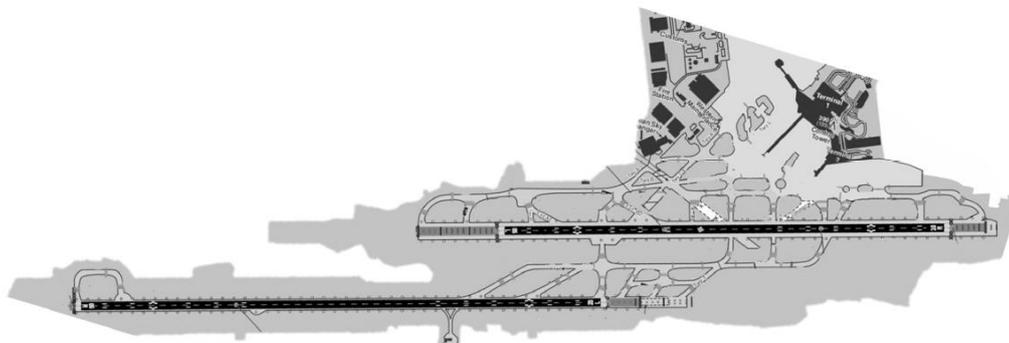
缺點

- 對環境衝擊較大
- 機場及停機坪用地面積較大
- 未來難以有效擴充停機坪
- 其中 1 條跑道更易受盛行風影響
- 雙跑道交點發生事故時將導致 2 條跑道同時無法運作
- 兩跑道無法同時使用

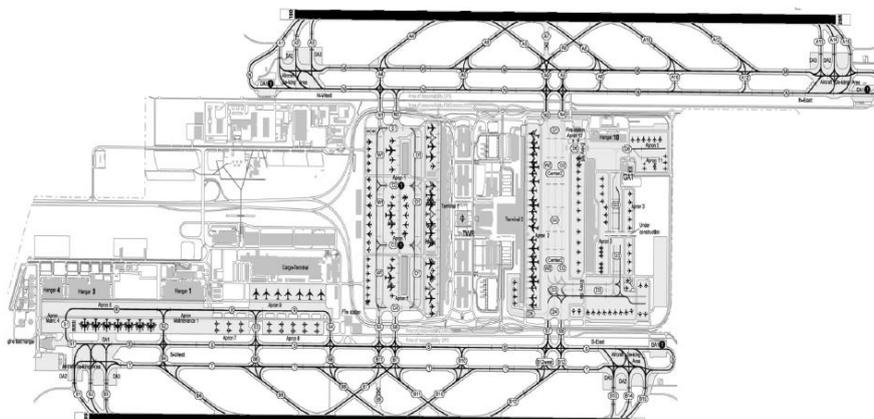
(4) 平行跑道

平行跑道包括以下各類型，優缺點大致相同。

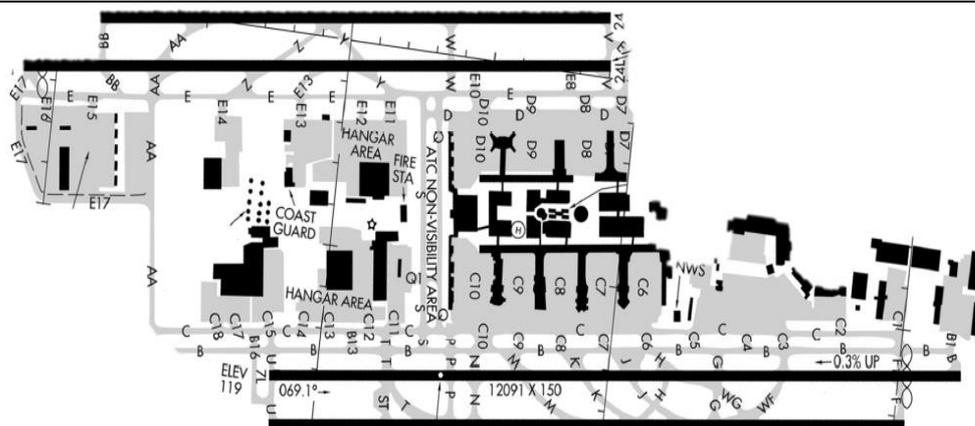
交錯型跑道(Staggered Runways)：以曼徹斯特機場為例)



獨立平行跑道(Independent Parallel Runways)：以慕尼黑機場為例。



多平行跑道(Multiple Parallel Runways)：以洛杉磯機場為例。



優點

缺點

- 跑道遭遇緊急狀況或維護時較易因應
- 跑道利用率較高
- 航機起降更安全
- 未來停機坪較能有效擴展
- IATA 建議之跑道型式

- 當遇側風天候時，產生跑道運作問題，間接降低跑道容量

(二) 滑行道

滑行道構成了機場空側內相互連結的網路，為航機提供明確路徑，為到達及離開之航機提供服務，其類型包括快速出口滑行道、平行滑行道及停機坪滑行道等。滑行道幾何設計上，需要考量航機之主起落架外輪間距以制定其寬度，另 ICAO Annex 14 對於各種跑道與滑行道、滑行道與滑行道、滑行道與停機坪間之最小間隔均有明確之規定，如下圖表：

