

出國報告（出國類別：其他）

「場站設施系統配置與規劃」  
視訊課程出國報告

服務機關：國家運輸安全調查委員會

姓名職稱：梁 能 副調查官

派赴國家地區：臺灣，中華民國

出國期間：111 年 12 月 05 日至 09 日

報告日期：112 年 03 月 07 日

# 目錄

摘要.....	ii
一、目的.....	1
二、過程.....	1
2.1 授課講座 .....	2
2.2 課程安排 .....	2
三、訓練課程重點摘要與心得.....	5
3.1 機場認證 .....	6
3.2 跑道 .....	7
3.3 滑行道 .....	9
3.4 目視助航設施 .....	11
3.5 跑道公布距離 .....	12
3.6 障礙物限制面 .....	14
3.7 安全評估與管理 .....	15
3.8 緊急應變與消救 .....	18
3.9 野生動物危害 .....	19
3.10 停機坪管理 .....	21
3.11 電力供應 .....	22
3.12 設施維護 .....	23
3.13 機場稽核 .....	25
四、建議.....	27

## 摘要

本次場站設施系統配置與規劃訓練，因應全球新冠肺炎疫情採用線上即時視訊互動課程方式進行，並選擇由國際民航組織(ICAO)委託國際機場協會(Airports Council International, ACI)辦理開設之對應課程「ACI-ICAO Implementing Annex 14: Advanced Aerodrome Design and Operations」為訓練標的，課程內容涵括 6 大面向、共 13 個要項：

一、**機場設施**：機場認證、跑道、滑行道、目視助航設施；二、**飛航資訊**：跑道公布距離；三、**障礙物管理**：障礙物限制面；四、**安全管理**：安全評估與管理；五、**機場運作**：緊急應變與消救、野生動物危害、停機坪管理、電力供應、設施維護；六、**機場稽核**：稽核技巧等。透過本次訓練，參訓人員對於場站相關設施之設置、運作以及相關規範之考量與運用有了更進一步的瞭解，並具備評析飛航事故中與機場設施、管理和運作等因素的能力，以釐清相關問題、研判可能肇因。

## 一、目的

依據國際民航組織(International Civil Aviation Organization, ICAO)針對全球飛航事故於 2018 年至 2022 年間的統計資料顯示，前三大風險項目分別為跑道安全(Runway Safety, RS)、飛行中失控(Loss of Control in-flight, LOC-I)、以及可控飛行撞地(Control Flight into Terrain, CFIT)，其中又以跑道安全所佔比例為最高。因此，各國皆戮力配合 ICAO 的相關政策推動場站設施的標準化以及認證作業，期有效提升飛航安全。而在與場站設施有關的飛航事故中，調查人員對於場站相關設施之設置、運作與相關規範需有相當的熟悉度，始具備調查與評析事故中有關機場各項因子的能力，以釐清相關問題、研判可能肇因。

因應全球新冠肺炎疫情，本次場站設施系統配置與規劃訓練採用線上即時視訊互動課程方式進行，並選擇由 ICAO 委託國際機場協會(Airports Council International, ACI)辦理開設之對應課程「ACI-ICAO Implementing Annex 14: Advanced Aerodrome Design and Operations」為訓練標的，課程內容涵括 6 大面向、共 13 個要項：一、機場設施：機場認證、跑道、滑行道、目視助航設施；二、飛航資訊：跑道公布距離；三、障礙物管理：障礙物限制面；四、安全管理：安全評估與管理；五、機場運作：緊急應變與消救、野生動物危害、停機坪管理、電力供應、設施維護；六、機場稽核：稽核技巧等。

## 二、過程

本次場站設施系統配置與規劃訓練課程，配合授課講座所在地英國曼徹斯特的作息時間(格林威治時間，GMT+0)，於 2022 年 12 月 5 日至 9 日、每日上午 10 時至下午 2 時間線上即時授課。課後尚有 1 小時的測驗以及 3 小時的指派閱讀資料與作業，此部份則開放學員可自行擇定方便的時間執行，惟須於次日上課前、或末堂課結束的 24 小時內完成。上述授課方式一方面可確保學員在課堂上的專注力，二方面則讓來自世界各地、身處不同時區的學員得以彈性運用方便的時間進行測驗及閱讀資料，維持學習效率。此外，講座在教材中亦運用了大量的實際案例照片、影片，並結合線上分組討論方式進行，不僅加深學習印象更提昇了學員聽講的專注能力。而結訓的評量標準，則包括出席率(準

時出席與時數)、上課參與度(即席回應)、分組討論情形(成果分享與口頭報告)、每日作業成果、課後測驗成績(共5次,每次皆需達70分)等,相當嚴謹與紮實。

以下分別就授課講座及課程安排作一概述:

## 2.1 授課講座

本次授課之講座為擁有超過30年機場管理經驗的資深講師Debbie Riley,目前為ACI的特聘講師,同時也是ICAO認可的稽核員與訓練講師,專司機場營運、安全管理系統與緊急應變計畫等類課程的講授。此外,她也是英國Airport Solutions Ltd的創辦人,專為世界各地的機場提供培訓和安全評估。職涯初期Debbie係受聘於英皇家空軍擔任戰鬥機管制員,之後進入英國Manchester機場歷任多項職務,包括:機場政策與規劃經理、運營值班經理和機場規劃師,並曾獲邀至英國Blackpool機場擔任機場運營總監。

在機場配置、規劃與營運的實務上,Debbie具備相當豐富的經驗,包括:英國Manchester機場第2、第3航廈的接收啟用和運作、杜拜新機場的認證、中東地區數個機場的跑道鋪面更新安全保證程序擬訂、以及新版EASA規範在歐盟各國的推廣實施。



圖 2.1 ACI-ICAO Annex14 訓練課程授課講座 Debbie Riley

## 2.2 課程安排

訓練期間之課程配當表詳如表 2.1 所列。

表 2.1 ACI-ICAO Annex14 訓練課程配當表

日期 / 時間 (格林威治時間)	講題
Day 1 2022/12/05 1000-1100 1100-1200 1200-1300 1300-1400 1400-1500 1500-1800	開訓式、講座介紹、學員介紹、ACI 課程簡介 機場認證 跑道 滑行道 課後測驗一 作業一：詳讀 Annex 14 Ch.2.8 & Attachment A
Day 2 2022/12/06 1000-1100 1100-1200 1200-1300 1300-1400 1400-1500 1500-1800	目視助航設施 跑道公布距離 障礙物限制面 課後測驗二 作業二：場面安全評估 - 道面檢查與破損處理
Day 3 2022/12/07 1000-1100 1100-1200 1200-1300 1300-1400 1400-1500 1500-1800	分組討論與報告：作業二 障礙物限制面 課堂作業一：維修棚廠增建之限高計算 安全評估與管理 緊急應變與消救 課後測驗三 作業三：場面安全評估 - 平行滑行道檢查

日期 / 時間 (格林威治時間)	講題
<b>Day 4</b> 2022/12/08 1000-1100 1100-1200 1200-1300 1300-1400 1400-1500 1500-1800	分組討論與報告：作業三 野生動物危害 停機坪管理 電力供應 課後測驗四 作業四：機坪作業 – 機艙行李起火處理
<b>Day 5</b> 2022/12/09 1000-1100 1100-1200 1200-1300 1300-1400 1400-1500 1500-1800	分組討論與報告：作業四 設施維護 機場稽核 課堂作業二：新建跑道之標線配置設計 結訓式 課後測驗五 課後評估回應表單

### 三、訓練課程重點摘要與心得

本梯次 ACI-ICAO Annex 14 之訓練係採遠距即時視訊會議(Video Conference)方式進行，藉由網際網路的視訊連線讓講座與來自世界不同地區、時區的學員間得以透過畫面即時的看到彼此，也能夠隨時提問、回應與進行小組討論，提供了良好的遠距教學品質。總計有來自 11 個單位的 15 位學員參與本梯次的訓練，其中絕大多數都是各國民航局或機場管理單位的人員，計 13 位；其餘則為工程顧問公司 1 位，事故調查機關 1 位。

