

出國報告（出國類別：實習）

參加「ACI 跑道作業安全」訓練課程 出國報告

服務機關：交通部民用航空局金門國際航空站、
交通部民用航空局臺北國際航空站

姓名職稱：邱敬怡 航務員、
李敏華 秘書

派赴國家：希臘

出國期間：108年9月21日至9月27日

報告日期：108年11月26日

提要表

系統識別號：	C10802723				
相關專案：	無				
計畫名稱：	跑道作業安全課程				
報告名稱：	參加「ACI跑道作業安全」訓練課程報告				
計畫主辦機關：	交通部民用航空局				
出國人員：	姓名	服務機關	服務單位	職稱	官職等
	李敏華 交通部民用航空局 臺北國際航空站 秘書 薦任(派) 聯絡人 : fo4858@tsa.gov.tw 邱敬怡 交通部民用航空局 金門航空站 航務員 薦任(派)				
前往地區：	希臘				
參訪機關：	ACI希臘雅典國際機場分部				
出國類別：	實習				
實際使用經費：	年度	經費種類	來源機關	金額	
	108年度	本機關	交通部民用航空局	204,902	
出國計畫預算：	年度	經費種類	來源機關	金額	
	108年度	本機關	交通部民用航空局	324,000元	
出國期間：	民國 108年 09月 21日 至 民國 108年 09月 27日				
報告日期：	民國 108年 11月 26日				
關鍵詞：	ACI，跑道入侵預防，Runway Incursion Awareness & Prevention				
報告書頁數：	32頁				
報告內容摘要：	現行跑道入侵事件雖然多為輕微事件，但每件事件皆有可能會造成重大危害後果，因此跑道入侵的預防無論是在國際民航組織或世界其他管理單位都屬於首要之務。本次課程藉由課堂案例研究討論與經驗分享，再配合國際規範對照與應用，提升對於跑道入侵之安全意識，課堂中亦提供機場相關作業單位(機場管理者、航空公司、飛航管制等)跑道入侵預防措施，俾利有效預防跑道入侵。				

	建議事項	狀態	說明
報告建議事項：	1.機場持續對於空側人員進行教育訓練	已採行	
	2.提升作業人員對於機場場面了解	研議中	
	3.強化跑道地帶之標示	研議中	
電子全文檔：			
出國報告審核表：			
限閱與否：	否		
專責人員姓名：			
專責人員電話：			

參加「ACI 跑道作業安全」訓練課程
出國報告

目錄

- 壹、前言及目的.....5
- 貳、課程講師及訓練課程介紹.....6
- 參、訓練課程摘要.....8
- 肆、心得與建議事項.....31

壹、前言及目的

跑道入侵之預防一直以來皆為機場管理重點項目，隨著機場航行架次逐年增長，作業日漸繁雜又須與作業效率取得平衡下，跑道入侵風險也隨之提高，過去國內機場也曾陸續發生跑道入侵事件，雖然皆無造成重大傷害，但各單位仍積極調查分析肇因，並透過安全管理系統希望能杜絕類似狀況再次發生，

本次課程內容包含各機場、飛航管制、飛行員等作業面預防措施，透過重點講授與課案例討論，機場單位可對造成入侵的肇因與應對的預防措施有更全面性了解，往後於機場管理擬訂措施或發生事件後調查時，可以更為完善，以達防治效率，進而提升飛航與地面作業安全。

貳、課程講師、訓練課程介紹

一、課程講師：

<p>《講師 Owen Ryan》</p> 	<p>Owen Ryan</p> <ul style="list-style-type: none">- 擁有超過 30 年以上於空側作業經驗，曾擔任過航警、消防員，並於都柏林機場擔任超過 14 年的空側訓練與督導經理，在都柏林機場工作期間，將 ICAO 的訓練計畫引進機場外，也完成 2 項經過 ICAO 核准的訓練計畫。- Owen 參與過 15 個 ACI Airport Excellence(APEX)計畫，對於全球各機場空側運作、訓練與野生動物防制提出建議，其中並且擔任烏干達與緬甸機場 APEX 計畫的領導人。- Owen 目前於 ICAO 技術合作局與歐洲航空安全局機場空側作業專業共享計畫中參與 ICAO Doc 9137Part3 之檢視與修正。- Owen 於近幾年致力與 ACI 及 ICAO 合作發展訓練計畫(包含 ACI-ICAO Aerodrome Certification, Wildlife Hazard Management, Airside Operations, Airport SMS Implementation, ACI-ICAO Implementing Annex14, Accident and Incident investigation)，並持續於亞洲、非洲、歐洲、北美洲及太平洋島嶼等機場擔任教育訓練講師。
---	---

二、訓練課程介紹

(一)跑道入侵肇因分析

(二)風險發掘與管理

(三)跑道入侵預防措施

(四)雅典國際機場參訪與課堂案例研討

參、訓練課程摘要

一、課程概要

(一)本次課程係國際機場協會（Airports Council International, ACI）於希臘雅典國際機場所辦理之訓練，該訓練中心臨近希臘雅典國際機場，大眾運輸便捷。課程為期 3 日，每日上課時間為 08：30～17：00，共分為 7 個課目如下：



Runway Incursion Awareness and Prevention
Timetable

Day 1	Session 1 ACI Introduction	Session 2 Course Introduction	Session 3 Runway Incursion Awareness	Session 3 Runway Incursion Awareness	Session 3 Runway Incursion Awareness
Day 2	Session 4 Hazard Identification and Risk Management	Session 4 Hazard Identification and Risk Management	Session 5 Airport Visit	Session 5 Airport Visit	Session 6 Runway Incursion Prevention
Day 3	Session 6 Runway Incursion Prevention	Session 6 Runway Incursion Prevention	Session 6 Case Study	Session 7 Course Critique and Award of Certificates	

Note: Time allocation subject to change

圖 1:跑道入侵預防訓練課程時間表

1. 國際機場協會（Airports Council International, ACI）介紹
2. 課程介紹
3. 跑道入侵意識及肇因分析
4. 風險發掘與管理
5. 雅典國際機場參訪
6. 跑道入侵預防措施
7. 課堂案例研討

(二)本課程參訓學員共計 14 位，來自 6 個國家，分別為臺灣、比利時、希臘、以色列、波蘭及拉脫維亞等。本訓練課程之主要目的為透過知識共享的方式，向各機場作業人員提供有關機場運營單位、航空公司和航管人員如何防止跑道侵入之訊息，從而提高人們對跑道侵入危險之認識。於課堂中與學員相互意見交流，吸取各國不同做法，可作為日後解決方案之參考。

