

出國報告（出國類別：實習）

CAAS - ICAO Annex14  
Aerodrome Certification  
(Requirements and Application)  
機場認證課程-要求與應用

服務機關：桃園國際機場股份有限公司

職稱/姓名：工程師/簡大淵

工程師/陳仁浩

派赴國家：新加坡

出國期間：113年09月29日至113年10月5日

報告日期：114年1月8日

## 提要表

計畫編號	C11300740			
計畫名稱	機場認證課程			
報告名稱	新加坡民航學院機場認證課程			
出國人員	姓名	服務單位	職稱	職等
	簡大淵 陳仁浩	桃園國際機場股份有 限公司	工程師 工程師	8 7
出國地區	新加坡			
參訪機關	新加坡民用航空學院			
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 <input type="checkbox"/> 進修)			
出國期間	113/09/29~113/10/05			
報告日期	114/01/08			
關鍵詞	機場認證(要求與應用)、安全管理、機場維護			
報告書頁數	40 頁			
報告內容摘要	<p>本次機場課程之目標主要增進參與課程的學員對於國際標準和建議作法 (the international Standards and Recommended Practices, SARPs) 在《ICAO Annex 14》Vol. 1-「機場設計與營運」及 Vol. 2-「直升機場」的摘要回顧；深入淺出的說明這些安全要求背後的理由及原則，並加強學員的基本知識和技能，透過執行 Annex 14 SARPs 的相關規定來共同維護機場的安全。</p>			

# 「機場認證課程」出國報告書

## 目次

壹、	目的	1
貳、	過程	2
參、	心得及建議	36
肆、	附件	38

## 壹、目的

本次機場課程之目標主要增進參與課程的學員對於國際標準和建議作法（the international Standards and Recommended Practices, SARPs）在《ICAO Annex 14》Vol. 1-「機場設計與營運」及 Vol. 2-「直升機場」的摘要回顧；深入淺出的說明這些安全要求背後的理由及原則，並加強學員的基本知識和技能，透過理解及執行 Annex 14 SARPs 的相關規定來共同維護機場的安全。

## 貳、過程

行程摘要：如行程表。

日期	行程內容	備註
2024/09/29	臺灣 → 新加坡	搭乘星宇航空公司編號 JX771 班機，約於下午 13 時抵達新加坡樟宜機場
2024/09/30-10/04	CAAS 研習課程	
2024/10/05	新加坡 → 臺灣	搭乘星宇航空公司編號 JX772 班機，約於晚間 18 時 50 分返抵臺灣桃園國際機場

## 課程安排、班級成員與授課環境介紹

### 一、 課程安排

本次機場認證(需求與應用)課程是以 2 位講師(Arun Rao & Yong Wang)分別於課堂講解及小組討論後報告等方式進行。課程大綱依日期順序實施如下：

#### Day1：

Lecture 1 – General Introduction to Airport Operational Safety

Lecture 2 – Safety Obligations and Responsibility

Lecture 3 – ICAO Annex 14, Volume I, Chapter 1 General

Lecture 4 – ICAO Annex 14, Volume I, Chapter 2 Aerodrome Data

#### Day 2：

Lecture 5 – ICAO Annex 14, Volume I, Chapter 3 Physical Characteristics

Lecture 6 – Runway Safety

#### Day 3：

Lecture 7 – ICAO Annex 14, Volume I, Chapter 4 Obstacle Restriction and  
Removal

Lecture 8 – ICAO Annex 14, Volume I, Chapter 5 Visual aids for navigation

Lecture 9 – ICAO Annex 14, Volume I, Chapters 6, 7 & 8 Visual aids for  
denoting obstacles, and electrical systems

Day 4 :

Lecture 10 – ICAO Annex 14, Volume I, Chapter 9 Aerodrome Operational  
Services, Equipment and Installations

Lecture 11 – ICAO Annex 14, Volume I, Chapter 10 Aerodrome Maintenance

Lecture 12 – PANS –Aerodromes

Lecture 13 –Annex 14, Volume II - Heliports

Day 5 :

Knowledge Check Tests

Airport Design Case Study

Course Conclusion

## 二、 課程參考文件

ICAO Annex 14, Volumes I & II

ICAO Annex 6

ICAO Annex 19 ,National Civil Aviation Regulations and safety directives

ICAO Doc 9981 – PANS Aerodromes

ICAO Doc 8168 – PANS Ops

ICAO Doc 9774– Manual of Certification of Aerodromes

ICAO Doc 9157 – Aerodrome Design Manual, Parts 1 to 6

ICAO Doc 9137 –Aerodrome Services Manual, Parts 1 to 9 (excluding Part 4)

ICAO Doc 9476– Manual on Surface Movement Guidance and Control Systems

(SMGCS)

ICAO Doc 9870– Manual on Prevention of Runway Incursions

ICAO Doc 9859 – Manual on Safety Management

ICAO Doc 9365 – Manual on All-weather operations;

ICAO Doc 9643 – Manual on Simultaneous Operations on Parallel or Near

Parallel Instrument Runways (SOIR);

ICAO Doc 9830 – Manual on Advanced Surface Movement and Guidance

Systems (A-SMGCS)

### 三、班級成員

本次的研習課程，新加坡民航學院於報名簡章中註明，適合民航單位、機場單位、機場地面操作或空側安全相關的人員參訓；因此，本班的學員總共 34 人，均為機場相關從業人員，由於班級成員來自不同的國家，有 3 名學員來自比利時、2 名來自斐濟、2 名來自迦納、1 名來自肯亞、1 名來自澳門、1 名來自諾魯、1 名來自荷蘭、2 名來自阿曼、2 名來自巴布亞新幾內亞、9 名為新加坡、1 名來自索羅門群島、7 名來自泰國再加上本國派訓學員 2 名，學員幾乎皆是機場從業人員(含塔台管制員及機場消防員)；對於課程中講師授課討論之內容，學員皆非常熱烈地就各工作機場所遇到之經驗提出問題，並樂於分享從業及工作過程中遇到的相關經驗。在課堂上除了獲得講師的經驗傳承之外，還能從與不同國家，服務於不同地區機場的學員討論及交流，著實獲益甚豐。

#### 四、授課環境介紹



本次課程剛開始時的簡介，課程經理即說明近期新加坡民用航空學院 (Singapore Aviation Academy, SAA) 於 2024 年 4 月已啟動一項耗資新幣 1.2 億元且為期兩年的改建計畫，SAA 於改建計畫執行的同時間，也會推出有關永續發展和網路安全等新興領域的課程，這些計畫主要希望能提升新加坡民航學院學習中心的軟硬體設施，並努力培養下一代新加坡當地及國際航空專業人才，以因應全球航空業需求人力的持續增長。

該升級計畫預計將於 2026 年完成，屆時 SAA 的培訓能力將提升 20%。本項升級計畫亦有助於訓練未來所需的人力，以支援新加坡樟宜機場即將興建的第五航廈，T5 航廈預計在 2030 年中期將加入機場營運，屆時可使樟宜機場可再提升每年 5,000 萬名旅客人次的容納量 (現況 4 座航廈每年可容納旅客已達 7,000 萬人次)。

而 SAA 的這項升級計畫主要為建築物擴建，即在原有建物上增建第四層樓，其訓練空間總樓地板面積將從約 2,946 M<sup>2</sup>，增加至 3,567 M<sup>2</sup> (約增加 187.6 坪)，並新增建物內的公共設施空間，包括屋頂露台、餐廳和公共活動大廳，亦設置了開放參觀的航空展示廳，讓訪客可探索新加坡的航空歷史及未來規劃。此外，升級計畫也進行了訓練課程調整及更新，同時改編

現有的訓練計畫，並進行相關人力資源研究，該研究主要為確立新加坡航空樞紐中、長期的人力需求與能力發展。

## 研習課程概要

### 一、 Lecture 1, 機場的營運安全與責任概述

課程一開始，講師透過提問「什麼是安全?」，來詢問學員對於機場安全的概念，ICAO 安全管理手冊對安全的定義如下：「安全 - 指與航空活動相關，或航空器運行的風險已被降低並控制在可接受的狀態」，機場與飛航的安全，取決於所有利益相關者所扮演的角色與對應的責任。接著講師談及機場營運安全的保證，即確保機場內所有設施、服務和設備皆按照設計運作，並持續提供預期中飛航所需的安全狀態。這需要機場從業人員採取主動方法，在已發現的危害導致嚴重後果之前即時進行管理，將相關風險降至最低。這樣的執行模式，可以確保航空運輸的可靠及安全性，減少因設施、設備故障或不當操作所引起的風險，並可維持機場營運的穩定，保護旅客、相關工作人員、航空器及機場附屬設施的安全。