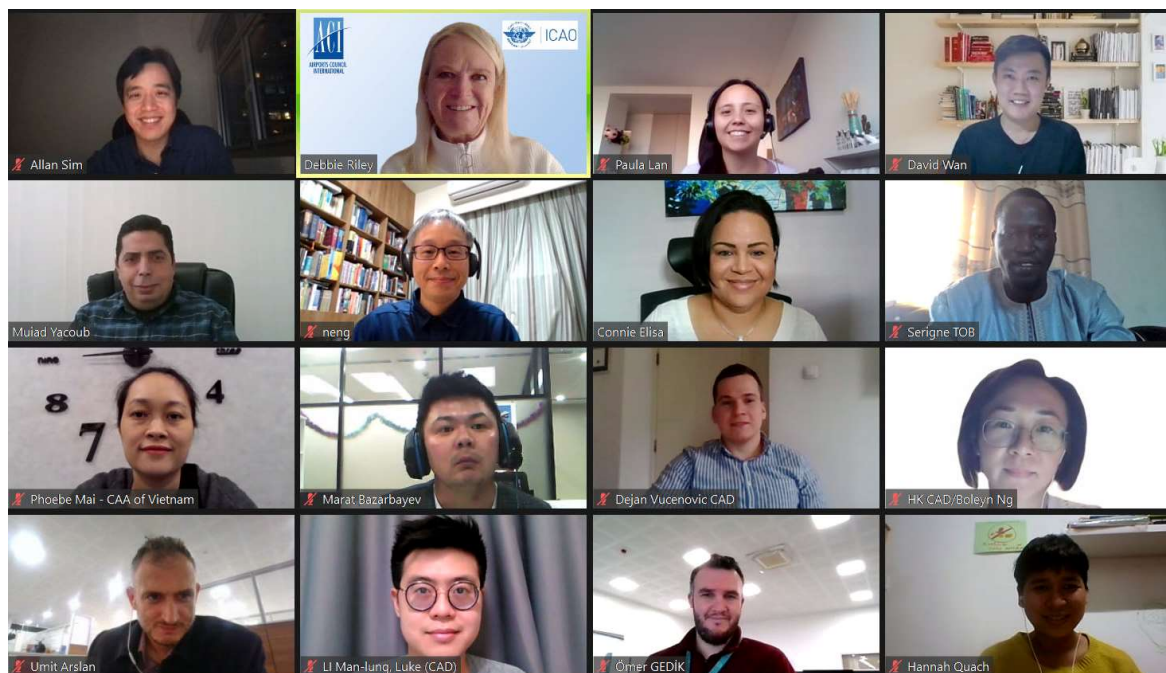


圖 3 講座及全體參訓學員合影

課程中所使用的各項教學材料，包括講義、投影片、探討案例、影片、作業及測驗卷等資料，ACI 皆置於學員個人專屬的雲端資料庫中。無論參訓期間，或是訓練完成後，學員都可以隨時進入該資料庫取用上述各項資料，亦可下載自行留存，實為 ACI 十分貼心的服務。在此謹將參訓過程中各項課程主題之重點內容摘要與心得彙述如下：



### 3.1 機場認證

在國際民航公約(Convention on International Civil Aviation)第 15 條即明訂，各國開放使用的機場應具備一致的條件(uniform condition)；第 28 條及第 37 條亦要求各國提供之機場及飛航服務應達到標準與建議措施(Standards and Recommended Practices, SARPs)的要求。於此前提下，ICAO 即制定了機場認證的標準和程序，詳列於 Doc 9774 “Manual on Certification of Aerodromes”與 Doc 9981 “PANS-Aerodromes”，以確保各國的機場都具有一定程度以上的設施能量及服務水準，以確保航機運作安全。因此各國皆有責任與義務遵照上開規範內容，對該國開放予民航使用之機場施行認證，並建立監管機制確保各項安全規定均有持續落實。

對於機場的營運管理單位而言，機場認證的第一步就是建立機場手冊(aerodrome manual)。完整的機場手冊含括所有與機場運作有關的管理與組織架構、服務與設施、各項作業程序、以及相關限制條件。每位機場工作人員皆可透過機場手冊充分了解在執行相關作業程序的資訊和指示時，其所肩負的安全職責與責任。監理機關則是按照機場手冊內容、參照規範進行各項設施、作業程序與文件的檢核，確認滿足規範標準的要求，以作為頒發認證的依據。

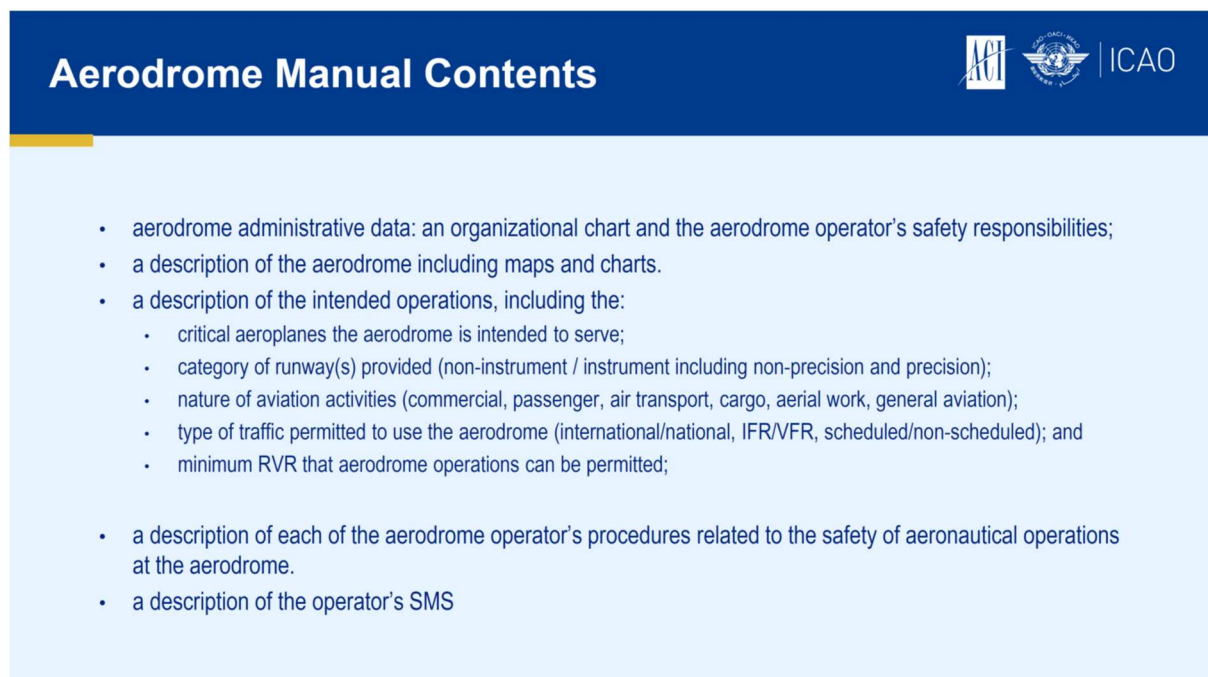


圖 3.1-1 機場手冊內容

機場各項基礎設施的規劃與設計，最重要參考的依據就是要使用到這座機場、或是機場主要服務的航機機型。為了反映出不同機場可服務的機型大小，Annex 14 採用「機場參考代碼」(aerodrome reference code)來作為機場設計與運作的分類代號，提供簡單、快速的基本參照，將機場特性與適用的相關規範連結起來。機場參考代碼係由飛機相關的性能特性及尺寸兩個要素組成：第一要素是飛機參考場面長度，以數碼 1~4 表示；第二要素是飛機翼展，以英文字碼 A~F 表示。於設計時所考量的數碼與字碼，應與使用該機場之最關鍵飛機特性相關。

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

Note 1.— Guidance on planning for aeroplanes with wingspans greater than 80 m is given in the Aerodrome Design Manual (Doc 9157), Parts 1 and 2. Note 2.— Procedures on conducting an aerodrome compatibility study to accommodate aeroplanes with folding wing tips spanning two code letters are given in the PANS-Aerodromes (Doc 9981). Further guidance can be found in the manufacturer's manual on aircraft characteristics for airport planning.

圖 3.1-2 機場參考代碼

### 3.2 跑道

在所有的機場基礎設施中，跑道是最重要的關鍵項目，它必須要能滿足主要起降航機機型的安全運作需求，包含長度、寬度、道肩、迴轉坪、跑道地帶、以及跑道端安全區。跑道設計要考慮的參數則包括當地的盛行風向、高程、坡度、溫溼度以及預計採用的鋪面材料特性等。跑道長度的選定，通常是以主要起降航機機型、在上述環境參數考量下的最大跑道需求長度為基礎進行配置。之後，再依據該機型的主起落架外輪間距(outer main-gear wheel span, OMGWS)、對照設計規範來擇定適當的跑道寬度，並建議對於供飛機大小分類為 D、E、或 F 使用且寬度小於 60m 之跑道設置跑道道肩，以提供足夠的跑道總寬度來減輕航機衝/偏出跑道的危害、降低外物碎片(FOD)被吸入發動機的可能性、並提供維護/消防車輛作為搶救災害的緊急應變通道。

跑道的坡度是設計時要考量的重要參數，因為對於航機的性能及運作安全有關鍵的影響。與坡度有關的細項有：縱坡度、縱坡度變化、縱坡度變化間距、視距、橫坡度等，其中縱坡度部份在 Annex 14 第 3.1.13 與 14 節、視距在第 3.1.17 節、橫坡度在第 3.1.19 節均有詳細的規定與說明，講座亦帶領全體學員於講授過程中一起查閱規範條文並加以解說，使學員對於規範的內容有更清楚的瞭解。

當跑道末端無法提供進入／脫離滑行道時，就必須設置迴轉坪(Turn Pads)供航機進行起飛前或落地後的自力轉向使用，其大小須能滿足關鍵使用機型的 180° 迴轉需求，並考量適度的加寬以防止偏出跑道的狀況發生。其中，常見的迴轉坪偏出跑道事故型態以及發生原因綜整如圖 3.2-1 所示。

