

出國報告（出國類別：訓練）

ACI 空側作業與安全課程 出國報告

服務機關：交通部民用航空局

姓名職稱：林意純技士

派赴國家/地區：荷蘭/阿姆斯特丹

出國期間：114年8月30日至9月7日

報告日期：114年11月13日

摘要

國際機場協會（Airports Council International, ACI）為培育航空領域專業人員，針對專業人員安排不同培訓計畫，包括機場高階領導力計畫、機場管理專業認證計畫，並對機場營運及安全管理人員提供一系列課程，包括 GSN 1 安全管理系統課程、GSN2 空側安全與運作、GSN 3 緊急應變計畫與危機管理、GSN 4 ICAO Annex 14 課程、GSN 5 進階安全管理系統課程、GSN 6 機場查核及規範課程。

本次參加 GSN2 空側安全與運作，課程為期 5 日，於荷蘭阿姆斯特丹 JAA 訓練中心（JAA Training Organisation）舉行，講師長期與 ACI 合作並有豐富實務及教學經驗，授課內容包括國際民航組織標準與建議措施、空側指示牌、標線與燈光、空側車輛駕駛管理、跑道入侵預防及野生動物危害管理等議題，並涵蓋了航空氣象、低能見度作業及燃油與危險物品作業，對空側安全管理進行多方面討論，期透過課程能解釋影響機場安全因素及維護作業安全並瞭解國際間空側安全與運作管理之發展，以對於後續空側作業安全監理有所參考。

目次

壹、前言	4
一、目的	4
二、過程	5
三、講師及學員背景	7
貳、課程內容	8
一、標準與建議措施	8
二、指示牌、標線及燈光	11
三、空側車輛駕駛	13
四、野生動物危害管理	15
五、環境	16
六、航空情報發布	18
七、機場工程	19
八、航空氣象	21
九、燃油與危險物品	23
十、跑道入侵及預防	25
參、心得與建議	27

壹、前言

一、目的

機場空側作業對於機場營運屬至關重要一環，目的於確保空側區域所進行之活動符合安全規範與程序，並減少潛在安全風險，無論是透過空側車輛、裝備及人員管制或相關監控服務，均須符合作業規定，以有效防止事故發生，另加強與航空公司、地勤人員、機場運營方等單位間之協同合作，提高安全意識與應變能力，必要時安排人員定期培訓及相關演練，以保障人員生命安全，亦能提升機場營運效率。

本次訓練由 ACI 主辦 GSN2: Airside Safety and Operations 課程，為機場管理人員和主管機關提供空側安全及營運各方面概述，以確保空側環境能安全且高效運作，課程內容涵蓋多項領域，如機場營運人責任、氣象學、號誌標誌、飛機週轉計畫、油料管理與危險物品、野生動物危害管理、低能見度營運，以及跑道入侵意識與預防，期待透過前揭訓練課程能解釋影響機場安全因素及維護作業安全並瞭解國際間空側安全與運作管理之發展，以對於後續空側作業安全監理有所參考。

二、過程

本次空側作業與安全課程由國際機場協會（Airports Council International, ACI）舉辦，該協會服務遍及全球五大區域，為 830 會員提供培訓方案，本次訓練地點位於荷蘭阿姆斯特丹 JAA 訓練中心(JAA Training Organisation，如圖 1、2)為提供全球航空領域人士專業培訓平台。訓練教室（如圖 3、4）設有休息空間提供講師與學員使用，上課環境舒適且氣氛愉快。



圖 1、2

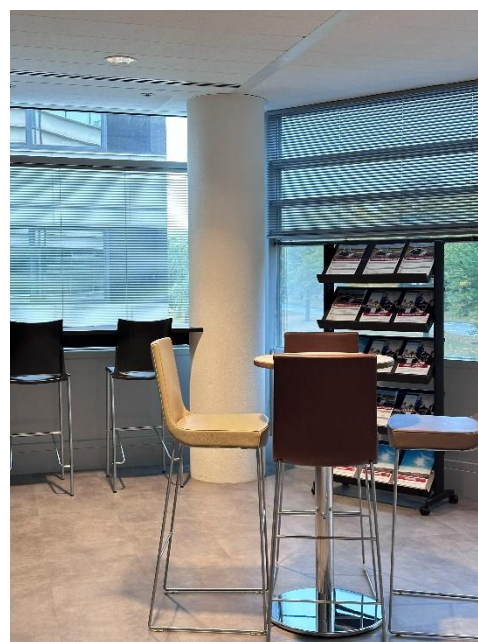
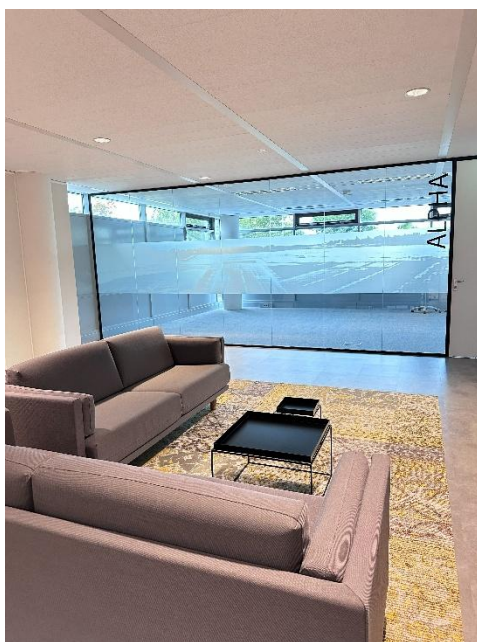


圖 3、4

本次行程於 114 年 8 月 30 日至 114 年 9 月 7 日期間桃園往返荷蘭阿姆斯特丹，參加課程共計 5 日（114 年 9 月 1 日至 114 年 9 月 5 日），上課時間自上午 9 時至下午 5 時，評估標準包括出席率、課程參與、小組報告或作業及實際評量成果，原課程大綱如表 1，但實際依講師授課進度及學員回饋意見調整每日課程主題，主要課程著重於場面運作與標準、指示牌、標線及燈光、空側車輛駕駛、野生動物危害管理、環境、航空情報發布、機場工程、低能見度作業、燃油與危險物品及跑道入侵預防。