前述的安全保證應如何實現？可透過下列做法：如 (1)定期檢查和評估機場設施和設備；(2)持續改進安全管理系統(SMS)，並採取風險預防策略；(3)加強與利益相關者之間的合作，共同面對潛在的危害因子。講師再度提問，那麼為什麼我們需要提供機場營運的安全保證呢？這是政府對民眾的承諾，及其在「國際民航公約」下的義務，提供機場營運安全保證實現了政府對保障國內、外航空運輸安全的承諾，同時履行其作為「國際民航公約」締約國的國際責任(雖然我國尚未被允許加入...)。這也符合大眾

的認知、信任和期望，確保機場營運的安全有助於增強大眾對航空業及飛行的信任，滿足旅客及其他利益相關者對於飛航高度安全及可靠的期望，更可提升各國航空運輸的形象及聲譽。

再者，透過機場認證計畫，可確保機場符合國際和各國航空安全標準並持續獲得機場營運的認證。藉由遵守相關規則、法規、安全規範、程序及實務作業規定，可確保所有機場營運活動按照法規和技術標準來執行。再透過徹底執行安全監督與監控，建立持續監控的機制，可及時發現和應對潛在的危害因子。另外，也需要定期進行監察、審計與檢查，透過系統性的巡查及內、外部審核，可確保安全操作的穩定和一致。最後，機場營運需要務實的建立安全管理系統 (SMS)，實施和持續地維護一個全面的安全管理系統，可用來識別可能產生的危害，評估風險並推行預防及改正措施。我們需要將安全作為所有機場營運決策和資源分配的最優先事項，並確保每個層級成員都能理解並重視其重要性。

接著講師持續說明 ICAO Annex 14 要求的理由及相關依據，機場所規範的安全需求是基於過往的歷史經驗和統計數據所得到的啟發，根據 FSF 數據（10 年期統計資料）有 45% 的機身損傷事故發生在飛機進場和著陸的階段。依據 ICAO ADREP 統計數據(自 2000 年至 2009 年間)，有 25% 的航空事故僅由偏離跑道所造成。另依據波音公司的數據（自 2013 年至 2022 年），約有 67% 的事故和嚴重事故發生在以下飛行階段：(1)進場和著陸階段：46%、(2)起飛和爬升階段：21%、在 IATA 安全報告中指出 2013 年、2014 年和 2018 年，都將偏離跑道列為機場前三大安全問題之一。另外，2019 年報告中說明在 2018 全年發生過 11 起致命事故，共造成 523 人喪生。於此同時，ICAO 也開始提出相應的措施，即持續推動全球跑道安全

行動計畫(Global Runway Safety Action Project, GRSAP)，鼓勵各國採取相關措施解決跑道安全問題，以降低事故發生率。這些數據與措施反映了進場、著陸和跑道使用階段存在極高風險，並強調必須對這些重要環節進行嚴格的監控和管理。

## 二、 Lecture 2, 安全義務與責任

本項課程目的為幫助學員瞭解 ICAO Annex 14 Vol. 1 對於機場認證及所實施的安全規範之原理，並強調說明監管機構與機場營運單位的義務、責任與問責，培養在機場審核與檢查過程中，採取全面與系統性的方式，並應注重公平、客觀與安全意識。安全監督是國家航空監理機構的責任，同時安全也是機場營運單位以及其他航空服務提供者的優先職責與責任。課程首先說明何為安全監督(監理)，以及安全監督的機制與過程，確保經過認證的機場符合適用的安全規範，並確認機場所屬設施與服務能如預期運作，且不影響安全。安全監督需檢查機場安全管理系統是否正常運作，並確保經過認證的機場，持續達到安全目標，使機場運作情形與空域容量相符，且不降低其安全性、效率及規律。另外航空安全監理機構(在我國此機構為交通部民用航空局)的主要目標係制定適當的安全法規、規範和指導方針，並分配充足的人力與財務資源，以公平、公正的方式進行安全監督。航空安全監理機構還須制定國家安全計畫(State Safety Program)，以供所有航空服務提供者遵循，並持續進行機場安全監督與管理，監測航空活動，並監督機場營運者的 SMS 系統。

### 三、 Lecture 3, 概述 (General)

本章課程目標是促進理解 Annex 14Vol.1 的基本原則，指導如何應用相關條文，使用機場參考代碼進行機場設計、總體規劃及機場認證。附件中包含機場設計與營運的 SARPs (規範要求)，各種設施根據參考代碼和跑道類型進行規範，附件的 SARPs 為機場營運的最低規範要求，既有機場為滿足更高規格飛機所提供相關設施的條款可查閱(機場營運指導文件：Doc 9981)。除非在特定情境下另有說明適用範圍，相關規範應適用於所有對大眾開放營運的機場。

首先說明「機場參考代碼」是一種將機場的多項規範關聯表達的標準化方法，適用於營運的機場設施，代碼係由兩個元素組成：數字-參考機場跑道長度；字母-參考飛機翼展寬度，其目的是對機場的設施需求制訂規範。此外，機場的設計與整體規劃息息相關，機場的整體規劃應包含：(1) 優先事項的時間表及分階段的實施計畫；(2) 定期審查整體規劃，並考慮當前和未來的機場容量。機場的整體規劃是一項全面性的研究，須清楚說明實現該機場最終發展目標所需的短、中、長期計畫，此階段是機場規劃的關鍵，應避免機場容量設計值過多或過低。整體規劃應提供規劃的參數，包括：(1) 未來的飛機種類；(2) 預計使用的飛機規格和數量；(3) 預估飛機起降增長的數量；(4) 預估機場需要處理的乘客數和貨物量。故機場整體規劃的過程也是對機場進行透徹的分析，目的是為機場未來的設施發展建立次序及架構。

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

機場參考代碼表

#### 四、 Lecture 4, 機場資料 (Aerodrome Data)

本項課程要使學員理解並掌握國際間對於發布機場資料的相關要求，這些資料(數據)對於確保機場營運的安全至關重要。機場資料其中一項重要的數據是關於跑道表面狀況的訊息，以及從 2021 年 11 月起適用於報告跑道表面狀況的新方法。機場資料包含的參數分列如下：(1)緯度和經度-依據 WGS84 座標系統；(2)機場海拔-依據平均海平面高程(MSL)再加上海面高度變化；(3)機場參考點-位置座標以度、分、秒表示。(4)機場和跑道海拔高程；(5)機場參考溫度-每年最熱月份的每日最高溫度月平均值(即每年最高的月均溫)，並至少統計多於 5 年的數據平均值。

有關機場尺寸及相關訊息重要的部分摘述如下：(1)跑道、跑道編號、偏移跑道頭位置、坡度、鋪面類型、跑道類型、障礙物淨空區等；(2)跑道

地帶、跑道端安全區、緩衝區等；(3)滑行道(名稱編號、寬度及鋪面類型)；(4)停機坪(名稱編號、停機位)；(5)進場程序的視覺輔助導航設施、跑道、滑行道和停機坪的標線與燈光系統、滑行道和停機坪上的視覺導引與控制輔助設施；(6)管制塔台服務的邊界範圍；(7)跑道頭偏移位置(地理座標)；(8)導航台(VOR) 機場參考點之位置及頻率。此外，活動區及空側相關設施的狀況都需要監視及通報，例如：任何的施工或維護工作(包括除草)、跑道、滑行道或停機坪上有不平或裂縫的鋪面、跑道、滑行道或停機坪上存在水、雪、濕滑、冰或霜、跑道或滑行道上有防冰/除冰的液體化學物質、其他臨時危險(如停放的飛機等)、部分或所有視覺輔助設施的故障或異常、正常或備用電力供應故障等。

