

出國報告 (出國類別：實習(訓練))

參訓 ACI Global Training
“Airport Environmental
Management”
出國報告

余崇立 經理 桃園機場公司

丁源宏 副理 桃園機場公司

派赴國家：阿拉伯聯合大公國 阿布達比

出國期間：104.10.2-9

報告日期：105.1.5

提要表

計畫編號				
計畫名稱	ACI Global Training “Airport Environmental Management” 參訓報告			
報告名稱	ACI Global Training “ Airport Environmental Management ” 參訓報告			
出國人員	姓名	服務單位	職稱	職等
	余崇立	業務處	經理	
	丁源宏	企劃暨行銷處	副理	
出國地區	希臘雅典			
參訪機關	ACI Global Training			
出國類別	<input checked="" type="checkbox"/> 實習(訓練) <input type="checkbox"/> 其他 (<input type="checkbox"/> 研討會 <input type="checkbox"/> 會議 <input type="checkbox"/> 考察、觀摩、參訪)			
出國期間	104.10.2-9			
報告日期	105.1.5			
關鍵字	ACI、機場、航空公司、AMPAP、環境保護、環境永續、綠色機場			
報告頁數	27 頁(不含附錄資料)			
報告內容摘要	<p>本次參加國際機場協會全球訓練部門 (ACI Global Training) 之訓練計劃，該訓練計劃最早成立于 2004 年，主要任務為提升機場專業管理智能，提供一系列高品質、極具深度之機場管理課程，主要課程學員為國際機場協會之會員機場。課程類型分為機場經濟、航空保安與安全、環境永續、設施及管理等不同類型之實務課程等等。桃園國際機場加入國際機場協會已屆 9 年餘，亦可以學</p>			

員身份參訓，不僅學習國際機場管理最新智能，更可與各國機場同業結識交流，針對共同關切之經營課題進行研討。

本次參訓課程主題為 Airport Environmental Management，為五日課程，主要目標為提供機場與環境保護的主要基礎課程，包括世界經濟永續發展、航空運輸與環境影響、永續發展與環境管理、機場之氣候變遷與碳管理、航空器噪音監測管理與公佈、水資源使用與再生、土地使用與居住地管理、地區空氣品質等，提出系統化之分析與見解，期望學員將可從課程中學習機場運作與環境永續發展的基本概念、環境管理系統主要因子，並系統化切入分析環境管理的環保與商業利益。

目次

壹、目的.....	4
貳、過程	
一、行程總表.....	6
二、課程內容記要	
1. 永續發展對航空產業的意義及可能衝擊.....	6
2. 環境管理系統.....	9
3. 航空噪音.....	12
4. 空氣污染.....	14
5. 機場碳排放計算.....	20
參、心得與建議.....	25
肆、附錄.....	27

壹、目的

為吸收國際標竿機場管理知能，同時培育本公司專業管理人才，成為公司內部講師及未來管理職務接班人，爰自 2012 年起，與 ACI 合作參與 AMPAP (機場專業管理認證課程) ，為公司重要職能培育課程。旨案課程係 ACI(國際機場協會)/ICAO(國際民航組織)合辦之機場專業管理認證教育訓練機構(ASI)所開設，學程共有 6 門必修課程，合格學員應於三年內修習完畢，課程包括有：

(一)IAP (International Airport Professional 入門課程)

(二)Airport Commercial and Finance

(三)Airport Operations, Safety and Security

(四)Airport Planning, Development and Environmental Management

(五)兩門必選修課程：學員應自 ACI AMPAP Elective 課程自選兩門修習完畢，課程包括機場環境管理、ACI/ICAO 空側規劃認證、ACI/ICAO 機場收費制度、航空公司管理(Airline Management for Airport Professionals)、機場公眾溝通與公關、機場人力資源管理、機場安全系統建置、建立機場旅客服務文化；或 ACI 訓練中心開設之其他課程等皆可認列學分。

本次參加國際機場協會全球訓練部門 (ACI Global Training) 之訓練計劃，該訓練計劃最早成立于 2004 年，主要任務為提升機場專業管理智能，提供一系列高品質、極具深度之機場管理課程，主要課程學員為國際機場協會之會員機場。課程類型分為機場經濟、航空保安與安全、環境永續、設施及管理等不同類型之實務課程等等。桃園國際機場加入國際機場協會已屆 9 年餘，亦可以學員身份參訓，不僅學習國際機場管理最新智能，更可與各國機場同業結識交流，針對共同關切之經營課題進行研討。

本次參訓課程主題為 Airport Environmental Management，為五日課程，主要目標為提供機場與環境保護的主要基礎課程，包括世界經濟永續發展、航空運輸與環境影響、永續發展與環境管理、機場之氣候變遷與碳管理、航空器噪音監測管理與公佈、水資源使用與再生、土地使用與居住地管理、地區空氣品質等，提出系統化之分析與見解，期望學員將可從課程中學習機場運作與環境永續發展的基本概念、環境管理系統主要因子，並系統化切入分析環境管理的環保與商業利益等。