表 1：原課程大綱

日期	課程
第一天	<ul style="list-style-type: none"> • Session 1：課程介紹 • Session 2：航空站經營人責任 • Session 3：場面運作與標準 • Session 4：指示牌、標線及燈光 • Session 4-2：小組練習
第二天	<ul style="list-style-type: none"> • Session 5：野生動物危害管理 • Session 6：空側車輛駕駛 • Session 7：環境 • Session 8：航空情報發布 • Session 9：機場工程
第三天	<ul style="list-style-type: none"> • Session 10：氣象 • Session 11：全球報告格式 • Session 12：飛航管制 • Session 13：低能見度作業 • Session 14：燃油與危險物品
第四天	<ul style="list-style-type: none"> • Session 15：跑道入侵預防 • Session 16：跑道偏離 • Session 17：機場協作決策 • Session 18：小組練習
第五天	<ul style="list-style-type: none"> • Session 19：小組練習 • Session 20：小組練習

三、講師及學員背景

本次講師為 Glenn Wheeler，現任 ACI 訓練講師，在應變危機處理、航空保安、事故調查等領域有豐富經驗，常往來各地機場教授培訓課程並分享經驗，過去經歷英國皇家空軍及警察並在英國曼徹斯特機場服務。

參訓學員共計 18 位，分別來自荷蘭、以色列、盧森堡、波蘭、蒙特內哥羅、荷蘭加勒比區、德國、克羅埃西亞、葡萄牙等國家（如圖 5），學員大多數為機場營運、監管部門或主管機關，負責機場風險管理、機坪管理、安全保證等任務，課程期間提供授課講義說明空側安全內容，藉由案例分享及分組討論方式，讓學員互相交流，加強課程實用及互動性。



貳、課程內容

一、標準與建議措施

設立標準與建議措施目的在於航空營運效率與安全，可避免衝突並確保世界各地機場一致性，ICAO Annex 14 對各會員國的監理機關與機場管理單位提供機場基礎設施設計及運作之標準及建議措施（Standards and Recommended Practices, SARPs）。標準為國際規範中所「必要」（Shall）具備之幾何特性、設施設計、材料、人員或是程序，如果會員國無法遵守標準，則必須通知理事會。建議措施則使用「應該」（Should）一詞，表示其為期望有效執行的事項，但非強制性。

國際民航組織訂定國際標準及建議措施，期能建立共通性標準之外，同時透過建議措施保有一定程度彈性；除為保留與時俱進空間，亦可讓各會員國根據實務狀況及需求調整規定，是目前建議措施條文較標準條文多之原因。

為確保機場實體特性符合主要運作之航空器尺寸，機場參考代碼（Aerodrome Reference Code）用來識別機場特性並進行分類，由數字和字母組成，數字部分與飛機參考場面長度相關，依據該跑道欲提供服務之飛機中所需最長之飛機參考跑道長度值決定，以 1 至 4 表示，如代碼 1 為飛機參考跑道長度少於 800 公尺之小型 Cessna 飛機，會受海拔高度、溫度和氣壓等環境條件影響；英文部分則評估飛機翼展，依據欲提供服務之飛機中最大翼展決定，以 A 至 F 表示，如 A380 代碼 F 為翼展 65 公尺以上 80 公尺以下。另跑道寬度部分應不小於航空器主起落架外輪間距（Outer Main Gear Wheel Span, OMGWS）。

跑道公布距離通常透過 AIP 提供參考包括 TORA（Take-Off Run Available 可用之起飛滾行距離）、TODA（Take-Off Distance Available 可用之起飛距離）為可用之起飛滾行距離加清除區、ASDA（Accelerated Stop Distance Available 可用之加速停止距離）為可用之起飛滾行距離加緩衝區、LDA（Landing Distance Available 可用之降落距離），其他如清除區係位於跑道末端之外，提供航空器於起飛初期爬升階段安全通過、緩衝區用以提供航空器於放棄起

飛時安全停止空間，相較於跑道延長工程屬較經濟替代方案；位移跑道頭通常係因跑道端存在障礙物，藉此可確保航空器於進場通過該障礙物時，維持足夠淨空高度，於新建機場通常已於設計階段排除。

跑道端安全區可減少航空器衝出跑道或提早觸地時所造成之損壞，講師提到跑道地帶是跑道兩側延伸區域，必須清除障礙物並應具備足夠強度，防止飛機衝出時受損，Code 3 或 4 精確進場跑道之跑道地帶，應以跑道中心線為基準向兩側各延伸 140 公尺，跑道地帶尺寸如需縮減，需基於風險評估審查結果進行。跑道端安全區位於跑道地帶兩端，標準長度為 90 公尺，建議措施為 240 公尺，講師提出跑道端安全區實際避免航機危害發生之案例，另對於無法提供足夠長度跑道端安全區之機場，可考慮使用工程材料攔截系統 EMAS，透過下壓後產生快速下沉並達到減速效果，惟損害後修復成本高或導致跑道關閉。

跑道地帶有部分地下基礎設施透過結構周圍建立斜坡或坡道，確保輪機撞擊時能順利爬升，提升安全性，講師舉例荷蘭阿姆斯特丹機場位於海平面下方並有土質鬆軟之特性，因此會在混凝土等結構周圍的兩側設置斜坡避免輪機脫落。另講師提出數據統計跑道衝出事故頻繁，60%發生於潮濕跑道，建議加強跑道維護及巡檢，並選擇在不同時間進行額外檢查，以利查出其他潛在風險。

滑行道部分必須確保飛機駕駛艙位於滑行道中心線標線上時，飛機主起落架外側主輪與滑行道邊緣之間仍保持最小淨空距離，以確保滑行安全，以 A380 航機為例，其 OMGWS 為 14.34 公尺，所需淨距為 4 公尺，故可供 A380 通行之最小滑行道寬度為 23 公尺。