而當跑道上水、雪、濕滑、結冰或霜等情況時，應評估跑道表面狀況，跑道表面狀況報告 (Runway Condition Report, RCR)是由兩個部分所組成：(1)跑道表面狀況代碼(RWYCC)；(2)跑道表面狀況描述(用於飛機性能計算)。本國的機場下雪及結冰或霜的機率很低，故目前適於本國機場的描述詞僅為：DRY 乾燥、STANDING WATER 積水及 WET 濕潤等。

## 五、 Lecture 5, 物理特性 (Physical Characteristics)

本項課程為協助學員理解在設計機場各項道面及設施的安全要求，以確保機場基礎設施的安全和效率，並為幫助理解機場規劃設計中相關安全規範的基本原理，為了促進以最合適的方式來建立機場設施(即跑道、滑行道和停機坪系統)，以符合投入資金和交通需求，同時也須兼顧機場跑道、

滑行道及機坪整體系統操作的安全並強調於整體規劃時需考量保留足夠的空間，以因應未來交通增長後機場擴展的需求。

整體而言機場基礎設施建設需投入大量資本且是屬於永久性的投資，故需依未來可預見的需求進行整體規劃，機場規劃需務實的進行交通預測、市場調查，且對於該地區的經濟增長具有相當之重要性，而進行規劃時需儘量避免未來尚需擴建滑行道，且於規劃時即須設計興建未來可負載飛機荷重的地下結構物。規劃時亦須兼顧機場營運效率和可滿足未來增長所需的設計容量。

跑道鋪面類型一般可分為剛性鋪面或柔性鋪面，鋪面之選擇取決於用途和成本，跑道建置鋪面係用以減少飛機之輪載應力至地表土壤的允許承載力，而跑道鋪面強度須能承受預期之飛機交通量(機輪載重和起降次數)，跑道鋪面強度自 2024 年 11 月起改為以 ACR / PCR 數據表示。跑道鋪面之設計目標：

不應存在可能導致失去摩擦力或對飛機起降產生不良影響的不平整、(2)必須達到或超過國家規範的最低摩擦力、(3)鋪面紋路之影響(混凝土規範、施工品質等)、(4)新建或重鋪的跑道鋪面應進行摩擦力量測及檢查，確保達到設計目標、(5)跑道刷紋應垂直於跑道中心線，以促進積水快速排出，從而提高輪胎與鋪面接觸產生之摩擦力等。

此外，跑道含肩道的總寬度如以 F 類飛機(4 引擎飛機)為設計標準，至少應達 75 公尺(桃園機場為跑道寬 60 公尺，左右道肩各 7.5 公尺，寬度總和為 75 公尺)，跑道地帶(Runway Strip)係指一包含跑道的矩形區域，為可提供飛航操作安全之物理自由區，可用於防止跑道偏離(或衝出)，提供誤失進場及離場操作之安全作業空間，具有規範特訂的寬度(Code 4 跑道為跑道

中心線兩端各 140 公尺)和長度(Code 4 跑道為跑道頭標線前 60 公尺)，及特訂的鋪面坡度和條件，從跑道頭標線(Threshold)前一定距離開始，並等距往跑道相對方向延伸，並延伸至跑道中心線兩側之對稱區域。跑道地帶內之物體對於飛航安全之影響關係重大，跑道地帶內須設計開放式的排水系統以避免飛機損壞，並建議設置適當的排水溝蓋(須與周圍地面齊平)，跑道安全區的固定物體應限定於助導航設施和維持飛航安全所必須存在的物體，且必須是易碎材質的並低於限制高度。在跑道地帶內的滑行區域，於飛機起飛或降落期間不應存有任何移動物體。另外，跑道尾流防護區規劃建置於跑道起飛線之後，設計目的是防止起飛飛機的尾噴氣流引起的侵蝕危害，其最小長度為 30 公尺，最小寬度應與跑道及肩道總寬相同，並視為跑道地帶的一部分。



有規劃適當跑道地帶之跑道能有效降低偏離跑道航機造成之損失。

## 六、 Lecture 6, 跑道安全 (Runway Safety)

本項課程為促進學員理解跑道安全的重要性，並指導如何應用 ICAO Annex 14 Vol.1 及 PANS-Aerodrome 規範中的相關條文來加強跑道安全，其重點是從機場設計和營運的觀點切入，以防止跑道偏離 (Runway excursion) 和跑道入侵 (Runway incursion)，ICAO 的跑道安全事故類別定義項目及其說明如下：(1)異常跑道接觸(Abnormal runway contact,ARC)：任何涉及異常跑道或著陸表面接觸的起降事件、(2)地面碰撞 (Ground collision, GCOL)：在滑行進出使用中的跑道時發生的碰撞事件、(3)跑道偏離 (Runway excursion,RE)：飛機在起降過程中偏離或超出跑道表面的事件、(4)跑道入侵 (Runway incursion, RI)：在機場內，飛機、車輛或人員不正確進入專門為飛機起降而設計的保護區域的任何事件、(5)地面失控 (Loss of control on ground, LOC-G)：飛機在地面時失去控制、(6)障礙物碰撞 (Collision with obstacle during take-off or landing whilst airborne, CTOL)：在起降過程中，飛機與障礙物發生碰撞、(7)降落未達/衝出跑道 (Undershoot/Overshoot, USOS)：飛機降落在跑道表面以外的地方。另外 ICAO 在編號 A37-6 的大會決議中也敦促各國須採取措施加強跑道安全來預防跑道偏離、跑道入侵及其他與跑道安全相關等事件，並促使監管機構、航空公司、航空導航服務提供者、機場營運者及飛機製造者能使用綜合方法來合力建立跑道安全計畫。在機場的設計方面，用於預防及減少跑道偏離事件的方式，就是遵守跑道的物理特性及設計尺寸規範，尤其以：跑道長度、跑道寬度、坡度、道面、道肩、跑道地帶、跑道端安全區(RESA)、停止系統、停止線等項目息息相關。其中跑道地帶設置的目的係減少飛機脫離跑道造成損害的風險，且 ICAO 規範所有類型的跑道都應設置跑道地帶，可確保飛機在起降過程中飛越跑道地帶的安全，相關跑道地帶的設置標準，可視跑道代碼

(1~4)參考相關設置規範。停止線燈的設置需要由飛航服務單位(即塔台)手動或自動方式控制，應在每個跑道等待位置裝設，而跑道入侵可能在各種能見度或天氣條件下發生，當跑道視程大於 550 米時，設置停止線燈可作為有效預防跑道入侵的措施之一。另外，在跑道等待位置使用跑道警戒燈亦可作為有效預防跑道入侵的措施，跑道警戒燈能夠警告飛機機師和行駛在滑行道上的地勤車輛駕駛，警示他們即將進入跑道，需多加留意。

## 七、 Lecture7, 障礙限制面與移除(Obstacle Restriction and Removal)

本項課程重點在於說明識別各種障礙限制面及其對飛機飛航安全的影響，講師強調在規劃興建機場時，必須考慮此一重要因素，確保當機場周圍有固定物體時，飛機於機場起降之安全，且需要通過適當的土地劃分法規來保護機場周邊環境，從而長期保障機場的飛航安全及營運效率。

有關障礙限制面的類型簡要摘述如下：(1)外(圓)水平面 (Outer horizontal surface, OHS)：為了應對高聳的單一結構物體(高度達 150 公尺)對飛機飛航安全和營運效率之影響，這些物體可能位於機場周邊延伸 15 公里的範圍內、(2)內(圓)水平面及圓錐面(Inner Horizontal Surface, IHS and Conical Surfaces)：供降落前使用，用於保護視覺圓形飛行區域、(3)進場面 (Approach Surfaces)：在進場降落的最後階段，用於保護飛機、(4)起飛爬升面(Take-Off Climb Surface)：在飛機起飛爬升區域內，用於保護飛機避免其碰撞障礙物，在標準情況下均勻上升坡度為 2%、(5)轉接面(Transitional Surfaces)：用於防止固定和移動物體可能對機場安全飛行操作構成之危險，轉接面屬於一個需清除障礙物的範圍，其坡度為 14.3%(1V:7H)；如屬

於精確進場跑道，則需再定義一個內轉界面，其坡度為 33.3%(1V:3H)、(6) 取消降落面(Balked Landing Surface)：用於實施取消降落操作（即飛機比未成功進場時還要接近地表面），且飛機所有引擎須正常運轉。

**Table 4-1. Dimensions and slopes of obstacle limitation surfaces — Approach runways**

Surface and dimensions* (1)	APPROACH RUNWAYS									
	RUNWAY CLASSIFICATION									
	Non-instrument Code number			Non-precision approach Code number				Precision approach category		
	1 (2)	2 (3)	3 (4)	4 (5)	1,2 (6)	3 (7)	4 (8)	I Code number (9)	3,4 (10)	II or III Code number (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>a</sup>	120 m <sup>a</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>a</sup>	120 m <sup>a</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%

表 4-1 列出進場跑道之要求

<b>APPROACH</b>	60 m	80 m	150 m	150 m	140 m	280 m	280 m	140 m	280 m	280 m
Length of inner edge	30 m	60 m	60 m	60 m	60 m	60 m				
Distance from threshold	10%	10%	10%	10%	15%	15%	15%	15%	15%	15%
Divergence (each side)										
<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>a</sup>	120 m <sup>a</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. 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.  
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.  
Note: See Circulars 301 and 345, and Chapter 4 of the PANS-Aerodromes, Part 1 (Doc 9981) for further information.