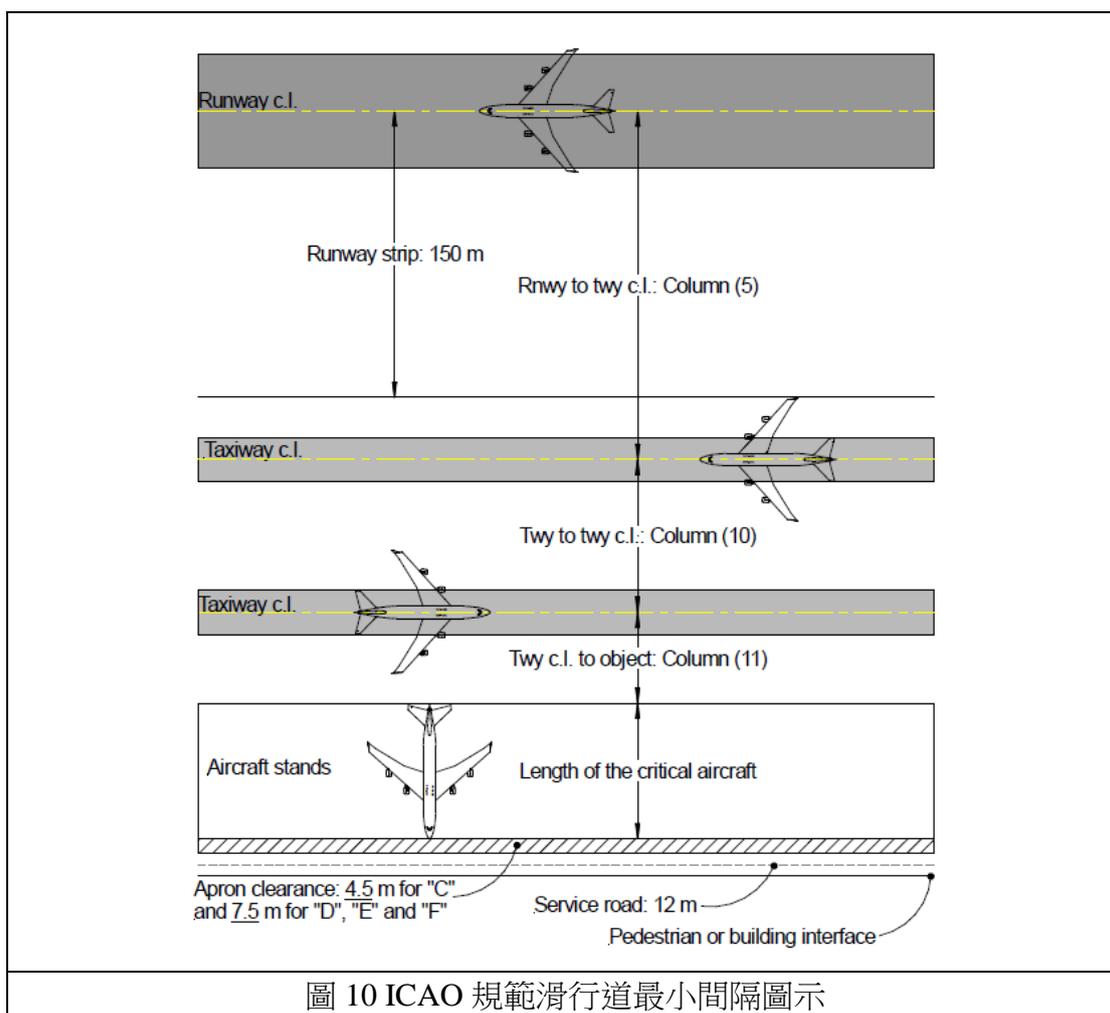


表 6 不同航機大小之滑行道寬度間隔

OMGWS												
		Up to but not including 4.5 m		4.5 m up to but not including 6 m		6 m up to but not including 9 m		9 m up to but not including 15 m				
Taxiway width		7.5 m		10.5 m		15 m		23 m				

Table 3-1. Taxiway minimum separation distances

Code letter	Distance between taxiway centre line and runway centre line (metres)								Taxiway centre line to taxiway centre line (metres)	Taxiway, other than aircraft stand taxilane, centre line to object (metres)	Aircraft stand centre line to aircraft stand taxilane centre line (metres)	Aircraft stand taxilane centre line to object (metres)
	Instrument runways Code number				Non-instrument runways Code number							
	1	2	3	4	1	2	3	4				
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
A	77.5	77.5	-	-	37.5	47.5	-	-	23	15.5	19.5	12
B	82	82	152	-	42	52	87	-	32	20	28.5	16.5
C	88	88	158	158	48	58	93	93	44	26	40.5	22.5
D	-	-	166	166	-	-	101	101	63	37	59.5	33.5
E	-	-	172.5	172.5	-	-	107.5	107.5	76	43.5	72.5	40
F	-	-	180	180	-	-	115	115	91	51	87.5	47.5

(三) 停機位

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

停機位短缺可能之原因包括停機位數量供不應求、超出預期之大型航機停靠需求及航機停留於停機位時間過長等。停機位規劃需要考量機場之營運機型組成、航機占用停機位時間、停機位運用彈性、停機位所服務之航廈設計、近端或遠端停機位之型式及數量等，並應儘可能規劃可服務多種機型之停機位。有關各種機型運用空橋後上下客之停機位周轉率參考如下。

表 7 航機周轉時間表

Aircraft Type	Stand Type	Pax. Load				Time (mins.)													Assumptions
		First	Bus.	Eco.	Total	Equipment Positioning + Opening Door	Deplaning Pax.	Unloading fwd cargo/ baggage compartment	Unloading aft cargo/ baggage compartment	Refueling	Catering / Cleaning	Boarding Pax.	Loading fwd cargo/ baggage compartment	Loading aft cargo/ baggage compartment	Last Pax. Seating Allowance + Headcounting	Closing Door + Equipment Removal	Total TRT		
C A320/A320NEO	Contact	12	138	150	2	8	7	8	21	22	13	6	7	2	2	44	1 Passenger Boarding Bridge		
	Remote		180	180	2	5	7	8	-	8	8	6	8	2	2	22	2 stairs / no refueling		
B737-900	Contact			177	1	10	5	6	9	15	15	8	10	-	1	38	1 Passenger Boarding Bridge		
	Remote			115	1	6	3	4	-	-	9	5	6	-	1	21	1 stair / 60% exchange of pax. & cargo / no refueling		
D A300-600	Contact			285	2	8	-	-	27	13	9	-	-	-	2	30	2 Passenger Boarding Bridge		
B767-300ER	Contact			304	1	8	8	14	28	26	13	16	14	-	1	40	1 Passenger Boarding Bridge		
E A330-300	Contact	36	264	300	2	6	24	20	26	33	10	26	20	4	3	59	2 Passenger Boarding Bridge		
	A350-900	Contact	48	267	315	3	6	22	17	28	34	11	25	19	4	61	2 Passenger Boarding Bridge		
B747-400ER	Contact			442	1	11	10	14	53	30	18	10	14	-	1	60	1 Pax. Boarding Bridge		
F A380-800	Contact	22	96	437	4	14	29	22	36	40	24	30	25	4	4	90	2 Passenger Boarding Bridge		
	B747-8	Contact			467	1	8	22	16	44	87	12	22	-	1	108	2 Passenger Boarding Bridge		

五、客運航廈

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

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

(一) 航廈型式

以下分別就機場營運及旅客體驗分析不同航廈型式優缺點：

1. 線型(Linear)		
		
項目	優點	缺點
陸側	<ul style="list-style-type: none"> ● 集中管理方式,使與陸側系統之連結較簡化 ● 若對陸側進行擴建,對空側衝擊可能較小 	<ul style="list-style-type: none"> ● 集中式航廈於尖峰時段易發生壅塞
空側	<ul style="list-style-type: none"> ● 連續的靠站停機坪得有效運用 	<ul style="list-style-type: none"> ● 空側空間利用率不高
航廈	<ul style="list-style-type: none"> ● 安檢、行李運送/分類等系統集中有利管理 ● 航廈內標誌與標示較簡化易懂 	<ul style="list-style-type: none"> ● 航機多僅能停放於航廈之一側,航廈與登機空間利用率不高
財務	<ul style="list-style-type: none"> ● 初始建設成本適中 ● 較低的營運及維護成本 	
動線	<ul style="list-style-type: none"> ● 動線單純、標示簡單、找路容易 	
步行距離	<ul style="list-style-type: none"> ● 如果航廈長度適宜,旅客步行距離大多可被接受 	<ul style="list-style-type: none"> ● 若航廈大廳至登機口距離較長,導致步行時間較長
轉機	<ul style="list-style-type: none"> ● 可配合較短的轉機時間 	
旅客設施	<ul style="list-style-type: none"> ● 旅客設施可設置於旅客主要處理區及出境區域附近 ● 飲食、商店及休憩設施等可集中於航廈中心地帶 	

