

出國報告（出國類別：國際會議）

機場安全防護研討會 出國報告

服務機關：交通部民用航空局

姓名職稱：邱炤勛 / 技正

派赴國家：新加坡

出國期間：105 年 12 月 4 日至 12 月 10 日

報告日期：106 年 2 月 24 日

目錄

壹、目的.....	2
貳、過程.....	2
參、內容重點彙整.....	4
肆、心得與建議.....	30

壹、目的

機場安全防護是機場持續營運之重要關鍵因素，鑑於未來全球空運需求持續成長，各機場之管理單位宜有優化安全管理之作業方式，而其中供航機高度活動之空側場面及周邊區域之安全防護更是重點之區域。障礙物限制面管理是機場安全防護作業中最重要之作業之一，以確保機場附近無潛在的障礙物之危害，另有關野生動物管理及安全防護技術亦是機場運營管理單位及民航當局重要的挑戰，因此，機場安全防護策略宜妥為規劃與實施，使機場在任何時候均維持在最佳安全防護等級。

本研討會係由 EQUIP GLOBAL 主辦，EQUIP GLOBAL 是專為政府機關及民間機構舉辦各領域之研討會及培訓之單位，該單位長年分析各領域專業發展變化，掌握現今關鍵課題及需求，邀集該類領域國際級之專家講授相關知識與經驗分享，該單位持續舉辦有關航空領域研討會及培訓課程，如機場空側工程與空側設施維護、空側道面設計與評估、機場安全防護、航空管制塔臺規劃與建造、機場助航燈光系統建置與維護、非航空收入投資最大化、空域規劃與設計等，本次所參加機場安全防護之研討會，使與會者更瞭解維持機場運作之最重要的根本，在於妥適的機場安全防護規劃，以減低風險和提高機場運作效率，實現最大安全等級，下列為本次研討會目的：

- 定義機場管理角色與責任，強化機場安全防護作法。
- 實施國際民航公約標準和建議措施，符合機場認證要求。
- 依據組織安全目標，設定機場檢查方向。
- 建立健全的風險管理和緩解措施，提高機場運作效能。

貳、過程

一、出國行程說明

本次出國計畫係出席 EQUIP GLOBAL 於 105 年 12 月 5 日至 12 月 9 日在新加坡舉辦之機場安全防護之研討會(AERODROME SAFEGUARDING 2016)，出國行程係自 105 年 12 月 4 日起至 12 月 10 日，共計 7 天，詳細行程如表 2-1：

日期	星期	內容
105.12.4	日	去程
105.12.5	一	課程介紹、茶會、單元 1、小組討論
105.12.6	二	單元 1、小組討論
105.12.7	三	單元 1、單元 2、小組討論
105.12.8	四	單元 2、單元 3、小組討論
105.12.9	五	單元 3、小組討論
105.12.10	六	回程

表 2-1 機場安全防護研討會之行程表

二、進行方式及講者簡介

本次機場安全防護研討會為期 5 天，主要有 3 大單元，分別就障礙物限制面相關的機場安全防護、野生動物防治管理及維持機場運作安全防護技術等探討機場安全之防護，講者先講授基本概念再開放討論，與會人員可隨時分享各自之看法與見解，也可對講述之內容提出挑戰。此外，亦以小組方式進行討論，由成員分享經驗。

講者為澳洲專家 Keith Tonkin，擁有超過 30 年的經驗，Keith 是位飛行員、航空安全風險管理、機場安全防護及機場規劃等領域之專家顧問，另亦是澳洲風險管理機構之認證風險人員，並獲澳洲管理局批准，可在機場進行民航安全檢查。本研討會參與成員計有來自新加坡、馬爾地夫、英國及臺灣等地計 5 人，服務單位為空軍航管單位、機場公司及民航局。講者與與會人員合照如圖 2-1。



圖 2-1 講者(右 3)及與會人員合照

參、內容重點彙整

一、各單元摘要：

單元一：障礙物限制面相關的機場安全防護

- (一) 機場安全防護考量與管理策略
- (二) 影響機場安全防護之人為因素
- (三) 障礙物限制面
- (四) Pans -Ops 概述
- (五) 障礙物危害與因應措施
- (六) 障礙燈設置及障礙物標示
- (七) 空中及光照危害與防治
- (八) 提高障礙物限制面測量與分析之準確性
- (九) 實施高品質且可靠之監督與糾正
- (十) 風險管理與緩解措施
- (十一) 機場緊急應變計畫及措施

單元二：野生動物防制

- (一) 機場地形與野生動物棲息之關係
- (二) 野生動物防制管理
- (三) 野生動物撞擊分析

單元三：維持機場運作之安全防護技術

- (一) 機場工作進行時維持機場安全運作之作法
- (二) 保護導航設備及避免導航訊號受干擾
- (三) 安全管理系統之規劃與實施

二、單元一、與障礙物限制面相關的機場安全防護

(一) 機場安全防護考量與管理策略

1. 為保障機場安全活動，機場安全防護三項考量，分別為機場安全、機場保安及機場緊急應變計畫。
 - 機場安全考量：機場安全區域(如跑道地帶及跑道端安全區等)之保護、障礙物限制面之保護、導航設施及可能干擾訊號區域之保護。
 - 機場保安考量：管制區出入口之管制、旅客及貨物安全檢查、機場監視。
 - 機場緊急應變計畫的考量：計畫研擬、演練及回饋。
2. 機場安全防護需考量機場周圍城市規劃，對於會影響機場運作的活動及物體，需有相應處理方式(如強制排除、協調遷移、調整機場安全防護策略等)。
3. 機場安全防護之管理單位及權責：機場安全防護(包含安全、保安和緊急計畫)需藉由相關文件(如手冊或計畫)落實，該文件需敘明各業管管理單位及權責，俾利業務推動上可緊密結合，減少介面衝突。
4. 依機場安全目標擬訂檢查項目：依安全目標明訂重要里程碑，並藉由危害辨識、擬訂緩解轉移或控制風險措施，該措施是可調整適應環境變遷，並藉由檢查達到安全目標，相關檢查項目如機場服務和操作手冊修訂、機場緊急計畫、機場通報、停機坪安全管理、救援及消防、野生動物管理防治、機場活動區、機場活動區及障礙物限制面、機場標線及燈光、機場目視標示及機電系統、障礙物管理、雷達及導航設施保護、低能見度運作、機場工作安全、加油設備及有害物體處理等。
5. 機場安全防護相關文件
 - 外部：國際民航組織(ICAO)所訂標準和建議措施、民航管理單位監管規定及都市計畫等。
 - 內部：機場主計畫、機場運作手冊、安全管理系統、運輸安全計畫、機場緊急應變計畫。
6. 機場認證
 - 依據國際民航公約第 14 號附約和 Doc 9774 號文件(機場認證手冊)標準及建議措施規定實施機場認證，並請各國依附約及其他相規定，擬訂適合該國的監管規定。

- 機場認證程序依序為民航管理單位受理申請人提出機場認證之申請、審查申請文件(包括機場手冊)、檢查機場設施和設備、同意或拒絕核發機場證書、修正 AIP 有關機場認證狀態。
- 維持機場認證狀態所需辦理事項如下，持續依機場手冊辦理相關作業與維護、依機場最新狀況更新機場手冊內容、確認機場作業及設施符合安全要求、依機場作業程序設施異動情況公布相關資訊或通知相關機場、確認符合機場營運需求。

(二) 影響機場安全防護之人為因素

1. 影響機場安全防護的人為因素

- 人為因素可能產生不可預期之危害，當不可預期情況增多時，將致面臨更多威脅與錯誤發生的機率。
- Dirty Dozen 列出十二種常見人為因素有固執己見、疲勞、自滿、分心、壓力、缺乏認知、缺乏自信、缺乏溝通、缺少專業知識、缺乏資源、缺乏團隊合作精神、不瞭解規範。