表 4-2 列出起飛爬升面之要求

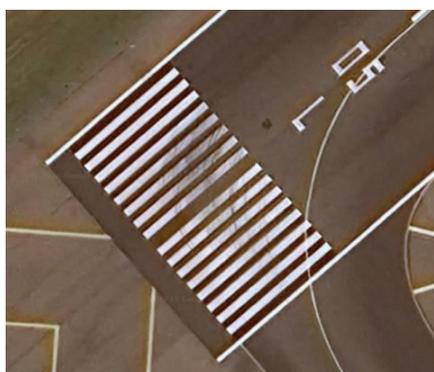
而 Annex14 所提的限制面與 PANS-OPS 限制面之間的差異點為，Annex 14 限制面是永久的，保護飛機在取消降落、起飛和降落後在地面移動過程中免受障礙物影響，因此這些限制面位於障礙物清除高度(OCA/H)以下，PANS-OPS 限制面則主要用於保護飛機進場、誤失進場和目視盤旋

飛行的操作中的安全，因此這些限制面位於障礙物清除高度(OCA/H)之上，PANS-OPS 的限制面也用於評估物體對障礙物清除高度的影響，從而確定進場最低標準，以確保在飛機在進場過程中處於可接受的安全水準內。對於超出障礙物限制面的物體，如果待建物體結構超過民航局所規定的高度，建議在授予建築執照前應與民航局進行協商，此外，也需要土地劃分法規和政府主管部門之間的協調，以防止土地開發入侵障礙物限制面；超出障礙物限制面的物體如果高於地表 150 公尺，則需進行標示和照明，除非經過航空研究後顯示該物體對於飛航不構成危險，才無需執行前述措施，除此措施之外，也不應允許任何新建物體結構穿越障礙物限制面。

## 八、 **Lecture 8, 目視助航設施(Visual aids for navigation)**

本項課程為幫助學員理解目視輔助導引設施對於航空導航的重要性，理解視覺輔助如何運作；並瞭解相關規定的應用，包括機場標記、標誌和燈光的設置、位置和特性。飛行員在飛機進場、降落和在機場地面滑行時，相當依賴視覺輔助和視覺提示。機場可提供的視覺輔助內容包含：機場視覺獲取、機場識別、降落資訊、圓形飛行指引、最終進場、起飛和降落、方位指引、高度資訊、進場坡度資訊、滑行指引、跑道出口指引、距離資訊、滑行指引、停機位/停駐指引、起飛指引等，而機場的目視助航設施則包含：指示牌和訊號裝置、標線、燈光、標誌、標記物等。一般而言，每個目視助航設施可分為三種層面探討：(1)應用範圍：是否需要提供資訊及提供資訊的條件、(2)位置：需要提供資訊的位置、(3)特性：助航設施所需具備的屬性(如形狀、顏

色、尺寸、強度)等。其中重要設施及相關規定摘述如下：(1)風向指示器：在飛機飛行或活動區域可見，須提供至少一處且不受附近物體造成之氣流擾動影響；(2)標線：跑道標線應為白色，滑行道標線、跑道轉彎區域標線及飛機停機位標記應為黃色，停機坪安全線應使用顯眼顏色(桃園機場使用紅色)，並須與停機位標記顏色對比，在剛性鋪面的跑道表面(泥灰色)，白色標線可透過使用加繪黑色邊框來提高對比且較為顯眼，另外當有跑道與另一條跑道交匯時，應顯示較重要跑道的標線，其他跑道的標線應中斷，而當跑道與滑行道交匯時，應顯示跑道的標線，滑行道標線應予中斷。(3)跑道名稱標線：在有鋪面的跑道頭端應繪製跑道名稱標線，名稱標線為 2 位數的編號，若為 2 條平行跑道，則須再補充一英文字母，此編號代表意義為當從進場方向看去時，編號應與磁北方向最接近的十分之一方位角度數一致；(4)跑道中心線：在有鋪面的跑道上應繪製跑道中心線，並由均勻間隔的條紋和間隙所組成；(5)跑道頭標線：在有鋪面及儀器進場且跑道長度參考代碼為 3 及 4 的跑道應繪製跑道頭標線，此標線應從距離跑道端 6 公尺處開始繪製，係由一組長條形條紋組成，條紋尺寸須一致並對稱分佈於跑道中心線兩側，條紋的數量取決於跑道寬度，以桃園及樟宜機場為例，跑道寬度皆為 60 公尺，對應之跑道頭標線條紋為 16 條，對稱跑道中心線左右各 8 條。



桃園國機機場跑道頭標線

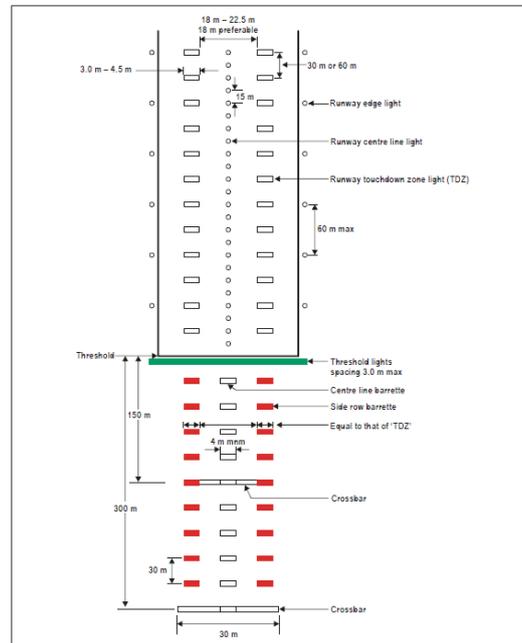


樟宜國際機場跑道頭標線

而滑行道中心線則應在滑行道上提供連續指引，須銜接跑道中心線與飛機停機位，加強型滑行道中心線的標示亦可作為防止跑道入侵的有效措施之一，加強型的滑行道中心線應繪製於每個滑行道與跑道的交匯處。滑行道中心線繪製於直線段部分的中心線上，其最小寬度為 15 公分，且為連續線段。另外，停機位標線包括停機位編號標線、導入線、轉彎線、迴轉線、對齊線、停止線及導出線等線型，而停機坪安全線則依據停放配置和地面設施的要求繪製於停機坪，繪製以劃定該停機坪提供車輛及其他飛機服務設備所使用的區域，並提供勤務車輛、設備與飛機的安全分隔，安全線的類型包括翼尖間隙線、設備限制線和服務道路邊界線等線型。其他有關機場道面標線之詳細規定，可參閱本國監管機關民用航空局公開發布之民用機場設計及運作規範。