TAXIWAY WIDTH

Outer Main Wheel Gear Span (OMGWS)				
	Up to but not including 4.5m	4.5 m up to but not including 6m	6 m up to but not including 9m	9 m up to but not including 15m
Clearance	1.50m	2.25m	3m (a) or 4m (b)	4 m
(a) On curved portions if the taxiway is intended to be used by aeroplanes with a wheel base of less than 18 m				
(b) On curved portions if the taxiway is intended to be used by aeroplanes with a wheel base equal to or greater than 18 m				

圖 6

為確保飛航作業之安全，ICAO 訂定障礙物限制面（Obstacle Limitation Surfaces，OLS）作為評估與管制機場周邊障礙物之依據，目的在於維持機場空域淨空，避免建築物或其他構造物干擾飛航活動，講師說明尤其是歐洲及北美部分歷史悠久機場，常受限於地形與都市發展因素，使得維護淨空面作業更具挑戰性。為維持安全之運作環境，須採取適當之保障措施，以防止任何構造物之高度超出允許範圍，或位於影響航機進離場之關鍵區域內。OLS 由幾何面所構成，包括進場面、內外水平面及錐形面等，以外部水平面為例，自機場基準點向外延伸 15 公里，高於 150 公尺之構造物由機場主管機關持續監測。目前，全球部分機場雖未完全符合 OLS 之理論標準，然基於地理與運作條件之特殊性，仍可依特定程序獲得認證。例如尼泊爾某山區機場，因地勢限制需採取上坡降落及下坡起飛，無法執行超越或復飛程序，但其操作規範已充分納入安全考量，故仍得以運作。

機場營運是一個不斷在成本和安全之間尋求平衡的過程。例如，將所有建議措施提升為標準雖能提高安全性，但會導致成本急劇上升，甚至可能導致舊機場必須關閉，機場營運者需利用風險評估不斷審查和調整標準，以確保在維持營運效率的同時，達到國家法規和國際 SARPs 所要求的安全水準。

二、指示牌、標線及燈光

依據 ICAO Annex14 及 ICAO Doc 9157 Pt 4，跑道標線為白色，包括跑道名稱標線、跑道中心線標線、跑道頭標線、著陸點標線、跑道邊線等，如圖 7；滑行道標線為黃色，滑行道因故關閉必須在兩端畫設一組黃色交叉線，強制性指示標線以紅底白字表示；資訊標線為黃底黑字或黑底黃字，用於提供方向、位置或其他資訊。跑道等待位置標線用於預防跑道入侵，分為 A 型與 B 型兩種，前者設於近跑道處，其餘採用後者，並搭配停止線燈，另建議在接近跑道等待位置標線之滑行道中心線上設置加強型滑行道中心線。



圖 7

指示牌主要分為強制性指示牌與資訊指示牌兩大類。前者以紅底白字顯示，常設於跑道入口、滑行道交叉口或跑道等待位置，亦即需經管制塔臺授權始可通行之處。資訊指示牌則以黃色背景及黑色字體呈現，用辨識目前位置或指引方向。位置指示牌以黑底黃字表示，方向指示牌以黃底黑字顯示。

部分機場依其營運需求設置輔助或專用指示牌，能加強操作效率及安全，舉例如噴射氣流警告（Jet Blast Warning）、噪音警示（Aircraft Noise Notice）及緊急燃油關閉標誌（Emergency Fuel Shutdown）等，均須設於顯眼位置，以

確保人員能迅速辨識並採取行動。另文字應兼顧航空通用語言及當地使用語言，依 ICAO 規定不得使用英文字母 I、O 或 X，以避免造成辨識混淆。

ACI 亦出版 Apron Markings and Signs Handbook 提供機場參考。







	Yellow – indicates taxiway / taxilane centreline markings and aircraft stand markings intended for the safe manoeuvring of aircraft (ICAO). See Note 1
	White – indicates apron markings intended to regulate vehicle traffic and vehicle parking
	Red – indicates danger and borders where crossing is prohibited
	Blue – indicates subsidiary taxilane centreline, where alternative centreline routings are available (under ATC control). See Note 1
	Orange – indicates second subsidiary taxilane centreline, where alternative centreline routings are available (under ATC control). See Note 1
	Green – indicates any other purposes as required locally
Note 1:- These colours are presently used in several European Airports	

圖 8

為確保於夜間及惡劣天候下之辨識，燈光可引導航機安全起降，包括跑道頭燈(白)、跑道中心線燈(依距離分別為白、紅白、紅)、跑道邊燈(白、末端前 600 公尺為黃)、跑道末端燈(紅)、跑道著陸區燈(白)、滑行道中心線燈(依距離分別為綠、黃綠)、滑行道邊燈(藍)、快速出口滑行道指示燈(黃)。

簡式進場燈用於非儀器跑道，由跑道中心線延伸的單排燈和單一橫排燈組成；第 II 類及 III 類精確進場跑道燈系統，由跑道中心線延伸到距跑道頭 900 公尺處並有兩盞白燈位於中心線旁及兩側配有紅色排燈；高架進場

燈其材質均應具備易斷性以保護航機；精確進場指示燈 PAPI 通常於跑道左側共四盞，提供飛行員確認下滑角度。

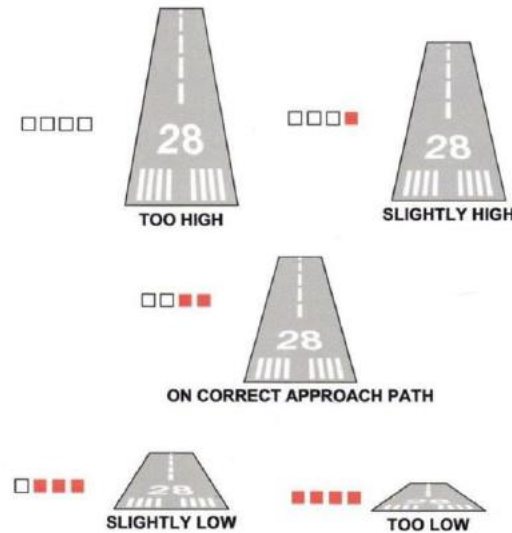


圖 9

三、空側車輛駕駛

為提高空側活動效率並確保空側安全與秩序，以防止航空器與車輛或車輛與車輛間事故，空側車輛管制除制定相關作業程序外，藉由駕駛員資格能力審定、訓練制度及安全文化建立均為關鍵面向，且首要原則以安全為最高考量，講師說明駕駛能力多由長期實務操作累積而成，僅透過訓練亦難以確保其安全性，因此對於非經常性駕駛人員，應由具合格資格之專任駕駛人員代理執行為宜，以避免人員自行駕駛，將自己置於風險中並造成潛在危害。