2. 人為因素相關的培訓：培訓可以解決許多問題，有助於避免發生不良後果，並使培訓人員更瞭解人為因素的影響，培訓重點如下：

- 瞭解安全習慣，包含工作及居家安全的生活習慣。
- 瞭解有效人力績效管理。
- 如何提高工作效率，包含身體和精神健康。
- 針對新規定、新程序和新設備操作的初訓及與訓。
- 徹底瞭解事件的發生原因。

3. 機場安全委員會(Airport Safety Committee，簡稱 ASC)，是屬於機場組織內最高及戰略層級，委員會的目的係為確保與安全有關的重要案件持續推動，並負有達到機場安全目標之責。

(三) 障礙物限制面

1. 障礙物限制面考量因素

- 進離場程序：非儀器、非精確儀器、精確儀器(1、2、3類)。

- 跑道長度：與飛機參考場面長度有關(1, 2, 3, or 4)；航機大小：翼展與主起落架外輪間距有關 (A, B, C, D, E or F)。

代碼 (1)	第一要素		第二要素	
	飛機參考場面長度 (2)	代碼 (3)	翼展 (4)	主起落架外輪間距 ^a (5)
1	小於 800m	A	小於 15m	小於 4.5m
2	800m (含) 以上，小於 1200m	B	15m(含)以上，小於 24m	4.5m (含) 以上，小於 6m
3	1200m (含) 以上，小於 1800m	C	24m(含)以上，小於 36m	6m (含) 以上，小於 9m
4	1800m (含) 以上	D	36m(含)以上，小於 52m	9m (含) 以上，小於 14m
		E	52m(含)以上，小於 65m	9m (含) 以上，小於 14m
		F	65m(含)以上，小於 80m	14m (含) 以上，小於 16m

^a：指主起落架外側邊之間之距離

表 3-1 機場參考代碼

2. 障礙物限制面組成

- 基本限制面：進場面(Approach surface)、轉接面(Transitional surface)、內水平面(Inner horizontal surface)、圓錐面(Conical surface)、起飛爬升面(Take-off climb surface)。
- 3 和 4 類精確儀器進場跑道，除上述限制面外，再包含外水平面(Outer horizontal surface)、內進場面(Inner approach surface)、內轉接面(Inner transitional surface)、中止降落面(Baulked landing surface)。

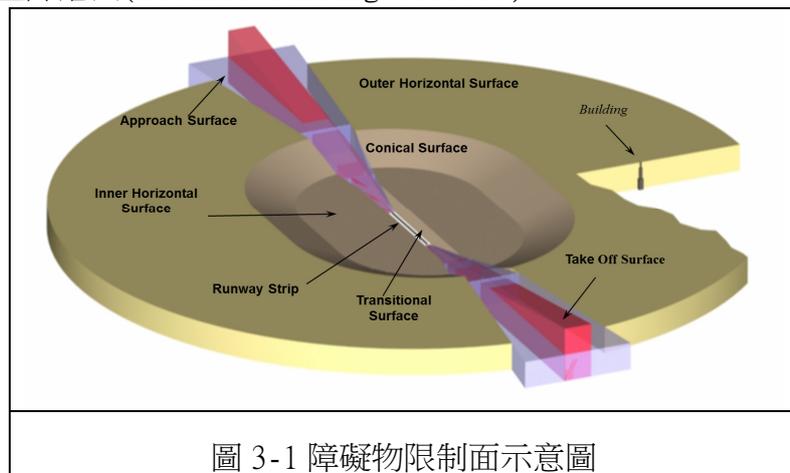


圖 3-1 障礙物限制面示意圖

- 國際民用航空公約第 14 附約 有障礙物限制面之尺寸及坡度(如表 3-2 及表 3-3)

限制面及尺寸 ^a	非儀器跑道				跑道分類 非精確跑道			精確進場跑道			
	跑道參考 長度代碼				跑道參考 長度代碼			第一類 跑道參考 長度代碼	第二、三類 跑道參考 長度代碼		
	(1)	2 (2)	3 (3)	4 (4)	1、2 (5)	3 (6)	4 (7)	1、2 (8)	3、4 (9)	3、4 (10)	3、4 (11)
圓錐面											
坡度	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
高度	35m	55m	75m	100m	60m	75m	100m	60m	100m	100m	100m
內水平面											
高度	45m	45m	45m	45m	45m	45m	45m	45m	45m	45m	45m
半徑	2000m	2500m	4000m	4000m	3500m	4000m	4000m	3500m	4000m	4000m	4000m
內進場面											
寬度	—	—	—	—	—	—	—	90m	120m ^c	120m ^c	120m ^c
距跑道頭距離	—	—	—	—	—	—	—	60m	60m	60m	60m
長度	—	—	—	—	—	—	—	900m	900m	900m	900m
坡度	—	—	—	—	—	—	—	2.5%	2%	2%	2%
進場面											
內邊長度	60m	80m	150m	150m	150m	300m	300m	150m	300m	300m	300m
距跑道頭距離	30m	60m	60m	60m	60m	60m	60m	60m	60m	60m	60m
擴散角度(每邊)	10%	10%	10%	10%	15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%
第一段											
長度	1600m	2500m	3000m	3000m	2500m	3000m	3000m	3000m	3000m	3000m	3000m
坡度	5%	4%	3.33%	2.5%	3.33%	2%	2%	2.5%	2%	2%	2%
第二段											
長度	—	—	—	—	—	3600m ^b	3600m ^b	12000m	3600m ^b	3600m ^b	3600m ^b
坡度	—	—	—	—	—	2.5%	2.5%	3%	2.5%	2.5%	2.5%
水平段											
長度	—	—	—	—	—	8400m ^b	8400m ^b	—	8400m ^b	8400m ^b	8400m ^b
總長度	—	—	—	—	—	15000m	15000m	15000m	15000m	15000m	15000m
轉接面											
坡度	20%	20%	14.3%	14.3%	20%	14.3%	14.3%	14.3%	14.3%	14.3%	14.3%
內轉接面											
坡度	—	—	—	—	—	—	—	40%	33.3%	33.3%	33.3%
中止降落面											
內邊長度	—	—	—	—	—	—	—	90m	120m ^c	120m ^c	120m ^c
距跑道頭距離	—	—	—	—	—	—	—	^c	1800m ^d	1800m ^d	1800m ^d
擴散角度(每邊)	—	—	—	—	—	—	—	10%	10%	10%	10%
坡度	—	—	—	—	—	—	—	4%	3.33%	3.33%	3.33%

^a 除非特別指定，否則所有尺寸以水平方式進行量測。
^b 非固定尺寸。
^c 距跑道地帶末端之距離。
^d 或跑道末端取最小值。
^e 飛機大小分類為F類時，寬度值加大為155m。

表 3-2 障礙物限制面之尺寸及坡度-供進場用之跑道

限制面及尺寸 ^a	跑道參考長度代碼		
	(1)	2 (2)	3 或 4 (3) (4)
起飛爬升面			
內邊長度	60m	80m	180m
距跑道末端距離 ^b	30m	60m	60m
擴散角度(每邊)	10%	10%	12.5%
最後寬度	380m	580m	1200m
長度	1600m	2500m	1800m ^c
坡度	5%	4%	2% ^d

^a 除非特別指定，否則所有尺寸以水平方式進行量測。
^b 若清除區長度超過表列距離，則起飛爬升面應自清除區末端起算。
^c 於儀器天氣情況或夜間目視天氣情況下，若起飛航跡航向改變超過15度以上時，應延長為1800m。
^d 見4.2.24及4.2.26。