另外，燈光系統包含配置、顏色、強度及覆蓋範圍等要項組合而成，可簡要區分為三種燈光系統：(1)簡單進場燈光系統、(2)第 I 類精確進場燈光系統(CAT. I)、(3)第 II、III 類精確進場燈光系統(CAT. II、CAT. III)，其中簡單進場燈光系統由一行沿跑道中心線之延伸線裝設並延伸至距離跑道頭 420 公尺處之燈具，及一系列在距跑道頭 300 公尺處橫排燈之燈具所組成，顏色應與其他航空地面燈光能清楚區分，強度應足夠應對所有能見度和環境光等條件，而第 I 類精確進場燈光系統由一行沿跑道中心線延伸線裝設並延伸至距離跑道頭 720 公尺處之燈具，及一系列在距跑道頭 300 公尺處之一(長 30 公尺)橫排燈之燈具所組成。另第 II、III 類精確進場燈光系統則由一行沿跑道中心線延伸線裝設併延伸到距離跑道頭 900 公尺處之燈具

所組成。此系統還應有兩行延伸到距跑道頭 270 公尺處之側排燈以及兩排橫排燈(距跑道頭 150 公尺處及距跑道頭 300 公尺等 2 處)。



CAT.II 及 CAT. III 類燈光系統參考圖示

### 九、 Lecture 9, 標示障礙物之目視輔助設施、標示限制使用區域之目視助航設施及電力系統 (Visual aids for denoting obstacles, and electrical systems)

本項課程之目標是幫助學員理解並指導應用標示障礙物、限制使用區域和廢止區域之目視輔助設施，以及機場主要和次要電力系統相關規定。內容包括如何標示和照明障礙物和限制區域，並管理機場的電力系統。為了使飛行員在低空飛行能達到安全標準，飛行員必須能夠及時看到任何可能構成飛行障礙的物體，從而能夠在日間或夜間及時採取避讓措施，飛行員也需要能夠確定障礙物的位置和範圍，所以必須採取一些措施來凸顯這些障礙物。此外，安全需求與環境問題間可能會存在一些衝突，如閃爍燈

光的光害污染、高強度燈具安裝困難以及相關標示設備的日常維護成本等。

在障礙物限制面範圍內需要標示及照明的物體摘陳如下：(1)機場活動區內的車輛和其他可移動的物體(不包括飛機)、(2)活動區內的高架航空地面燈(僅須標示)、(3)障礙物至滑行道、停機坪滑行道或停機位滑行路徑等中心線之距離如在表 3-1(滑行道最小隔離間距表)之(11)欄或(12)欄框列範圍之內則應標示、(4)在進場面內 3,000 公尺範圍內的固定障礙物，或在轉接面上的固定物體、(5)超過障礙物保護面的固定物體。其中移動物體的標示或照明之原則如下：顏色標示，應使用一種顯眼顏色，最好是紅色或黃綠色標示緊急車輛，黃色標示勤務車輛；旗幟標示，每面旗幟不小於 0.9 公尺，由棋盤格圖案組成，每個格子的邊長不小於 0.3 公尺，圖案顏色應相互對比，並與背景對比。顏色可以使用橙色和白色，或紅色和白色等組合，這些顏色如與背景過於相近則應更換。

此外，移動物體的照明原則如下：(1)車輛和其他移動物體使用 C 類低強度障礙物燈，(2)緊急或保安車輛使用閃爍藍燈，(3)其他車輛則使用閃爍黃燈；(4)引導車輛使用 D 類低強度障礙物之閃爍黃燈；(4)移動性有限的物體(如登機橋)使用 A 類低強度障礙物之固定紅燈。固定物體則應以顏色標示，依據物體表面的尺寸，使用棋盤格紋或是條紋圖案，顏色可選用橙和白、紅和白等組合。固定物體如以旗幟標示，每面旗幟應不小於 0.6 公尺，在晴朗天氣下，應能從空中至少在 1,000 公尺的距離外可識別，地面則應能在 300 公尺的距離外可識別，顏色應交替顯示以紅和白，或橙和白等組合標示。

本項課程最後提及機場電力供應系統，航空機場的電力系統設計和配

置應確保設備如發生故障時，不會使飛行員無法獲得足夠的目視和非目視導引，或接收到誤導的訊息，因此機場電力系統通常須包含主要電源及次要電源，主要電源通常是公共電力來源，大多數機場是透過機場外部公共互聯電網的配電設備來獲得電力，建議規劃至少兩組互相分離的電網區段之獨立電力供應系統；次要電源則是獨立自主提供的電力來源，獨立自給的電力來源通常包含：柴油發電機組、燃氣發電機組、渦輪發電機組、甚至可規劃符合機場使用需求的太陽能發電設施。

在燈光系統設計方面，應考量相關燈光設備可能故障時，讓飛行員可獲得足夠的目視導引及正確導引的訊息，如果機場的次要電源是通過重複配電設備所供應，這些電力供應設備應相互獨立設置，以確保當有特殊情況(如：主要電源突然斷電)使用需求時可即時切換電力供應。而當一條跑道的某道面區段是標準滑行路徑之一部分，且該跑道道面同時提供跑道燈光和滑行道燈光系統，則這些燈光系統應達到互鎖條件，以避免兩種燈光系統可能同時運作而衍生誤導訊息。此外，燈光系統應具備監控功能，此監控功能應可顯示燈光系統的即時運作狀態，用於飛機控制導引的燈光系統則應進行自動監控，並將可能影響控制功能的故障訊息主動傳送給飛航服務單位(塔臺)。如果燈光系統燈具的運作狀態發生變化，系統應在兩秒內即時切換顯示跑道停等位置的停止線指示燈，且其他類型的目視助航設施，應在五秒內提供相對應的指示。

## **十、 Lecture 10, 機場作業服務、設備與設施(Aerodrome Operational Services, Equipment and Installations)**

本項課程係讓學員瞭解國際安全規範的原則，這些規範是關於制訂機場緊急應變計劃與應對措施(含救援與消防)，規範強調機場營運者和監管機關有其責任確保及時實施各項應變措施，當緊急危難發生時，以拯救機上之人員生命安全；並提醒學員需要從機場營運安全保障的各個角度來思考問題，必要時應採取相關主動作為。其中，機場緊急應變計畫(AEP)為一份綜整後的營運安全文件，內容包含所涉機關之間的角色、相對應的責任及緊急情況下應如何協調行動，此計畫的制訂與執行可協助機場從正常的營運狀態轉換為緊急狀態下的營運並順利完成過渡期的切換，此計畫亦可作為測試(演練)計畫的基礎資料，亦為測試機場消防與救援服務在緊急情況下之應變處理效率及整備情況的重要參考資料。

機場的緊急情況類型依據各緊急情況類型各異，其應對措施會有所不同，個別情況包含：(1)飛機緊急情況、(2)蓄意破壞(含炸彈威脅)、(3)飛機受到非法干擾、(4)危險品事件、(5)建築物火災、(6)公共衛生緊急情況(如：大量旅客或貨物通過航空國際運輸傳播嚴重傳染病之風險、傳染病爆發可能影響機場從業人員等情況)、(7)自然災害等。

而機場緊急應變計畫(AEP)應協調所有可能在緊急情況下能提供幫助的機關單位及其可提供的應對措施，所涉及的單位可能有：(1)機場內部單位(飛航服務單位、消防救援服務、機場管理、醫療與救護服務、航空公司營運單位、安全服務、航空警察等)；(2)機場外部單位(當地消防單位、警察、公共衛生單位、醫療救護服務、醫院、軍方、海岸巡防單位等)，而機場緊急應變計畫的編撰應包含以下內容：(1)計劃的緊急情況類型、(2)覆蓋範圍[僅限機場邊界內或涵蓋否段距離的範圍]、(3)參加緊急應變的機關單