此外，駕駛人員之身體健康與適任性為能否執行任務之重要基礎，機場管理單位可訂定醫療標準，如視距與色覺之檢測、聽力測驗等項目，惟在部分地區，受政治或社會因素影響，系統性之醫療檢查推行或有困難；若因視力或辨色異常導致重大事故，則安全管理系統仍將需補強相關檢測措施，以確保運作安全。

另駕駛許可管理上應採分級制度辦理，其一為停機坪駕駛，屬最基本之駕駛資格，大部分駕駛人員僅限於此區域內執行作業，且不需直接與航管單位進行通話，其二為操作區駕駛，範圍包括滑行道與跑道，此區風險較高，僅限通過額外訓練合格之人員，如航務、工程或緊急應變單位方得進入，並應接受無線電通話（R/T）操作訓練。

關於專業裝備之操作訓練，多由機場營運單位授權各承包或作業公司自辦，惟機場管理單位仍應負最終監督責任，確保所有外部單位之訓練程序、紀錄與成效均符合同一安全標準。

在實際運作層面，駕駛人員於濃霧等惡劣天候時執行任務，易喪失外部參考點而產生判斷困難。此時應降低車窗、依聽覺輔助辨識環境；另可運用應答機與地面雷達等技術，以利航管監控車輛動向並即時通報異常，防範誤入滑行道或跑道之事故。

車輛與飛機於繁忙機場中可能發生路權衝突，惟依規定，飛機具有絕對優先權。然飛行員於滑行或進場時，仍應保持外部觀察並具備即時停機之能力，以維持雙方運作之安全距離。若不幸發生碰撞事故，駕駛人員應依訓練程序留在現場等待調查，切勿因恐慌而擅自離開，以免影響事故鑑定。

在違規防制與安全文化之推行方面，建議以公正文化為導向，鼓勵人員主動通報錯誤並藉以強化訓練，而非採取過度責罰文化，違規事件可採記點或罰款方式處理，並依累計點數或違規次數實施階段性裁罰，至於罰款由公司或個人負擔，應視違規之責任歸屬與組織文化特性而定。另可設置暫時停權制度，對違規人員暫時停止駕駛資格，以示警惕。

最後，針對藥物與酒精之使用，應建立明確之零容忍政策，若醫師處方用藥具嗜睡副作用亦須事先申報，以避免影響操作安全，雖目前多數航空從業人員遵守飛前十二小時禁酒原則，然仍應透過隨機抽檢與教育訓練，防止類似事件再度發生。

四、野生動物危害管理

野生動物活動對飛航安全的威脅具有全球性特徵，但各機場所面臨的鳥擊與野生動物危害狀況，因地理位置、氣候條件、生態環境及周邊土地利用之差異而有多樣特性。講師指出，任何有效的野生動物危害管理計畫，均須依據當地生態特性與運作條件量身訂定，無法套用單一標準模式，並舉例歐洲地區氣候溫和，吸引鳥類棲息，冬季時，本地鳥類多向南遷徙避寒，同時亦有自非洲北遷之鳥類通過，形成雙向遷徙現象，進而面臨鳥擊威脅，另位於南非約翰尼斯堡機場則有野生動物危機，常見毒蛇出沒，野生動物管理團隊除負責鳥擊防制外，亦須安全捕捉並移除蛇類，且不得予以撲殺，以色列同學分享，鳥類傾向沿陸地飛行以便休息覓食，南北向遷徙路徑連接歐洲中部、俄羅斯與北非，使當地機場長期處於高風險區域。

有效之野生動物管理計畫應以管理為核心，而非單純移除或撲殺，多數情況下，移除野生動物非長久之策，因其生態棲地將迅速被其他物種填補，且法律或倫理層面亦多有限制，因此建議落實數據收集與分析，以掌握問題規模、涉入物種及季節性變化趨勢，建議觀測期間至少 1 年，18 個月更佳，可參考外部鳥類觀察網站等非官方資料，以掌握遷徙路線或活動趨勢，但仍須建立機場專屬資料庫。

判斷鳥擊事件按撞擊型態可分為：

1. 確認鳥擊（Confirmed Strike）：任何有關鳥類或野生動物與飛機相撞的報告，且在地面上發現動物屍體、遺骸或有飛機損壞等相關證據者，即為確認撞擊事件。此外，在機場內發現的鳥類或野生動物遺骸或完整屍體，如果沒有其他明顯的死亡原因，亦應被視為確認的撞擊事件並提出報告。

2. 疑似撞擊事件（Unconfirmed Strike）：任何有關鳥類或野生動物與飛機之間的碰撞報告，但未發現任何物證（飛機沒有明顯損壞，機身上亦沒有明顯的動物遺骸、屍體或血跡）。
3. 顯著危害事件：空中或地面上的鳥類或野生動物對飛行造成影響但沒有實際撞擊證據的事件，這包括未遂事件（near-miss）、放棄起飛和重飛。

建議機場建立風險矩陣，以評估鳥擊之發生頻率與潛在嚴重性，若風險位於「高風險區」，應立即採取降低風險之控制措施，使其降至可接受範圍。設置專責單位或指派人員負責野生動物危害管理，並納入跑道安全委員會或相關工作小組中，機場之野生動物管理計畫應於航空資訊出版物（AIP）中概述；針對即時或具操作影響之資訊，應透過航行通告（NOTAM）或自動終端資訊系統（ATIS）發布，使飛行員能及時掌握相關風險。