表 3-3 起飛爬升面尺寸及坡度

3. 障礙物限制面需考量機場發展

- 機場整體規劃需考慮機場未來發展，如跑道延伸、實施儀器進場等潛在升級需求，(如圖 3-2，不同等級障礙物限制面示意圖，頂層為非精確進場之限制面，底層為第 I 類精確進場之限制面)。
- 航空相關業者需求，如飛航架次增加、更大型飛機。

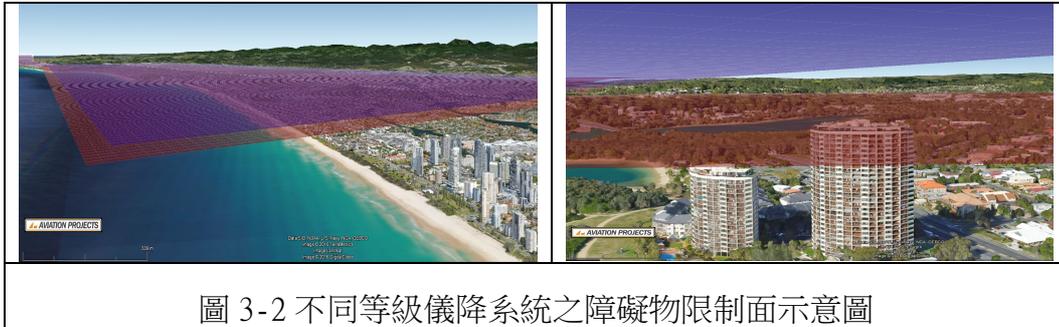


圖 3-2 不同等級儀降系統之障礙物限制面示意圖

4. 入侵障礙物限制面的障礙物可能對機場和飛機運行產生嚴重後果，如減少飛機與障礙物間之隔離間距、減少起飛和降落時的跑道長度、影響通信導航和監視系統。

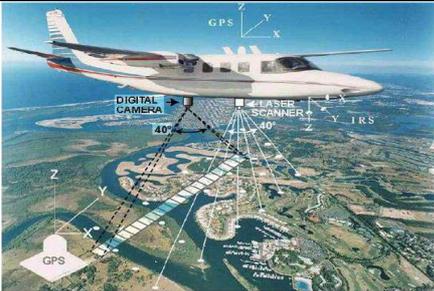
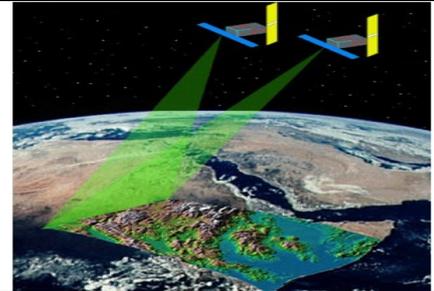
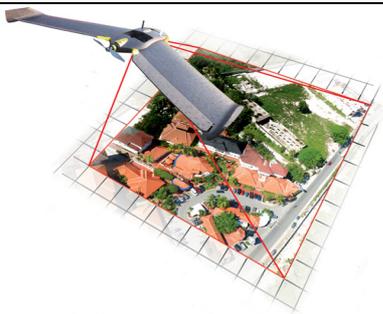
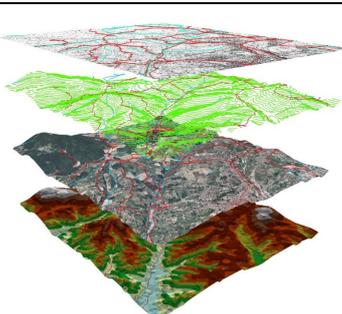
5. 障礙物之調查方式

- 識別障礙物首先需要對障礙物限制面範圍內所有區域進行調查及測量，其成果應有機場及周圍地區的平面圖。
- 機場作業人員於障礙物調查過程中扮演重要的角色，可依其日常巡檢記錄及經驗，瞭解非預期之障礙物。

6. 障礙物限制面之測量技術

- 空中攝影測量、傳統地形測量、空載光達掃描(Airborne laser scanning, 簡稱 ALS), 該方式又稱為(Light detection and ranging, 簡稱 LiDAR)、干涉合成雷達(Interferometric synthetic aperture radar, 簡稱 IfSAR)、無人飛行器測量、GPS。
 - 空中攝影測量:常用於製作地形圖、障礙圖、複核空載光達掃描(Airborne Laser Scanning, 簡稱 ALS)數據。(圖 3-3)
 - 傳統地形測量:仍是最廣泛使用技術,與其他測量技術相比成本低,所使用儀器包含 GPS 接收機、經緯儀或全射站、地面定位系統。適用於地形測量、空中攝影之基準量測、障礙物數據測量等。(圖 3-4)

- 空載光達掃描：透過雷射光掃描角度及飛行時間來量測距離，常用於地形和障礙物測量。(圖 3-5)
- 干涉合成雷達：利用微波並記錄從地形反射的信號，適用於大範圍區域之地形測量。(圖 3-6)
- 無人飛行器測量：無人機是利用輕型無人機，攜帶具高分辨率之攝像機捕捉圖像，適用於障礙物測量。(圖 3-7)
- GPS：利用全球定位系統，透過衛星定位，適用於協助自然災害後的損害評估、考古遺址、建築道路橋樑和其他結構的調查。(圖 3-8)

	
<p>圖 3-3 空中攝影測量示意圖</p>	<p>圖 3-4 傳統地形測量示意圖</p>
	
<p>圖 3-5 空載光達掃描示意圖</p>	<p>圖 3-6 干涉合成雷達示意圖</p>
	
<p>圖 3-7 無人飛行器測量示意圖</p>	<p>圖 3-8 GPS 示意圖</p>

(四) Pans-Ops 概述

1. 國際民航組織 Doc 8168 號文件訂有 PANS-OPS 相關規範，依儀航程序分為到場/進場(Arrival / approach)、繞場(Circling)及 離場(Departure)等；而障礙物間隔(Obstacle clearances)是主要的安全考慮因素。
2. 在不影響飛航安全前題下尋求最適處理方式，如障礙物尋求其他可替代場址或替代性設備、分析評估 PANS-OPS 面調整提升之可行性。

(五) 障礙物危害與因應措施

1. 具風險的障礙物類型

- 位於起飛爬升表面上鄰近機場的障礙物。
- 鄰近機場的攬線型的障礙物，該類障礙物目視不易察覺。(如圖 3-9)
- 可能會影響飛機繞場的高地。(如圖 3-10)
- 即使沒有超高，但因具發亮特性或超大型物體，是可能影響機場。夜間飛行員靠地面航空助航燈光(如進場及跑道燈等)對準跑道落地，其他光照可能會影響駕駛員，或被誤認混淆為地面航空助航燈光。(如圖 3-11)
- 臨時超高的障礙物。
- 即使沒有超高，但會排放氣體響視線的煙囪。(如圖 3-12)



圖 3-9 攬線類型的障礙物



圖 3-10 影響飛機繞場的高地



圖 3-11 其他光照混淆機場助航燈光

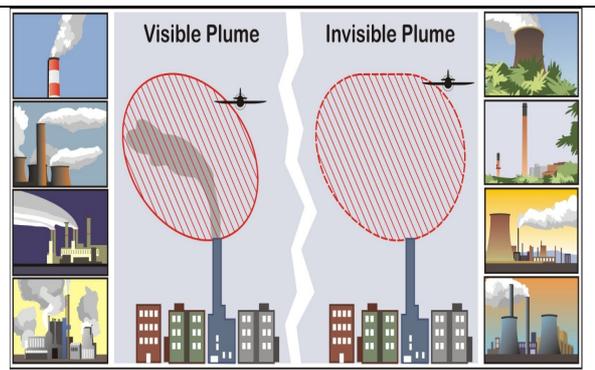


圖 3-12 排放氣體煙囪

2. 障礙物因應措施：有效的障礙物管理，可確保機場可用性和安全性，相關管理因應措施如下：

- 定期性檢測障礙物限制面。
- 就可能成為障礙物的物體或結構物加強巡檢，如有發現正在增高之障礙物，應即可請地方建管單位及相關管理單位處理。
- 依公權力公布機場四周限建高度與範圍。
- 價購土地或使用權。
- 依法強制拆除。
- 如障礙物無法移除時公布障礙物，並將該障礙物標示及設置標障燈。另如經檢算跑道之公布距離和起飛距離有異動時，應並通報主管部門。