從這門課程中，參訓學員可學習到以下項目：

1. 永續發展的概念應用于機場運作與發展。
2. 環境管理系統的基本因子。
3. 環境管理的系統化背後的商業與環境利益。
4. 機場的主要環境影響。
5. 討論環境改善的計畫與實做。
6. 如何向機場利害關係人溝通機場對於環境影響衝擊與潛在解決方案。

貳、 過程

一、 行程總表

	Day 1	Day 2	Day 3	Day 4	Day 5
上午	Module 1 - Course Introduction Module 2 – Sustainable Development, the World Economy and Aviation Module 3 – The Environmental Impacts of Aviation: An Overview	Module 5 – Environmental Management Systems Module 6 – Collaborative Environmental Management	Module 8 – Habitat, Ecology and Sensitive Sites Module 9 – Water Use, Treatment and Minimisation	Module 12 – Climate Change and the Commercial Imperative	Module 15 – Environmental Planning and Implementation at an Airport: A workshop
下午	Module 4 – Sustainable Development and Environmental Management	Module 7 – Aircraft Noise	Module 10 – Wastes Generation, Reduction and Treatment Module 11 – Local Airport Air Quality	Module 13 – Accounting for Airport Carbon Emissions Module 14 – Delivering Carbon Reductions: A Case Study	Course examination & evaluation

二、 課程內容記要

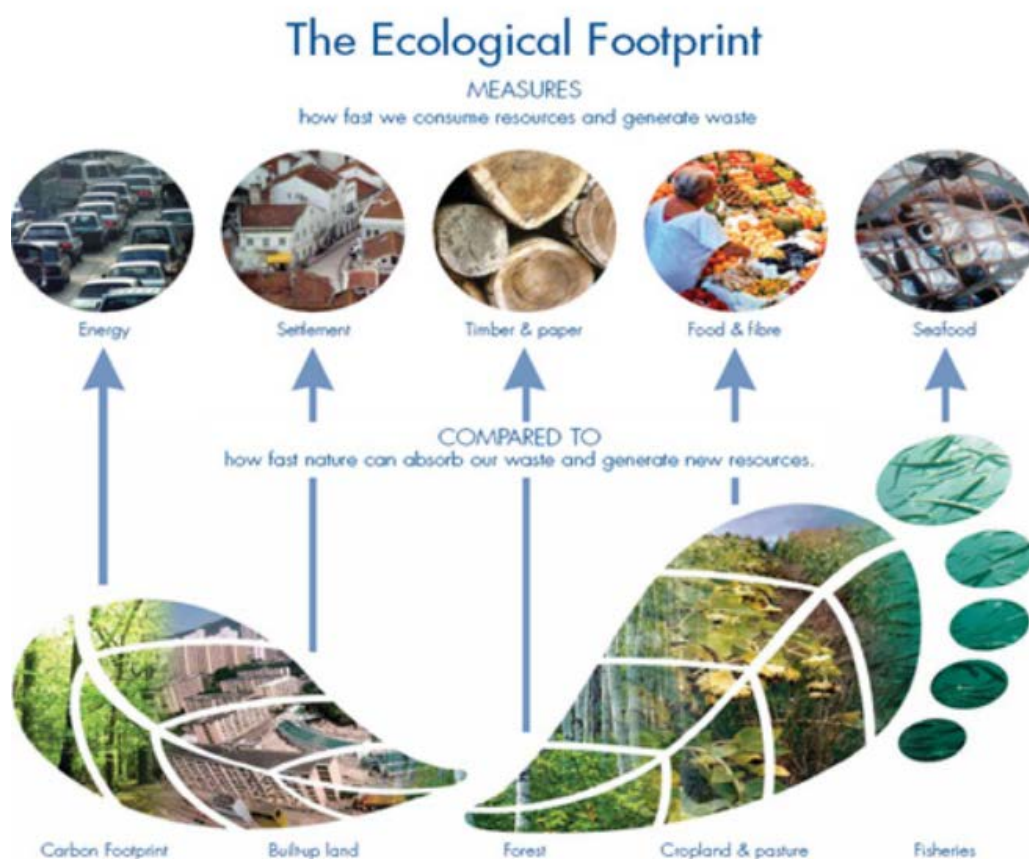
本次參訓課程共包括幾個學習重點，包括「永續發展對航空產業的意義」、「航空業對於環境的衝擊」、「永續發展與環境管理」、「環境管理系統」、「協同式環境管理」、「機場之氣候變遷與碳管理」、「航空器噪音監測管理與公佈」、「水資源使用與再生」、「垃圾排放、減量與回收利用」、「土地使用與居住地管理」、「地方空氣品質」等。以下謹針對前述學習重點說明如次：

1. 永續發展對航空產業的意義及航空業對於環境的可能衝擊

環境永續發展必須與經濟發展取得平衡，一般而言航空運輸成長對於社會與經濟發展帶來巨大的利益，但也對於環境與社會關聯影響帶來顯著衝擊，這些衝擊現在已逐漸威脅到航空業的成長。