五、環境

ICAO 於 1968 年開始關注並提出統一的航空器噪音指導方針，並於 1971 年發布 Annex 16 - Aircraft Noise，成立航空器噪音委員會（CAN）來制定噪音查核和認證標準。隨後，ICAO 在 1977 年成立航空器發動機排放委員會，並於 1981 年提出航空發動機排放的具體標準，將其納入 Annex 16，並重新命名為 Environmental Protection，分為兩冊：第 1 冊航空器噪音，第 2 冊航空發動機排放。後來，ICAO 於 2017 年和 2019 年分別發布了第 3 冊飛機二氧化碳排放和第 4 冊國際航空碳抵換與減量計劃，進一步為航空相關環境問題提供指導原則。

航空器噪音所產生之噪音足跡，是藉由跑道特定距離量測航空器滑行、起飛與落地時所發出的噪音來識別，噪音足跡之形狀和範圍，是分析和評估飛機噪音影響重要依據，如飛機在起飛後進行轉彎，噪音足跡可能會呈現出香蕉狀分布。同時，根據 ICAO Annex 16，各國家都有責任為每具航空器製發噪音驗證證書，噪音認證的要求最初分為不同的類別。例如，NNC

（Non-Noise Certified）類別的飛機，如波音 707 和 DC-8，這些早期的噪音較大的飛機，在很長一段時間內都被允許運營。然而，隨著國際和區域規定的推進，許多國家和地區已開始禁止這類飛機運行，未來技術進一步發展，可能會出現新噪音標準。

發動機噪音和機身噪音是造成飛機噪音的主要來源，現代飛機優化發動機設計，新渦輪扇不僅降低了噪音音調，並配備更大整流罩，有效地減少噪音強度，另機身噪音主要來自於飛行過程中的氣流與機身、機翼的接觸，此部分無法完全消除，即使設定低功率著陸，機身噪音仍對地面造成一定影響，為了減少這一問題，現代飛機多配備翼尖小翼（winglets）或鯊魚鰭（sharklets），減少空氣阻力且能夠降低由機翼所引發噪音，甚能提高燃油效率，使飛機更加經濟。

量測噪音方式可分為兩種，峰值噪音水平及平均噪音水平，並須考慮跑道機場噪音足跡重疊問題，大多數機場設有標準儀器離場航線和標準儀器進場航線，如有偏離並觸發噪音監測警報，機場有權對航空公司處以罰款，以確保對周邊造成噪音困擾，講師補充曼徹斯特機場建設新跑道時，要求所有離場飛機無論目的地如何，都必須向右轉，以避開某城鎮，有助於減少噪音對居民影響。

連續下降進場（Continuous Descent Approach, CDA）關閉引擎後，通過滑行平穩地進行連續下降，有效減少發動機推力的變化，從而降低噪音和燃料消耗。

CONTINUOUS DESCENT APPROACHES (CDA)

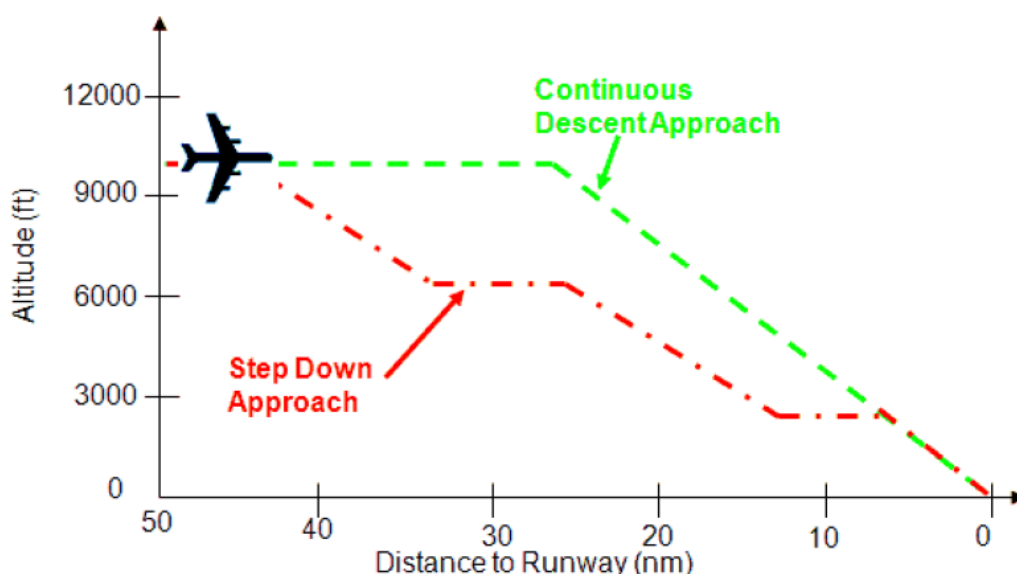


圖 10

六、航空情報發布

本課程介紹飛航資訊服務（AIS）、飛航指南（AIP）、飛航指南補充（AIP SUP）、飛航資訊通報（AIC）、飛航公告（NOTAM）、自動終端資訊服務（ATIS）等航空資訊傳遞型態。

1. 航空情報服務 (Aeronautical Information Service, AIS)：依據 ICAO Annex 15，設置航空情報服務單位以負責該國航空資訊彙整、製編與發布，屬全球性架構，實際運作由各國主管機關執行，其任務包括監控資訊正確性、更新時效性，並確保航空公司、飛航組員與其他使用者能取得最新且準確之飛航資料。
2. 飛航資訊指南 (Aeronautical Information Publication, AIP)：為長期性飛航資訊之正式出版物，內容涵蓋國內所有航空設施、服務及航路相關資訊，內容包含 AIP 介紹、機場資訊、ICAO 相關文件及設施或服務相關長期資訊。另修訂部分，依據全球航空情報定期發布制度 (Aeronautical Information Regulation and Control, AIRAC) 所定週期