3. 下列事項需通知相關主管部門

- 障礙物的狀態(如永久或臨時)。
- 因障礙物而改變的跑道公布距離。
- 障礙物位置。
- 障礙物標記和障礙燈設置位置。

(六) 障礙燈設置及障礙物標示

1. 障礙燈類型：國際民用航空公約第 14 號附約所列障礙燈特性(如表 3-4)。

燈型	顏色	信號型式 (閃光率)	於背景輝度下之最大光強度(cd) (b)			光束 分布表
			日間 500cd/m ² 以上	晨昏 50-500cd/m ²	夜間 500cd/m ² 以下	
			A 型低強度 (固定障礙物)	紅	定光	
B 型低強度 (固定障礙物)	紅	定光	不適用	不適用	32	表 6-2
C 型低強度 (移動障礙物)	黃/藍(a)	閃光 (60-90fpm)	不適用	40	40	表 6-2
D 型低強度 Follow-me 車輛	黃	閃光 (60-90fpm)	不適用	200	200	表 6-2
A 型中強度	白	閃光(20-60fpm)	20000	20000	2000	表 6-3
B 型中強度	紅	閃光(20-60fpm)	不適用	不適用	2000	表 6-3
C 型中強度	紅	定光	不適用	不適用	2000	表 6-3
A 型高強度	白	閃光(40-60fpm)	200000	20000	2000	表 6-3
B 型高強度	白	閃光(40-60fpm)	100000	20000	2000	表 6-3

a)詳見 6.2.2.6 節。

b)對於閃光燈，有效強度係依據 ICAO Aerodrome Design Manual, Part 4.決定。

表 3-4 障礙物燈之特性

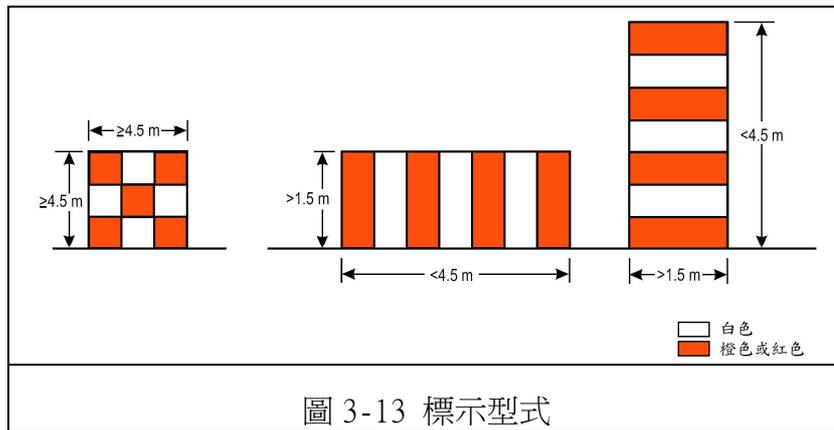
- 低強度障礙燈：安裝於固定障礙物，用於非連續性物體或高度不超過 45 公尺。
- 中強度障礙燈：單獨使用或與低強度障礙燈組合使用，用於連續性物體或高度高於 45 公尺但不超過 150 公尺。
 - 閃爍白燈：常用於臨時障礙物，替代障礙物標示用。
 - 閃爍紅燈：廣泛用於標記地形障礙。
 - 定光紅燈：使用於閃爍紅燈有爭議的區域。
- 高強度障礙燈：用於高度高於 150 公尺。

2. 障礙物標示

- 超過障礙物限制面之臨時和永久性固定物體建議標示，障礙物標示要求如表 3-5。
- 障礙物以橙色/白色或紅色/白色等強烈對比之顏色繪製。

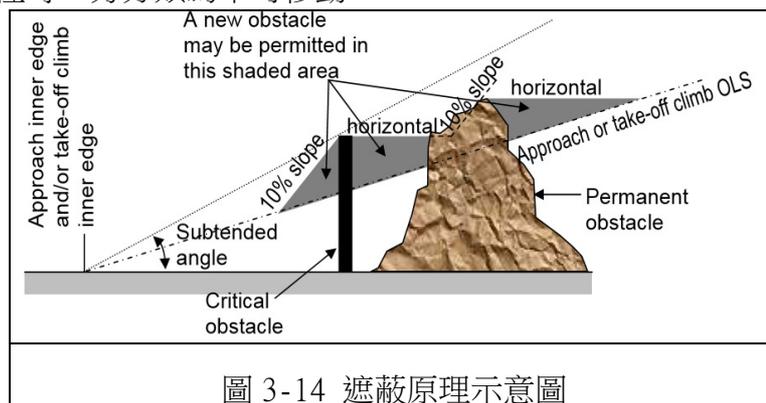
Object criteria	Marking solution
>150 m	Must be marked
>90 m	May need marking
> 75 m and inconspicuous	Should be marked
On the aerodrome movement area, e.g. ILS	Must be marked
Obstacles with unbroken surfaces > 4.5 m x 4.5 m	Must be painted: <ul style="list-style-type: none"> • in a pattern of lighter and darker squares or rectangles • sides ≥ 1.5 m and ≤ 3 m
Obstacles >1.5 m size in one direction and < 4.5 m in the other, or any lattice obstacle >1.5 m in size in both directions	Must be marked with alternating contrasting bands of color
Obstacles with any dimension less than 1.5 m, except for masts, poles and towers	Must be painted in a solid contrasting color

表 3-5 障礙物標示



3. 障礙物遮蔽

- 遮蔽原理主要用在已有物體突出於障礙物限制面之區域。
- 如果某一區域已有永久障礙物存在，則該物一定範圍內突出限制面之物體可不被視為障礙物，而以原有的障礙物作為代表或遮蔽物。
- 實際的遮蔽原則取決於許多因素，關於遮蔽原則載於國際民航組織 Doc 9137-AN / 898 號文件「機場服務手冊」第 6 部分「障礙控制」。
- 一般所認同的遮蔽原理，主要依據兩個平面，一為自障礙物頂端遠離跑道方向投射之水平面，另一為朝跑道方向斜率負 10%之平面；物體只要在任一平面下，就視為被遮蔽。不過所有的遮蔽原理，都還是要有航空研究作為其原理採行之依據。
- 要作為某一區遮蔽之不可移動障礙物，其永久性應先經嚴謹之審視考量。只有當物體就最長遠來看，不論飛航運作程序、類型或密度如何改變，皆無移動之可行性、可能性或合理性時，方分類為不可移動。