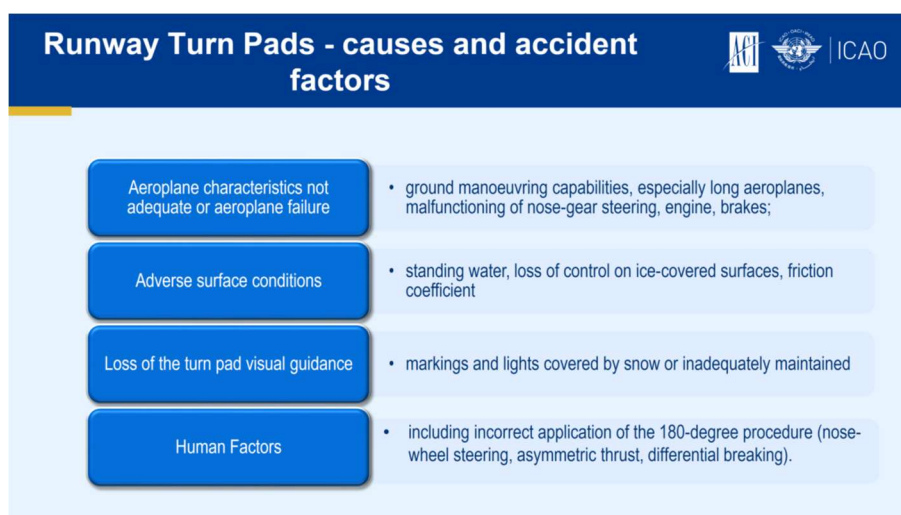


圖 3.2-1 常見迴轉坪事故型態

為有效降低航機在著陸、中斷著陸或起飛期間因衝/偏出跑道而造成損壞的風險，於跑道鄰接的週邊設置一個無障礙物、具有特定縱向/橫向坡度和承載強度要求的區域來保護穿越的航機乃至關重要，這就是跑道地帶。每條跑道都必須按其機場代碼與提供航機運作的方式(儀器/非儀器)，參照 Annex 14 第 3.4 節的標準劃設跑道地帶範圍，並在此範圍內提供一平整、具緩和排水坡度、以及適當承載能力的區域來確保航機安全。如為了助導航需求必須在跑道地帶內設置物體，則該物體必須具備易碎材質(frangible)，且尺寸亦須儘可能的縮小期使可能的損害降到最低。此外，在跑道兩端頭、跑道地帶的外側，亦須提供跑道端安全區(Runway End Safety Areas, RESAs)，即一延長的平整區域，來降低航機提早觸地(undershooting)或衝出跑道(overrunning)的損壞風險。

### 3.3 滑行道

滑行道是機場中提供航機滑行的固定路徑，其設置的目的在於讓航機可以在機場的跑道和停機位之間作安全且快速的移動。滑行道的類別主要有四種：停機位滑行路徑、停機坪滑行道、快速出口滑行道、以及聯絡滑行道。其中，停機位滑行路徑設置於停機坪上，屬於停機坪的一部分，係針對停機位特別劃設而來，僅供航機進出該停機位使用。停機坪滑行道係位於停機坪的週邊，屬於機場滑行道系統的一部分，旨在提供航機一穿越停機坪的直通滑行路徑。快速出口滑行道是以銳角連接到跑道的滑行道，旨在允許落地航機可以用較快的滑行速度離開跑道，以有效降低跑道被佔用的時間。聯絡滑行道則是串聯機場內不同運作區域的滑行道，與上述各類滑行道結合形成滑行道系統，建構出機場場面上供航機運行操作的網絡。

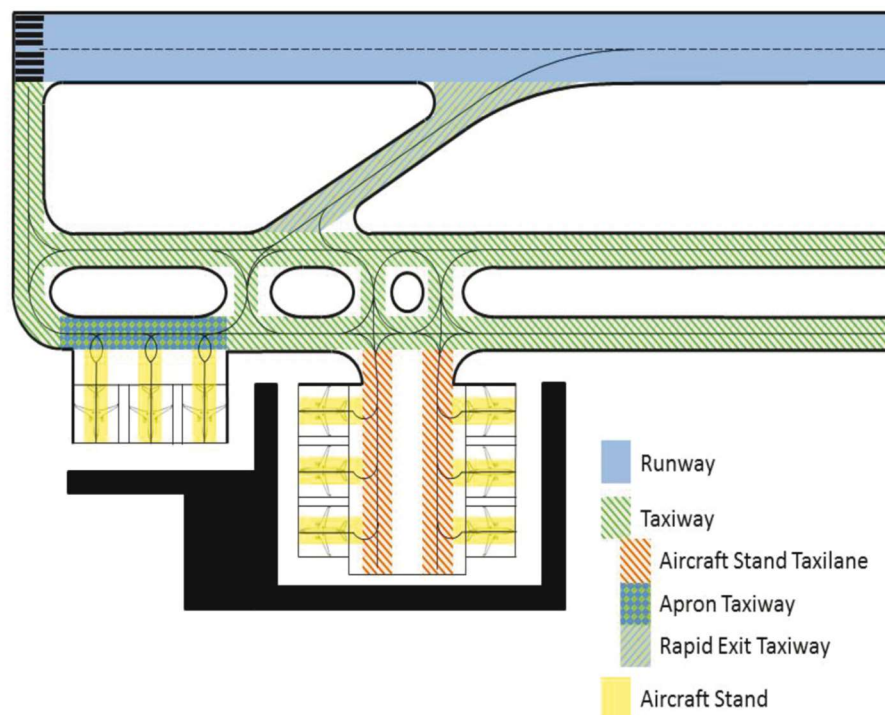


圖 3.3-1 滑行道類別示意圖

滑行道設計的主要考量項目為寬度，旨在避免航機與滑行過程中發生機輪偏出滑行道的狀況，因此對於不同 OMGWS 的航機類別，在 ICAO Annex 14 第 3.9 節、以及 Aerodrome Design Manual (Doc 9157), Part 2 中有很清楚的分類與滑行道寬度設置標準可供參照，其中亦包括了各類滑行道與相鄰運作區域/設施或物體的最小間距、與另一滑

行中或停放中航機的最小間距、以及兩相鄰平行滑行道的最小間距等。此外，滑行道與跑道相似，亦須設置滑行道道肩與滑行道地帶，以提供足夠的滑行道總寬度來減輕航機偏出滑行道之危害、降低外物碎片(FOD)被吸入發動機的可能性、並提供維護/消防車輛作為搶救災害的緊急應變通道。講座亦針對常見的滑行道衝偏出事故彙整成四大類別，並提出建議的解決對策，如圖 3.3-2 所示。

Causes		Solutions	
<b>Mechanical failure</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>hydraulic system</li> <li>brakes, nose-gear steering</li> </ul>		the provision of taxiway centre line lights
<b>Adverse surface conditions</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>standing water</li> <li>loss of control on ice-covered surfaces,</li> <li>friction coefficient</li> </ul>		conspicuous centre line marking
<b>Loss of visual guidance</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Inadequate markings and signage</li> <li>markings and lights covered by snow</li> <li>inadequately maintained</li> </ul>		on-board taxi camera systems to assist taxi guidance
<b>Human Factors</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>loss of directional control</li> <li>orientation error</li> <li>pre-departure workload</li> <li>aeroplane taxi speed.</li> </ul>		the provision of taxi side-stripe markings
			taxiway edge lights (inset or elevated)

圖 3.3-2 常見滑行道衝偏出事故類型及解決對策

對於連接於跑道的滑行道，必須設置跑道等待位置(runway holding position)作為在滑行道上滑行、和準備進入跑道的航機，與正在使用跑道的航機、儀器降落訊號敏感區域、以及障礙物限制面之間有充分的隔離，以確保運作中航機的安全、儀降訊號的正確。跑道等待位置的詳細規定參見 Annex 14 第 3.12 節，其中，在滑行道上的設置位置(即與跑道距離)整理如圖 3.3-3 所示。

It is a requirement that the distance between a runway-holding position established at a taxiway/runway intersection and the centre line of a runway shall be:

ICAO Annex 14 Chapter 3.12.6 & Table 3-2

Type of Runway	Runway Code Number			
	1	2	3	4
Non-instrument	30 m	40 m	40 m	75 m
Non-precision approach	40 m	40 m	75 m	75 m
Precision approach Cat I	60 m	60 m	90 m	90 m *
Precision approaches Cat II & III	-	-	80 m	90 m *
Take-off runway	30 m	40 m	75 m	75 m

\* Where the code letter is F, this distance should be 107.5 m.