因此，永續發展的目標主要在追求經濟與社會發展的同時，也不忘降低可能帶來對社會與環境的衝擊，如何從其中取得平衡，是永續發展的主要課題與挑戰。

有鑒於此，生態足跡分析 (Eco-Footprint Analysis) 即在衡量一群目標閱聽眾 (例如一個國家、地區或城市) 在消耗 (例如：砍木造屋) 了多少土地自然資源的同時，地球自然的資源要花多少時間才能生產轉換 (例如：森林復育) 成為各項經濟社會活動所需。理想的情況是自然資源的供給與消耗需取得平衡，我們的地球環境才能維持生生不息自我滿足。



「航空業對於環境造成的衝擊」

航空業活動對於環境帶來許多影響與衝擊，根據統計，全球航空業二氧化碳的排放值逐年升高，約佔全球碳排放 3%。雖然目前航空業碳排放比例相對偏低，但以驚人速度成長，不可小覷。航空業造成污染排放的來源包括航機與航機類型、載重量、飛行距離與航線，航空油耗更與許多營運方式有關，例如機場空側運作方式、空管策略、地勤服務等等。也有越來越多的航空碳排放法規管制來源，例如歐盟 ETS 政策、油耗、排放稅、機場碳排放限制等。

航空產業除了對於全球碳排放造成的累積與衝擊持續攀升外，對於地區環境影響更是直接與顯著，例如：

- 噪音-航空器/機場活動
- 空氣污染
- 土地/地表水污染
- 碳排放
- 能源與水利用
- 廢棄物
- 對居住地的衝擊

有鑑於此，ACI 提出有關因子將能進一步驅動機場推動環保政策，包括從制定法規、與營運成本關聯、與機場營運容量相關聯、制定計畫核准程序、確保正面形象、避免無效公關以及來自股東投資人的要求等，都可以促使機場管理當局與航空公司主動推出環保政策，避免汙染或排放惡化。

2. 環境管理系統

面對環境議題，機場當局常囿於環境影響的限制，無法明確認知何者該優先解決，這些議題包括有：

- (1) 例如噪音或空氣污染議題，無法充分使機場容量充分發揮。
- (2) 因需顧及環境汙染與衝擊而無法順利取得民間及政府核准擴建與興建機場設施（例如新跑道）。
- (3) 每年度耗資鉅資管理或減輕環境衝擊影響（如噪音與廢棄物），或是確保能源與水資源可以有效利用。
- (4) 為了充分利用資源或管理廢棄物所耗費上的鉅額成本。

為了有效控制環境汙染或衝擊，本課程為航空產業領域整理出以下幾點啟示，包括有：

- (1) 重視持續生態效率改善的承諾。
- (2) 科技與技術的再精進-推廣最佳做法。
- (3) 營運模式的改變。
- (4) 最佳化資產投資與運用。

其中，如何降低航空產業對於環境的衝擊，本課程建議應該採用系統化的途徑進行環境管理，甚至訂定績效指標；並鼓勵並激勵企業間的良好競爭，尋求更好的減低環境影響衝擊的解決方案。

綜上，本課程建議機場管理當局應建立自己的一套「環境管理系統」，一套環境管理系統應包括 5 大步驟，從機場管理者、機場服務營運商及社區利害關係人的執行承諾、蒐集、調查、確認並排序出對環境有潛在或直接影響的機場關聯作業活動、發展環境管理政策與關連計畫、合理針對政策目標進行人力、財務與技術資源的安排、發展監測執行進度機制並確保資源做最佳化利用，以及檢視不同方針的成果並對未來提出建

議。

Systematic Approach	Executive commitment of the airport operator, airport services providers & community stakeholders
Requires:	Identification & prioritization of environmental impacts associated with the operation of the airport
	Development of an environmental management policy and associated plans
	Allocation of human, financial and technical resources to achieve policy goals, objectives and targets
	Development of accountable management structures to monitor progress and ensure the most effective use of resources
	Review the outcomes of the various initiatives on a regular basis and provide recommendations for the future

That's an environmental management system!

本課程針對環境管理系統做出以下定義：

ISO(國際標準組織)定義環境管理系統為一個管理工具，可使組織：

- 確認並控制會造成環境衝擊的作業活動、產品或服務。
- 持續改善環境績效。
- 系統化推動制定環境目標、執行這些目標並對外宣達已經完成的進度。

截至目前為止，全球目前有兩個主要的環境管理系統的認證機構，第一個是 ISO 國際標準組織的 ISO 14001 (2015 修訂) 以及歐盟生態管理與稽核架構 (EU's Eco-Management and Audit Scheme, 1995) 。

進一步說明環境管理系統的建構過程，將包括一連串的管理做法，包括建立組織承諾、先期檢視整體環境、環境影響項目登錄、建立環境政策、設定目標及指標、建立環境管理計畫、組織與訓練、將環境管理文件化並制定控制程序、環境管理監控紀錄、日常內稽與整體環境管理

系統檢視。

其中，組織承諾的確定象徵組織推動環境管理的決心，接下來先期檢視整體環境與環境影響項目的登錄則是奠定整體架構基礎，包括 Environmental aspects (造成環境衝擊的作業活動層面)，與 Environmental impacts (前述活動對環境造成的改變或衝擊)，這裡所談的環境可指機場作業可能影響到的空氣、水、土地、自然資源、動植物生態、人類等等。