2. 指狀型(Pier/Finger)



項目	優點	缺點
陸側	<ul style="list-style-type: none"> ● 集中管理方式，使與陸側系統之連結較簡化 	<ul style="list-style-type: none"> ● 集中式航廈於尖峰時段易發生壅塞
空側	<ul style="list-style-type: none"> ● 指廊兩側均能停機，大幅提高空側空間運利用率 	<ul style="list-style-type: none"> ● 尖峰時鄰近指廊間空側易發生壅塞 ● 航機滑行動線長，航機後推亦較費時
航廈	<ul style="list-style-type: none"> ● 旅客集中，安檢、行李運送/分類等系統集中有利管理 ● 航廈內標誌與標示較簡化易懂 ● 可針對個別指廊進行控管 ● 指廊可持續延伸，擴建對機場營運影響小 	<ul style="list-style-type: none"> ● 欲區隔入出境或轉機旅客，可能需要配置額外路線或增加樓層 ● 對指廊進行延伸擴建，將增加步行距離，提高航機周轉時間 ● 多個指廊可能增加航空公司營運複雜度
財務	<ul style="list-style-type: none"> ● 初始建設成本適中 ● 較低的營運及維護成本 	
動線	<ul style="list-style-type: none"> ● 動線單純、標示簡單 	
步行距離	<ul style="list-style-type: none"> ● 旅客步行距離適中 	<ul style="list-style-type: none"> ● 添加或延伸指廊將增加航廈空間複雜性及旅客步行距離，並可能須設置電動步道
轉機	<ul style="list-style-type: none"> ● 由於指廊的緊湊性，如航班調度得當，則可配合較短的轉機時間 	<ul style="list-style-type: none"> ● 指廊間連通時間較長，中央結點須有效分流旅客
旅客設施	<ul style="list-style-type: none"> ● 可在指廊相接處集中整合旅客設施，可最大限度地服務人流 	<ul style="list-style-type: none"> ● 長指廊可能分散中央結點的人流，並需在指廊另設置次要旅客設施

3. 衛星型(Satellite)

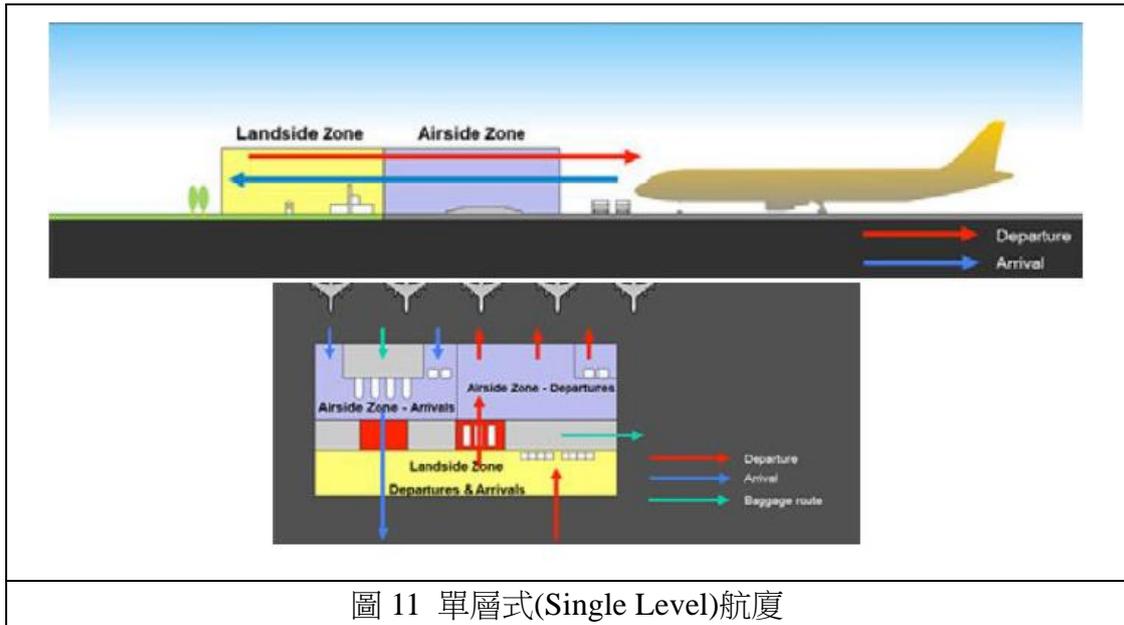


項目	優點	缺點
陸側	<ul style="list-style-type: none"> ● 集中管理方式,使與陸側系統之連結較簡化 	<ul style="list-style-type: none"> ● 集中式航廈於尖峰時段易發生壅塞 ● 增加衛星廊廳需再建置連通管道
空側	<ul style="list-style-type: none"> ● 航機前往停機位較方便 ● 線性衛星廊廳可提供停機位與跑道間的直接路徑 ● 衛星廊廳周邊停機坪得有效運用 	
航廈	<ul style="list-style-type: none"> ● 可輕鬆區隔人出境或轉機旅客,有利管理旅客 ● 擴充彈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

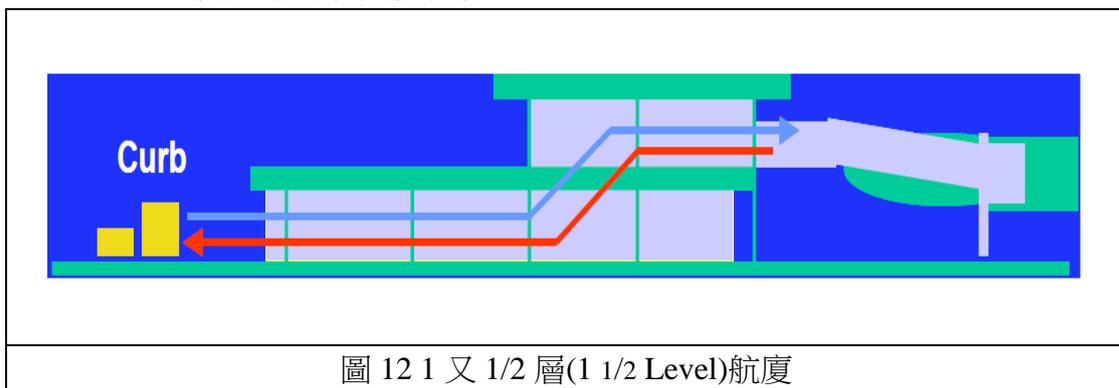
(二) 航廈樓層配置

單一航廈優於多個航站，因可集中旅客設施，降低維運成本並簡化旅客旅行流程，另入境及出境人流雖可規劃於不同樓層，但同一旅行流程中，變換樓層的頻率應保持最低限度。有關航廈樓層配置有以下型式：