圖 3.3-2 常見滑行道衝偏出事故類型及解決對策

### 3.4 目視助航設施

目視助航設施存在的目的，在於提供飛行員和地面裝備操作人員有關定位和定向的參考基準，使其能清楚的知道或是通知管制人員目前航機/裝備所在位置與前進方向，特別是在不利的能見度條件和夜間情況下，讓飛行員/操作員仍能準確地於滑行/行駛過程中遵循路徑指引及各項強制性指示。目視助航設施的種類可概分為標線(markings)、指示牌(signs)、燈光(lights)、標記(markers)和指示(indicators)等 5 大類別。

1. 標線：標線係繪製於機場鋪面上，作為航機及設備運作時的參考或是遵循依據，針對機場內不同的形態的運作區域就有不同的標線繪製規定，如：跑道、滑行道、停機坪、勤務作業通道等等。詳細規定可參照 Annex 14 第 5.2 節以及 Doc 9157 Part 4。
2. 指示牌：指示牌係指凸出於地面之立式牌面或是安裝於桿柱或建築物外牆上的懸掛牌面，其用途在於提供固定或是可變的指示訊息供航機/地面裝備運作參照。指示牌的類別主要有資訊指示牌、強制性指示牌、VOR 機場校對點指示牌、機場識別指示牌、機位編號指示牌、道路等待位置指示牌、跑道千呎牌等，其設置的位置、型式（外形、尺寸、字體、顏色、照明等等）、材質特性等可參照 Annex 14 第 5.4 節以及 Doc 9157 Part 4。
3. 燈光：主要包含航空地面燈(aeronautical ground lights)與其他在場面上提供導引、指示、警戒、照明用之燈光，其中又以航空地面燈為最大宗。航空地面燈係裝置於地面、專供輔助航空導航使用之燈光，包括進場燈系統、目視進場滑降指示燈系統、跑道燈系統（跑道頭識別燈、跑道邊燈、跑道頭燈及翼排燈、跑道末端燈、跑道中心線燈、跑道著陸區燈/簡式著陸區燈、快速出口滑行道指示燈、緩衝區燈、跑道迴轉坪燈）、滑行道燈系統（滑行道中心線燈、滑行道邊燈、停止線燈中途等待位置燈、防結冰設施出口燈、跑道警戒燈）。其他部份則有停機坪照明燈、停機位導引燈（目視停靠導引系統、先進目視停靠導引系統、停機位操作導引燈）、道路等待位置燈、禁止進入排燈、以及跑道狀態燈。跑道狀態燈是 2016 年、第 7 版的 Annex 14 才納入規範的新項目，旨在提高跑道的使用安全，防止跑道入侵及碰撞的發生。跑道狀態燈最初係由美國麻省理工學院林肯實驗室自 1992 年開始研發，經過多年測試成功

驗證後於 2010 年正式獲美國 FAA 採納並於 2011 至 2016 年在 23 座主要機場逐步安裝運作，成效良好。跑道狀態燈的設置及運作示意如圖 3.4-1 所示。

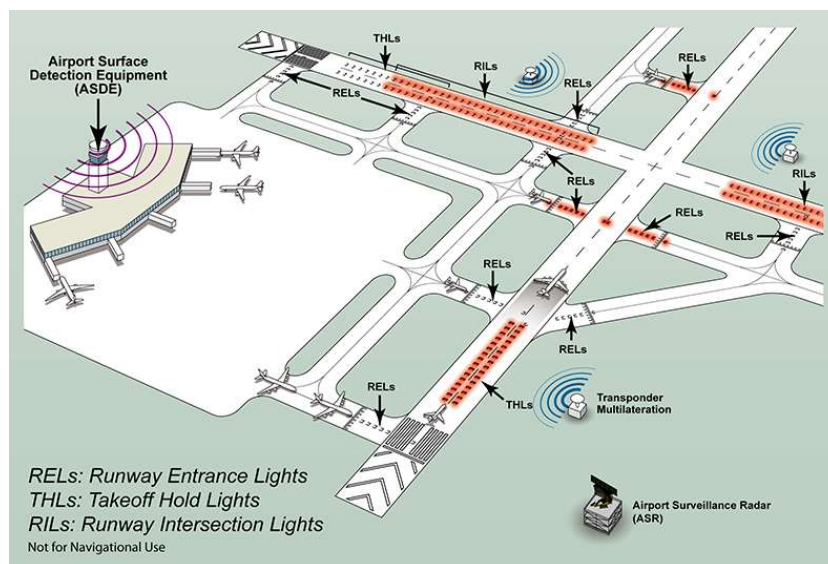


圖 3.4-1 跑道狀態燈設置及運作示意

4. 標記和指示：標記是運用在供航機運作區域（跑道、滑行道、停機坪）與週邊地面的差異不顯著的情況，作為活動區與非活動區的分界使用，包括：無鋪面跑道之跑道邊標記、緩衝區邊標記、積雪覆蓋跑道之跑道邊標記、滑行道邊標記、滑行道中心線標記、無鋪面滑行道中滑行道邊標記、邊界標記等。指示則是提供航機識別風向、管制信號使用，包括：風向指示器、降落方向指示器、信號燈、信號板及信號區等。

### 3.5 跑道公布距離

為了航機與地面設備的運作需求，機場必須提供相關的數據來告知所有相關的人員，使其能有所參照以因應當下的狀態採行最適切的操作。透過飛航指南(aeronautical information publication, AIP)的發布，各項與機場有關的航空資訊得以正確、清楚、完整的提供給相關人員，包括機場參考點、機場和跑道標高、機場參考溫度、機場幾何配置、鋪面強度、高度表檢核點、跑道公布距離等等，其中又以跑道公布距離對於航機運作有至關重要的影響。ICAO 引入了公布距離的作法，使機場每個跑道方向公布的可用跑道長度的計算和發布作業有一致的標準，供各型航機按照其飛航特性、起降需求與機場環

境作對比，確保運作安全。有關公布距離，ICAO 要求供國際商業航空運輸使用之跑道，應以整數 m 或 ft 提供下列資料：

- a) 可用之起飛滾行距離 (Take-Off Run Available, TORA)
- b) 可用之起飛距離 (Take-Off Distance Available, TODA)
- c) 可用之加速—停止距離 (Accelerate-Stop Distance Available, ASDA)
- d) 可用之降落距離 (Landing Distance Available, LDA)

計算規定和範例在 Annex 14 第 2.8 節、以及附篇 A 第 3 節有詳列，如圖 3.5-1。

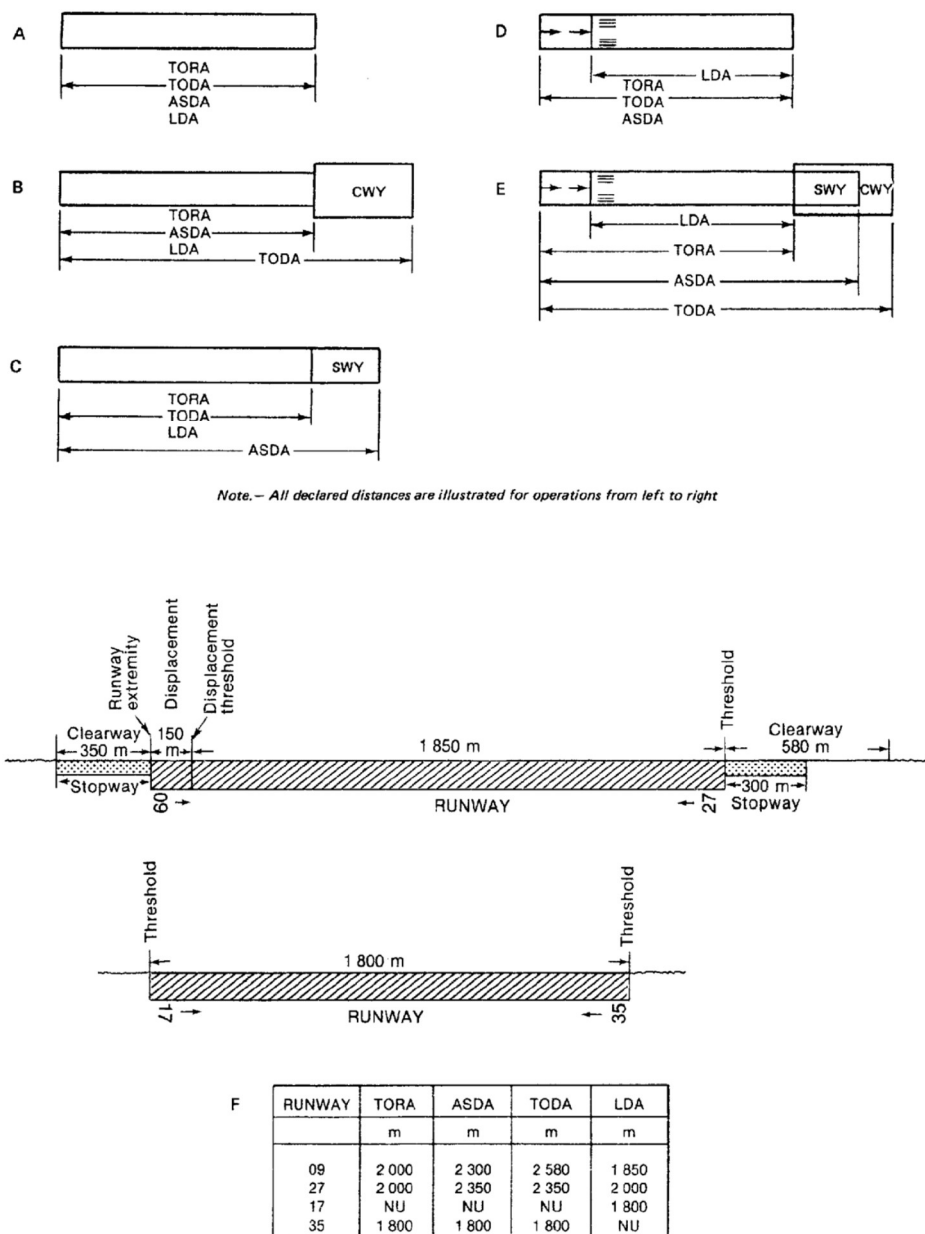


圖 3.5-1 跑道公布距離之計算與範例 (摘自 Annex 14 附篇 A)