在檢視整體環境時，本課程列舉多項與航空及機場作業攸關的領域足供機場管理人員參考。包括有：減少航空噪音、鄰近地區空氣品質監控管理、溫室氣體排放、機場能源管理、水油電等資源管理、垃圾減量與管理、機場地勤作業流程優化、服務規劃設計、與利害關係人共同訂定環境績效指標、機場內部教育訓練、機場外部公眾溝通與政策立法等。

透過前述種種的項目環境檢視後，機場管理方應逐步清點並建立屬於適合自己的機場環境檢點表 (Environmental registers)，每一個環境議題都有其歸類的關聯汙染項目，以及背後可能導致汙染的作業活動成因、其相關的程序法規文件等，如下圖所示。

表：Registers of Environmental aspects

1	Issue	No.	Aspect	Airport Activity	
19	Discharge to Sewer	2.02	Discharge to sewer	Drainage of detergents oils and debris from aircraft wash bay	Deteriorati water cour
20	Discharge to Sewer	2.03	Discharge to sewer	Spills on the apron when in containment	Increased
21	Discharge to Sewer	2.04	Discharge to sewer	Spills on the apron when in containment	Increased

接著，組織應訂定出具體可以衡量的環保目標，方有利日後的追蹤與衡量。本課程將其命名為 SMART targets，SMART 即 5 個單字的縮寫 Specific、Measurable、Attainable、Relevant、Time-bound，包

括是否夠具體、可衡量、是否可達成、與組織目標相關、及時間。

環境管理系統是一連串扣連著環境議題與可能汙染來源的追蹤項目文件化及工具化的過程，目的在於更便於有效針對機場環境及汙染源進行有效控制與監督，也制定了一連串的行動計畫，針對不同的汙染源與環境問題提出有效及時的行動措施，更有利於機場管理者執行與管控。

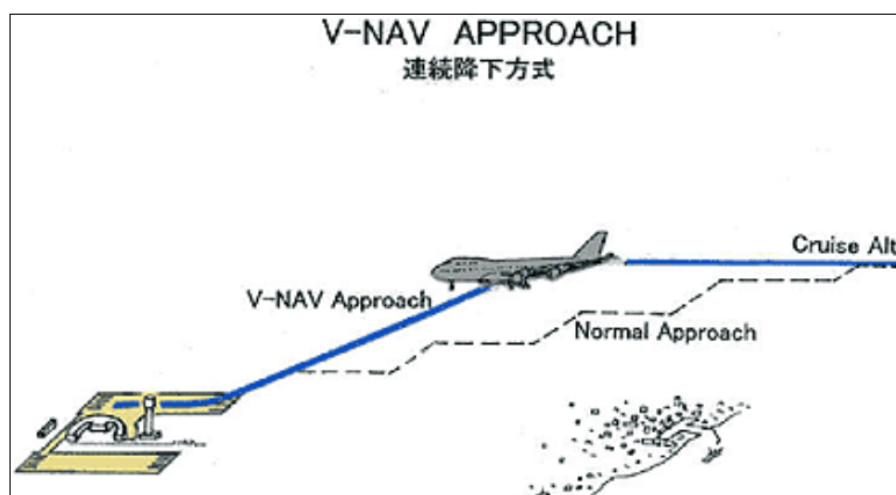
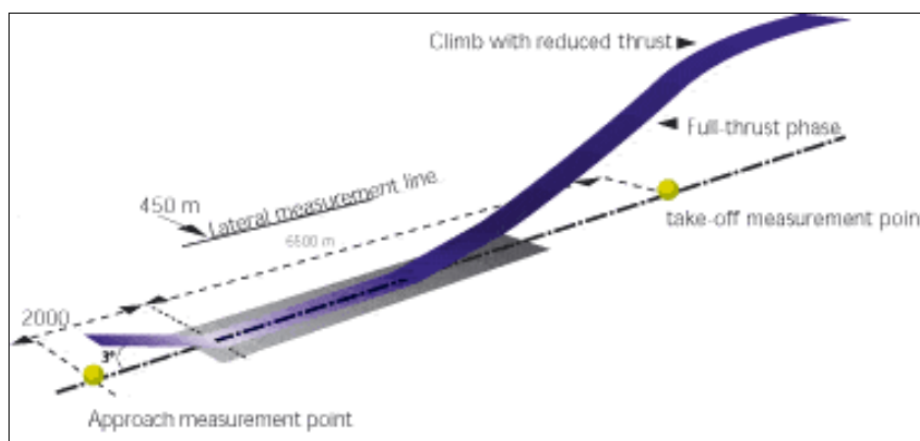
3. 航空噪音

航空噪音是機場最大的汙染源，而噪音最主要的來源為航空器。即使飛機引擎製造技術日新月異，但飛機起飛或降落時所帶來的巨大噪音，仍對機場周邊居民生活品質造成嚴重影響。因此，每一座機場都需界定出噪音影響範圍（Noise Contours），並將其公諸於眾查詢。噪音的影響程度也攸關社區與地方政府的政策要求，若地區反噪音聲浪大過對於機場的發展，機場極有可能必須依照公眾要求及政府有關減噪政策，制定出嚴格的噪音影響範圍區域以及可運行的航路、航機架次數（或禁止噪音機型起降架次或時段）、機場跑道可營運時間甚或是機場宵禁等等。