1. 單層(Single Level)：適合小型或地區型機場，入出境旅客均於同一樓層分隔，優點為動線單純，但空間運用效率較低。



2. 1 又 1/2 層(1 1/2 Level)：適合中型或地區型機場，優點為可提供更具彈性之空間，動線規劃較容易。



3. 多層(Multi-Level)：適合大型或國際型機場，優點在於空間能有效利用，惟興建成本高，動線規劃需妥為處理。

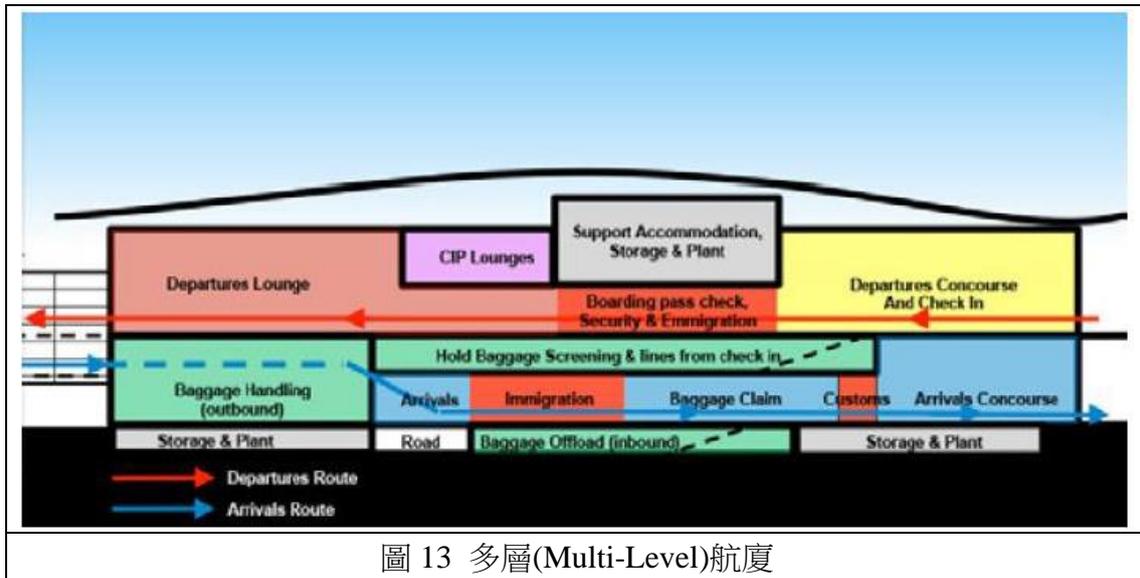


圖 13 多層(Multi-Level)航廈

(三) 航廈容量

評估航廈容量之目的為於規劃機場設施時評估使用需求、盤點既有機場各流程子系統的處理能量，進而作為合理擴充機場之參考佐證，

航廈容量可歸納為動態與靜態容量並可分為三種類型並，分述如下：

1. 動態容量：每單位時間內通過系統的最大流量。

(1) 處理設施(Processing facilities)容量：指單位時間內可以處理的乘客數量。

(2) 流通設施(Circulation facilities)容量：指不同機場流程間或區域間的旅客流動率。

2. 靜態容量：一空間中所能容納之數量。

(1) 停等設施(Holding facilities)容量：設施或區域（如排隊區域）的容納能力，通常為特定區域在單位時間內可容納的佔用人數。

(四) 航廈服務水準(Level of Service, LoS)

服務水準是用以衡量提供「合適」(Optimum)的客運設施，避免供需失衡，航廈於 Optimum 的服務水準應有以下要素

1. 提供足夠空間，使旅客於舒適環境中執行所有流程。
2. 系統流量穩定，處理等待的時間合理。
3. 建置成本及營運支出保持在合理水平。
4. 在航廈規模及旅客需求/期望間取得平衡。

航廈設施服務水準可分為 2 面向，包括空間(Space)與最大等候時間(Maximum Waiting Time)，各面向分為 3 個等級：過度設計(OVERDESIGN)、合適(OPTIMUM)及不足(SUB-OPTIMUM)，上述之等級認定可依 IATA 訂定之標準以查表方式確認(詳如附錄)，透過調查機場設施之空間及最大等候時間，透過查表衡量既有機場設施之服務水準，獲知機場設施目前之問題點，並尋求改善。

		SPACE		
		Overdesign	Optimum	Sub-Optimum
MAXIMUM WAITING TIME	Overdesign	Overdesign	Optimum	► Consider Improvements
	Optimum	Optimum	OPTIMUM	► Consider Improvements
	Sub-Optimum	► Consider Improvements	► Consider Improvements	Underprovided ► reconfigure