二、跑道入侵危險意識及肇因分析

隨著機場航行架次的增長，跑道侵入已成為目前各大機場存在的問題，雖然發生頻率不高，惟一旦造成衝突，卻對機場的活動安全產生極大的威脅。依據 ICAO Doc 9870「跑道入侵預防手冊」之定義，跑道入侵指在機場內，任何涉及未按計畫或未經授權而出現在飛機起降保護區平面上的飛機、車輛或人員所發生的事故。

(一)跑道入侵之常見樣態如下：

1. 未經航管授權許可或因航管錯誤許可誤入跑道保護區之車輛或航機。
2. 因未能及時脫離，於跑道保護區出現之車輛或航機。
3. 未經航管正確授權許可或因航管錯誤許可而誤穿越跑道之車輛或航機。
4. 連續到場或離場之航機間未有適當隔離。
5. 未經航管授權許可之落地航機
6. 未經航管授權許可之起飛航機

(二)過往之跑道入侵案例

跑道入侵牽涉之層面極廣，一旦發生可謂跑道終極之 FOD，對機場的活動安全造成極大的威脅。課堂中講師舉例多起以往之案例，其中最著名為 1997 年於西班牙特內里費機場(Tenerife airport)發生之空難。荷蘭航與空與泛美航空兩架波音 747 客機因種種失誤與巧合於跑道上高速相撞爆炸，導致兩機上多達 583 名的乘客和機組人員死亡的慘劇。

(三)跑道入侵之嚴重程度分類

跑道入侵依據其嚴重程度可分類為四組，分別為 A、B、C、D 四類，利用此

分類依據可對每次跑道入侵的事件進行風險評估及記錄。然而，無論其發生的嚴重程度如何，都應對所有跑道入侵進行充分調查，以確定發生的誘因和成因，並確保採取適當的風險緩解措施以防止再次發生。

Operational dimensions affecting runway incursion severity:

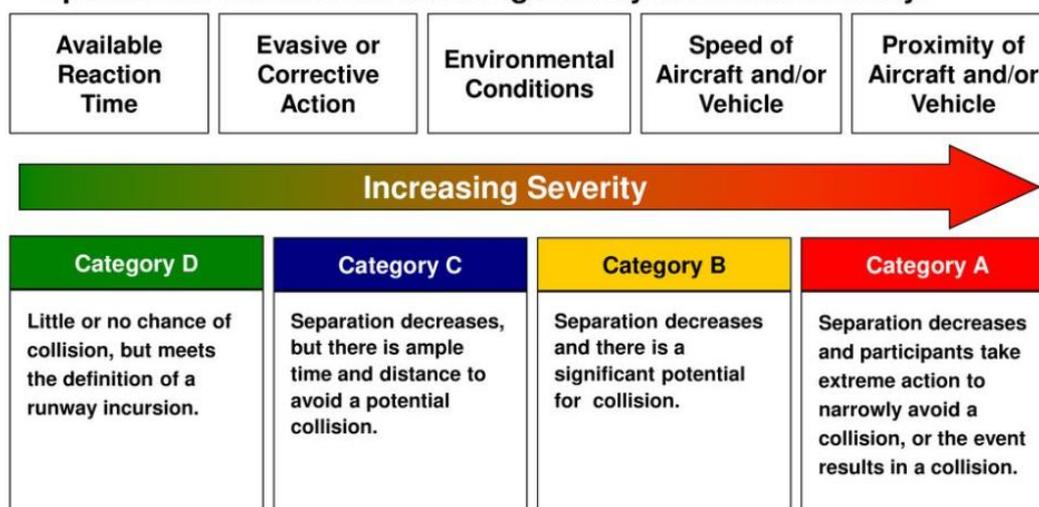


圖 2：跑道入侵之嚴重程度分類

1. A類(極高風險):屬嚴重事件，僅有很少的機會避免碰撞。在此情形下，航空器/車輛以極快速度接近，使駕駛員或管制員幾乎沒有時間可以反應並採取動作。如發生碰撞可能造成災難性的損害或是生命的喪失。
2. B類(高風險): 明顯隔離不足，有很大的潛在碰撞風險，須緊急採取避讓，才能避免碰撞。在此情形下，航空器/車輛以很快速度接近，尚有勉強時間可採取動作。
3. C類(輕微風險): 有入侵情形，但仍有足夠的時間或距離，可以避免發生碰撞。在此情形下，航空器/車輛以一般速度接近，尚有足夠時間可採取動作。
4. D類(可忽略的風險): 在此情形下，航空器/車輛闖入飛機起降保護區平面上，但不會或極小機率導致碰撞意外，尚有足夠時間可採取多種方式處理。

(四)跑道入侵之發生誘因:

跑道入侵事件是眾多作業因素與環境因素導致的結果，其可能發生之誘因如下:

1.飛行組員疏失(Pilot Action)，其包含的可能狀況如下:

- (1) 未能目視跑道等待位置標線
- (2) 於工作量大且充斥噪音之環境下，未能充分了解航管指示
- (3) 因需低頭處理之任務造成對機場情境警覺意識降低
- (4) 因複雜或因需加強處理之作業流程而造成的倉促行為
- (5) 因機場複雜之設計配置須穿越跑道
- (6) 與管制員間因無線電通話不完整、非標準的對話、或最後一刻變更之指示所造成之失誤。

2.航管作業疏失(ATC Action)，因管制員需處理大量之無線電通話，其包含的可能狀況較為多廣，說明如下:

- (1) 管制員因疏忽遺忘於場面活動之航機或車輛，或已發出之航管許可。
- (2) 未能提前預估航機間所需之隔離或隔離預估錯誤
- (3) 管制員間缺乏充分之溝通協調
- (4) 穿越跑道之許可由地面管制席頒發，而非機場管制席位
- (5) 未能正確識別航機及其所在位置
- (6) 管制員未能正確提供另一管制員所頒發之許可
- (7) 管制員未確認航機或車輛駕駛正確復誦其所頒發之航管許可
- (8) 管制員作業常見之疏失包含錯誤通訊、過長或複雜之航管許可、使用非標準之無線電通話術語以及因在職培訓造成即時反應時間之減少。
- (9) 其他可能發生之管制員作業疏失尚有工作時專注力不佳、工作量增加、管制員經驗不足、管制員訓練不足、機場塔台視線不

清、人機介面的使用以及管制員間交接未完全或錯誤。

3. 機場場面設計配置(Airport design):

複雜或設計不良之機場場面配置會大幅增加跑道入侵的可能性。事實表明，跑道入侵的發生頻率與穿越跑道的次數及機場場面設計的特性有關。其常見之因素如下:

- (1) 複雜之機場配置，包括與跑道相鄰的道路和滑行道
- (2) 平行跑道之間間距不足
- (3) 離場滑行道與使用中之跑道非直角相交

4. 機場空側駕駛人員 (Airport drivers):

在過往的多項研究中發現與空側車輛駕駛員最相關的因素是如下:

- (1) 進入跑道未獲得航管的許可
- (2) 未遵守航管指示
- (3) 所在位置報告錯誤
- (4) 通信錯誤
- (5) 空側車輛駕駛員缺乏訓練
- (6) 未備有無線電話設備
- (7) 缺乏無線電通話之相關訓練
- (8) 對機場場面缺乏熟悉度
- (9) 對於機場標誌及標線之認識不足
- (10) 作業車輛上未備有機場圖供參考

5. 人為因素分析(SHELL-Model):

SHELL 模型主要探討駕駛員(L)與軟體(S)、硬體(H)、環境(E)與其他人員(L)間的互動關係，此互動關係對飛航安全具有重要的影響。

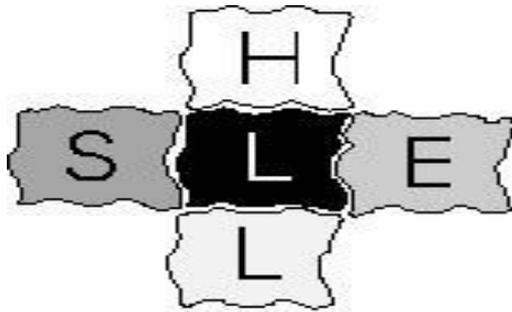


圖 3：人為因素分析(SHELL-Model)

- (1) 硬體 (Hardware):包含硬體設備、工具、航機，工作區域，建築物或其他有形的資源。
- (2) 環境因素(Environment)：影響人們工作地點的環境因素、例如氣候、溫度、周圍之振動和噪音，以及社會政治經濟因素。
- (3) 軟體 (Software): 與組織運營有關之資源，例如組織結構，政策/規則，程序，手冊和公告。
- (4) 與其他人員間之互動(Liveware): 指的是在工作場所中，人與人之間的關係。例如團隊合作、溝通、人員領導能力和規範。
- (5) 人員因素 (Central Liveware): 指的是在工作場所中人員，其具備的知識，態度，文化和壓力。

三、風險發掘與管理

(一)危害的定義：

在航空業中，危害可被視為潛在的危險因子，其於系統或環境中以多樣的形式存在。危害的定義為潛在可能造成人員傷害、裝備損壞、或工作能力降低的情況或物體，即稱為危害(ACI SMS Handbook)。在複雜的機場作業環境中，危害可能存在於各種不同的面相，如組織、環境因素、作業人員或技術層面等。

(二)危害與安全風險評估

危害及其可能產生的不良後果可以透過風險降低的策略來進行緩解，該策略旨在遏制潛在的危害所導致不安全的狀況。利用風險管理將危害識別、分析風險，並將其降低或維持至合理可行之風險等級以下。

(三)安全管理系統(SMS)

安全管理系統為一套以系統化的方式來管理安全的制度，其中包括必要的組織結構、職責、政策與程序。良好的安全管理系統必須能夠識別組織中的危害，針對風險或危害採取必要的緩解措施，並且持續監控及定期評估組織中的安全水平。

1. SMS 架構包含四大要項及十二要素如下：

- (1) 安全政策及目標：高階主管的承諾及職責、安全責任、指派關鍵的安全人員、緊急應變計畫及安全管理系統文件
- (2) 安全風險管理：危害識別、安全風險評估及緩解措施
- (3) 安全保證：安全績效之監測及評估、改變管理、持續改進之安全管理系統
- (4) 安全提升：教育及訓練、安全交流

2. 危害識別與分析：

組織應執行安全管理系統以識別實際和潛在的安全風險，透過此一過程將風險降低或維持至合理可行之等級以下，並能夠定期監督和評估安全管理活動的適當性及有效性。危害識別的來源可分為內部來源及外部來源如下：

- (1) 內部來源：危害識別程序、危害報告系統、自我督察、日常作業觀察、安全調查、訓練回饋等
- (2) 外部來源：飛航事故調查報告、機場組織相關事件報告等

3. 風險管理：

透過危害識別、風險評估、風險管控、監督與檢討，將該風險減緩至合理、可接受、可行之水平（ALARP, As Low As Reasonably Practicable）。危害識別為風險管理的第一步驟，機場管理人員應對相關的查核作業保持開放的接受態度，以發掘機場內可能的潛在風險及危害。組織內應持續地進行風險識別，若有產生下列情況時，需進行深入的研究。

- (1) 飛航安全相關的事件，有無預警的增加

- (2)未遵守相關法規/手冊之事件
- (3)組織或其作業程序，發生重大的改變
- (四)安全風險評估矩陣(Risk matrix)

利用安全風險評估矩陣決定及量化危害之風險等級，以評估已識別之危害可能造成潛在後果之安全風險。

- (1)安全風險之可能性(Safety Risk Probability)：危害因子造成負面結果的機率。

(1)安全風險之可能性(Safety Risk Probability)		
可能性	說 明	值
頻繁 (Frequent)	經常發生	5
偶爾 (Occasional)	不常發生	4
絕少 (Remote)	極少發生	3
不太可能 (Improbable)	非常不可能發生	2
極不可能 (Extremely Improbable)	幾乎難以置信會發生	1

- (2)安全風險之嚴重性(Safety Risk Severity)：潛在負面結果的嚴重性。

(2)安全風險之嚴重性(Safety Risk Severity)		
嚴重性	說 明	值
災難 (Catastrophic)	<ul style="list-style-type: none"> • 裝備毀壞 • 人員死亡 	A
嚴重 (Hazardous)	<ul style="list-style-type: none"> • 現有安全防護之重大損失，作業人員因身體上之痛苦或工作量不堪負荷，無法正確達成或完成其工作 • 人員重傷 • 主要裝備損壞 	B
危險 (Major)	<ul style="list-style-type: none"> • 現有安全防護之顯著損失，作業人員因工作量增加或事件結果減損了工作效率，以致其應付不利作業情況之能力降低 • 嚴重意外事件 • 人員受傷 	C
輕微 (Minor)	<ul style="list-style-type: none"> • 造成妨礙 • 操作限制 • 緊急程序之使用 • 輕微意外事件 	D
可忽略 (Negligible)	<ul style="list-style-type: none"> • 後果微小 	E