噪音必須是可衡量的，依照不同影響程度，可區分為 Noise、Noise nuisance（噪音滋擾，較為強烈的噪音影響，已屆法律管制範圍的噪音標準）、Noise exposure（噪音暴露）、Noise annoyance（噪音困擾，較主觀因人地物感受而異）、Noise disturbance（噪音打擾，無涉及法律層級，例如打斷睡眠）等。

對於機場噪音管制觀點，通常都同時考量在地居民觀感、社會經濟型態、生活型態、文化習慣等因素，以訂定出最適宜在地化的噪音影響標準。為了精確掌握噪音對於社區的影響程度，噪音監控（Noise monitoring）是必要的，通常機場當局應回應社區居民需求，公平設置社區不同角落的噪音監測點，在噪音影響區域範圍的疆界內設置，並搭配制定出對地區居民的噪音回饋補償措施。

噪音影響範圍至關重要，通常縝密的噪音影響範圍也是周邊都市土地開發利用的關鍵參考藍圖，一般而言，城市開發、人口密度與人口遷徙以及房價，都與噪音影響範圍圖息息相關。



圖：較減噪的飛機起飛與連續高度降落程序

然而，既然噪音最大來源為航空器，航空公司駕駛是否遵守航空路徑飛行固定的路線與高度，以利維護社區安寧，將噪音影響降至最低，機場當局即必須優先出面協調航空公司與控制噪音的惡化。越來越多機場當局與航管單位提出噪音管控政策，提出更加合適的機場主計畫、規劃建議的優先航路、嚴格蒐集噪音數據等，要求航空公司必須遵照既定航路飛程序（如較為安靜的起飛或連續下降程序，如上圖）、甚至選用更環保減噪的機型機種、遵循飛航程序等。

4. 空氣污染

空氣污染的議題，一直是環境保護中的主要項目。近年來，全球各國對於空氣污染所造成的地球暖化議題，均高度重視。2015年12月13日，在法國巴黎舉行的聯合國氣候高峰會（COP21），與會的195個國家一致投票，通過厚達39頁的《巴黎協議》（Paris Agreement）。正式通過史上第一份，要求所有國家減少溫室氣體排放的協議。《巴黎協議》內容包含，對本世紀限溫訂出目標，氣溫上升比工業革命前，不多於2°C，並努力爭控制在1.5°C內。

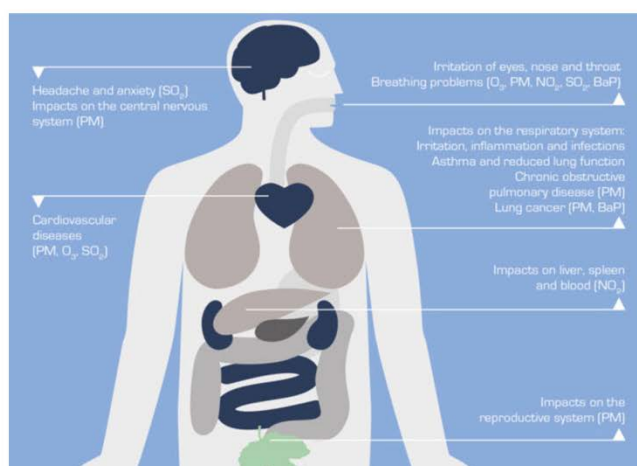


What is air quality?

Pollutants of concern

- **Oxides of nitrogen**
- Carbon monoxide
- Hydrocarbons
- **Particulate matter**
- Sulphur dioxide

NOT Carbon dioxide!



European Environment Agency, 2013

飛機所排放的污染物，包括了導致全球暖化的二氧化碳，也包括了二氧化硫、氧化氮、碳氫化物、一氧化碳和沒有燃燒完的燃料等污染物。當中二氧化碳更是各氣體之冠。單單是一程香港往倫敦的航班，每位乘客便會排放1.2公噸的二氧化碳，而氧化氮也有6公斤。可見飛機排放也是空氣污染的重要來源。

Sources of air pollutant at airports

- Aircraft
- Ground support equipment
- Airside vehicles
- Landside vehicles
- Point sources (electricity generation)
- Fuel storage
- Engine testing / fire training



大型國際機場的建設對一個國家和地區經濟發展有着長遠重要的影響。一個機場的興建和運行也與地方經濟和人民的生活密切相關。機場對地區經濟和就業影響一般被視為是正面的，但是在環境影響部份則大多為負面的。在歐美國家，社會大眾對於機場的擴建或新建也都非常關心。在興建之初的公開說明階段，大多數時候機場的開發，都會遭到機場附近居民和環保組織的強烈反對。

所以，是否擴建或新建一個機場，無論在哪個國家，都是一個非常慎重的決定。例如在英國，機場擴建和新建計畫需要經過地方政府規劃單位的審核程序。此外，因為機場也是國家基礎建設的重要部分，英國政府同時要求機場規劃必須從民航發展的角度進行評估。因此，機場擴建或新建計畫從通過計審查到批准建設的過程均十分漫長。