4. 有效障礙物標示與障礙燈：在低能見度氣候時，易使駕駛員迷失方向，特別是如果駕駛員不熟悉該機場，無效的障礙物標記與障礙燈將增加碰撞的風險。

5. 障礙燈和障礙物標示檢查

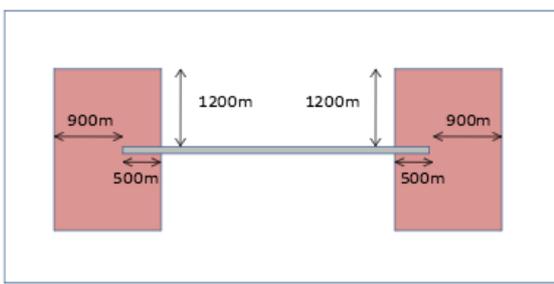
- 目的：確保符合規定、降低障礙燈無法使用及標示脫色的風險。

- 職責：機場管理人員。
- 檢查時機：
 - 障礙燈可於夜間辦理亮度檢查，日間辦理裝置位置及燈具外觀檢查。
 - 標示樣式可於日間檢查，較易辨視。

(七) 空中及光照危害與防治

1. 空中危害類型：

- 風切和亂流：參考文件為國際民航組織 Doc 9817 低層風切和亂流手冊，考量區域為跑道中心線兩側 1,200 公尺內與跑道頭前 900 公尺內區域，及與跑道頭向內 500 公尺內區域。(如圖 3-15、3-16)
- 粉塵：可能會影響能見度，會使目視飛行改變為儀器飛行之氣體、灰塵、煙霧、粉塵和其他空氣中的顆粒或污染物。當改變為儀器飛行時，將可能減低 50%以上空中狀況處理能力。(如圖 3-17)
- 噴氣：噴流氣體超過 4.3m/s 速度，對飛行操作可能具危害的。(如圖 3-18)

	
<p>圖 3-15 風切亂流危害照片</p>	<p>圖 3-16 風切亂流考量區域</p>
	
<p>圖 3-17 粉塵危害照片</p>	<p>圖 3-18 噴氣危害照片</p>

2. 空中危害處理對策：設置營運宵禁時段(但需考量機場營運需求)、例行性危害處理計畫(如粉塵抑制隔絕、排除或警示)。



3. 光照危害：機場周邊高強度照明(如運動場、工作場地等)、多光束交錯區域(如表演活動)及雷射光束等。



4. 光照危害之處理：目的係為降低光害干擾航空器運行的風險，處理原則為預防、移除、接納及阻擋等，採行措施有遮蔽光源、限制光照區域、限制光照方向、限制光照旋轉速度、安排人員監視光源發射方向、光源現場與 ATC 聯繫保持暢通、發布 NOTAM。

(八) 安全績效監控分析

1. 安全績效監控

- 監控是否達到最低安全要求，監測項目如灰塵/煙霧每週發生次數、各飛機運作時遇野生動物入侵之機率、每年不合格公告次數、未經許可超高吊車活動之比例。
- 有效的安全監測步驟：決定衡量指標、蒐集監測資料、分析是否達成指標所訂的目標及執行糾正措施。

2. 安全績效數據之統計分析

- 安全趨勢分析，分析資料應具可靠性，並將資料置入資料庫，分析統計資料庫資料，並預算未來趨勢。
- 統計分析屬於主動和預測性的作為，亦屬 SMS 持續改善的一部分，並透過安全績效數據統計分析，考量採行有效管控措施。

3. 事件安全管理

- 調查案件：屬回應作為，有助於提高組織系統的可靠性。
- 事故報告：屬於安全管理日誌的一部分，對於安全調查是有幫助的，並作為後續改善措施之參考案件。

(九) 高品質且可靠之監督

1. 風險來源：不良的管理系統、資源分配不足、人為因素及監管未符規定。

2. 監督原則：在發生不良後果前提早識別出危害，其重點著重於符合法規要求及就安全予以驗證。

3. 監督方式

- 內部自評：由高級管理人員指導，並由安全管理專家進行，檢核 SMS 內容(如安全管理目的、安全管理策略、安全風險管理及安全保證等)。
- 內部稽核：由具風險管理專長的決策人員進行，就各重要環節控制點和資源分配等予以檢核，以降低風險。
- 外部稽核：屬於二次保證制度，由 CAA 或外部相關單位進行，就整體性檢視。

4. 監督方式持續性檢討改進

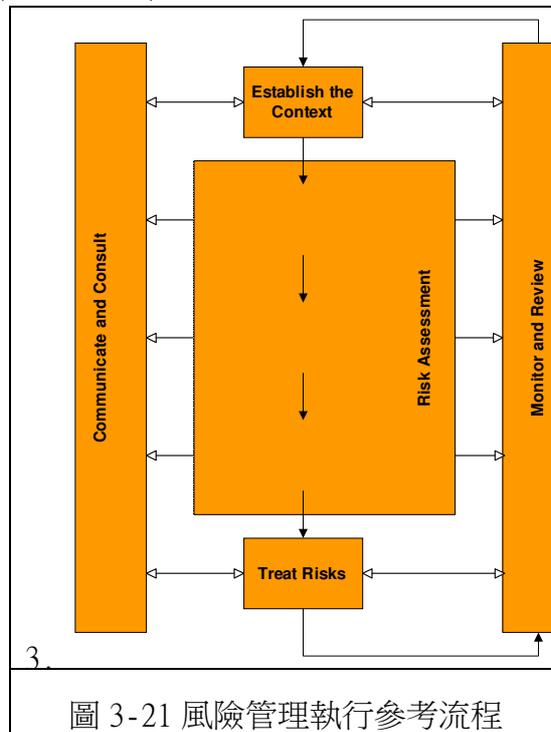
- 監督及驗證方式有否符合最新規定。
- 檢討即有監督方式是否可達成安全目標。

(十) 風險管理和緩解措施

1. 風險管理定義

- 風險：無預期性的影響
- 風險管理：是種管理過程，對風險測量、評估和發展因應對策，是將可避免或降低風險。
- 風險管理流程：透過溝通協調、諮詢、建立關聯、辨識風險、分析風險、評估風險、擬訂處理對策及監控檢核等步驟完成。

2. 風險管理執行流程(詳圖 3-21)



- 溝通和諮詢(Communicate and Consult)：在每個階段與內部和外部相關單位適時進行溝通與協商。
- 建立關聯(Establish the Context)
 - 考量案件與內外部單位間，於執行過程中會產生風險的部分，建立相關關聯。
 - ✧ 內部：考量文化、內部利益相關者、結構、能力、目標

- ◇ 外部：考量商業利益、社會、法規、文化、外在競爭力、財務、政治環境等，其中主要部分為外部利益相關者及商業因素，可以 SWOT 分析
- 確定風險評估之標準：考量可接受之風險，及該標準是普遍受認同的。
- 定義風險分析的架構：依據風險項目、性質、範圍及過程決定邏輯分析框架。
- 風險評估(Risk Assessment)
 - 風險辨識 (Identify Risks)：需探究可能會發生之風險(包含發生原因、地點、時間、影響程度)，探討方式可藉由工具和技術，如透過經驗/判斷、專家、訪談、專責小組、事件報告、監督/檢查/現地調查、檢核表、調查/問卷、歷史記錄及熱點(hotspots)檢視等。(如圖 3-22)



圖 3-22 機場熱點示意圖

- 風險分析(Analyse Risks)：
 - ◇ 辨識及評估現行控制流程。
 - ◇ 決定風險發生率、程度及後果。
 - ◇ 定性及定量分析。
 - ◇ 敏感性分析。
- 風險評估(Evaluate Risks)：就風險程度與預估標準比較，並就潛在利益與不利結果平衡考量，並據以判斷優先的處理對策，如碰撞風險模型、航空研究及安全評估等。
- 風險對策(Treat Risks)：
 - 制訂及實施具成本效益之策略與計劃，以提高效益和降低成本，處理原則為分散風險、避免風險及轉移風險，另處理對策需考量預算需求、資源需求、負責單位、處理時機、成效及管理檢視方式等。

- 建立全天候運行的緊急應變計畫，如大雪、低能見度、強風及落雷等。(如圖 3-23)