(3) 安全風險評估矩陣(Safety Risk Assessment Matrix)

安全風險評估使用安全風險之可能性及安全風險之嚴重性作為兩個主軸，用以評估危害之風險等級。安全風險指標=安全風險可能性×安全風險嚴重性。

發生機率 Risk probability	嚴重程度 / Risk severity				
	災難的 Catastrophic A	極嚴重 Hazardous B	嚴重 Major C	輕微 Minor D	可忽略 Negligible E
5 常發生 Frequent	5A	5B	5C	5D	5E
4 偶而發生 Occasional	4A	4B	4C	4D	4E
3 很少發生 Remote	3A	3B	3C	3D	3E
2 不大可能發生 Improbable	2A	2B	2C	2D	2E
1 極不可能發生 Extremely improbable	1A	1B	1C	1D	1E

(4) 安全風險容忍度矩陣(Safety Risk Tolerability Matrix)

將各風險指數依其等級畫分為可接受區(綠色)，可容忍區(黃色)以及不可容忍區(紅色)。依據各風險值採取相關的風險降低策略，以將風險減緩至合理、可接受、可行之水平。

風險等級 Risk Level	風險值 Risk Index	管控措施 Suggested criteria
High	5A、5B、5C 4A、4B 3A	立即採取應變措施 Immediate action required
Moderate	5D、5E 4C、4D、4E 3B、3C、3D 2A、2B、2C 1A	確認已有適當之風險管控措施， 必要時並須追蹤其成效 Acceptable based on risk mitigation. It may require management decision.
Low	3E 2D、2E 1B、1C、1D、 1E	可接受的風險 Acceptable

(5) 安全三角(Safety Triangle)

此一模型說明了組織中導致嚴重災害的事件或行為與其發生數量之間的關係。組織內的各單位必須經由持續的危害識別及安全風險管控，將危害減低或維持在可接受的水平。透過安全管理系統(SMS)的建置將安

全融入各作業單位管理體系，進而掌控潛在的風險並採取適當的預防措施，以避免危害的發生。

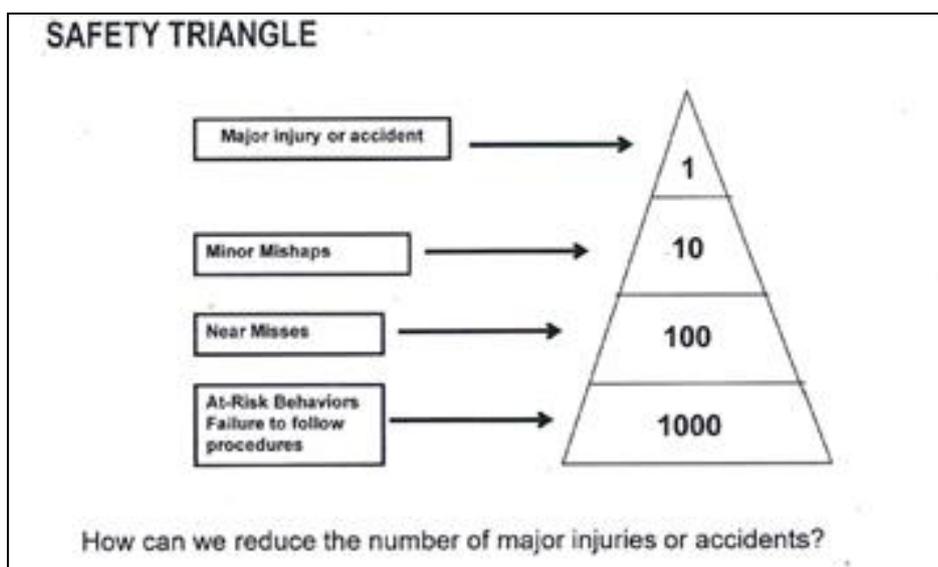


圖 4:安全三角(Safety Triangle)

四、跑道入侵預防措施

(一) 建立跑道入侵預防方案

跑道入侵預防方案目的在於發展跑道安全行動計畫、對於造成跑道入侵的潛在因子提出適當措施、制定風險移除或降低策略等，而相關策略制訂除了參考當地機場管理或案例外，也可參考其他境外機場資料。講師開宗明義說明,建立跑道入侵預防方案應先由設立跑道安全小組開始，跑道安全小組的成員應包含任何直接與跑道運作相關部門,包含管制員、航機駕駛員、空側地面作業人員等,並且於固定時間召集會議，才能達到小組效益。跑道安全小組成立,應執行以下任務：

- 1.加強資料搜集、分析與流通。
- 2.檢查指示牌與標線符合 ICAO 標準,並足夠清晰可供航機駕駛與車輛駕駛辨識。

3. 規劃改善溝通標準。
4. 尋找任何可能降低跑道入侵之新科技方法。
5. 確保作業程序符合 ICAO 規範標準。
6. 透過對管制員、航機駕駛員、機場地面車輛駕駛員實施教育訓練，以增加人員跑道入侵安全意識。
7. 辨別當地機場可能造成跑道入侵區域並制訂改善作為。

跑道安全行動計畫主要針對當地機場任何與跑道相關之安全議題或問題，提出相對應之降低風險措施，行動計畫應對以下項目提出改善建議：

1. 機場硬體設施之設計
2. 飛航管制程序
3. 空側場面作業路徑需求
4. 航機駕駛員與地面車輛駕駛員安全意識
5. 場面熱點圖之規劃
6. 行動計畫中各項目應指定個人或單位負責執行。

(二)、跑道入侵預防措施

講師依據行動計畫對於跑道入侵預防分成人員與設施部分詳細舉說明，分述如下：

(一)人員溝通：人員無線電溝通應先思考在場面作業單位情況下，效果如何達到最佳?哪些單位最有可能有良好溝通品質，或最容易有溝通不良情況?為達最佳溝通，建議無線電通話應符合以下條件：

1. 航機或車輛使用完整的無線電呼號
2. 通話內容使用 ICAO 標準術語
3. 遵守無線電複誦程序
4. 使用適當無線電程序溝通:管制員與航機駕駛員間、管制員與車輛駕駛員間應依作業分別使用適當頻率，避免互相干擾。

5.無線電通聯應保持簡短與簡單化。

(二)人員訓練：管理單位須確認所有於空側操作區人員已接受過相

關訓練並通過認證，並需留存訓練紀錄。訓練內容應包括：

- 1.無線電術語
- 2.空側指示牌與標線
- 3.空側道路認識與熟悉
- 4.空側操作設施熟悉與使用
- 5.駕駛車輛相關規定
- 6.違規事件之舉報
- 7.跑道入侵定義與預防措施