Airport issues

- Constraint to growth – exceedence of standards
- Human health impacts
- Community relations
- Ecological impacts



Airline - issues

- Growth constraints
- Economic impacts
 - Emission charging
 - Change to fleet
 - APU usage
- Environmental impacts



機場的環境影響除了明顯的噪音議題外，機場空氣污染物排放及其對空氣品質的影響也越來越受到重視，包括國際民航組織（ICAO）航空環境保護委員會（CAEP）等相關國際機構也開始關注此項議題。在英國和其他歐洲國家，機場的擴建一直以來在環境影響方面都會引發巨大的爭議和輿論的關注。

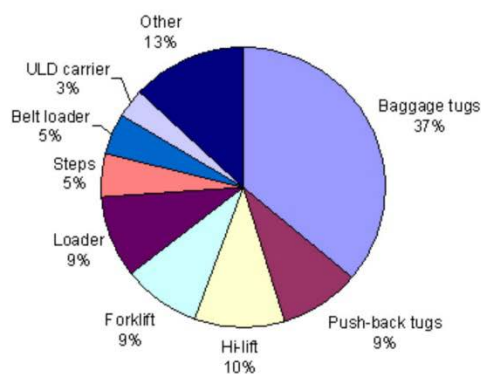
大型機場氣候變化的影響，主要呈現在二氧化碳排放方面。航空業的二氧化碳排放量大約佔全球人類活動排放量的 2%，而這其中有 62%是來自於國際航班，航空業的二氧化碳排放量預計每年增長 3%-4%。到 2030 年，世界十大航空交通流量中，預計最大的增量將發生在中國大陸的國內航空業，到 2030 年，中國將增長 7.9%；並佔全球航空旅行流量的 10.7%。

Airside emissions

- Ground support vehicles
 - belt loaders
 - tugs
 - catering
 - lav trucks
- Compressors
- Airport vehicles
 - tankers
 - ops

- Boiler house / power plant
- Fuel storage
 - breathing loss
 - working loss
 - spillages

- Maintenance



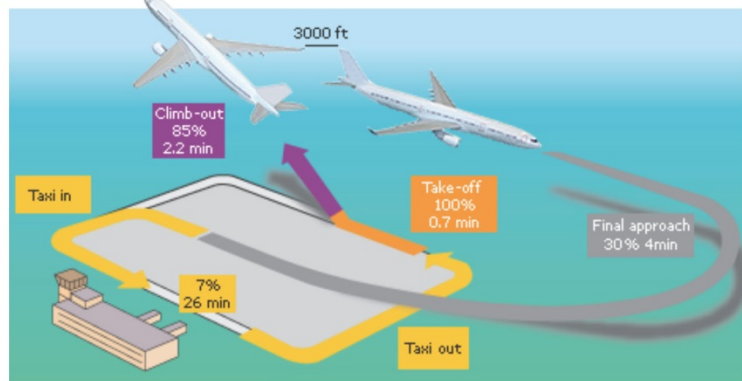
Landside emissions

- Road vehicles
 - filling stations
 - car parks
- Coaches
- Heavy rail
- Taxis

Accurate data - fleet mix - speed - number

Aircraft emissions

- Landing take off cycle (LTO)
 - taxi
 - idle
 - takeoff
 - approach
 - climb-out
- APU



These operational times are in reality *airport specific / aircraft specific / fleet specific*

25

飛機產生的各種污染物中，硫氧化物會造成酸雨，也是生成細懸浮微粒(PM2.5)的前驅物，航空燃油的硫含量則會影響飛機引擎排放 PM2.5 的多寡，燃油業者若能將航空油品內的硫含量降低，將可減少 SO2 及 PM2.5 的排放，對機場週邊城市的空氣品質改善有所助益。

以台北市為例，根據台北市政府環保局的檢測結果，台灣中油公司與台塑石化公司的航空燃油硫含量，檢測平均值分別約 400ppm 與 1400ppm，雖均符合法規標準 3000ppm，但相較車用柴油 10ppm 高出甚多。另外，世界各國航空燃油的硫量約介於 348ppm 到 830ppm，顯見國內業者應有減量的空間。

Typical aero-engine emission indices (g/kg)

Species	Operating Conditions		
	Idle	Take-off	Cruise
CO ₂	3160	3160	3160
H ₂ O	2130	1230	1230
CO	25 (10-65)	<1	1-3.5
HC (as CH ₄)	4 (0-12)	<0.5	0.2-1.3
NO _x -Short haul -Long haul	4.5 (3-6)	32 (20-65)	7.9-11.9
	4.5 (3-6)	27 (10-53)	11.1-15.4
SO _x (as SO ₂)	1.0	1.0	1.0

29

根據美國《世界觀察》(WORLD WATCH)雜誌《機場與城市能否共存》內容所述，一架波音 747 客機重約 425 噸，一次正常的降落、滑行、起飛平均需要 32 分鐘，耗油約 4000 公斤(約 5000 升)，每燃 1 公升汽油釋放出 8400 升廢氣。起飛離地時 2 分鐘里的廢氣相當於 3000 輛汽車的排放量。噴氣發動機在高空飛行時效率最佳，基本只排放二氧化碳；但在地面燃燒效率很差，燃燒不完全，廢氣中除了二氧化碳，還有氮氧化物(NO_x)、揮發性有機化合物(VOCs)及醛等二百多種有毒物質。一架波音 747 在 32 分鐘的降落起飛時間裡產生的氮氧化物(NO_x)約 87 公斤。氮氧化物產生光化學煙霧污染，是造成霧霾的元兇，並與空氣中的水結合轉化成硝酸和硝酸鹽，形成酸雨。