圖 14 航廈各項設施服務等級判定方式

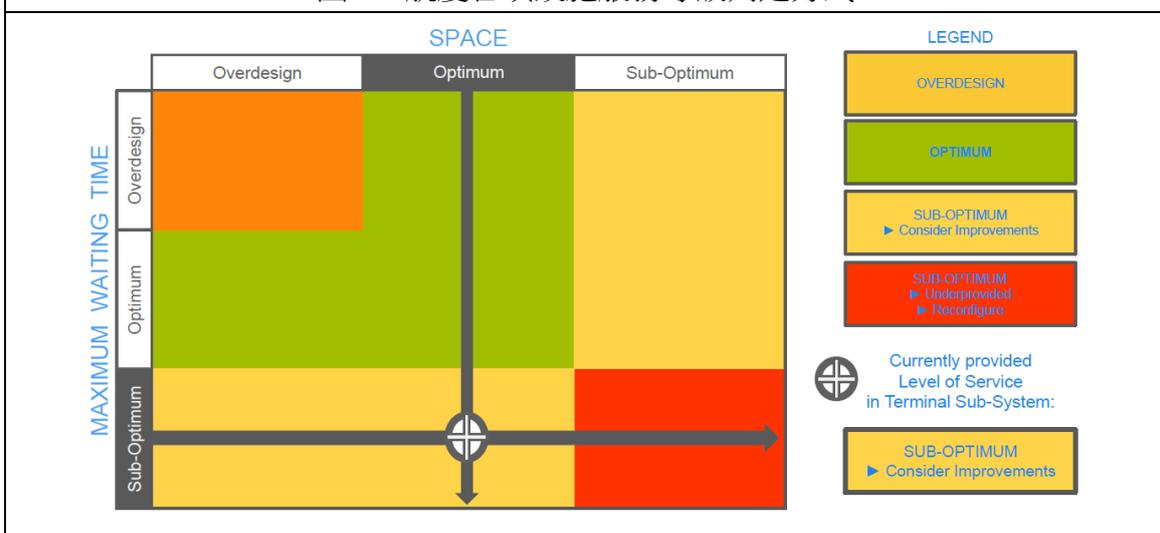


圖 15 服務水準評估表

(五) 航廈設施需求分析實務

1. 尖峰需求調查

(1) 依據欲分析資料之細節、精確度及資訊可用性，可選用以下兩種尖峰時段分析方式：

A. 單一尖峰分析(基本)：於單一設計時段內(常以尖峰小時計)，計算各類型(入/出境、國內/國際等)旅客數量。

B. 多段尖峰分析(進階)：運用規劃日表訂航單(Design Day Flight Schedule, DDFS)，及各類型數量，針對五個不同的峰值（15分鐘、30分鐘、1小時、2小時、4小時）進行統計。

(2) 建立特定航班旅客資料：充分調查每個特定航班之各類型旅客數或旅客行為(如報到率等，範例如下圖)。

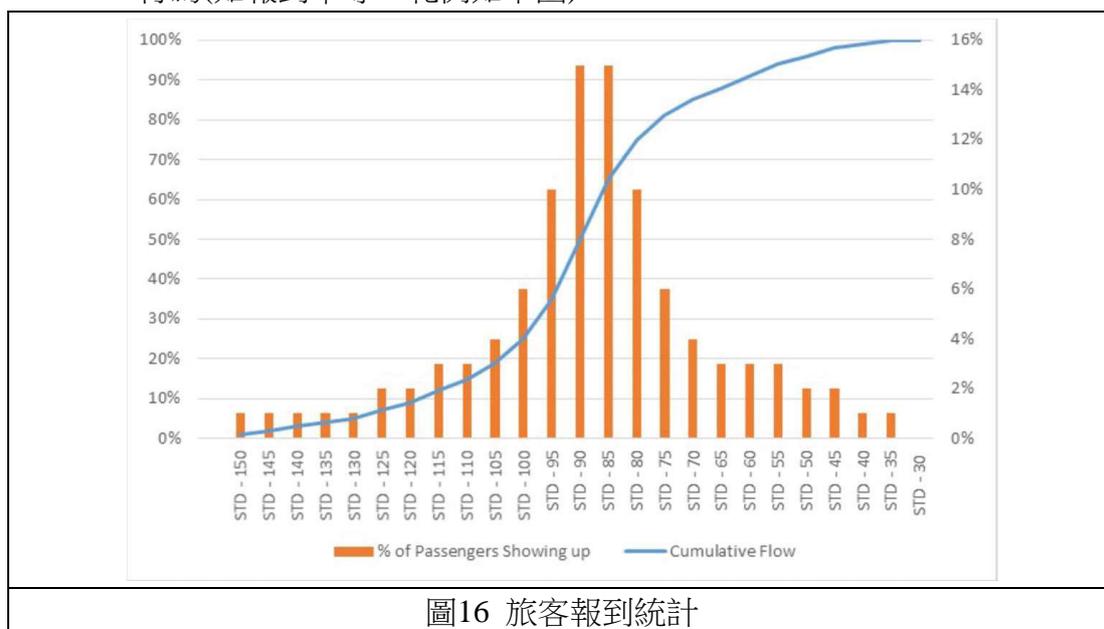


圖16 旅客報到統計

(3) 整合規劃日各航班旅客資料：將前述各航班旅客統計資料彙整(範例如下圖)。

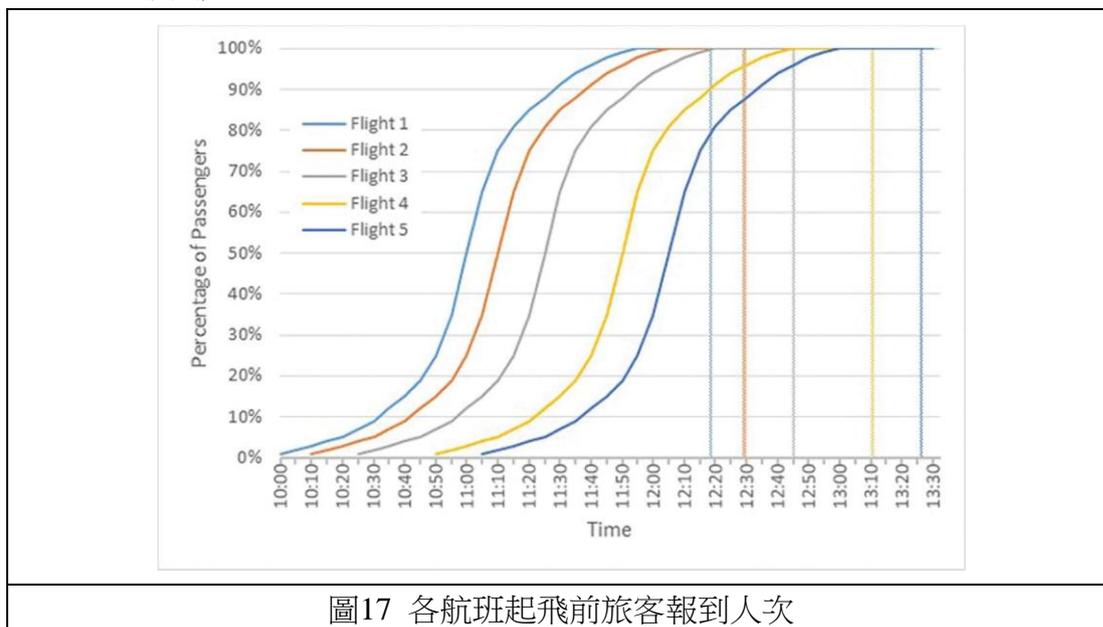


圖17 各航班起飛前旅客報到人次