### 3.6 障礙物限制面

一座機場使用效能的高低，與其所處環境的自然特徵（樹木和山丘）、機場界圍內外的人造建築物、以及相鄰區域內的飛行活動有顯著的關聯和影響。為了確保飛航安全，ICAO 訂定了障礙物限制面(Obstacle limitation surfaces)，規定機場周圍保持無障礙物之空域，確保使用該機場之飛機能夠安全運作，並防止障礙物增多而使機場變得無法使用。障礙物限制面的布設如圖 3.6-1 所示，詳細的尺寸及坡度則如表 3.6-1 所示。

表 3.6-1 障礙物限制面之尺寸及坡度（摘自 Annex 14 Ch.4）

Surface and dimensions <sup>a</sup> (1)	RUNWAY CLASSIFICATION									
	Non-instrument Code number				Non-precision approach Code number			Precision approach category I or III		
	1 (2)	2 (3)	3 (4)	4 (5)	1,2 (6)	3 (7)	4 (8)	1,2 (9)	3,4 (10)	3,4 (11)
<b>CONICAL</b>										
Slope	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
Height	35 m	55 m	75 m	100 m	60 m	75 m	100 m	60 m	100 m	100 m
<b>INNER HORIZONTAL</b>										
Height	45 m	45 m	45 m	45 m	45 m	45 m	45 m	45 m	45 m	45 m
Radius	2 000 m	2 500 m	4 000 m	4 000 m	3 500 m	4 000 m	4 000 m	3 500 m	4 000 m	4 000 m
<b>INNER APPROACH</b>										
Width	—	—	—	—	—	—	—	90 m	120 m <sup>e</sup>	120 m <sup>e</sup>
Distance from threshold	—	—	—	—	—	—	—	60 m	60 m	60 m
Length	—	—	—	—	—	—	—	900 m	900 m	900 m
Slope	—	—	—	—	—	—	—	2.5%	2%	2%
<b>APPROACH</b>										
Length of inner edge	60 m	80 m	150 m	150 m	140 m	280 m	280 m	140 m	280 m	280 m
Distance from threshold	30 m	60 m	60 m	60 m	60 m	60 m	60 m	60 m	60 m	60 m
Divergence (each side)	10%	10%	10%	10%	15%	15%	15%	15%	15%	15%
<b>First section</b>										
Length	1 600 m	2 500 m	3 000 m	3 000 m	2 500 m	3 000 m	3 000 m	3 000 m	3 000 m	3 000 m
Slope	5%	4%	3.33%	2.5%	3.33%	2%	2%	2.5%	2%	2%
<b>Second section</b>										
Length	—	—	—	—	—	3 600 m <sup>b</sup>	3 600 m <sup>b</sup>	12 000 m	3 600 m <sup>b</sup>	3 600 m <sup>b</sup>
Slope	—	—	—	—	—	2.5%	2.5%	3%	2.5%	2.5%
<b>Horizontal section</b>										
Length	—	—	—	—	—	8 400 m <sup>b</sup>	8 400 m <sup>b</sup>	—	8 400 m <sup>b</sup>	8 400 m <sup>b</sup>
Total length	—	—	—	—	—	15 000 m	15 000 m	15 000 m	15 000 m	15 000 m
<b>TRANSITIONAL</b>										
Slope	20%	20%	14.3%	14.3%	20%	14.3%	14.3%	14.3%	14.3%	14.3%
<b>INNER TRANSITIONAL</b>										
Slope	—	—	—	—	—	—	—	40%	33.3%	33.3%
<b>BALKED LANDING SURFACE</b>										
Length of inner edge	—	—	—	—	—	—	—	90 m	120 m <sup>e</sup>	120 m <sup>e</sup>
Distance from threshold	—	—	—	—	—	—	—	c	1 800 m <sup>d</sup>	1 800 m <sup>d</sup>
Divergence (each side)	—	—	—	—	—	—	—	10%	10%	10%
Slope	—	—	—	—	—	—	—	4%	3.33%	3.33%

- a. All dimensions are measured horizontally unless specified otherwise.  
b. Variable length (see 4.2.9 or 4.2.17).  
c. Distance to the end of strip.  
d. Or end of runway whichever is less.

- e. Where the code letter is F (Table 1-1), the width is increased to 140 m except for those aerodromes that accommodate a code letter F aeroplane equipped with digital avionics that provide steering commands to maintain an established track during the go-around manoeuvre.

Note.— See Circulars 301 and 345 (forthcoming), and Chapter 4 of the PANS-Aerodromes, Part I (Doc 9981) for further information.

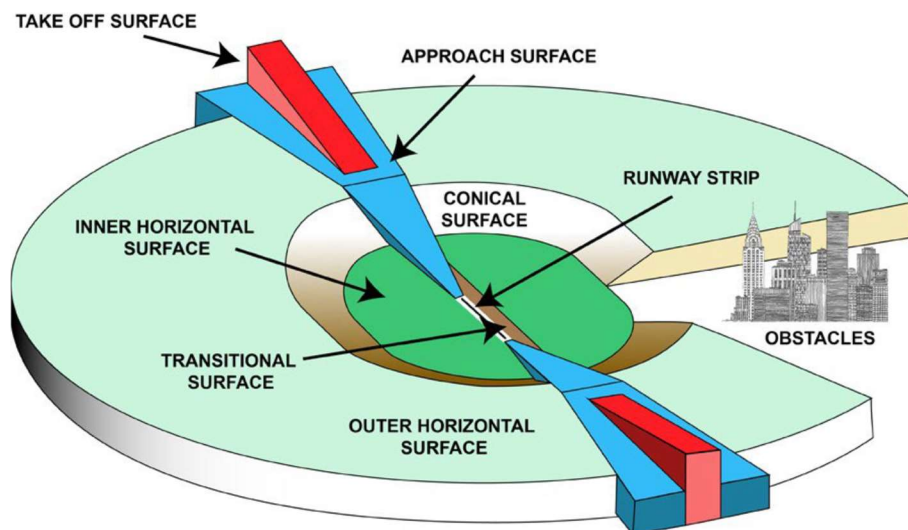


圖 3.6-1 障礙物限制面示意圖

對於機場的運作和管理單位而言，必須參照上述障礙物限制面的規定來禁止和限制機場週邊的人為活動，並採取必要的改正措施來解決任何違規和/或未經授權而穿越限制面的行為，及時的清除或降低機場周圍的障礙物，以確保航機運作安全。是以，必須在機場及其週邊進行定期、有系統的障礙物調查，包括任何未經授權的建築物、設備和空中活動。此外，亦應檢查障礙燈和標誌，確保功能正常以及可明顯識別。

### 3.7 安全評估與管理

根據 ICAO Annex 14，經過認證的機場必須具備安全管理系統 (SMS)，它是提供國際航線運作機場必備的標準，同時也建議採行於對公眾開放使用的國內機場。機場的營運管理者在執行 SMS 的過程中，必須具備識別危害因子與施行安全維護補救措施的能力，同時要對現況進行持續監測與定期評估，期能持續的增進機場的整體安全。安全評估是 SMS 風險管理過程的一個要項，用於評估因偏離標準或規章、環境或條件的改變、或有任何其他狀況產生時而可能引致的安全問題。常見的安全評估項目有：機場整體布局（含跑道配置）、消防設施與能量、起降航機型別及其特性、架次密度和分布、地勤服務設施與能量、鄰近機場障礙物、建造或維修工程計畫、空域複雜程度與航路結構…等等。由於安全問題通常涉及許多利害關係者，因此安全評估通常需要透過跨組織的方式來進行，邀集各相關單位的專家共同進行研商。基本上，安全評估係透過四個基本步驟來進行，包括：

### 1. 定義安全問題與符合性規範界定

安全問題泛指危害產生的過程、系統、活動或操作、狀態或變異，任何與安全問題有關的考量都應詳細描述，包括時間尺度、預計階段、位置、涉及或受影響的對象、以及對特定過程、程序、系統和操作的潛在影響，需要對其可能存在的風險進行評估。

### 2. 危害識別與分析

危害係指任何可能引致意外事件或事故、或是可能造成傷害的條件、情境或狀態。有關基礎設施、系統或操作程序的危害因子，可以透過專家請益、知識蒐集、實務經驗與操作判斷、以及腦力激盪討論等方法來辨識。講座彙整 4 個主要的危害識別面向如圖 3.7-1 所示。