5. 機場碳排放計算

由於能源產業係未來面對減量要求之第一波衝擊對象，無論減量壓力源於國際減量之要求、或自身能效提升與減量承諾，均以溫室氣體盤查作業為整體制度推動之基礎，而透過溫室氣體盤查工作的進行，除了藉此掌握及檢視自身溫室氣體排放量外，更奠定了未來作為溫室氣體減量之基石。

依據溫室氣體盤查議定書 (Greenhouse Gas Protocol) 定義，對於溫室氣體的範疇可分為三類。

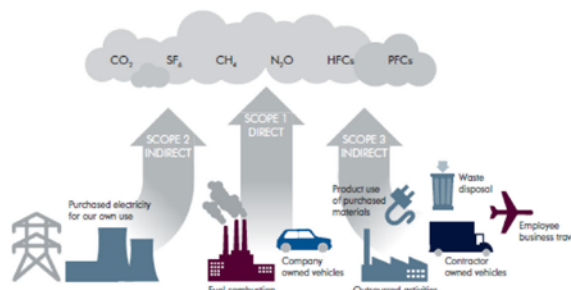
- 範圍 1：各種直接排放的溫室氣體。
- 範圍 2：從購電、熱能或天然氣的過程間接排放的溫室氣體。
- 範圍 3：其他由生產活動上、下游所間接排放的溫室氣體，如開採和生產採購的原材料和燃料，不包括在範圍 2 的電力生產相關的活動、外包行為、垃圾處理等。

Scope options – Greenhouse Gas Protocol

Defines three scopes (or boundaries) for GHG/carbon emissions accounting

1. Direct GHG emissions from all sources owned by the company (stationary and mobile combustion)
2. Plus indirect GHG emissions from purchase of electricity
3. Optional step – indirect emissions from company's upstream and downstream activities (provides an 'opportunity to be innovative in GHG management')

<http://www.ghgprotocol.org/>



5

ACI 提出的機場碳認證程序，提供了一個可量測且共同的架構，讓機場可積極的執行碳管理工作。該程序涵蓋了大部分的碳排放量業務活動，這個程序可以用在任何一个機場，作為其日常環境管理活動和長期戰略的一部分。

機場碳認證認可並派駐機場的管理和減少碳排放的努力。有四個層次的認證：「比對」、「減量」、「優化」和「碳中和」。

「比對」步驟是要求機場要執行碳足跡的測量。為了取得第一階段的認證，機場必需做到下列事項：

- 依據溫室氣體協議定義中的範圍 1 和範圍 2，明確將機場的「運營範圍」和排放源。
- 收集數據，並計算上述來源過去幾年每年的碳排放量。
- 編撰碳足跡報告。
- 提送前應請獨立的第三方來驗證單位認證該報告，以確保碳足跡的計算是按照 ISO14064 的要求。

「減量」則是逐步實現減少碳排放。為了達到第 2 階段認證，機場必需做到下列事項：

- 達成第 1 階段「比對」的所有要求。
- 提供有效的碳管理程序等相關證據，包括目標設定。
- 通過分析連續年的二氧化碳排放量的數據，證明在碳足跡方面有明顯的減。

「優化」步驟部分，在減少碳排放方面，機場碳認證需要相關單位的參與。相關單位包括航空公司和各類服務提供商。例如：地勤服務公司、餐飲公司、航管單位等。它還包括各種地面交通（公路、鐵路）主管部門和用路人。為了達到第 3 階段認證，機場必需做到下列事項：

- 完成第 1、2 階段的所有要求。
- 擴大其碳足跡的範圍，包括 GHG 所定的範圍 3 排放。範圍 3 的

排放量衡量包括

- 飛機降落和起飛一次的排放量
- 機場乘客和工作人員進出機場的地面運輸活動
- 工作人員出差活動的碳排放
- 任何其它機場當局認為的適用範圍 3 的排放源
- 提出與第三方運營商共同減少碳排放量的證據。

「碳中和」表示需抵消剩餘的直接碳排放量。為了達到此階段的認證，機場必需做到下列事項：

- 達成第 1、2、3 階段的所有要求。
- 抵消剩餘的範圍 1 及 2 的碳排放，以顯示其對實現碳中和行動的所有直接排放和間接排放超過該機場的補償承諾。



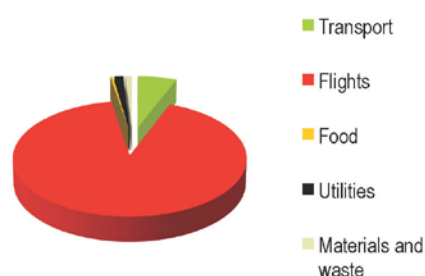
ACI carbon accreditation programme

- **Level 1 – Mapping** – A inventory of CO₂ emissions sources and quantities is completed, including sources owned and controlled by an airport operator and airport-related sources belonging to other parties that an airport may be able to guide or influence.
- **Level 2 – Reduction** – After Level 1, a Carbon Management Plan has been implemented for emissions sources under an airport operator's direct control including measurement, reporting and demonstration of emissions reductions.
- **Level 3 – Optimisation** – The mapping inventory has been extended to include other parties such as airlines, tenants and passengers, and the airport operator has worked with them and achieved reductions in those emissions.
- **Level 3+ - Neutrality** – Where airport operator has reduced its own emissions (for Level 2) and has satisfactorily offset its remaining the emissions under its direct ownership and control.