(三)科技於設施運用部分

1.機場活動區安全系統(AMASS)：

AMASS 系統以雷達為基礎,可追蹤地面車輛或航機移動蹤跡,在發現跑道或滑行道上可能有潛在碰撞風險時,會於螢幕上及以聲響提醒管制員。

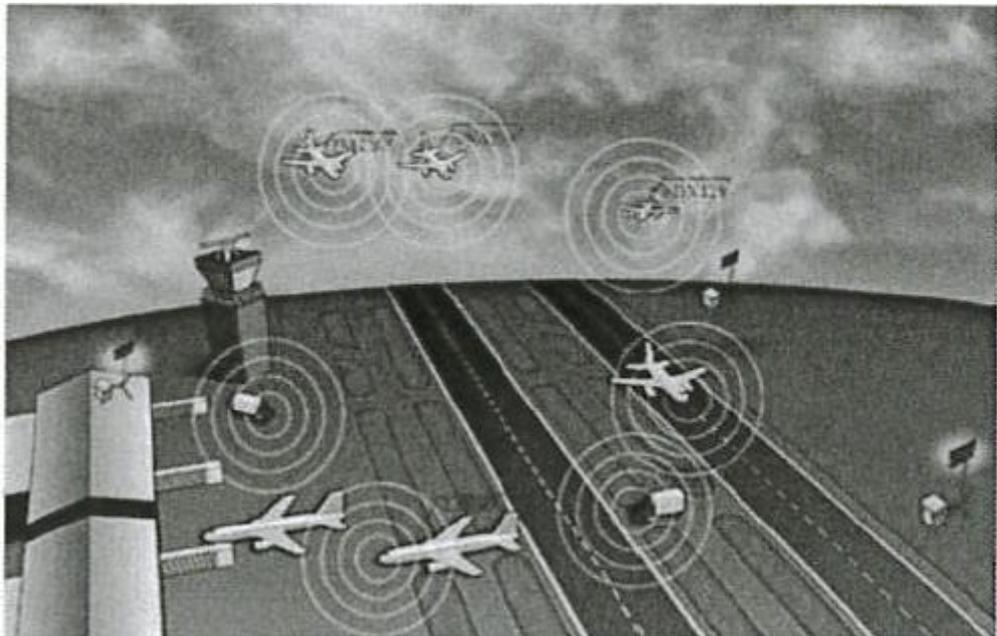


圖 5：機場活動區安全系統(AMASS)圖示

2. 機場地面探測設備 (ASDE-X) :

相較於 AMASS 僅為單一感測器,ASDE-X 結合多項資訊來源,包括雷達、詢答器、廣播式自動監視系統 (ADS-B),可提供管制員更精確之航機或車輛位置資訊,使管制員更了解當下場面狀況,對於場面航情衝突與可能造成碰撞潛在風險也會於螢幕顯示並以聲響警示。



圖 6：機場地面探測設備 (ASDE-X) 圖示

3. 跑道狀態燈系統(Runway Status Lights,RWSL):

跑道狀態燈系統為美國聯邦航空管理局為加強飛航組員與車輛駕駛員對於情境警覺所發展的系統,以增進跑道安全。RWSL 系統自地面活動與進場監測系統獲得動態資料後,以於道面上閃爍紅燈方式,提醒人員跑道現為不安全狀態。RWSL 系統分為進入跑道燈光 (Runway Entrance Lights—REL) 與等待起飛燈(Takeoff Hold Lights—THL)。REL 燈光建置於跑道與滑行道相連處,當跑道有進場航機時,系統將以紅燈閃爍顯示現在進入跑道是不安全的。THL 燈光建置於跑道上航機等起飛區域,當跑道上有一架航機等待起飛,但同時有另一架航機或車輛也在跑道上時,THL 燈光將以閃爍紅燈提醒飛航組

員。

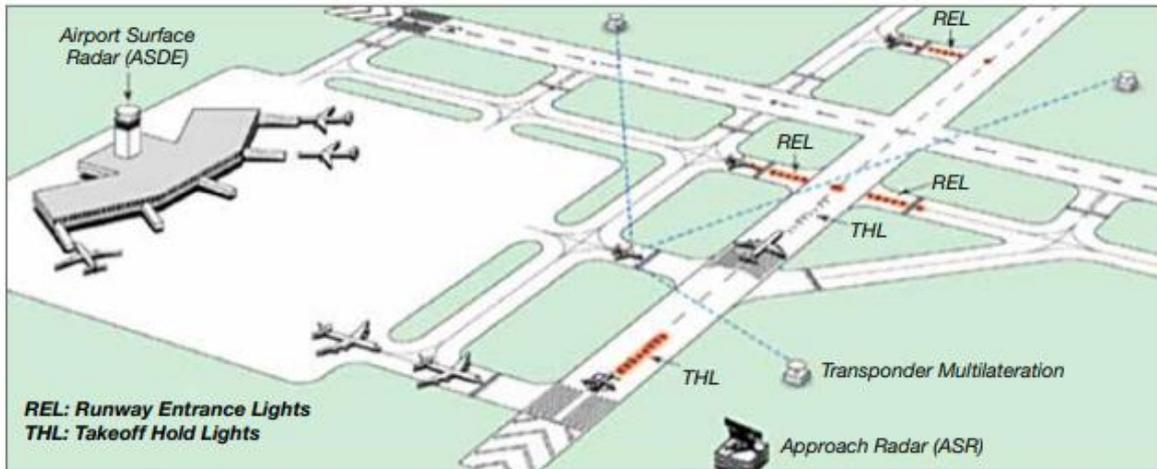


圖 7：跑道狀態燈系統圖示

4. 最後進場階段跑道佔用警示系統 (Final Approach Runway Occupancy Signal—FAROS):

FAROS 系統也是藉由燈光顯示跑道狀態，以警示欲使用跑道的飛航組員。 FAROS 燈光可藉由地面與進場監測系統，獲得航情資訊後，以閃爍精確進場路徑顯示燈 (PAPI)，提醒進場航機跑道現行狀態為佔用中。

5. 配有移動地圖顯示之電子飛行包 (Electronic Flight Bag(EFB) with Moving Map Displays) :

飛航組員透過移動地圖可以更了解自身航機現在的位置，以降低組員可能失去情境警覺與滑行錯誤的風險；而這些資料除了可提供美國聯邦航空管理局評估科技對於安全影響程度，更可作為後續提升安全水準之參考資料。