位、(4)每個機關單位、緊急應變中心和指揮所的角色與職責、(5)每個關鍵人員的姓名及聯絡方式、(6)機場及其周邊地區之交通動線地圖。

當我們面對機場緊急情況的發生，航空的載運量、效率和機場運作規律等能力之降低是無法避免的，但維持飛航安全決不可妥協！因此，需要制訂一個非常有效的機場緊急應變計畫(AEP)，該計畫應詳細規定如何處理緊急情況，應變計畫也應注意保持營運之彈性，使機場營運能夠應對應急情況並在狀況解除後迅速恢復正常營運模式。配合所制訂的緊急應變計畫，機場緊急應變的演練，也是需要關注的年度重要課題，制訂出 AEP 後需強制對其進行測試，執行全規模演習之目的是確保計畫能夠有效應對不同類型的緊急情況，執行頻率為每 2 年進行一次全規模機場緊急應變演練；部分演習之目的是確保對各參加機關單位和計劃組成部分的反應作為是否有效，(如：通信系統測試)，執行頻率為在 2 年之間的年份進行部分緊急應變演練，緊急應變演練是模擬緊急情況發生，目的為評估機場及參加的機關單位對於處理緊急情況的整備情形，因此所有涉及機場營運的相關者和參加單位都應認真對待。另外在機場周邊如存有困難環境(如水域、沼澤等地形)，其緊急應變規劃應制訂在 AEP 內，其原因是在困難環境中的相關救援任務必須與專業機構進行協調，也應建立並定期測試位處困難環境中的反應時間，對於此類緊急情況應處，必須有足夠數量的水上救援設備和消防設備，以因應困難地形，並維持隨時部署之量能。AEP 也必須對距離跑道起飛端點 1000 公尺內的進場面和離場面等區域進行詳實評估，確定在這些區域內如果發生飛機緊急情況時可行的應對措施，畢竟意外可能發生在機場內或附近的任何位置。

再者，講師談及救援與消防規定 (Rescue and Fire Fighting, RFF)，其目標是為了拯救生命，而救援與消防的效果取決於相關專業人員所接受的訓練、設備的效能，以及指定的消防人員、設備能以多快的速度投入現場來控制火災並維持受救助者的生存狀態，提供撤離路徑並即時協助救援。機場的救援與消防保護具有強制性，相關規定已於 2022/11/3 起生效，即所有的機場在提供商業航空運輸服務時，必須提供救援與消防服務和設備，若機場位於水域、沼澤或困難地形附近，則必須配備相應的專業救援服務和消防設備。

此外，機場的救援與消防保護水準應與 ICAO 所規定的 RFF 機場分類表相對應，如果最高類別的飛機在最尖峰的連續三個月份內的總起、降架次少於 700 架次，則保護水準可降低一個類別，即原機場分類次一類之標準。

Aerodrome RFF category	Aeroplane overall length	Max. fuselage width
1	0 m up to 9 m	2 m
2	9 m up to 12 m	2 m
3	12 m up to 18 m	3 m
4	18 m up to 24 m	4 m
5	24 m up to 28 m	4 m
6	28 m up to 39 m	5 m
7	39 m up to 49 m	5 m
8	49 m up to 61 m	7 m
9	61 m up to 76 m	7 m
10	76 m up to 90 m	8 m

RFF 之機場分類表

機場的 RFF 分類由經常使用該機場的最長飛機的整體尺寸決定，較嚴謹的分類則是根據機身的整體長度及機艙最大寬度來決定，應取其大者，而在起降架次減少的期間，保護水準應等同於所訂(最高)類別的機場分類。

救援反應時間之標準規定：在最佳能見度和地面條件下，反應時間在 3 分鐘內能夠到達每條營運跑道的任何位置。規範另建議，在前述條件下，反應時間在 2 分鐘內能夠到達每條營運跑道的任何位置。對機場活動區其他部分的反應時間，在最佳能見度和地面條件下，應在 3 分鐘內到達，而為了在不良能見度和較差地面條件下能盡量接近規範所訂的反應時間，必須提供適當的設備、指引和程序。除了第一輛救援車輛，其他車輛的到達時間應於自初次呼叫時間算起四分鐘內抵達，且為了滿足緊急通行的需求，應設置能夠承受救援車輛輪胎負荷的緊急通道，此通道應可到達距離跑道起點 1000 公尺的範圍內或可達機場邊界，當機場設有邊界圍籬時，應提供緊急通道可通向界圍外側，另外在距離跑道 90 公尺內的緊急通道應鋪設鋪面。

對於消防站與救援、消防車輛之關係摘述如下：機場需建置消防站來容納消防車輛，消防站通道必須能直接通往跑道，且應盡量減少轉彎通道，另對於較大型或佈局複雜的機場，設置消防分站將有助於滿足反應時間之規範要求，此外，也必須提供消防站與塔台、機場營運控制中心及救援消防車輛之間的通信和警報系統，定期進行消防人員的培訓及演練，也必須配置足夠數量且訓練充足的消防員。

機場營運安全也需要對於野生動物撞擊危險進行評估與控制，野生動物撞擊危險可通過以下方式進行評估：(1)制訂標準作業程序來記錄和報告、(2)蒐集機場周圍野生動物活動的相關訊息、(3)定期由專業人員進行數據分析。當發現有產生野生動物撞擊危害的可能性時，必須採取糾正措施以減少鳥類或野生動物撞擊飛機的風險，例如：消除或防止在機場附近設置垃圾場、屠宰場或其他可能吸引鳥類或野生動物的場所(除非經航空研究

表示不會危及飛航安全)，亦可與民航局及地方政府機關密切協調，對於這些吸引野生動物之源頭設施進行嚴格控管，或經審酌後不發給建築許可。

野生動物撞擊所造成的影響，不僅僅對航空公司而言，可能產生重大支出，對於機場營運，甚至對於全球航班亦會造成干擾，另也可能會給航空運輸的乘客帶來諸多不便，如班機延誤或錯過航班等問題，對於機場營運安全和載運能量將產生不利影響，而一些嚴重的鳥擊事故，更有可能造成人員死亡，部分航空和保險公司已開始向機場營運者追償因野生動物撞擊所衍生之相關費用。接著，講師並提供飛機零部件之修理費用供學員參考：(1)進氣罩：295,000 美元(約新臺幣 944 萬元)；(2)外襟翼：225,000 美元(約新臺幣 720 萬元)；(3)雷達罩：18,000 美元(約新臺幣 58 萬元)；(4)副翼：165,000 美元(約新臺幣 528 萬元)；(5)貨艙門：56,000 美元(約新臺幣 179 萬元)；(6)內襟翼：198,000 美元(約新臺幣 634 萬元)；(7)升降舵：238,000 美元(約新臺幣 762 萬元)。

## 十一、 **Lecture 11, 機場維護 (Aerodrome Maintenance)**

本項課程講師強調機場應進行適當且及時的維護工作，說明維護對於飛航安全的重要性，機場營運需保持所有設施皆為良好運作的狀態，以確保飛機在活動區的安全、效率和規律，而良好的維護習慣對機場營運及管理具有相當正向之影響，並解釋在營運中的機場工作時所應採取的安全預防措施。

機場的道面狀況與翻修時間具有一定程度之關係，為了維持良好的道面狀況，必須制訂預防性的機場維護計畫，預防性維護計畫中應包含：定期檢

查和維護所有跑道及滑行道鋪面及其相鄰區域，且當機場有大型飛機或那些使用高氣壓輪胎(>1.25 MPa)的飛機活動時，應定期檢查埋入式燈具和鋪面接縫的完整性，另外跑道鋪面應不容許不利於飛機滑行的不平整處，並應提供足夠的表面摩擦力，此摩擦力應符合或超過監管機關所規定的標準數值。另外，執行預防性維護有助於延長鋪面的使用壽命、減少異物碎片造成損害 (Foreign Object Debris, FOD)問題之可能性，前述措施將有助於確保飛航安全。

接著，講師持續說明跑道鋪面需加強清理異物碎片(FOD)的重要性：舉例來說，在馬德里機場跑道 36L 上存在異物碎片所引起的事故，一架正在起飛的 Aeromexico B767-200 機尾在起飛抬升的過程中擦撞到跑道鋪面，造成跑道上異物碎片，飛機也受到嚴重損壞；接著起飛的 Air Europa Airbus A330-200 客機，因為前一班 B767-200 飛機擦撞留下的碎片，A330-200 飛機的前起落架之主輪被刺破發生爆胎，兩名機艙乘務員在爆胎產生的衝擊力及安全帶的交互作用之下，造成頸部受傷。另外在 2000 年時發生的法航協和號超音速客機事故則較為嚴重，巴黎戴高樂機場的協和號飛機因跑道上的 FOD 發生墜機事故，造成所有機上人員罹難。由前述案例可知，一個簡單的機輪爆裂可能讓飛機癱瘓，而 FOD 被吸入飛機引擎可能導致引擎損壞及故障，從而引發偏離跑道(衝出跑道)或更嚴重的事，故在營運的機場中，任何情況下每當跑道發現有 FOD 存在時，須優先將其清除，對於維護飛航安全相當重要。