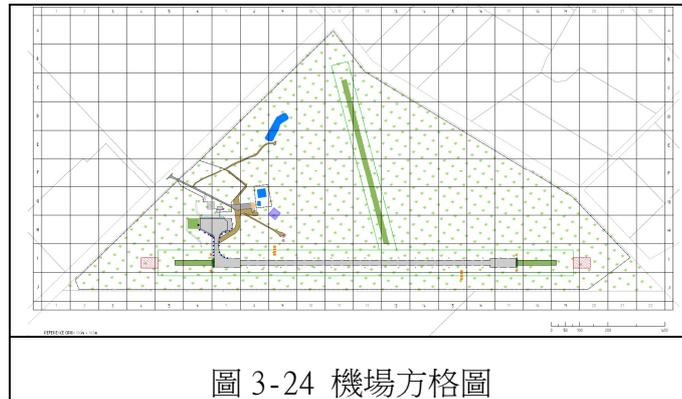
- 監控和檢核(Monitor and Review)：需確認風險管理過程監控是有效的，並可持續精進。
4. 風險管理總結：風險管理是需主動積極，需瞭解真正問題，並與相關單位溝通再溝通，且需於行動前完成的，如行動過程中有任何情況變化時，都應進行風險評估，並予調整為最佳處理方式。

(十一) 機場緊急應變計畫

1. 緊急應變計畫(Airport Emergency Planning，簡稱 AEP)

- 機場緊急應變計畫為處理機場內或附近緊急事件之作業程序，其目的在於減少人員損傷、維持航空器正常運作，並協調機場內外相關單位共同處理緊急事件。
- AEP 規定要求：
 - 國際民航公約 第 14 號附約(第 9 章)，所有經認證機場需有 AEP。
 - 國際民航組織 機場服務手冊(Doc 9137，Part 7 機場緊急應變計畫)，「機場手冊」內應有緊急應變作業程序。
- 緊急情況類型：飛機緊急狀況、危險物品、炸彈威脅、自然災害、公共衛生緊急情況等。

2. 緊急應變計畫參與單位： AEP 明訂各緊急狀況相關負責單位，相關單位如消救勤務單位、醫療勤務單位、警戒勤務單位、機場管理單位、飛航服務單位、航空器作業單位、地方政府、軍方及海巡單位等。
3. 影響飛航緊急情況之應變措施：不可能就所有緊急情況都有應變措施，機場緊急應變計畫大致區分為下列：
 - 與航空器有關之緊急事件：於機場內外航空器失事、航空器飛航中之意外事件、航空器地面之意外事件等。
 - 與航空器無關之緊急事件：機場建築物失火、天然災害、危險物品、醫療緊急事件、航空器加油設施事件等。
4. 緊急應變中心應具有機場及鄰近地區的方格圖，當有事件發生時可即時確認與應變計畫相關聯之區域。



5. AEP 演習：依據國際民航公約 第 14 號附約要求，機場經營人至少每兩年進行 1 次 AEP 演習。目的是為確定 AEP 能夠處理各類型之緊急事件、各參與單位內部作業適切、緊急設備和設施的可用性、緊急應變之協調性及熟悉應變作業。

三、野生動物防制

(一) 機場地形與野生動物棲息之關係

1. 野生動物影響：鳥類種群增加、商業飛航需求增加及飛機受鳥擊事件增加。
2. 空中與地面之野生動物
 - 空中：鳥類、哺乳動物(蝙蝠、飛狐)及飛鼠等。
 - 地面：爬行動物(蛇、烏龜、蜥蜴、鱷魚、壁虎)、嚙齒動物(小鼠、大鼠、穴)、無脊椎動物及猴子等。

3. 鳥擊事件：野生動物撞擊事件以鳥擊為主，鳥擊對飛機的危害與飛機操作失控衝出跑道等事件相對而言影響性是較低的，不過惟鳥擊風險仍需予以重視處理，常見鳥擊位置如圖 3-25。

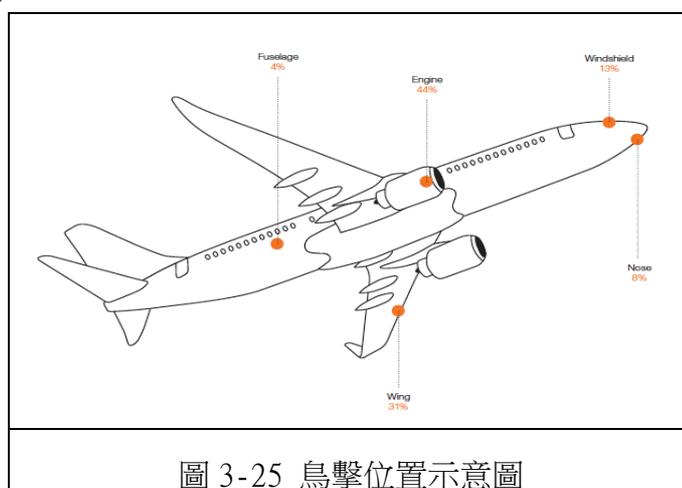


圖 3-25 鳥擊位置示意圖

4. 降低野生動物撞擊飛機的關鍵，在於瞭解野生動物棲息特性，避免機場及周圍存在吸引野生動物的條件，如食物、水及可供其棲息、休息及繁殖之區域。

(二) 野生動物防制管理

1. 野生動物管理之法規及相關要求

- 鳥擊報告：依據國際民用航空公約第 14 號附約，鳥擊事件需向國家提報，另蒐集野生動物撞擊報告並傳送至國際民航組織，供其建立鳥擊資料系統之資料庫。
- 垃圾處理場宜設置距機場 13 公里以外之區域。
- 機場宜有野生動物計畫，並在機場手冊中公佈相關作業程序。

2. 野生動物防制管理

- 項目：野生動物與鳥類防制計畫及鳥擊報告。
- 預防野生動物棲息：
 - 機場景觀管理：陸側植栽管理、空側草坪管理及使用避免鳥類棲息的草種。
 - 機場建築設施管理：建築物具有可自動關閉門、有蓋的垃圾筒、斜屋頂阻止鳥類繁殖及避免設置有利鳥類棲息的型式的屋突。
 - 機場周圍農業協調管理：國際民航組織不建議於機場五英里內，設置可能對機場有危害動物種類之棲息地，包括農耕作物，雖然該類可能不會吸引諸多樣式野生動物，但亦可能吸引對機場有危害的鳥類等物種。

- 避免水源吸引動物：排水道定期清理避免淹水、檢視排水構造形式及坡度避免長期性積水、檢查有無低窪長期易積(淹)水的區域。
 - 廢棄物設施及施工場地管理：機場 13 公里內不宜有垃圾場，另機場施工場地應妥為管理避免亂丟垃圾，吸引野生動物。
 - 與機場周圍可能吸引野生動物棲息區域之管理單位協商：如公園、娛樂度假村、森林、運動場、濕地和沼澤等可能吸引鳥類棲息的場所，宜與管理單位就是否會吸引野生動物棲息之議題協商，就草地、景觀、廢棄物及排水等予以管理。
- 驅離工具與方式：煙火、空氣槍、警鈴、射擊、經訓練的獵鷹和狗、雷射光、陷阱捕捉及驅除劑等。(如圖 3-26)



圖 3-26 用於野生動物管理的狗和獵鷹照片

5. 野生動物危害偵測方法：日常性巡查、遠端監視、委託專家顧問及尋求政府動物相關管理機構協助。

(三) 野生動物撞擊分析

1. 野生動物撞擊報告資料輸入資料庫管理，並透過相關數據收集，瞭解於機場活動的鳥種、會造成撞擊的主要鳥種及該鳥種造成損害，並依鳥類特性採取防治措施。
2. 風險評估和緩解措施之步驟
 - 辨識物種：研究物種特性(如棲息地、食物及棲息原因)，並確認管理目標。
 - 辨識危害：對組織目標危害性質。
 - 評估風險：評估發生率及嚴重程度，如果風險不可接受，則採行減緩措施。(如圖 3-27)

		CONSEQUENCE				
		INSIGNIFICANT 1	MINOR 2	MODERATE 3	MAJOR 4	CATASTROPHIC 5
LIKELIHOOD	ALMOST CERTAIN 5	6	7	8	9	10
	LIKELY 4	5	6	7	8	9
	POSSIBLE 3	4	5	6	7	8
	UNLIKELY 2	3	4	5	6	7
	RARE 1	2	3	4	5	6
9-10	Unacceptable Risk - Immediate action required by either treating or avoiding risk. Refer to executive management.					
7-8	Manageable Risk - Treatment action is required to manage risk to an acceptable level. Refer to operational management.					
5-6	Manageable Risk - Treatment action possibly required to achieve as Low As Reasonably Practicable (ALARP) - conduct cost/benefit analysis. Relevant manager to consider for appropriate action.					
0-4	Acceptable Risk - Managed by routine procedures, and can be accepted with no action.					