圖 8：移動地圖顯示之電子飛行包

6. 低成本地面監測系統 (Low Cost Ground Surveillance

Systems—LCGS):

LCGS 系統亦可提供管制員地面車輛與航機動態，惟偵測範圍主要為跑道及跑道與跑道與滑行道連接處，在花費成本較低下，仍可降低跑道入侵風險，較適合無配備 ASDE-3 或 ASDE-X 配備之中小型機場。

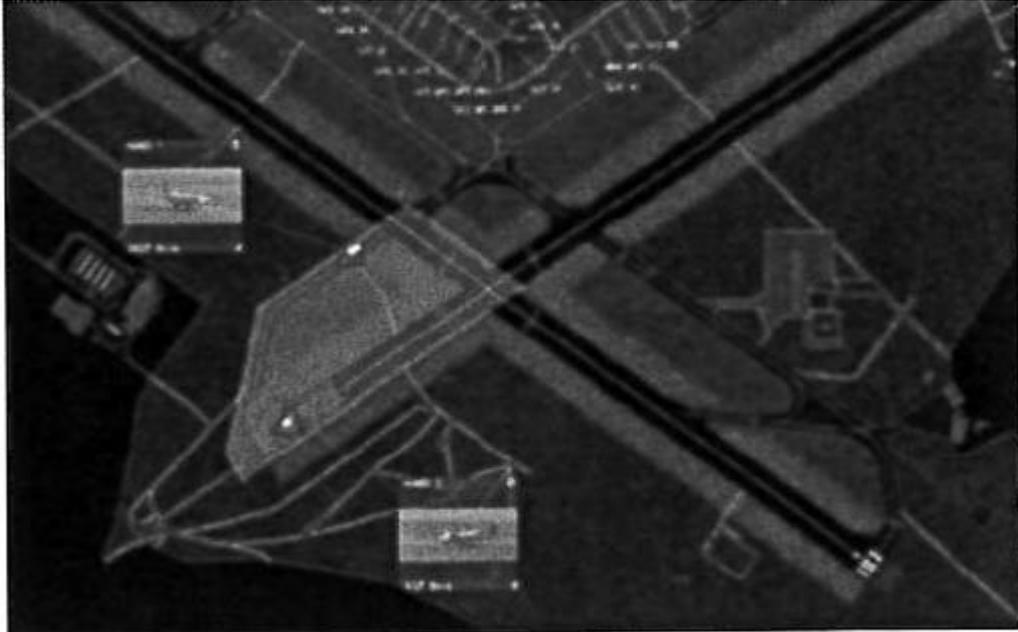


圖 9：低成本地面監測系統

(四) 機場硬體設計

進行空側場面配置設計時，可依下列原則降低航機駕駛員與車輛駕駛員誤入跑道機率：

1. 使用繞行滑行道，以降低航機穿越跑道機率。
2. 滑行道與跑道配置應盡量簡化與符合一般邏輯。

(五) 機場管理部分：

1. 機場內設施規劃與跑道作業相關維護計畫應符合 Annex 14 規範，指示牌與標線應可以提供駕駛員清楚的指引並保持清晰可見。
2. 在設施整建或保養維護期間，暫時性的指示牌與標線應清晰外，施工範圍與相關資訊亦應提供給相關作業人員。
3. 辨別並標示場面熱點：

辨別場面熱點有助於機場各使用單位規劃運作時最安全路徑，透過預先規劃路徑，可加強組員對場面熟悉度，降低飛航組員滑行時可能產生之疑問。每個熱點皆需制定相關對應措施，以移除或降低風險，建議可採取以下措施：

- (1) 加強宣導，提升警覺。
- (2) 增設目視助航設施如指示牌、標線與燈光。
- (3) 使用替代路線。
- (4) 設置新滑行道。
- (5) 減少影響塔台視線之障礙物。

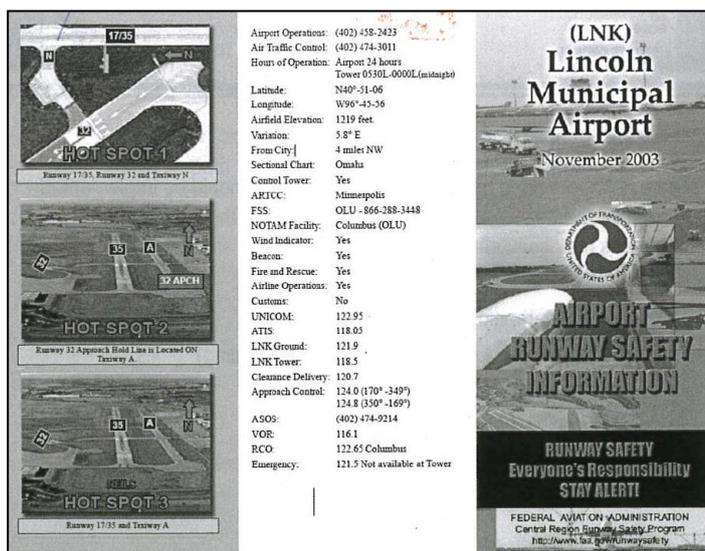


圖 10：熱點圖示

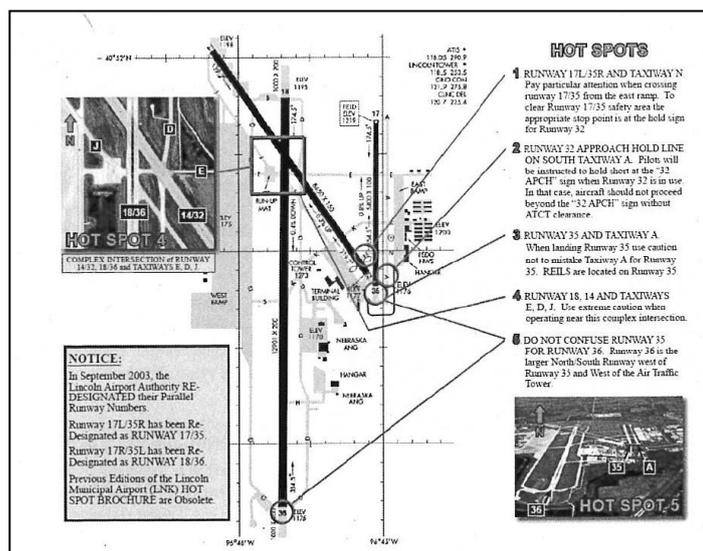


圖 11：熱點圖示

4. 跑道安全應依據 ICAO 安全管理系統規範進行風險管理。

(六) 飛航管制部分：

1. 管制員應使用清楚明確的指示，表達跑道為佔用狀態。
2. 管制員應在航機滑行前給予飛航組員航路許可。
3. 管制員應依據航情正確操作停止線燈。
4. 管制員不應准許航機或車輛穿越亮紅燈之停止線燈；當停止線燈故障無法關閉時，應有相關處理程序，譬如使用引導車引導航機進入跑道。
5. 確保航管程序中包含管制員給予穿越跑道或跑道外等待或指示時，需包