營運中機場的跑滑道鋪面翻修工作，需要與飛航服務管制單位(塔台)進行協調並就安全程序評估之意見達成一致，亦須每天交接及管制正在翻修的鋪面及設施，並嚴格要求所有安全措施都要到位，如：發佈

NOTAMs、設置跑道關閉標誌、安全障礙物標誌(白天和夜間情況都需考量)，工程契約文件必須規定在任何時間都須保持飛航安全和效率，以及遵守機場制訂之安全規範，交接前需要對相關設施進行全面檢查，確保於工作交接後機場營運之安全。此外營運中機場的道面維修相關工作計畫需要考慮到以下因素：(1)與所有利益關係者協調前置及可行之工作時間、(2)可能需要航空公司重新安排航班以便為合理的工作時間提供空間、(3)密切注意天氣條件和是否能在規定時間內完成工作之可行性、(4)是否需發佈NOTAMs(發佈飛航公告)，每天須恢復機場標誌後(及其他目視助航設施)，方可重新開放營運，且在恢復道面運作之前，必須解決所有安全問題(如：FOD、設備等)。另外預防跑道偏移全球行動計畫(Global Action Plan for Prevention of Runway Excursions, GAPPRE)對維護機場安全也提出了一些具體建議，重點摘述如下：(1)依據國家標準規範建設跑道、(2)跑道地帶和跑道端安全區(RESA)是否充足、(3)若不符合規範，應進行風險評估及緩解措施、(4)排水設施是否充足、(5)檢測翻修或新建跑道之道面摩擦力、(6)跑道的定期檢查、(7)即時移除道面的污染物、(8)目視助航設施是否充足和可用、(9)依據 ICAO 全球報告格式(GRF)評估跑道鋪面狀況。(10)每當進行新建或維護工作時，必須有健全的安全管理程序(變動管理)。

## 十二、 **Lecture 12, 航空導航服務程序-機場 (PANS-Aerodromes)**

本項課程為促進學員對，「航空導航服務程序-機場」的理解，包括其發展歷史、範圍目的、狀態和編寫結構進行說明。Annex14 Vol.1 主要係注重在規範機場的設計，而現今機場面臨的許多挑戰主要是源於機場操作之

問題。現有之機場，當無法完全符合標準時，可能需要採取一些替代措施，以容納特定類型的飛機，故需要「PANS- Aerodromes」之規範，此類型之規範含括了如何解決操作問題的相關程序。PANS- Aerodromes 也是作為 Annex 14 Vol.1 中的 SARPs(標準和建議)的補充，其中詳細說明機場營運者應遵循的操作程序，以確保機場的營運安全。並指明機場監管機構和機場營運商應遵循的程序，相關規範可用於機場的初步認證和進行持續的營運安全監督及機場兼容性研究。PANS- Aerodromes 之內容章節，簡要摘述如下：PART I：(1)定義、(2)機場認證、(3)機場安全評估、(4)機場兼容性；PART II(機場營運管理)：(1)訓練、(2)使用標準跑道狀況報告(RCR)的報告格式、(3)移動區域檢查、(4)施工之工作(WIP)、(5)異物碎片(FOD)之控制、(6)野生動物危險管理、(7)停機坪安全、(8)跑道安全、(9)機場駕駛許可證計劃及車輛/設備安全要求。相關內容建議可直接查找 ICAO 於網路公布之規範條文。

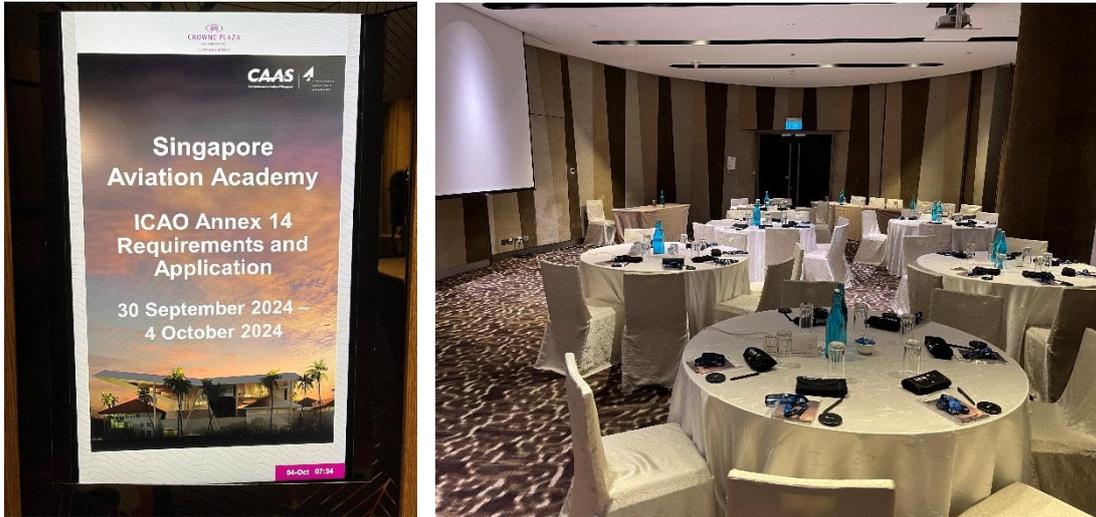
### 十三、 Lecture 13, 直升機場 (Heliports)

本項課程為促進學員對直升機場基本設計和瞭解操作的原則，並指導如何應用 Annex 14 Vol.2 中相關條文，Annex 14 Vol.2 的適用於國際民航中由直升機使用的直升機場，也適用於主要提供飛機使用之機場內劃為專為直升機使用的區域，直升機場顏色之規範應符合 Annex 14 Vol.1 附錄 1 的規定。直升機場尺寸及相關信息的測量，包括：(1)直升機場類型：可分為陸上直升機場及海上直升機場、(2)TLOF：觸地及起飛區域，無障礙物，能容納直升機的起落架及考量承重強度及排水，抵抗旋翼下衝效應、

(3)FATO：最終進場及起飛區域，應無障礙物，能抵抗旋翼下衝效應，並考量承重及排水能力、(5)安全區域：距離 FATO 邊緣 3 公尺，或者為 0.25 倍的設計 D 值、(6)直升機滑行道和滑行路徑：有足夠的寬度容納帶輪直升機的起落架，與滑行路徑相連、(7)停機坪[直升機停機位]：具有足夠的大小和形狀來容納最大直升機的全部機身、(8)目視助航設施：白天使用僅需顯示標誌，夜間使用或能見度受限情況下使用則須備有燈光照明系統。

## 過程照片紀錄

摘要紀錄本次受訓過程中之授課環境及樟宜機場之現況，利用照片紀錄將學習過程或探討之處紀錄並編列於報告，相關照片如下：



(1) 本次受訓課程場所 SAA 安排於鄰近樟宜機場之飯店進行訓練課程。



(2) 本次受訓上課討論及分組小組報告情形。



(3) 樟宜機場航廈出、入境管制區內大量以植物及生態水池佈置之造景。



(4) 機坪施工現況，設有場鑄設備(澆置材料桶)，吊車頂皆有安裝障礙物旗幟。



(5) 航廈周邊停車空間，建物屋頂設置太陽能版、機坪作業情形。



(6) 從機上視角觀察機坪整建維修工區情形，機坪施工作業區域以圍籬隔開、木製拒馬及禁止標線清晰分明。



(7) 從機上視角觀察到沿滑行道邊排水溝側草地旁有白鷺鷥等鳥類群聚。

## 參、心得及建議

本次能有機會奉派參加新加坡民用航空學院的開設之機場認證課程，對於課程安排及授課師資以及民航學院對於軟硬體設施上所投入之資源，可以體會到新加坡對於民航專業上的發展非常重視，而參加本次課程對我而言是一段非常寶貴的學習經歷。在這次參訓的過程中，深入瞭解了機場營運、機場設施的基本規劃原則、安全管理及監督等各方面的知識，也對機場認證的標準有更全面的認識，以下是在本次課程中的一些心得。

首先，課程內容涵蓋了機場營運的各個面向，包含機場的基本設施設計配置原則、安全管理、緊急應變等。課程講師為民航專業內資深的專家，他們通過實務案例的分析講解和詳細的數據解析，讓學員們更加清楚地瞭解機場營運