圖 3-27 風險評估示意圖

四、維持機場運作之安全防護技術

(一) 機場工作進行時維持機場安全運作作法

1. 進行中工作(Work In Progress, 簡稱 WIP)對機場安全防護之影響：WIP 可能是計劃性或非計劃性，其改變對機場運作是有影響的，如跑道起飛及降落距離改變、產生新的障礙物及飛機地面活動臨近區域有坑洞產生。
2. WIP 常見的危害和處理對策
 - 危害：起重機操作入侵、增加野生動物危害、灰塵、燈光、火災、車輛與人員偏離路線、入侵跑道及跑道封閉風險等。(如圖 3-28)



- 處理對策：事前工作規劃、起重機作業計劃、發布 NOTAM、選擇具機場工作經驗的廠商、關閉區域標示及照明(如圖 3-29~32)、FOD 檢查及動火申請等。



圖 3-29 縮短跑道標誌



圖 3-30 前方施工標誌



圖 3-31 施工圍籬



圖 3-32 跑道關閉標線

3. WIP 期間承包商管理注意事項：空側駕駛員訓練、擬訂車輛路線、跑滑道關閉標線及照明、空側無線對講機訓練、低能見度及夜間工作程序、降低對飛機運作干擾、宵禁施工、地下管線保護(如電/水/氣)、FOD 清除、注意飛機噴射氣流、禁煙、障礙物限制面保護措施(如起重機操作高度)。
4. WIP 期間的事件報告：當發生事故時，應記錄事件的所有相關細節，以便進行後續調查。

(二) 保護導航設備及避免導航訊號受干擾

1. 導航設備對飛行安全操作之重要性，相關設備如儀降系統 ILS(左右定位臺 LOC 及滑降臺 GP)、測距儀 DME、多向導航臺 VOR、歸航臺 NDB 等。
2. 導航設備保護區域：
 - 為確保導航設備之可靠性，相關區域應予保護，如 ILS 敏感區。(如圖 3-33)
 - 敏感區考慮因素：儀降等級(CAT1、CAT 2 或 CAT 3)、ILS 天線型式、起降飛機大小及方向、環境(如周圍有障礙物、跑道隆起等)。

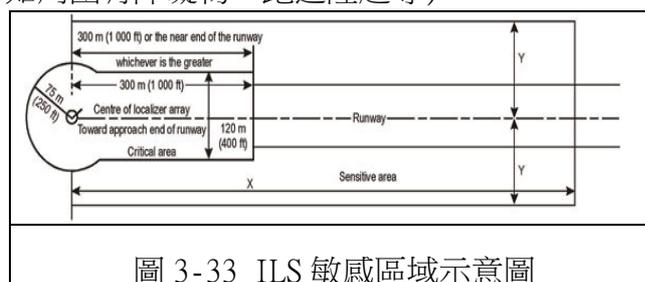


圖 3-33 ILS 敏感區域示意圖

3. 航管單位依據雷達接收訊息指揮航機，錯誤的訊息將導致嚴重的結果，故維持雷達準確是相當重要的，通常影響雷達因素有其他電波干擾訊號，及受障礙物阻隔致訊號遭反射或折射。

(三) 安全管理系統規劃與實施

1. 安全管理系統(Safety Management System，簡稱 SMS)組成， SMS 框架有 4 項元件 (component)：

- 安全政策與目標：管理權責、安全責任、任命關鍵安全人員、緊急應變協調、SMS 文件。
- 安全風險管理：危害辨識、安全風險評估及解緩策略。
- 安全保證：安全績效監控、管理調整、SMS 持續改進。
- 安全宣導：教育訓練、安全溝通。

2. SMS 實施步驟(ICAO Doc 9859)

- 步驟 1 計畫(Planning)：權責(確認負責單位、組成實施小組、界定範圍、差異分析)、研擬計畫、任命關鍵安全人員、建立 SMS 訓練計畫、建立 SMS 相關單位聯繫溝通管道。
- 步驟 2 回應程序(Reactive process)：建立安全政策目標、安全責任(界定 SMS 相關單位責任、建立 SMS 協調機制、建立相關部門)、建立緊急應變計畫、發展 SMS 文件
- 步驟 3 主動預測程序(Proactive & Predictive processes)：危害辨識(建立主動危害通報程序)、安全風險評估及減緩措施(建立安全風險管理程序)、安全績效監測(建立事件報告及調查程序、建立安全資料蒐集及分析系統、建立指標)、變動管理(建立變動管理程序)、SMS 持續改善(建立內部及外部稽核計畫)
- 步驟 4 作業安全保證(Operational safety assurance)：強化既有程序與政策、危害辨識(彙整調查報告與自主通報之危害、彙整底下相關單位的危害與風險)、安全績效監測(加強安全資料蒐集分析、建立指標)、SMS 持續改善(建立 SMS 稽核計畫或納入既有稽核計畫)、確認 SMS 相關單位人員已完成訓練、安全資訊共享。

3. SMS 安全目標

- 國際民航組織授權成員國自行制訂可接受的安全水準。
- 機場運營單位需依據機場運作條件、風險及過去發生事件確定安全目標，並擬訂監管目標及要求，前述監管制度可於與相關單位協調確認。

五、本研討會內容參考文件

- ICAO, Annex 4, Aeronautical Charts
- ICAO, Annex 10 to the Convention of International Civil Aviation, Volume I: Radio Navigation Aids
- ICAO, Annex 14 - Aerodromes (Volume I - Aerodrome Design and Operations)
- ICAO, Annex 15
- ICAO, Annex 17 Security at Airports
- ICAO, Annex 18 - The Safe Transport of Dangerous Goods by Air
- ICAO, Doc 4444 Procedures for Air Navigation Services Air Traffic Management (PANS ATM)
- ICAO, Doc 8168, Procedures for Air Navigation Services - Aircraft Operations (PANS-OPS), Volume I: Flight Procedures, and Volume II: Construction of Visual and Instrument Flight Procedures
- ICAO, Doc 8973, Security Manual for Safeguarding Civil Aviation Against Acts of Unlawful Interference
- ICAO, Doc 9137, Airport Services Manual, Part 1 - Rescue and Fire Fighting
- , Part 3 - Wildlife Control and Reduction, Part 5 - Removal of Disabled Aircraft, Part 6 - Control of Obstacles, Part 7 - Airport Emergency Planning
- , Part 8 - Airport Operational Services
- ICAO Doc 9157, Aerodrome Design Manual
- ICAO, Doc 9184, Airport Planning Manual, Part 1: Master Planning, and Part 2 - Airport Planning Manual
- ICAO, Doc 9332, Manual on Bird Strike Information System (IBIS)
- ICAO, Doc 9422, Accident Prevention Manual