(4) 規劃日需求計算：將前述資料帶入航班載客數，建議以每5分鐘為單位，計算各時段之旅客數，最終整合為規劃日每單位時間之累計旅客數(需求量)。

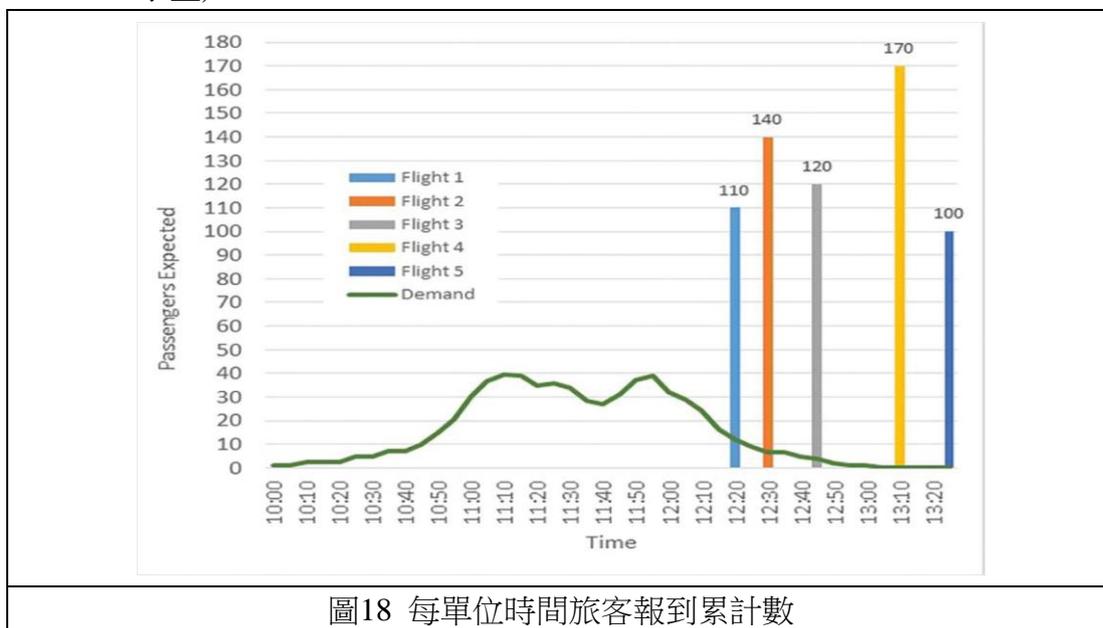


圖18 每單位時間旅客報到累計數

(5) 分析尖峰時段：分析以上獲得的需求資料並定義各尖峰值，IATA建議應分別訂出15分鐘、30分鐘、1小時、2小時、4小時，共5個時段之尖峰值(範例如下圖)。

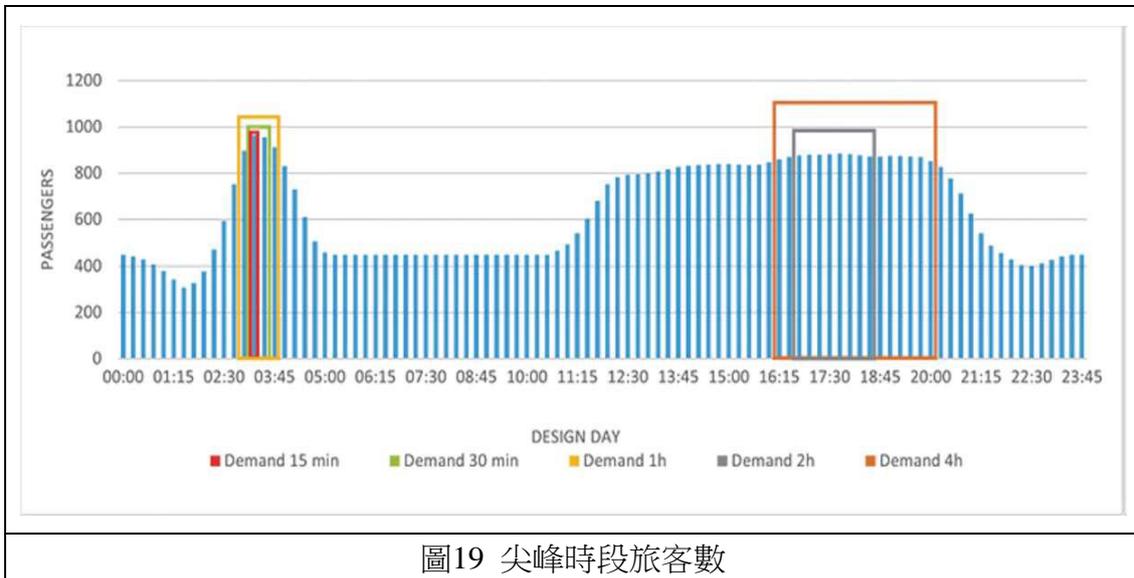


圖19 尖峰時段旅客數

2. 設施需求計算

透過以上尖峰時段需求調查，可藉由以下公式，並輔以 IATA 訂定之 LoS 標準表(詳如附錄)，可計算處理設施(Processing facilities) 容量、等待人數及停等設施(Holding facilities)容量。

(1) 運算子說明：

- A. 尖峰時段旅客數：Demand (pax)
- B. 每位旅客於設施內處理時間(Processing time)：PT (秒)
- C. 尖峰經過時間： Δt (分鐘)
- D. 最大等候時間：MQT(分鐘)
- E. 單位旅客所需面積：SP
- F. 最大等待區域面積：A
- G. 設施需求數量：#Units
- H. 最大等待人數：QMAX