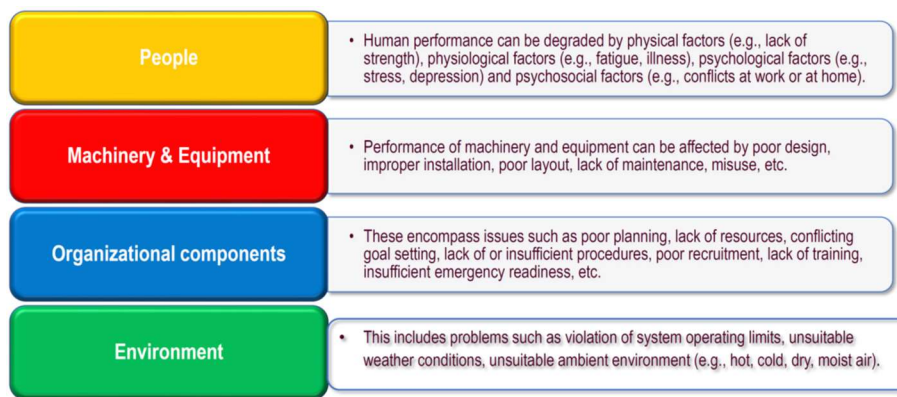


圖 3.7-1 危害識別面向

### 3. 風險評估和緩解方針

風險評估的關鍵是針對每種危害依序探討其後果和嚴重程度，以及發生的可能性。其中，嚴重程度大致可區分成 5 級，由強至弱以英文字母 A 到 E 表示：A. 災難性的(Catastrophic)；B.危險的(Hazardous)；C.主要的(Major)；D.次要的(Minor)；E.可忽略的(Negligible)。發生可能性也可分成 5 級，由多至少以數字 5 到 1 表示：5-頻繁(Frequent)；4-相當可能(Reasonably probable)；3-偶有(Remote)；2-不常有(Extremely remote)；1-絕無可能(Extremely improbable)。將上述嚴重程度和發生可能性組合起來，就可以得出風險評估矩陣(Risk Assessment Matrix)，如圖 3.7-2 所示。圖中的中色塊標示出各類風險等級，紅色區塊代表高風險、不可接受

(Intolerable)，黃色區塊代表中度風險、可忍受(Tolerable)，綠色區塊則為低度風險、可接受(Acceptable)。各別風險等級建議的緩解方針則彙整如表 3.7-1 所示。

		Risk severity				
		Catastrophic	Hazardous	Major	Minor	Negligible
Risk probability		A	B	C	D	E
Frequent	5	5A	5B	5C	5D	5E
Occasional	4	4A	4B	4C	4D	4E
Remote	3	3A	3B	3C	3D	3E
Improbable	2	2A	2B	2C	2D	2E
Extremely improbable	1	1A	1B	1C	1D	1E

圖 3.7-2 風險評估矩陣

表 3.7-1 風險等級與緩解方針

Severity Risk Scale		Safety effect on operations
5A, 5B, 5C 4A, 4B 3A	High Risk	Cease or cut back operation promptly if necessary. Perform priority risk mitigation to ensure that additional or enhanced preventive controls are put in place to bring down the risk index to the moderate or low range.
5D, 5E 4C, 4D, 4E 3B, 3C, 3D 2A, 2B, 2C 1A	Moderate Risk	Schedule performance of a safety assessment to bring down the risk index to the low range if viable.
3E, 2D, 2E 1B, 1C, 1D, 1E	Low Risk	Acceptable as is. No further risk mitigation required. Consider ALoSP

#### 4. 制定風險緩解措施的實施計畫

風險緩解，係指結合防禦、預防控制或恢復措施等對策，以有效降低危害發生的可能性、或是發生後嚴重性的過程，而過程中產出的方法即為風險緩解措施，可用以將風險降低到可接受的安全性能水平 (Acceptable level of safety performance, ALoSP)。擬訂風險緩解措施時，首先應明確界定出有效且可行的新緩解措施，其中包括執行的時限、分配的責任和控制措施，以確保緩解措施的有效性。接著再次評估鎖定的危害因子與待緩解風險間的關係，並確認新緩解措施與既有的措施相容。最後，制定施行計畫，將新緩解措施轉化為可執行的工作項目，並指派執行的人員、時間、流程。

### 3.8 緊急應變與消救

建立機場緊急應變計畫的目標，旨在減輕機場或其周邊發生緊急事故時，可能對人員生命或航空器運作所造成的不利影響。機場緊急應變計畫針對不同的機場所屬機構（或服務單位）、以及周邊社區中可協助應對緊急情況的機構，制定出一套應變處理程序，以使各單位間得以有效的協調、相互支援與合作，達到救災減災的目的。ICAO Annex 14 第 9.1 節敘明，機場應制訂與該機場航空器運作及其他活動相應之機場緊急應變計畫。其中，緊急事件之案例包括航空器緊急事件、破壞（含炸彈威脅）、非法劫持航空器、危險物品之發現、建築物火災、天然災害、及公衛緊急事件等。為使機場在訂定緊急應計畫時有可依循，規範並建議機場緊急應變計畫至少應包括：1.各種類型緊急事件之應變計畫；2.計畫內各相關單位及所需裝備；3.各類緊急事件相關單位、緊急應變中心與指揮所之職責及角色；4.緊急事件發生時，應聯絡單位之人員姓名及電話；5.機場及鄰近地區之方格圖。此外，規範並明訂緊急應變計畫應包括對於計畫之定期測試及成果檢討程序，以便改善緊急應變計畫之效能，而測試的方法就是辦理演習。演習的執行方式有三種可供擇定：

1. 全尺度演習，每 2 年執行 1 次；
2. 部份項目演習，每年執行 1 次；
3. 高司作業演習，每 6 個月執行 1 次。

在演習、演練或真實緊急事件之後，均應進行後續檢討，以便改正所發現之任何缺點。

救援及消防之主要目的，在於當機場或鄰近地區發生事故時能夠及時的搶救生命。於航空器事故或意外事件中，有效救援之關鍵因素包括：人員訓練、設備效能、救援行動（包含消防人員及救援設備）投入之速度，其中最關鍵的莫過於速度，也就是應變時間(Response Time)。Annex 14 第 9.2.26 節明訂，救援及消防勤務之要求標準為：在最佳能見度及道面條件下，可於 3 分鐘之應變時間內，到達運作中跑道上之任何位置。此外，並建議在最佳能見度及道面條件下，於 2 分鐘之內到達運作中跑道上之任何位置，或於 3 分鐘之內到達活動區之任何位置。上述應變時間之認定為自救援及消防單位接到初報後至第一輛（批）應變車輛抵達現場且達到 Annex 14 表 9.2 中所規定滅火劑至少 50% 噴射率之時間。為確實達成上述要求，各機場均須參照規範所列的消救等級分類標準，

辦理相關人員及設備完成招募、訓練、採購與設置。所有救援及消防人員皆應接受適當訓練以有效執行其任務，並應參與於機場內各型航空器起火之消防演訓及各式設備之使用，其中包括人為表現訓練（含小組協調）、燃油外洩火災演練等。此外，當機場鄰近水域或其周圍環境惡劣，且將於上述地區上空進行主要的進場或離場運作時，機場應考量設置特種救援及消防設備以降低危害及風險，並建議在地形條件允許情況下，設置緊急應變道路以符最短應變時間之要求，包括：通往跑道頭外 1 公里以內進場區（或至少達到機場界圍）之道路、或是可穿越邊界圍籬通往機場外之道路。

在消救作業的最後，事故航空器可能由於多種原因無法在機場內移動，將嚴重干擾其他航空器的運作，應採行最迅速的方式將其移離，故規範建議機場應制訂航空器於機場活動區或鄰近地區故障時之移離計畫，如有需要應指定協調人員執行該計畫。我國民航局則訂有「故障航空器移離應注意事項」作為執行的依據。

### 3.9 野生動物危害

在機場或其鄰近地帶出現的野生動物（鳥類及其他動物）會對航空器運作安全造成嚴重威脅，其中影響最大的非鳥類莫屬。Annex 14 第 9.4 節規定，機場或其鄰近地區野生動物撞擊危害，應透過下列方法進行評估：

1. 建立航空器撞擊事件之記錄與報告的國家程序；
2. 從航空器使用人、機場工作人員及其他來源蒐集機場或機場周圍鳥類出現之資料；
3. 由專業人員持續評估野生動物的危害。

Doc 9137 Airport Service Manual, Part 3, Wildlife Hazard Management 以專冊方式提供機場當局辦理野生動物管理方法的參考，主要是藉由安全管理系統的風險評估架構來識別、評估和管理野生動物危害以降低風險。機場界圍內側和周邊有哪些物種？如果飛機被擊中，每個物種會對飛機造成多大的損害？若是能夠將每筆鳥擊的紀錄都保存下來，就可以建立以案例為基礎的評估矩陣（如圖 3.9-1）來衡量其影響。另一方面，亦可以按照鳥類體型、重量的大小，改採風險為基礎建立評估矩陣，如圖 3.9-2。有關機場及其鄰近地區進行野生動物危害之管理程序，包括建立野生動物危害管理計畫（Wildlife Hazard

Management Plan, WHMP)、野生動物風險評估、土地使用管理及人員訓練詳見 PANS Aerodromes (Doc 9981), Part II, Chapters 1 and 6。進一步指導原則可參見「民用機場鳥類防制業務應注意事項」。

Probability of Strikes			Severity of Strikes				
			Catastrophic	Critical	Moderate	Minor	Negligible
Definition	Meaning	Value	A/C Crash & Severe	A/C Crash & Light Casualty	A/C Severe Damage & No Crash	A/C light Damage	near miss
			A	B	C	D	E
Frequent	5/10,000 movements	5	5A(Unacceptable)	5B(Unacceptable)	5C(Unacceptable)	5D(High)	5E(Moderate)
Likely	4/10,000 movements	4	4A(Unacceptable)	4B(Unacceptable)	4C(Unacceptable)	4D(Moderate)	4E(Moderate)
Occasional	3/10,000 movements	3	3A(Unacceptable)	3B(High)	3C(High)	3D(Moderate)	3E(low)
Seldom	2/10,000 movements	2	2A(Unacceptable)	2B(High)	2C(Moderate)	2D(Low)	2E(very Low)
Improbable	1/10,000 movements	1	1A(Unacceptable)	1B(High)	1C(Low)	1D(very Low)	1E(very Low)