(AIRAC Cycle) 定期發布，重大變更應於生效前 56 日公布，並確保使用者能於生效日前至少 28 日取得修訂資訊。

3. 飛航指南補充通知書 (AIP Supplements, AIP SUP)：為臨時性但具持續期間之變更資訊，例如機場施工、空域調整、新程序試行或軍事活動等，須經審核後發布，並於效期屆滿時撤銷。
4. 航空公報 (Aeronautical Information Circulars, AIC)：用以發布不宜列入 AIP 或 NOTAM 之資訊，通常屬行政性或非操作性事項，如組織架構變更或重大安全議題之宣導與提醒。
5. 飛航公告 (Notice to Airmen, NOTAM)：用於快速傳達臨時且短期飛航資訊，發布程序簡便，通常由機場單位轉換標準化代碼後以電傳系統傳送，惟現行 NOTAM 數量龐大，使用者閱讀負擔，易使重要資訊被忽略，為提升可讀性，部分機構建議引入優先排序或置頂機制，以確保關鍵安全訊息（如跑道關閉）能顯著呈現。
6. 終端資料自動廣播服務 (Automatic Terminal Information Service, ATIS)：以無線電頻率持續播送之預錄訊息，內容包括天氣、施工、導航設備狀況、鳥擊活動與延誤等資訊，通常每 30 分鐘更新一次，並以字母代碼標識版本，提供進離場飛行員參考，以減輕管制員重複播報負擔。

現行有 AIS、AIP、NOTAM、ATIS 等完善制度，但仍有資訊過載與傳遞斷鏈等風險，為確保資訊確實傳遞，應避免流於形式（如僅簽名確認），亦可採取互動式回覆或測驗機制，此外適當選擇公告張貼地點（如休息區或員工集會場所），有助提升資訊可見度。

七、機場工程

機場工程可依發展、改建及維護分類，包括建設或升級基礎設施，如新建建築、擴建滑行道、跑道、停機坪或助航設備；改建現有基礎設施或改變

物理特性，如重新配置停機坪或更改跑道公布距離；以及，維修、翻新或更換現有設施，以確保其持續運作，但不改變其特性。

施工規劃需考慮時機，根據機場的運營模式決定施工時間。例如，在歐洲，高峰交通通常在白天，因此工程常在夜間進行；而在中東，夜間交通最繁忙，工程通常選擇在白天進行，講師也舉例極端氣候影響混凝土和瀝青工程等材料固化過程，因此中東地區夏季規定中午時段禁止施工也須納入施工規劃。

施工區域管制與警示方面，須依規範劃設關閉標線，如跑道道面每隔 300 公尺需劃設白色 X，滑行道劃設黃色 X，大小如下：

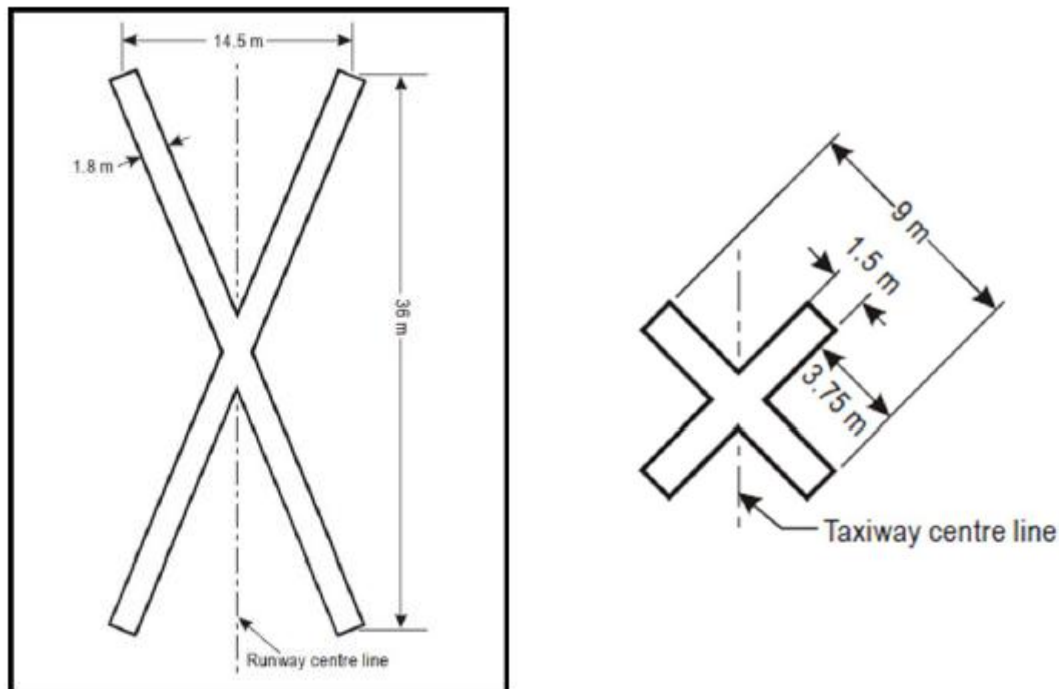


圖 11、12

照明部分配備可供夜間和低能見度情況下識別的燈光，以防止飛機誤入施工關閉區域，同時也防範工程車輛闖入航機活動區域，短期施工可設置移動式阻絕設施的臨時性燈具。當航機的滑行路徑因施工須作臨時改道時，須遵守 Annex 14 滑行道最小隔離距離規定，如改道後滑行道未照明，在夜間或低能見度運作時可能需要 Follow-Me 車輛進行引導。

最後建議除例行督察作業外，工程完竣後可針對執执行程序進行回顧討論並簽署文件記錄交接過程。機場工程管理涉及多方利益關係人，成功的工程管理需要全面規劃、嚴格承包商控制、明確的區域隔離和持續的監督。

八、航空氣象

課程強調氣象知識對航空運作之重要性，內容以霧、雨、雪、雷暴、閃電、季風及沙塵暴等天氣現象為主軸，探討其對飛航與地勤作業的影響，並說明航空氣象預報的基本內容與解讀方式。