括使用的跑道名稱，即便是關閉中的跑道。

6. 管制員應盡量給予標準滑行路徑許可，避免造成飛航組員混淆。
7. 管制員應盡量給予階段性滑行許可，以降低飛航組員工作量與混淆機會，另外階段性滑行許可不可包含穿越跑道之許可。
8. 任何會影響管制員觀看跑道視線的障礙物或環境限制都應經過風險評估，並標示於熱點圖中。
9. 跑道安全議題應納入管制員訓練中。
10. 任何用以提高跑道容量的管制程序，如跑道交叉口起飛、條件式許可等不論是單一程序或結合多項程序，都需經過風險評估。
11. 若航機已預期無法於跑道上 90 秒內起飛，管制員不應給予航機進入跑道起飛許可。
12. 管制員應接受過關於頒發條件式許可相關訓練，確認頒發時符合 ICAO 規範。
13. 當滑行道與跑道連接處為斜角，可能影響飛航組員目視跑道端落地與進場航機時，管制員不應給予交叉口起飛許可。
14. 管制員應隨時“抬頭”，監控場面航機運作情況。

(七) 航空公司與飛航組員部分：

1. 飛航組員應接受完整的指示牌、燈光與標線訓練。
2. 駕艙作業程序應包括需獲得明確可穿越跑道許可後才可穿越跑道，包含非運作中之跑道。
3. 飛航組員在停止線燈亮燈情況下，不應穿越或進入跑道，除非有執行相關程序。
4. 飛航組員不應接受從斜角滑行道進入或穿越跑道的管制許可。
5. 若在跑道上預計 90 秒內無法起飛，飛航組員應主動告知管制員。
6. 對於管制許可有疑問時，應於執行前向管制員確認。
7. 飛航組員對於自身航機位置有所疑問時，應與管制員聯繫並遵循 ICAO 程序（PANS—ATM，Doc 4444）。

8. 飛航組員應“抬頭”注意場面狀況。
9. 滑行中應遵循“靜默駕駛”原則。
10. 飛航組員應進行儀表與目視雙向確認航機進入之跑道為正確跑道。
11. 執行降落過程中，飛航組員應於進入跑道前執行完畢最後進場程序。
12. 在進入或穿越跑道前，應開啟閃燈。
13. 兩位飛航組員均需配有 Jeppesen 機場圖，以保持情境警覺。
14. 預期的滑行路徑應於離場前或落地前作簡要任務提示。

五、跑道入侵報告與調查

(一) 跑道入侵案件報告：

為確認事件肇因，事件報告應包含各項細節資訊，以便了解事實經過並判定事件分級。若能秉持公正文化原則，能讓當事相關單位有更高意願提供事件資訊，對於資料搜集更有利。

(二) 跑道入侵事件調查：

透過以事實為依據的有系統報告與分析，才能判定事件肇因與制定有效的風險降低措施。跑道入侵事件的調查如同其他安全事件調查，皆透過以下程序進行：

1. 計畫：在人員無受傷情況下，調查單位準備好適用所有相關人員的所有文件與表格。
2. 組織：依據事件屬性邀集相關單位執行訪談、搜集文件資料與拍照作業，確保後續調查可確實執行。
3. 執行：儘速依規劃進行調查，避免當事人員因時間遺忘事件細節。
4. 結論報告：依據調查結果撰寫事件報告，將事件報告有系統的組織以易讀易懂方式提供給相關人員。

(三) 跑道入侵事件相關資訊分享

依統計數據，跑道入侵事件對比於全球航機運行總架次數數量仍為少數，每次的事件對於當事機場可能都是從未發生的狀況，所以需搜集各地機場跑道入侵事件與資料，才能對肇因加以歸納，而為求後續評

估事件肇因時可互相比對，全球機場在搜集事件資訊的方法應力求一致。而全球機場互相分享跑道入侵事件資訊可幫助相關單位歸納各項造成跑道入侵因素，並預先制定風險降低策略，避免相同狀況再次發生。

六、雅典國際機場參訪：

本次課程 ACI 安排 2 小時參訪雅典國際機場空側，雅典機場設有 2 條跑道，長度分別為 4000 公尺與 3800 公尺，皆為瀝青道面，共有 89 個停機位，2018 年國際與國內線起降架次約為 21 萬架次，旅客人數 2400 萬人，規模略小於桃園機場。本次觀摩範圍包含跑道、滑行道、停機坪與消防隊，至每一定點可下車觀摩，透過這次實地參訪，整理出與臺灣機場差異部分作為參考：

(一) 滑行道：

本次參訪由雅典機場學員解說，解說時特別提到該機場滑行道中，K 滑行道因寬度足夠，滑行道上設有 3 條中心線，中間中心線顏色為黃色，左右兩旁中心線顏色分別為藍色與橘色，藍線與橘線可同時提供 ATR72 航機滑行，航機使用該滑行道時，管制員會給予 follow the blue 或 orange 指示，以提高滑行道使用效率，其他學員國家機場無此種設計，引起學員們討論，講師表示從未在其他機場看過有類似設計之滑行道，雖然提高利用效率，但橘色與藍色線與 ICAO 規範滑行道中心線須為黃色不符，雖然雅典機場學員表示是參考 ACI 手冊劃設，講師建議仍以 ICAO 規範為主。



圖 12：K 滑行道中心線

(二) 空側工程:

本次參訪有機會近距離觀察滑行道道面與機坪道面，雅典機場啟用約 20 年，道面狀況良好，講師對於機場道面維護狀況亦大力讚賞，筆者就道面切割隙縫修補與停機坪排水溝部分說明如下:

1. 雅典機場跑道等待線南北兩側因埋設感應器之故，道面有多條切割線，但切割後縫隙填補工法相當細緻整齊堅固，即便航機長期輾壓也未發現裂縫或 FOD。



圖 13：道面切割縫隙修補

2. 停機坪排水溝設計

相較於臺灣機場停機坪排水溝採圓孔設計，雅典機場停機坪排水溝採線型設計，看起來較狹窄，但整體而言於水溝蓋或排水孔附近無發現裂痕，可見施工品質良好。每個機場因當地天候特性可能於排水設計上而有差異，圓孔排水溝與線型排水溝排水效能也可能有所不同，惟仍可參考其他機場設計方式，以減少因航機或裝備車輛長