機場的碳排放量，有 90%來自於航空器，6%來自於其它各項地面運輸活動，其餘的餐飲服務、公用事業、廢棄物...等活動，總共僅佔 4% 左右。

Typical baseline footprint for 'airport system'

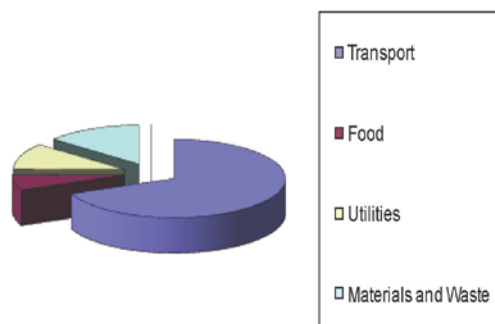
	%CO ₂ eq
Flights	90
Transport	6
Food	1
Utilities	2
Materials & Waste	1
Total	100



若不計算航空器的碳排放量，地面運輸活動將成為機場主要的碳排放來源，比例高達 70%，其餘的餐飲服務、公用事業、廢棄物...等活動，則分別是 5%、15%、10%。顯見交通運具仍是主要的碳排放來源。

Airport system emissions excluding flights

	%CO ₂ eq
Transport	70
Food	5
Utilities	15
Materials & Waste	10
Total	100



若再將地面運輸交通細分，可以發現有超過 90%以上的碳排放來自旅客進出機場的旅次行為，其次為機場員工的通勤交通，佔比約 5%，剩餘的各種交通活動，共佔 5%的碳排放。

Contribution of ground transport to emissions

	%CO ₂ eq.
Co. car scheme	<1
Catering vehicles	<1
Buses	<1
Cargo vehicles	~3
Staff commuting	~5
Passenger access journeys	~90



- Company car scheme
- In-flight catering delivery vehicles
- Staff and passenger car park buses
- Cargo centre vehicles
- Staff commuting
- Passenger access journeys

參、心得與建議

1. 全球化社會追求經濟快速發展，機場建設是不可缺少的關鍵建設項目，但在追求經濟發展的同時，航空產業所帶來的污染是國家與全球最大的外部成本。各項由航空器、機場開發所帶來的噪音、空氣污染、水資源、能源使用不效率及廢棄物污染等，對於地區居住品質已嚴重造成威脅。故作為機場管理當局，如何有效控制污染源，降低污染對社區與社會的衝擊，甚至有效對社區與公眾的溝通，儼然成為各國機場與日俱增重視的課題。
2. 本課程提出環境管理系統的管理工具，鼓勵各國機場早日檢視對於社區環境造成的各項可能污染來源，並與造成污染的關鍵機場作業進行交叉連結，以建立系統化的監管機制與防治措施，有效降低污染風險與污染程度。我國對於環境保護意識似乎尚未成氣候，機場亦應帶頭建立環境管理系統，早日預防甚於治療，從源頭做起有效降低環境衝擊與污染風險。
3. 航空器噪音污染為機場最重要的污染源之一，隨航空科技日新月異，引擎噪音始終仍未能有效降低，在追求經濟成長、利潤與環境保護平衡的同時，本課程提出一系列噪音控制措施與預防機制建議，例如管制航空器地區飛行路徑與監管、航空器起飛與降落程序以及相應之獎罰措施，應可作為我國機場噪音管理手段上的參考。
4. 機場的環境影響除了明顯的噪音議題外，機場空氣污染物排放及其對空氣品質的影響也越來越受到重視，包括國際民航組織(ICAO)航空環境保護委員會(CAEP)等相關國際機構也開始關注此項議題。桃園機場未來將進行第三航廈、第三跑道等重大建設，若要將桃園機場打造成環境永續的機場，則在噪音、空氣污染、碳排放等相關議題上，將是各項工程在規劃設計階段中，必需一併考量的重要課題。

5. 香港機場目前正進行第三跑道的整體規劃和政策說帖，環境影響評估是規劃第三跑道系統計劃的主要部分。香港機管局決心致力以高度透明的方式及專業的態度，非常審慎地進行環評程序，並探討一切可行方法，以避免、盡力減少、緩解及補償可能造成的潛在環境影響。在環評程序中，香港機管局亦承諾將繼續與不同持份者保持聯繫及溝通。此一做法，將是桃園機場未來在推動環境政策方面很好的學習對象。

肆、 附錄

課程教材 (摘要)