1. 霧：是由懸浮於近地面空氣中的微小水滴或冰晶所構成，能見度低於 1,000 公尺稱為霧，高於 1,000 公尺則稱為靄，霧的形成與濕度、溫度及氣流密切相關，當空氣冷卻至露點，水汽凝結成微小水滴即形成霧；若露點低於冰點，則形成冰霧，霧的生成通常需要輕微氣流(約 2 至 3 節及穩定的大氣條件，當能見度降至 50 公尺以下時，即使使用儀器降落系統，滑行階段仍存在視線不足的風險。
2. 降雨：降水是水氣凝結成水滴或冰晶並因重力落至地面的現象，主要型態包括雨、雪、霰、凍雨與冰雹，其中冰雹多形成於積雨雲中，由於雲內劇烈氣流使水滴反覆凍結與融化而逐漸增厚，講師舉例大冰雹常出現在強對流區如美國中部，降雪與結冰是重大挑戰，會降低跑道摩擦力並影響視線，為確保安全，機場需持續進行除雪與除冰作業，飛機起飛前也必須完成機體除冰與防凍程序，阿姆斯特丹史基浦機場設有專用除冰坪，以便飛機於起飛前完成作業並立即滑行至跑道，以提升作業效率。
3. 雷雨：由積雨雲 (Cumulonimbus, CB) 所引發強對流天氣現象，雲頂高度可達 39,000 英尺，並常伴隨閃電、雷聲，輕型航空器在進入強對流雲層時，可能因結冰與亂流而失去升力。

4. 閃電：

- (1) 當雲內的冰晶與水滴因氣流的強烈上升與下沉而相互碰撞、分裂時，會造成電荷分離：較小且輕的冰晶帶正電荷，聚集於雲頂；較大且重的冰粒帶負電荷，集中於雲底。隨著電荷差不斷累積，當電位差大到足以突破空氣的絕緣性時，便會發生劇烈放電，形成閃電。閃電放電時會瞬間將周圍空氣加熱至約 20,000°C，產生強烈的熱膨脹與壓縮效應，進而形成衝擊波。當此衝擊波傳播並逐漸衰減時，便成為人耳可聽到的雷聲。
- (2) 商用客機在飛航途中平均每年約遭受一次雷擊，多數雷擊僅造成極輕微的表面損傷，因雷電通常會在機鼻、機翼尖或垂直尾翼等進入並由機體另一端放電條排出，使電流安全釋放，然而，地面作業階段則相對更具危險性，當地勤人員與飛機以耳機連線通訊時，若閃電擊中機體，可能導致傷害，因此各機場須制定雷暴天候下中止作業程序。

5. 季風：主要發生於熱帶及副熱帶亞洲地區如印度、孟加拉等，夏季受季風影響常出現長時間強降雨，講師以孟加拉舉例，季風時機場跑滑道常因積水受阻，為減輕影響，當地新建設施多抬高地基。
6. 沙暴：沙塵暴是一種常見於乾旱與半乾旱地區（如中東及美國西南部），強烈下沉氣流可在短時間內使能見度顯著下降。

機場預報（Terminal Aerodrome Forecast, TAF）與機場例行天氣報告（Meteorological Terminal Aviation Routine Weather Report, METAR）：

1. METAR 為即時天氣觀測報告，由機場航空氣象臺定期發布，通常每半小時或每小時，內容包括風（Wind）、能見度（Visibility）、跑道視程（Runway Visual Range, RVR）、當時天氣現象（Weather）、雲量（Clouds）、氣溫（Temperature）、露點（Dew Point）、氣壓（QNH）等，風向風速如 24020KT，代表風向 240 度、風速 20 節；能見度以

公尺為單位，採四位數字表示，如 0000 代表能見度小於 50 公尺，9999 則表示能見度大於 10 公里；跑道視程以「跑道編號／距離」表示，如 R24/1200，代表 24 跑道目視距離為 1,200 公尺；天氣現象代碼：以不超過四個字母縮寫標示，如 DZ（毛毛雨）、SN（雪）、FG（霧）、BR（薄霧）、FU（煙霧）等，代碼後「+」表示強、「-」表示弱；雲量將天空分為八等份來測量，例如 1/8 覆蓋表示「few」；當露點與氣溫接近時，容易形成霧；QNH（氣壓）高於 1000 表示高壓，通常天氣良好。

2. TAF 由指定氣象單位每日定時（如 00、06、12、18 UTC）發布，有效時間可分為 18、24 或 30 小時，TAF 內容與 METAR 相似，但著重於天氣狀況預測。

九、燃油與危險物品

航空燃油作業是機場營運中具風險環節之一，課程介紹燃油性質、加油程序、易燃性及靜電風險，所有相關人員須具備充分知識及技術能力。航空業主要使用兩種燃油類型：Jet A1 及 AVGAS，Jet A1 性質類似柴油，燃點及密度較高，外觀未經染色，顏色介於透明至淡黃色之間，若吸收微量水分，可能呈乳白色並帶有明顯的煤油氣味；AVGAS 屬於高辛烷值汽油，具揮發性高、易燃易爆，依辛烷值與含鉛量進行顏色編碼辨識，此外，航空燃油屬碳基化合物，若長期靜置，微生物可能滋生並堵塞濾清器，燃油儲存與過濾系統須定期檢查與清潔，以確保燃油品質。

國際主要機場普遍採用地下加油栓系統以高壓燃油管線供應多個停機坪，只需要小型油栓車連接地下栓頭並調節燃油壓力後引出，顯著縮短大型飛機地面周轉時間，如無法使用此系統，則採用油罐車系統進行加油作業，常用於偏遠停機坪或臨時作業情況，另講師舉例阿姆斯特丹史基浦機場採用將燃油軟管懸空以防止地面損害。

FUEL HOSE AT HIGH LEVEL

Solution at Schiphol, Amsterdam – the fuel hose is at high level



圖 13

卸油作業通常發生於飛機超載、維修或緊急事件，卸下的燃油被視為污染燃油，需回收並妥善處理。

主要為害包括靜電、乘客登機時加油及溢油。靜電是加油過程中最主要的危害之一，燃油蒸氣可能因單一靜電火花而引燃，所有加油設備與飛機必須接地，部分機場於停機坪設置永久性接地點，以確保靜電安全釋放；當乘客登機狀態下進行加油，須開啟至少兩扇主艙門並連接階梯車，同時關閉安全帶指示燈，且嚴禁使用手機、筆電等電子設備，地勤人員需設置安全繩線，防止乘客進入機翼下方的加油區域。最後關於溢油，小型溢出可使用吸收墊、沙子處理，禁止以清水洗入排水溝，必要時應使用脫脂化學劑分解燃油中的碳分子。