圖 3.9-1 以案例為基礎的鳥擊評估矩陣

Severity Category	Probability of Damage					Mean Mass (g)																												
	High	Very High	Very High	Very High	Very High																													
Very High	High	Very High	Very High	Very High	Very High	>1800																												
High	Moderate	High	High	Very High	Very High	>1000-1800																												
Moderate	Low	Moderate	Moderate	High	High	>300-1000																												
Low	Very Low	Low	Low	Moderate	Moderate	>100-300																												
Very Low	Very Low	Very Low	Low	Low	Low	<=100																												
<table border="1" style="width:100%; text-align:center;"> <tr> <td>&lt;=100</td> <td>&gt;100-200</td> <td>&gt;200-400</td> <td>&gt;400-750</td> <td>&gt;750</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td colspan="7"><b>Total Mass (g) of Strikes per 1000 aircraft movements</b></td> </tr> <tr> <td>&lt;=2.5</td> <td>&gt;2.5-5</td> <td>&gt;5-7.5</td> <td>&gt;7.5-10</td> <td>&gt;10</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td colspan="7"><b>Total Mass (kg) of Birds Surveyed on the Airport/km<sup>2</sup>.</b></td> </tr> </table>							<=100	>100-200	>200-400	>400-750	>750			<b>Total Mass (g) of Strikes per 1000 aircraft movements</b>							<=2.5	>2.5-5	>5-7.5	>7.5-10	>10			<b>Total Mass (kg) of Birds Surveyed on the Airport/km<sup>2</sup>.</b>						
<=100	>100-200	>200-400	>400-750	>750																														
<b>Total Mass (g) of Strikes per 1000 aircraft movements</b>																																		
<=2.5	>2.5-5	>5-7.5	>7.5-10	>10																														
<b>Total Mass (kg) of Birds Surveyed on the Airport/km<sup>2</sup>.</b>																																		

圖 3.9-2 以風險為基礎的鳥擊評估矩陣

在機場，野生動物管理的目標是改變動物的行為，使它們不會佔據飛機運行的關鍵安全區域，因此必須了解動物的基本需求（食物、水、住所）。野生動物管理涉及動物行為的掌控，即明確知悉它們為什麼會如此行事、或者棲息於該地的根本原因，好使它們的需求無法在那裡被滿足而遷移他處。當我們了解動物的行為模式，並使用不同的棲息地來滿足它們的需求，我們就可以開始管理它們。所以，第一步就是執行定期巡邏，這是 WHMP 的核心，定期的巡視機場對於發現危險的野生動物是必要的，而巡邏的頻率則必須取決於當地的環境條件和野生動物的行為。日常的野生動物管理行動，就從巡邏和檢查開始，每天觀察野生動物和周圍的環境狀況，亦可以嘗試進行干擾並評估其對干擾的反應。掌握野生動物的基本需求狀況之後，就可以著手規劃棲息地管理對策，這也是目前減少機場野生動物危害諸多方法中最有效的一種，分為短期和長期的工作。短

期部份包括植被維護，例如割草、清除灌木和修剪樹木；長期部份則可能涉及資本投資如處理機場界圍內外的土地、植被和水體，改變棲地的狀態以降低吸引野生動物的條件，例如食物、水、住所以及休息和繁殖區域等。

而在操作的實務上，機場當局應指派高層級的管理團隊成員來負責鳥類/野生動物控制計畫的實施，包括棲息地管理和主動控制，並應對其土地上具有吸引危險鳥類棲息的特徵地貌進行調查。在日常的航機作業活動之前，機場內訓練有素且配備齊全的鳥類/野生動物管制員就應在執勤狀態，以便對易發生鳥擊/動物襲擊的區域進行全面檢查並驅散任何具危險/危害的野生動物。野生動物控制員於其執勤期間，應專責辦理鳥類/野生動物控制的工作，詳實記錄每次巡邏、檢查的發現與執勤結果，作為後續行動調整、強化的參考依據。

### 3.10 停機坪管理

停機坪係機場內的一個指定區域，容納飛機以進行乘客、郵件或貨物裝卸、加油、停放或維修。在停機坪區域內有許多的作業，從飛機的移動到車輛和人員的移動都持續不斷的進行中，因此停機坪的尺寸必須能充分滿足使用的航機類別以及相關的地勤服務作業需求，而各類作業進行過程中的安全更是必須確保的第一要件！是以，當交通量與運作情況正常時，應由機場航管及航務單位共同提供適當之停機坪管理服務，以便：

- a) 管制停機坪之活動，達到防止航空器之間及航空器與障礙物之間碰撞之目的；
- b) 管制航空器進入停機坪與協調航空器滑離停機坪。
- c) 確保車輛安全之活動，以及對其他活動適當之管理。

我國民航局針對停機坪管理服務指導原則，訂有「民用機場空側作業應注意事項」及「地面活動導引及管制系統 Surface Movement Guidance and Control Systems, SMGCS」手冊可供遵循。

有關機場空側車輛的運作，包括建立空側駕駛許可證（ADP）計畫及車輛設備安全要求之程序，以及包括詳細之人員訓練，詳見 Doc 9981 PANS Aerodromes, Part II, Chapter 9。機場當局應確保在活動區域操作車輛的人員具有適當的資格，並清楚瞭解在機場內的規則和標準均是以符合航機運行需求為主要目的而設置。是以，空側車輛/設備駕駛



員的培訓與考核，應著重在四個主要關鍵項目：1. 停機坪行駛技巧與能力；2. 操作區行駛技巧與能力；3. 駕駛員健康狀況（視力、聽力）；4. 專長設備訓練與操作實務。

### 3.11 電力供應

機場能否安全運作與電力供應之品質息息相關，主要電力須足以供應機場內助導航設施安全運作，其設計及供電方式應確保任一裝備失效時不致使駕駛員失去足夠之目視及非目視導引，或提供錯誤導引資訊。完整的電力供應系統包括一迴路或多迴路市電、一部或多部的自備發電設備及包含變壓器及開關設備之配電網路，於規劃機場電力系統時必須將其他許多機場設施之電力需求納入考量。電力系統之設計及安裝需要考量可能導致故障發生之因素，如電磁干擾、線路損失、電力品質等，相關指導內容可參見 Doc 9157 Aerodrome Design Manual, Part 5。針對目視輔助設施需用的電力，第 8.1.6 節更明確規定「不同類別之精確進場跑道應設置能符合表 8.1 中所規定之備用電源，並適當連接供電線路，使主迴路市電失效時能自動連接備用電源並供應設施所需電力」。規範文字之表 8.1 為航空地面燈所需電力於備用電源切換作業過程中的最大切換時間，整理如表 3.11-1 所示。燈光切換時間(Switch over time (light))係指當燈光以 25%或以上亮度運作時，在供應電源切換過程中，由指定方向測得之燈光實際亮度下降至 50%以下再回復至 50%所需之時間。為了充分符合規範要求，在電力線路的配置上，通常會採用雙迴路、交錯連接方式設置，以確保燈光系統的正常運作。

表 3.11-1 航空地面燈備用電源之最大切換時間

AGL system requiring secondary power	Non-precision approach & Precision approach Cat I	Precision approach Cat II / III	Take-off in RVR less than 800 metres
Approach lighting system	15 seconds		
Inner 300 m of approach lighting system		1 second	
Runway edge	15 seconds		15 seconds 1 second if no runway centreline lights
Visual approach slope indicators	15 seconds		
Runway threshold	15 seconds	1 second	
Runway end	15 seconds	1 second	1 second
Runway centreline		1 second	1 second
Runway touchdown zone		1 second	
All Stopbars		1 second	1 second
Essential taxiways	15 seconds		15 seconds
Obstacles	15 seconds		

針對以管制航空器為目的而設置之燈光系統，規範規定應設有自動監視功能，以便於任何影響飛航管制作業之功能發生故障時能夠立即指示，並將相關訊息自動傳送至飛航服務單位。同時，並建議當燈光運作狀態改變、任何設備之服務水準低於規範要求之最低服務水準時，系統資訊應可立刻傳送給維護人員。當今多數的主要機場，在塔台的目視控制室(Visual Control Room, VCR)均具備空中交通管制的遠端控制與監測系統。這些控制和監測系統的設計應儘可能簡單，以達到指令下達快速、提高工作效能的目的。新式的控制和監測系統甚至有提供可程式化功能，為滑行道系統越來越複雜、交通流量越來越大的新世代機場提供所需要的靈活功能與彈性。

### 3.12 設施維護

Annex 14 第 10 章論到機場維護的工作，一開頭即直陳「機場應建立維護計畫，包括適當之預防維護(Preventive)，使各種設施不致降低空中航行之安全、正常或效率」。其中，預防維護係為有計畫之維護工作，以防止設施失效或降低服務水準；設施則包括鋪面、目視助航設施、圍籬、排水和電氣系統、建築物等，同時並建議維護計畫之設計及應用應考量人為因素原則，而維護計畫亦是機場認證作業過程中現場驗證的一部份。