期輾壓，排水孔或水溝蓋銜接到面碎裂造成之 FOD。



圖 14：松山機場停機坪排水溝



圖 15：雅典機場停機坪排水溝

3. 跑道地帶標示

雅典機場為預防跑道入侵事件，於跑道周圍設有助導航設施與跑道地帶標示(如照片中紅白立竿)，以提醒地面作業人員。



圖 16:助導航設施保護區域標的物

4. 野生動物防治

機場指示牌上設有軟質尖利物，以防止鳥類停駐於指示牌上，但講師有特別強調這只對部分鳥類有效，部分鳥類有可能還是在間隙間停駐，建議機場可改用圓圈式設計。



圖 17:助導航設施保護區域標的物

5. 消防隊參訪

因本次課程講師曾為消防隊員，故特地安排至消防隊參訪，與臺灣機場較大差異為雅典機場消防車除車頂與車前砲塔外，於車身下方也裝設有灑水裝置，於進入事故現場周圍時對於車體多一層防護。另外較特別之處為消防員緊急出勤時並非使用爬竿而是使用溜滑梯，講師亦說明各有利弊，各機場可自行權衡。



圖 18：消防員緊急出勤溜滑梯



圖 19：消防車底灑水裝置

肆、心得與建議事項

一、心得

松山機場於 106 年與 107 年分別發生跑道入侵事件，督導之北竿航空站於 107 年發生 1 次，金門站於 107 年發生 1 次滑行道入侵事件，雖然皆沒有發生實質損害，惟經調查發現事件發生肇因大多為多重因素，非為單一因素所造成，經常牽涉到機場管理、飛航管制、甚至是機場空側設施設計等一連串失誤進而造成事件發生。

雖然本國機場現行皆依據 Annex14 規範不斷進行空側設施改善，力求符合標準，但機場實際運作面狀況繁多，規範無法對於各項細節無法面面俱到，未有詳細說明處很多時候仍然需要管理單位依專業做出適當評斷，故安全管理系統變成為重要工具，除了在實際運作無法達到規範標準時，利用風險評估補足外，在達到規範標準情況下，還是需要安全管理系統，依跑道入侵為例，不同作業介面造成的風險，若每個介面能事先發現潛在風險並進行風險管理，於其中一個環節有效防堵，就能降低事件發生機率。

本次課程內容著重機場管理、飛航管制與部分飛行員操作，提供管理單位在機場空側設施設計、地面作業人員管理的基本原則，涉及跑道施作時的變動管理與資訊之發布、飛航管制給予許可時注意事項、甚至如何運用日新月異科技協助管制員、飛行員甚至所有地面人員掌握場面情況，提升警覺性；而講師多年於各機場查核，實際經驗豐富，課堂中除講授防治措施重點外，經常以大量案例，甚至是以講師虛擬為機場經理人身分，假設案例於機場發生，請學員向經理人報告案例發生原因與解決方法，或常以分組報告方式輪流進行簡報，相較於單純講授方式，更能融合課程重點立即運用，而與來自不同機場有豐富作業經驗學員討論則能更進一步反思自身機場還可以再加強之處。

講師在課程結束前強調航空業是一個系統，維持運作需有精密複雜的

分工，需要每個在航空業中的人貢獻專業，但所謂的專業除須具備豐富知識，還須兼具正確態度與技能，才得以勝任各職位，也才能達到安全。

二、建議

1. **鼓勵從業人員參訓**: 本次參加國際機場協會(ACI)舉辦之訓練課程，講師授課經驗豐富，課程內容除包含跑道入侵預防之理論研究外，課堂中之案例分享及分組討論，更能加強理解跑道入侵預防之運用；另課程安排參訪雅典國際機場空側，實際了解其防範潛在風險的各項措施，實屬難得。除此之外，參與本次訓練的學員背景皆來自各國的航空站經營人，透過課堂討論及經驗分享交流，可拓展思考範疇並培養國際人脈。爰建議後續相關課程可多鼓勵從業人員參訓，期瞭解國際間對跑道入侵預防之運作趨勢及手段。
2. **機場應持續對於空側人員進行教育訓練**：跑道入侵預防包含許多介面，與機場相關範圍主要為機場硬體設施設計與人員教育訓練，硬體設施相對而言人員訓練較難於短時間內改變，或受限於實際環境因素而難以改變，故如何提升人員對於環境的警覺性與相關教育訓練成為防治措施重點。松山機場現行對於人員空側作業訓練集中於取得空側地面駕照訓練，後續則視實際狀況安排再輔以日常宣導，但仍有類似不熟悉場面或溝通失誤發生。民航局自 107 年與 108 年皆有要求各航空站經營人辦理預防跑道入侵教育訓練，建議後續機場持續定期辦理訓練或對於已持有空側駕照人員定期進行複核，以提升人員知識與安全警覺。金門機場自 108 年度起改以線上考照系統辦理場內駕照考試，並規定新進人員於首次考照前，需參加航務組所辦理之安全管理系統訓練，建議未來辦理安全管理系統訓練時可加強跑道入侵預防之訓練，確保空側作業人員除具備工作所需之知識與技能外，對於安全管理的意識保持正確及積極的態度。
3. **機場場面資訊之提供**：本次課程來自比利時布魯塞爾機場學員於課堂中分享該機場製作之單張預防跑道入侵資料，裡面包含標示熱點之場面圖與無線電通聯標準術語等，紙張可摺疊至名片大小隨身攜帶，作業人員有需要

時可隨時查詢。松山機場現行雖已要求各裝備車輛上均需有場面圖，建議則可參考比利時機場安全資訊製作方式，將機場場面資訊，無線電通聯與現有緊急聯絡電話與線上通報系統 QR CODE 結合印製後提供場面作業人員參考使用。

4. **跑道地帶之標示：**本次參訪雅典機場發現該機場於跑道地帶範圍界線處與助導航設施保護區皆設有易碎標的物，以明確標出跑道地帶與助導航設施保護範圍，以避免人員誤入造成跑道入侵。松機現行部分區域地面可辨識跑道地帶，部分區域仍無明顯標的物可辨識，建議可加設標的物，加強辨識。另飛特立航空現正於金門機場進行機棚新建工程，其位置於滑行道旁，且棚場前方緊鄰交通道；未來興建完成後，建議可加設標的物，並加強相關教育訓練，亦可避免車輛或人員誤闖滑行道。