關於燃油品質，建議定期抽樣，並應保存至少七天且必須有明確的標識燃油等級、取樣原因、取樣日期和時間、取樣地點、取樣者姓名等，供事故調查使用。

十、跑道入侵及預防

課程首先說明跑道入侵定義及追溯相關歷史，分析常見入侵因素並提供預防入侵策略。根據 ICAO Doc 9870 跑道入侵定義為在機場發生涉及航空器、車輛或人員不當進入指定用於航空器降落和起飛的地面保護區域的任何事件，且不包含野生動物，統計顯示，機場的交通量與跑道入侵風險並非線性關係，當機場空中交通流量增加 20%，跑道入侵風險可能上升 140%。

跑道入侵依據嚴重程度進行分類，從 A 類到 D 類，A 類屬嚴重事件，僅有少數機會可以避免碰撞、D 類屬車輛或人員闖入用於起飛或降落之管制區內，但未導致碰撞意外、C 類屬有入侵情形但有充足時間或距離可以避免碰撞事件，多數跑道入侵事件屬 C 類或 D 類，雖未造成直接危險，仍反映潛在安全缺口。

Severity	Explanation
Accident	ICAO Annex 13 refers
Category A	Serious Incident in which a collision was narrowly avoided
Category B	An incident in which separation decreases and there is a significant potential for collision which may result in a time critical corrective / evasive response to avoid a collision
Category C	An incident characterised by ample time and / or distance to avoid a collision
Category D	Incident that meets the definition of runway incursion such as incorrect presence of a single person / vehicle on the protected area of a surface designed for landing or take-off of aircraft but with no immediate safety consequences
Category E	Insufficient information, inconclusive or conflicting evidence precluding severity assessment

圖 14

跑道入侵通常由多重因素交互而成，如無線電設備問題或用語不清楚相關通訊異常、駕駛員誤解航管指令或管制員監控等人為因素、地面車輛駕駛不熟悉場面或訓練不足所產生駕駛問題、標示不清或軍民機場共用等機場設計問題以及低能見度情況下迷方向。統計顯示，大多數跑道入侵事件發生於

白天、能見度良好的天氣條件下，可能原因在於低能見度或夜間操作會更加專注。

預防工作可藉由組織跑道安全小組負責統籌機場內相關單位，分析事件並推動改善方案，並識別跑道入侵熱點位置如交叉滑行道等提前標例如，可以針對場面指示牌、標線和照明作例行檢查，評估是否採用加強型滑行道中心標線以及停止線燈，停止線燈已在美國部分機場證實可降低入侵事件，並加強科技設備運用，如跑道入侵感測器、地面移動導引控制系統、車輛應答機及 GPS 定位發報器。

參、心得與建議

一、飛航安全需各單位間有效協調合作

隨著科技發展與環境變遷須不斷優化機場空側管理作為下，同時維持高度風險管理意識、有效部門協同合作、標準化作業程序並持續加強人員培訓，本次課程首先介紹國際標準與建議及空側運作規範，並透過低能見度作業、跑道入侵預防及野生動物危害管理等課程說明空側管理面臨各類潛在風險，可藉由跑道安全小組會議定期召集相關單位共同研擬改善方案，航空情報發布、飛航管制作業及航空站經營人責任等課程介紹，提醒機場營運並非僅取決於單一部門，管制單位、地面作業人員、航務人員、航空保安及航空公司等多部門建立有效溝通管道及資訊傳遞整合不容忽視。

二、安全事件調查有助全面檢視系統性問題

講師在其中一門課程中探討地安事件，讓學員設計訪談大綱、討論事故可能影響因素、證據收集重點，並提醒事故發生當下必要先讓現場實施隔離以確保證據完整性，且無論結果如何，人員急救及對受傷人員精確處置屬第一要務；證據收集完備亦影響後續分析，包括現場煞車痕、撞擊點及車輛停止位置等，其他 CCTV 影像、事故區域外之指示牌及標線一併紀錄；快速進入訪談可避免相關事故當事人及目擊者提供矛盾證詞，訪談應明確告知受訪者調查目的是出於安全管理並非懲罰，以避免受訪者未能積極參與事故調查，且事故人員工作經驗、心理狀態、就醫用藥狀況及疲勞程度等均須納入考量，調查人員冷靜及耐心始能找出可能潛在肇因，並納入後續管理作為，事件起因並非僅個人因素所致，地安事件不僅是對單一事件的處理，更是對整體管理作為、組織文化和人員運作狀況的全面檢驗，藉以建立更安全營運體系。

三、不斷滾動檢討以維持空側安全

荷蘭阿姆斯特丹史基浦機場為歐洲最繁忙機場之一，每年處理超過 7000 萬名乘客，為因應大量航班起降並將延誤情形降至最低，機場強調地面作業人員培訓及與管制人員密切聯繫之重要性，此外機場透過資料審查換發通行

證、多次身分核對、X 光安檢機、金屬探測器及以專用接駁巴士前往事前申請之空側區域，過程顯示該機場對安檢嚴謹的要求，惟仍有部分未完善事項，如車輛未依許可直接穿越滑行道，以及有航機後推時於無相關引導人員之情形，後推部分建議需再進一步確認是否符合事先協調之條件且無違反標準作業程序，另機場近年致力於綠色轉型，包括電動地勤車輛（Electric Ground Support Equipment, EGSE），如電動航機拖車及能源車，亦使用地面能源供應系統（GPU）以再生能源提供航機電力，機場在面對極端氣候，以機坪除冰系統採定點除冰之方式並藉由化學塗劑加快除冰時間，同時訓練專業地勤人員進行此項工作，減少因為冰雪而導致航班延誤或取消，講師最後提醒完美機場並不存在，任何環境皆存在可優化之空間，針對問題予以分析並找出適當的改善方案，始能逐步提升空側管理作為。