(2) 處理設施(Processing facilities) 容量：

$$\#Units = \frac{Demand \cdot PT/60}{\Delta t + MQT}$$

(3) 停等設施(Holding facilities)容量：

$$Q_{MAX} = \frac{\#Units \cdot MQT}{PT/60}$$

$$A = Q_{MAX} \times SP$$

(六) 機場設施設計

機場設施包括站前路緣、出入境大廳、安檢設施、移民署查驗、海關及商業設施等，各有其設施設計原則及容量計算要點等。

1. 出境設施設計：

(1) 航廈站前路緣(Forecourt)：航廈陸側與機場聯外交通之間之介面，包括用於進出航廈之道路、停車場及公共交通系統等。

A. 設計要點：機場應透過快速有效率的交通系統與城市緊密相連，路緣須提供多個上下客地點、安全且方便的接駁設施，並可透過多種複合運輸方式到達。

B. 需求計算要素：道路交通容量、尖峰旅運需求、各運輸模式乘客比例、使用機場停車場比例等。

(2) 出境大廳(Departures Hall)：出境旅客抵達航站之入口大廳。

A. 設計要點：

(A) 提供乘客開放、流通、無障礙及充足公共設施之空間。

(B) 設有標示協助簡化旅客路徑。

(C) 有充足空間供規劃商業設施。

B. 需求計算要素：停等設施(Holding facilities)容量計算方法。

(3) 旅客報到設施(Check-in)：為旅客進入航站接觸之第一個流程，包括報到、托運行李、發放登機證、行李牌及文件驗證等程序。

A. 設計要點：

(A) 充分運用科技技術提供快速、簡單、自動化流程。

(B) 建議將旅客集中於單一出發大廳。

(C) 空間規劃應具彈性且空間合宜，以因應未來變化。

(D)提供簡單、直覺之引導。

B. 需求計算要素：處理設施(Processing facilities)容量計算方法。

(4) 登機證查驗(Boarding Pass Check)：檢查旅客是否持有效登機證，才能進入空側。

A. 設計要點：

(A)需考量適當的查驗旅客數量及查驗閘口。

(B)可與其他流程(如邊境管制)整合。

(C)未來透過智慧科技(如One ID)，使旅客無須出示實體登機證。

B. 需求計算要素：處理設施(Processing facilities)容量計算方法。

(5) 乘客安檢設施(Security)：通過保安檢查之旅客，始得進入機場管制區。

A. 設計要點：

(A)運用最新智慧科技(如生物識別技術等)，儘可能達到非接觸式、無侵入性，並可依據旅客個人保安風險篩選，以提供旅客優質、快速、無縫且安全之安檢流程。

(B)安檢設施儘可能合併於單一地點，使資源、設備及空間有效利用。

(C)安檢點的設計應能掌握所有準備或正受檢之乘客及隨身行李。

B. 需求計算要素：處理設施(Processing facilities)容量計算方法。

(6) 移民署證照查驗(Immigration)：查驗乘客及機組人員是否准予入出境。

A. 設計要點：

(A)運用最新智慧科技(如電子護照或生物辨識)，儘可能達到自動化服務。

(B)可根據旅客行前提供之個人資料進行預先審查，加速查驗流程。

(C)應有足夠的等候空間，包括緩衝區。

(D)對於未來旅運成長或技術變革有擴充彈性。

B. 需求計算要素：處理設施(Processing facilities)容量計算方法。

(7) 候機室(Departure Lounge)：旅客等待航班起飛之空間。

A. 設計要點：

(A)與旅客體驗高度相關，應提供多樣化和差異化的娛樂及商業服務。

(B)提供安靜且採光充足的候機環境，並讓乘客有機會看到飛機。

(C) 足夠的空間及座位。

(D) 整合有商業服務及旅客服務設施（宜以自助服務方式提供）。

(E) 讓旅客有機會看到航機，並可輕鬆直觀地前往登機門。

B. 需求計算要素：停等設施(Holding facilities)容量計算方法。

2. 入境設施設計：

(1) 到達走廊(Arrivals Corridors)：旅客前往提取行李處、證照查驗櫃檯或轉運設施的流通區域。

A. 設計要點：

(A) 可分流國際及國內航線旅客。

(B) 為旅客第一接觸點，應力求留下好的第一印象。

(C) 提供簡單、直覺之引導。

(D) 空間及採光充足，並儘可能縮短步行距離。

B. 需求計算要素：以流通設施(Circulation facilities)概念估算。

(2) 行李提取處(Baggage Claim)：

A. 設計要點：

(A) 應包括動線空間、行李輸送帶及等候區等，並提供遺失行李服務、手推車停車位等。

(B) 整體動線均需考慮有或沒有行李的乘客。

(C) 具備充足的流通及排隊空間，並為處理延遲交付的行李提供額外空間。

(D) 行李輸送帶長度配合航機及停等空間大小，並設置清晰明確標誌。

B. 建議配置：

(A) 取回區域(Retrieval area)為取回行李所需運作空間。

(B) 外圍區域(Peripheral area)用於等待、停放手推車或流通之空間。

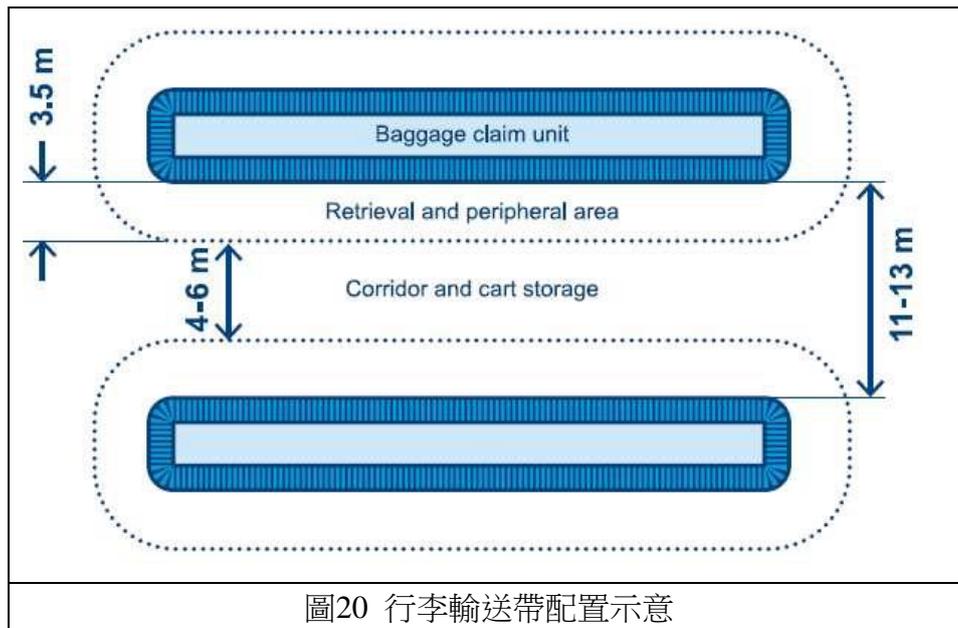


表 8 IATA 建議行李輸送帶配置長度

Aircraft Type and Flight Serviced	Passenger Claim Presentation Length	Loader Staff Claim Loading Length	Comments/Recommendations
Wide-Body Aircraft	70 to 90 meters	20 to 40 meters	Upper limits should be used where the bag-to-passenger ratios are often ≥ 1.5 bags/passenger
Narrow-Body Aircraft	40 to 70 meters	20 to 30 meters	Upper limits should be used where the bag-to-passenger ratios are often ≥ 1.5 bags/passenger and where two business-type flights are allocated to a single claim belt

(3) 海關(Customs)：

A. 設計要點：

- (A) 符合查驗單位之需求，需一定程度之靈活性(取決於對邊境管制風險評估)。
- (B) 可能需與其他政府監管機構合作，盡量減少對乘客干擾。
- (C) 運用電子申報及預先審查機制，或利用生物辨識技術，加速查驗流程
- (D) 預先識別乘客及相關風險，針對高風險者進行二次檢查，而其他乘客則可快速通過。
- (E) 寬敞流通路線、位置合理、易於識別且簡化步行距離。