- ICAO, Doc 9481, Emergency Response Guidance for Aircraft Incidents involving Dangerous Goods
- ICAO, Doc 9683, Human Factors Training Manual
- ICAO, Doc 9735, Safety Oversight Audit Manual
- ICAO, Doc 9737, Part 3 - Airport Services Manual - Bird Control and Reduction
- ICAO, Doc 9774, Manual on Certification of Aerodromes
- ICAO, Doc 9817, Manual on Low-level Wind shear and Turbulence
- ICAO, Doc 9806, Human Factors Guidelines for Safety Audits Manual
- ICAO, Doc 9859, Safety Management Manual
- ICAO, Doc 9870, Manual on the Prevention of Runway Incursions
- ICAO, Doc 9881, Guidelines for Electronic Terrain Obstacle and Aerodrome Mapping Information
- ICAO, Convention for the Suppression of Unlawful Seizure of Aircraft
- ICAO, Convention on the Marking of Plastic Explosives for the Purpose of Detection Montréal
- ICAO, Circular 240-AN/144 Human Factors Digest No7 - Investigation of Human Factors in Accidents and Incidents
- ICAO, Threat and Error Management (TEM) Captain Dan Maurino Coordinator Flight safety and Human Factors Programme
- ICAO, Threat and Error Management (TEM) in Air Traffic Control Preliminary
- ICAO, Study best GIS practice Gilbert Lasnier
- ICAO, Air Navigation Order
- ICAO, Manual on the Quality Management System for Aeronautical Information Services
- ICAO, Universal Safety Oversight Audit Programme (USOAP)
- ICAO, EUR Doc 013, European Guidance Material on all Weather Operations at Aerodromes

- ICAO, EUR Doc 015, European Guidance Material on Managing Building Restricted Areas
- ACI, Wildlife Hazard Management Handbook
- ACI, Airside Safety Handbook
- ACI Policies and Recommended Practices Handbook
- FAA, Wildlife hazard management at airports
- FAA, Advisory Circular AC No 150/5200-32B, Reporting Wildlife Aircraft Strikes
- FAA/USDA, AC 150/5200-36a, Wildlife Hazard Management at Aerodrome
- Transport Canada, Human Performance Factors for Elementary Work and Servicing
- Transport Canada, Sharing the Skies
- Transport Canada, Wildlife Control Procedures Manual
- UKCAA CAP772, Aerodrome Bird Control
- UKCAA CAP772, Birdstrike Risk Management for Aerodromes

肆、心得與建議

4.1 心得

一、瞭解機場安全防護理念與處理原則

本研討會內容範圍相當廣，許多內容涉及其他領域之諸多專業，故講者受限時間係以講授機場安全防護之理念為主，並不會提到各專業之細節，儘管如此，對於瞭解機場安全防護之全貌而言，確有相當的幫助。

落實機場安全維護、機場保安及緊急應變計畫是保護機場安全運作的三項主要因素，任何微小疏忽，將可能串成導致巨大的災難，故於事前辨識可能的風險、研擬相對應之緩解措施、落實風險管理及不斷改善精進，是維持機場安全運作所必要的。講者由障礙物限制面角度切入，先說明障礙物、光照及其他(如沙塵、煙)危害，再提到野生動物及機場工作等面向說明對機場安全影響，並說明相關因應原則、風險管理及緊急應變計畫等考量原則。

二、瞭解機場工作對機場運作安全影響與因應措施

機場內何任設施及作業環境改變，均可能影響機場運作安全，講者以機場工作分析執行中可能產生的危害，並應研擬對應之因應措施，以維持機場安全運作，另亦提到導航設施保護及訊號干擾範圍概念，機場工作時亦需妥為考量，最後將機場工作產生的風險納入安全管理系統評估，並研擬相對應的緩解措施，使風險降至可接受的水準，各緩解措施需相關責權單位落實執行。

4.2 建議

一、機場周圍產業經濟發展不應影響飛航安全及機場未來發展

機場安全防護範圍包含障礙物限制面保護，以保護機場周圍的空域，確保航機作業安全，而該限制面對機場一定周圍的限建，卻對該地區經濟發展有一定之衝擊，我國部分機場位於都會區，如松山機場位於臺北市松山區精華地區，該區域土地寸土寸金，故該地區近期內新建之建築物大多建至限建高度，甚至亦配合限建坡度蓋斜屋頂的情形，至於高雄機場位於高雄市小港區，該區域西臨高雄港，

而高雄港屬於我國最大的商港，為與世界競爭，近年亦有多處貨櫃中心將計畫更新架設更高的起重機具，為確保航機飛航安全，任何開發高度超過障碍物限制面之限高放寬申請，申請者需辦理航空研究妥為評估相關風險及衝擊，確認風險落於可接受的程度，並不應影響飛航安全及機場未來發展。

另有關機場管理單位於例行性巡檢機場障碍物時，應掌握全區即有障碍物現況，並特別注意興建中的建築物或構造物等，如預判有超高的跡象成為障碍物時，宜儘速洽詢地方建管單位或相關管理機關瞭解情況並請其優先處理，對於興建中的違章查報，地方政府通常採即報即拆，至於已完成興建的違建，地方政府受限經費人力常可能以分期分區排序處理，故建議機場管理單位例行巡檢障碍物時，將興建中的建築物或構造物列為重點，如預判有可能為障碍物時，應主動洽請相關機關優先處理。

另機場障碍物定期測量時，建議與前次測量結果比對，以瞭解本次測量新增或減少障碍物變化情形(包含障碍物型式、地點及高度等)，並分析發生原因考量因應對策，及列為未來重點巡查之區域。

二、新機場選址或機場整體規劃可將野生動物影響納入考量

新機場選址或機場整體規劃需考量諸多影響因素，雖野生動物因素非屬優先考量之關鍵因素，但如於選址初期或整體規劃設施配置時納入考慮，對機場未來營運管理在野生動物危害防治方面是有助益的。

有關新機場選址部分，宜先瞭解機場周圍野生動物種類及棲息特性(包含所需食物水及居住環境等)，及瞭解機場周圍可能吸引野生動物棲息場所(如垃圾場、濕地、沼澤、森林、公園、娛樂度假村、運動場等)，場址周圍如有可能吸引野生動物棲息場所，宜儘可能避免選用，降低野生動物對機場之影響。

另有關機場整體規劃部分，就可能吸引野生動物棲息的區位(如滯洪池、垃圾堆置處理區等)妥為考量，並儘可能遠離空側航機活動區域，航機起降方向及路徑，降低野生動物對機場之影響。

三、衡平兼顧機場施工與機場營運兩者需求

近年來桃園機場跑道及滑行道刻正辦理道面整建中，後續高雄及臺北機場亦將進行跑道整修，故確保機場道面施工品質安全及維持機場運作是兩項重要的課題，桃園機場因有二條跑道及南北場多條滑行道，該機場道面整建時多採全時封閉施工，並規劃航機滑行替代路線，就道面施工環境與條件而言是屬於較佳，而高雄及臺北機場均因僅有一條跑道，需考量機場營運需求，受限僅得以夜間宵禁時段施工，每日可施作時間相當有限，施工條件嚴苛，相對風險較高，而為於每日道面施工後可立即安全開放使用，除施工技術精進外，尚應考量縮短機場營運時間，以提供每日合理的施工時間，降低施工風險及提高工程品質，確保道面每日得如時開放，並提供使用上安全無虞的道面，然縮短機場營運時間，對旅客及航空產業商業衝擊甚大，對於飛航國際線的機場，更是具困難性，尚需謹慎評估考量，故建議道面施工應以飛航安全為最高原則，再就機場施工與機場營運兩者間需求，尋求最適平衡點。