中各重要環節，特別是應持續學習機場安全管理之專業能力。

其次，課程探討了機場的特性。機場不僅是一個單純的交通樞紐，還是一個高負荷的綜合性運輸服務系統，涵蓋了航空運輸、物流、保安等多個領域。機場營運系統非常複雜和標準要求甚高，例如，機場內交通系統包含跑道、滑行道、停機坪等設施，皆需符合 ICAO 所訂定的安全標準，並且每個設施的設計和操作皆需考量飛航安全和效率。此外，機場的營運環境之動態變化大，需要隨時應對來自天氣、人員、設施及突發事件等多方面的挑戰。因此，理解機場的多樣性和特性對於機場的有效營運和認證至關重要。

最後，課程還重點介紹了機場的維護管理。機場設施的維護是一個持續且細緻的工作，涵蓋了跑道、滑行道、停機坪、航廈、聯外交通設施的定期檢查與維護。講師特別強調預防性維護的概念，即機場管理人員應該根據設施設備的使用年限和操作情況，定期進行檢查、保養及修整，藉由提前發現和解決潛在問題，避免異常情況對機場營運造成重大影響。

總結來說，這次參訓機場認證課程讓我收穫頗豐。無論是機場營運的基本知識，還是對認證過程的深入瞭解，都讓我對機場行業有了更全面的體認。這些學習交流到的知識，將對未來的工作有著正面的影響，並幫助我在機場營運與維護機場安全中發揮更大的作用。最後，專案工程處目前負責規劃新建桃園機場的第三跑道及基礎設施，而工程處負責新建第三航廈及既有空側場域的維護工作，建議如能定期派員出國吸收新知，並分享各國對於跑滑道鋪面維護之經驗與先進工法的作業方式，相信對於提升同仁們的專業知識，皆能產生豐碩成果的正向循環，期勉自己繼續努力在維護飛安的道路上勇往直前。

# 肆、附件

## 一、班級成員-受訓簽到表

COURSE TITLE: ICAO Annex 14 Requirements And Application		COURSE DATE: 30 Sep to 4 Oct 2024						
S/N	NAME	COUNTRY	30 Sep 24	1 Oct 24	2 Oct 24	3 Oct 24	4 Oct 24	REMARKS
1	Amiri Allreza	Belgium	[Signature]	[Signature]	[Signature]	[Signature]		
2	Domin Peeters	Belgium	[Signature]	[Signature]	[Signature]	[Signature]		
3	Guido Mannucci	Belgium	[Signature]	[Signature]	[Signature]	[Signature]		
4	Ionetari Boladuaia	Fiji	[Signature]	[Signature]	[Signature]	[Signature]		
5	Salote Marama Teufolau	Fiji	[Signature]	[Signature]	[Signature]	[Signature]		
6	Mark Kozegah	Ghana	[Signature]	[Signature]	[Signature]	[Signature]		
7	Sidney Kofi Addo	Ghana	[Signature]	[Signature]	[Signature]	[Signature]		
8	Joseph Edonga	Kenya	[Signature]	[Signature]	[Signature]	[Signature]		
9	Hadi Noujatin	Lebanon						
10	Zheng Zhimin	Macao SAR	[Signature]	[Signature]	[Signature]	[Signature]		
11	Africana Botlanga	Nauru						
12	Robert Atago Dabwido	Nauru	[Signature]	[Signature]	[Signature]	[Signature]		
13	Dennis Werkhoven	Netherlands	[Signature]	[Signature]	[Signature]	[Signature]		
14	Naf Al-Hamiri	Oman	[Signature]	[Signature]	[Signature]	[Signature]		
15	Naf Nasser Mohamed Al-Daghari	Oman	[Signature]	[Signature]	[Signature]	[Signature]		
16	Neilea Katsin	Papua New Guinea	[Signature]	[Signature]	[Signature]	[Signature]		
17	Susan Lamara Korere	Papua New Guinea	[Signature]	[Signature]	[Signature]	[Signature]		
18	Ms Khoo Lin Inn	Singapore	[Signature]	[Signature]	[Signature]	[Signature]		
19	Yong Ching Way Felice	Singapore	[Signature]	[Signature]	[Signature]	[Signature]		
20	Ms Lim Xin Ni	Singapore	[Signature]	[Signature]	[Signature]	[Signature]		
21	Phong Chong Teng	Singapore	[Signature]	[Signature]	[Signature]	[Signature]		
22	Lim Wen Zhen	Singapore	[Signature]	[Signature]	[Signature]	[Signature]		
23	Chuah Hong Xuan	Singapore	[Signature]	[Signature]	[Signature]	[Signature]		
24	Goe De Qi Celine	Singapore	[Signature]	[Signature]	[Signature]	[Signature]		
25	Lau Yu Qun, Eugene	Singapore	[Signature]	[Signature]	[Signature]	[Signature]		
26	Xavier Chua Cheng Wee	Singapore	[Signature]	[Signature]	[Signature]	[Signature]		
27	Raymond Tahini	Solomon Islands	[Signature]	[Signature]	[Signature]	[Signature]		
28	Chien Tayuan	Taiwan	[Signature]	[Signature]	[Signature]	[Signature]		
29	Ren-Hao Chen	Taiwan	[Signature]	[Signature]	[Signature]	[Signature]		
30	Chayanon Laoniphon	Thailand	[Signature]	[Signature]	[Signature]	[Signature]		
31	Nattapong Siansawadi	Thailand	[Signature]	[Signature]	[Signature]	[Signature]		
32	Phitrada Petchsuwani	Thailand	[Signature]	[Signature]	[Signature]	[Signature]		
33	Kanokwan Makarapong	Thailand	[Signature]	[Signature]	[Signature]	[Signature]		
34	Supaporn Suthisantisakul	Thailand	[Signature]	[Signature]	[Signature]	[Signature]		
35	Takdanai Wuthisen	Thailand	[Signature]	[Signature]	[Signature]	[Signature]		
36	Worakrit Habsuwan	Thailand	[Signature]	[Signature]	[Signature]	[Signature]		
			34/36	34/34	34/34			

## 二、課表

COURSE TITLE: INTRODUCTION TO ICAO ANNEX 14					
30 September to 4 October 2024					
Date	30 Sept 2024	1 Oct 2024	2 Oct 2024	3 Oct 2024	4 Oct 2024
Time & Day>	Monday	Tuesday	Wednesday	Thursday	Friday
0900 – 1030	Registration & CM Admin Briefing (0900-0915) General Introduction to Airport Operational Safety Arun Rao	Annex 14, Volume I – Chapter 3 Arun Rao	Annex 14, Volume I – Chapter 4 Arun Rao	Annex 14, Volume I, Chapter 9 Arun Rao	KCT* 5 – Chs 6, 7, & 8 0900-0945 KCT 6 – Chs. 9, 10 & PANS 0945-1030
1030 – 1100	Coffee	Break		Coffee	Break
1100 – 1230	Safety Obligations and Responsibilities Arun Rao	Annex 14, Volume I – Chapter 3 Arun Rao	Annex 14, Volume I – Chapter 5 Yong Wang	Annex 14, Volume I Chapter 10 Arun Rao	Airport Design Case Study Arun Rao & Yong Wang
1230 – 1330	Lunch	Break		Lunch	Break
1330 – 1500	Annex 14, Volume I – Chapter 1 Yong Wang	Annex 14, Volume I – Chapter 3 Arun Rao	Annex 14, Volume I – Chapter 5 Yong Wang	PANS-Aerodromes; Yong Wang Annex 14, Volume II Heliports Yong Wang	Airport Design Case Study Arun Rao & Yong Wang
1500 – 1530	Coffee	Break		Coffee	Break
1530 – 1645	Annex 14, Volume I – Chapter 2 Arun Rao	Runway Safety Yong Wang	Annex 14, Volume I – Chapters 6, 7 & 8 Yong Wang	Annex 14, Volume II Heliports Yong Wang	Course Conclusion
1645 – 1730	KCT* 1 – Chs. 1 & 2	KCT* 2 – Ch. 3	KCT* 3 – Ch 4,	KCT* 4 – Ch. 5	

### 三、本次參訓學員及講師照片