維護作業的內容，包括保持或恢復功能的方法、以及檢查和評估設施當下狀態的措施。維護作業的基本項目有三：檢查、定期修護、修復。檢查包括各類巡檢和評估設施運作狀況的方法，包括定期和不定期的檢查。定期檢查是根據既定的計畫進行，由檢查的準備開始，將排定的檢查項目依序執行，之後將結果彙集成報告並就各別項目評定其成效或狀態。根據評估報告的內容，機場當局須決定是否必須採行進一步的處置甚至維修。定期修護是使設施或設備維持正常運行狀態的一切作為，各項作業內容皆應根據相關規範律定適切的時間、採用適當的工法內容執行並提出修護報告紀錄。講座分別針對機場中的三大主要設施：跑道、目視助航設施、排水系統的維護工作進一步說明。

#### 一、 跑道

跑道是機場最重要的基礎設施，機場當局應制定相關程序和計畫，定期且嚴格的執行跑道檢查，以有效維持跑道的服務水準，確保飛航安全。一般而言，跑道的例行性檢查項目有：跑道表面狀況（包括摩擦、排水特性）、FOD 巡檢和清除、航

空地燈光、標誌標線與其他目視助航設施、跑道地帶與清除區、野生動物活動與處理等。由於跑道檢查將進入提供正常使用中之跑道，因此執行人員必須充分掌握與檢查作業有關的任何風險，對於所承擔的檢查職責、涉及的檢查內容以及如何安全地執行任務都能有清楚的瞭解，特別是在各類的修護、修復工程完成後，必須針對該工作區域附近進行跑道檢查，以確保沒有工具、機械或任何其他形式的 FOD 產生。這在夜間工作後尤其重要，因為晚上工作物品錯放或遺落在跑道上的風險更大。

機場鋪面是一種複合的結構系統，其性能取決於許多參數，而這些參數與每個機場提供運作的航空器類型、鋪面材料和環境條件的組合有關。採行適當的檢查和維護程序，是讓鋪面保持在良好服務狀態的最有效方法。Annex 14 第 10.2 節規定，跑道道面應妥善維護，不可有危害航空器之不平坦情況。因此，機場當局應考量適當的監測機制，以掌握道面隨時間的變化，並建立明確的指標來定義道面狀況。此外，有鋪面之跑道應保持其道面摩擦特性等於或高於民航局核訂之最小摩擦等級，以確保航機在跑道上的方向控制能力。依據 Doc 9137 Airport Service Manual, Part 2, Pavement Surface Conditions，用於維護目的使用之跑道表面摩擦特性檢測，應使用具有自動灑水 (self-wetting) 功能的連續式摩擦測量裝置 (Continuous Friction Measuring Equipment, CFME) 定期測量並記錄，而量測的頻率應可滿足跑道表面摩擦特性趨勢建立與評估的需求。

## 二、目視助航設施

設置目視助航設施的基本目的是輔助飛機的安全操作，因此需要以最高的標準來執行維護作業。自設施完成安裝開始啟用，其維護品質的良窳即決定了該設施、甚至整套系統的堪用或可信賴程度。依據 Annex 14 第 10.5.1 節規定，當燈具之主光束平均強度低於全新燈具主光束平均強度的 50% 時，該燈具即應視為不適用並予更換。主光束平均強度衰退的原因可能是發光單元外部和內部的污染物、以及燈泡和光學系統因老化而引致的退化所造成，通常可以藉由清潔、更換燈泡或任何明顯老化的零件，來使燈具恢復到應有的狀態。因此，必須建立一個全面的例行維護系統來維修燈具和其他助航設施，以使所安裝的設備功能充分符合規範要求。

### 三、排水系統

機場的地表面必須具備相當程度的排水能力，以清除航機活動區域的積水，避免形成水窪或池塘。表面水體的快速排除在跑道上尤其重要，才能夠積極地避免航機穿越而形成水飄(aquaplaning)的危險。一般而言，機場當局必須遵守所屬國家、地區有關地表水體處理的相關規定，機場的排水系統佈局、設施內容以及維護計畫都必須符合相關法令。就實際運作層面，機場至少會有兩套不同的排水系統：一是「清潔區域」的排水系統，也就是不會受維修區域的油、脂或化學品污染的排水路徑，例如跑道、滑行道、停機坪、輔助道路、公共道路和停車場等等；另則是「污染區域」的排水系統，用於排放可能被污染的水體，例如機庫、棚廠、維修工作間和油庫等等。

#### 3.13 機場稽核

稽核，是對於個人、組織、系統、程序、企業、項目或產品的完整評估。Doc 9774 *Manual on Certification of Aerodrome* 指出，機場的營運管理單位應辦理有關機場安全管理系統的稽核，其中包括對機場既有設施和設備現況的各項檢查，以及機場使用單位的評量，包括航空業者、地勤公司和其他參與機場運作的單位。藉由檢查與評量的過程，瞭解各項作業內容是否正確、安全並符合相關規定，就未達標準部份進一步探討其根本原因並提出改善的建議。

在稽核作業開始之前，需要清楚掌握以下各點：

1. 確認將進行的稽核類別
2. 明確訂定稽核範圍，有清楚的目標以及時間表
3. 明確訂定須提供審核的文件資料
4. 確認稽核方和受稽核方都充分瞭解上述內容
5. 成功稽核的關鍵：及早規劃作業內容

針對上述要點，講座以其自身經驗，透過心智圖的方式呈現稽核的準備作業內容供學員們參考運用，如圖 3.13-1 所示。

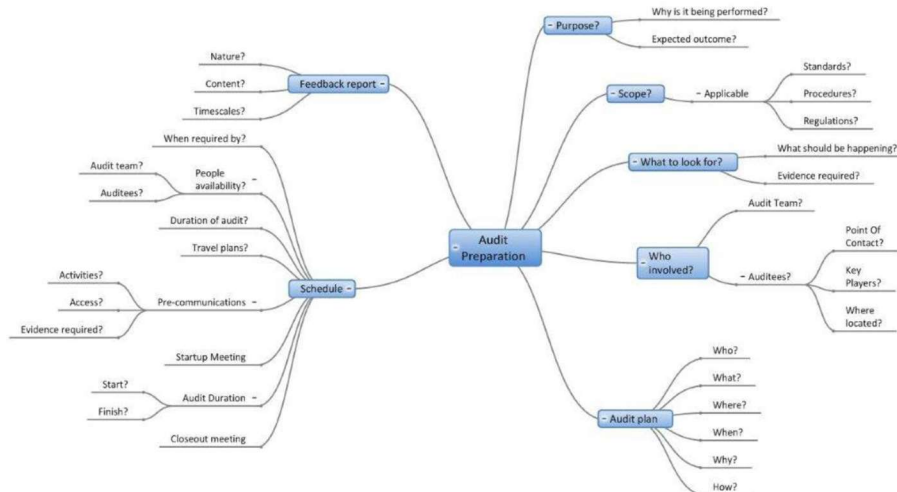


圖 3.13-1 稽核準備作業內容

稽核作業通常會採團隊的方式來執行，由具備適當資格的領隊和多位專家成員 (Subject Mater Experts, SMEs)組成，並依其預訂稽核的內容提出審查項目清單。作業過程中非常重要的審查依據就是規範、規則與相關文件，常見的包括國際規範、國內法規、機場手冊與作業文件、緊急應變計畫、飛航指南(AIP)、安全管理系統規定、標準作業程序、飛航公告(NOTAMs)、機場報告等等，稽核團隊成員都要能充份的瞭解與掌握，以識別現況與規範、規定之間的差異。有關稽核作業的架構與內容，如圖 3.13-2 所示，而針對機場的檢查項目，參照 Doc 9981 PANS-Aerodromes 規定至少應包括：a)基礎設施、障礙物限制面 (OLS)、目視與非目視助航設施、助導航設備；b)救援與消防；c)野生動物危害管理。

**Audit Structure and Content** 

- Opening Meeting – ensure correct people are present, agreed audit timetable
- Agree audit timings – hours of darkness / seasonal activities?
- Interviews – it is not an interrogation – treat with respect – ask questions of how activities are taking place
- Remember Practical Drift – ensure that employees are following the procedures as written – if not why not?
- Be aware of Management “shepherding” the auditor and only showing you what they want to!

圖 3.13-2 稽核作業架構與內容

在當次的稽核作業完成後，會藉由稽核結束會議向所有參與作業的單位公布並說明稽核結果，無論是執行良好或是尚待改進的部份都應完整呈現，並納入書面報告中。而針對待改進部份，稽核方應與受稽方共同協議後於報告中提出建議並擬定行動計畫、提出適切的時程以列入追蹤管考，待改正的行動確實執行並達到符合預期的成效後，再行解除列管。

## 四、建議

1. 派員參與不同國家、地區之調查機關或訓練機構所辦理有關機場安全之研討、訓練或國際交流活動，瞭解世界各國關注之機場安全相關議題、增進調查人員對於場站相關設施之設置、運作與相關規範之熟悉度，提升事故評析與肇因研判能力，精進調查技術。
2. 持續關注機場安全相關規範、稽核與檢查作業之變革，透過內部研討與評估修訂我國運用之機場安全調查技術、作業流程、分析方法與工具，優化飛航事故調查技術與能量。