B. 需求計算要素：處理設施(Processing facilities)容量計算方法。

(4) 入境大廳(Arrivals Hall)：可供短期等帶到站旅客之空間。

A. 設計要點：

(A) 提供寬敞流通等候區域，可容納預期旅客及訪客人次。

(B) 與其服務的城市或地區建立聯繫，傳達在地特色。

(C) 應備有廁所、資訊服務(包含旅遊資訊與訂位服務)、娛樂空間等設施。

(D) 應與陸側、接駁設施有良好之銜接。

(E) 應具有良好之指標系統。

B. 需求計算要素：停等設施(Holding facilities)容量計算方法，同時將旅客及訪客納入計算。

(5) 入境前廳(Arrivals Forecourt)：前廳為到站旅客便捷串聯陸側運輸系統，規劃主要目的是使到達旅客無需離開航站，便能順利搭乘自有運具、租賃車、計程車或其他大眾運輸工具等。

3. 其他設施設計：

(1) 商業空間(Commercial and Retail)設計要點：

A. 主要目的為提升旅客體驗及服務品質，促進提升機場收入並挹注航空發展基金等。

B. 應在航站規劃設計階段就予以考慮。

C. 設置清晰明確的標誌。

D. 免稅商店更需要店面寬度而非深度。

E. 商店行銷應旨在吸引乘客，品牌及商品類別應簡單明瞭。

表 9 各類非航空收入占比(依地區分)

Region	Retail concessions	Car parking*	Property and real estate revenue or rent	Rental car concessions	Food and beverage	Fuel and oil	Advertising	Utility recharges	Aviation catering service	Other non-aeronautical revenue**
Africa	36.9%	10.8%	15.8%	4.1%	1.8%	2.5%	4.3%	3.0%	0.7%	20.2%
Asia-Pacific	44.1%	6.8%	22.7%	0.6%	3.5%	2.3%	3.8%	2.7%	0.8%	12.6%
Europe	26.1%	17.6%	16.6%	2.5%	6.0%	2.1%	2.1%	2.7%	1.6%	22.6%
Latin America-Caribbean	25.9%	10.6%	7.3%	5.2%	7.8%	5.0%	4.4%	1.3%	1.8%	30.6%
Middle East	49.8%	10.4%	11.2%	1.7%	4.9%	5.7%	1.1%	3.3%	1.8%	10.1%
North America	8.2%	41.4%	7.6%	16.3%	8.1%	2.9%	0.7%	0.0%	0.0%	14.9%
World	26.4%	20.9%	15.2%	6.0%	5.9%	2.6%	2.3%	1.9%	0.9%	17.8%

(2) 指標及標示牌(Wayfinding and Signage) 設計要點：

- A. 基於國際標準及實務應用，必須清晰、具整體性、一致性。
- B. 應以乘客角度設計，設計力求簡單與視覺連續性，並可利用色彩與字型等特色吸引旅客注意與引導(如圖3-24與3-25)。
- C. 定期檢視確保提供正確的資訊，盡力簡化標示牌資訊而非新增更多資訊。場站設計應為行動不便的人提供航空旅行之服務。
- D. 新科技之引進與手機APP應用均可納入未來航站設計時考量。



圖 21 利用色彩吸引旅客注意



圖3-25 運用結構特色及色彩引導

肆、心得及建議

一、心得

(一) 機場主計畫對於機場發展至關重要

機場建設除需投入大量人力、物力資源，具有極高沉沒成本的特性外，建設過程及後續營運所衍生之環境影響、經營效率、時間成本、服務水準及周邊地區交通與產業發展等，均具有極大外部效應，因此在投入建設之前，一份詳盡、經周延規劃、具前瞻性的機場主計畫便相當重要，它需要全面檢視機場當前設施容量、發展要件及課題，並就目標年運量進行預測，再針對預測結果、發展方向與目前現況之差異，提出因應及未來發展策略及分期計畫，其中均需就工程期程、方法、財務、環境影響、與地方連結等面向進行分析，選定最適發展規模及方案後，擬定完整之機場主計畫俾使後續建設計畫有所依循。

機場主計畫之擬定過程雖然繁複，且看似未啟動任何工程亦未創造任何機場收入前便需投入之成本，但經過講師介紹英國希斯洛機場自開航以來的發展歷程，可見一開始如未制定機場主計畫，沒有長遠的計畫可依循，僅就當時需要便開發建設，採「腳痛醫腳」的作法，後續當運量持續成長，營運效率及服務水準持續降低，相關不便、客訴及弊端等一一浮現，而意識到需要調整機場設施或配置以為因應時，才發現能調整改善之彈性與所剩可規劃空間極為匱乏、可行方案捉襟見肘，需再耗費更加龐大之時間、規劃成本及建設經費始可能扭轉，因此更顯見辦理主計畫未預作準備之重要性。

(二) 機場規劃涉及層面極廣並注重理論及實務

經果此次課程訓練，深刻體驗到機場規劃涉及範圍及需考量之層面極廣，相當複雜且專業，除需考量諸多國際組織所訂規範或標準(ICAO、FAA、ACI 及 IATA 等)、符合本國相關民航法規及規定等，還有許多外在因素需加以考量，包括土地取得、環境議題、機場與周邊居民關係、各利害關係人意見、政治因素及近年智慧機場、綠色永續機場趨勢等各層面課題，相關課題

因應策略如何於機場場域中實踐及解決，透過此次課程有更深入的理解，使學員在機場規劃不再侷限於理論基礎，而加入更多實務及案例之探討與體會。

二、建議

(一) 課程極具參考價值，其他相關課程亦可持續派員參訓

此次課程內容相當豐富、深入，講師並輔以大量實際案例說明，設施數量、容量及停等空間等計算講解亦詳細明確，更加理解主計畫相關數據是如何產生，整體課程實在獲益匪淺，且參訓過程中又有來自不同國家、不同領域的學員，透過分享機場相關規劃及營運實務，瞭解不同國情、不同機場規模、不同思維等，有助拓展國際視野，建議可持續派員參加類似課程，如機場主計畫、機場航廈規劃設計等。

(二) 建議購買 IATA ADRM 工具書

由於此次課程所教授相關機場設施規劃原則、設計標準、參數設定及計算方式等內容，均係出自 IATA 所編撰之機場發展參考手冊（Airport Development Reference Manual, ADRM）第 12 版，而該手冊亦為我國諸多機場規劃顧問團隊參考之工具書，對於機場規劃實務極具參考及教育價值，建議本局委託顧問亦可購入其電子版，有助對於機場設施規劃更具體、可依循的參考方向，對於所作之機場規劃更有概念，並有客觀依據可供檢核。

附錄-參訓及格證書



Certificate

This is to certify that

Cherngpey Chou

born on 28 December, has passed the IATA classroom course

Airport Development and Infrastructure Design

4-8 March 2024

Singapore, Singapore

given by instructor(s) Allan Young & Manuel Lanuza Fabregat

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Willie Walsh".

Willie Walsh
Director General, IATA



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

0001804960 YAS

