

出國報告（出國類別：進修）

新加坡民航學院
緊急應變管理課程
出國報告

交通部桃園國際機場股份有限公司

陳宥濤 消防小隊長

邱博鴻 消防員

林彥丞 消防員

派赴國家：新加坡

出國期間：114年05月25日 – 114年05月31日

報告日期：114年7月30日

摘要

本次出國參訓為新加坡民航學院（Singapore Aviation Academy,SAA）開設之「緊急應變管理課程（Emergency Management Workshop,EMW）」，是一門跨領域整合、以實戰導向為核心的應變課程，旨在培養具備國際視野、協作能力與專業判斷。

課程內容整合航空、海上、醫療與法律領域等專業內容，促進學員在各種大型災難情況下的跨部門協調與應對能力，透過經驗豐富的講師與事故親歷者現場分享實際過程與經驗（例如新加坡航空 SQ006 航班空難案例），讓學員們能從第一線應變行動中獲得啟發與反思，進而將所學轉化為實際可執行的行動方案，強化個人及所屬單位之危機應變能力，建立更完善的機場緊急應變系統，並提升空側安全策略與應變規劃能力，以因應日益多樣化與複雜化的國際飛航安全威脅。

此次參訓課程安排為期五天，參與學員多來自不同國家的民航單位、應急機構（Airport Emergency Service,AES）與機場航空公司，不僅促進國際交流與合作機會，更透過知識分享與經驗交流，深化對应急管理國際趨勢的理解與實務應用，強化整體航空安全韌性。

目次

壹、 目的.....	5
貳、 過程.....	6
一、 新加坡民航學院簡介	6
二、 課程安排	7
三、 授課講師	8
四、 參訓學員	9
五、 訓練地點	10
參、 課程內容	11
一、 課程第一天.....	11
1. 開幕儀式 Course Opening	11
2. 多機構聯合應變 Multi Agency Operations involving foreign agencies and carriers.....	12
3. 航空緊急管理法律層面 Legal Aspects of Aviation Emergency Management	13
4. 樟宜機場消防站運作 Changi Fire Station Operations	17
二、 課程第二天.....	19
1. 海上災難管理 Managing Maritime Disasters.....	19
2. 樟宜機場消防疏散計畫 Fire Evacuation Plans at Changi Airport.....	20
3. 樟宜機場重大事故的醫療應變 Medical Response to Major Incidents at Changi Airport.....	22
三、 課程第三天.....	24
1. 企業營運持續計畫 Business Continuity Planning.....	24
2. 飛機緊急與搜救行動 Aircraft Emergency and Search and Rescue Operations	25

3. 全球航空遇險與安全系統 GADSS & Cospas Sarsat System	26
4. 樟宜機場航空器復原作業 Aircraft Recovery at Changi Airport.....	29
四、課程第四天	31
1. 飛機事故調查 Aircraft Accident Investigation.....	31
2. 從航空事故與危機中學習（案例新加坡航空 SQ006）	34
五、課程第五天	36
1. 強化高安全警戒下的機場韌性 Strengthening Airport Resilience in Heightened Security Alert Environment	36
2. 機場應變計畫 Airport Emergency Planning	37
3. 事件指揮系統：事件管理與指揮官角色 Incident Command System	38
肆、心得與建議	40
伍、附件(結訓證明及課程照片).....	42

壹、目的

本次參加新加坡民航學院（SAA）主辦的「2025 Emergency Management Workshop, EMW」課程，目的在於精進應急管理專業知識、強化跨機構協作能力，並汲取國際機場於危機情境下的最佳應對經驗，以回饋本單位在應變機制、訓練設計及制度優化方面的實務推動。

隨著航班運量的持續成長與風險樣態日趨多元，機場作為關鍵基礎設施，其應變能力與整體韌性顯得尤為重要。此次課程涵蓋主題廣泛，包括航空事故調查、多機構聯合應變、醫療資源協調、消防疏散計畫、全球航空遇險與安全系統 GADSS & Cospas Sarsat 系統、危機溝通與事件指揮系統等，內容緊扣本單位在航空器事故應變、防災演練規劃及跨部門合作上的關鍵需求。

由新加坡樟宜機場消防單位（AES）、民航局（CAAS）、警察部隊（APD）、港務局（MPA）、綜合醫院（SGH）、SIA 工程公司等專業講師進行授課，帶來第一線的實務經驗與制度推動分享，課程不僅著重於標準流程，也強調策略層面的風險預測、資源整合與跨國合作。在各單元中，學員們透過案例討論與模擬演練，實地了解如何因應重大事故、恐怖攻擊或多重災害等複合性危機。

整體而言，此次派訓課程與來自不同國家的航空、消防、醫療與維修等相關單位同儕共同學習，藉由經驗交流與情境討論，激發出許多具啟發性的觀點與實務解法，對我們未來在單位內規劃訓練內容、設計演練流程或修正應變計畫皆具高度參考價值。

貳、過程

一、新加坡民航學院簡介

新加坡民航學院（Singapore Aviation Academy，SAA）成立於 1958 年隸屬於官方培訓機構新加坡民航局（CAAS），亦是國際民航組織（ICAO）TRAINAIR PLUS 認可的白金級卓越培訓中心，致力於提供符合國際標準的民航專業培訓，在民航培訓領域處於領先地位，匯聚全球經驗和專業知識，已培訓超過來自 200 多個國家和地區的航空專業人員。

SAA 核心培訓領域透過四個專業學校，提供從基礎到高階的航空運營與管理的完整課程：

航空管理學院（School of Aviation Management）

航空安全與保安學院（School of Aviation Safety & Security）

空中交通服務學院（School of Air Traffic Services）

機場應急服務學院（School of Airport Emergency Services）

作為亞太地區領先的民航培訓機構，提供高品質、符合國際標準的航空專業培訓，其多元化的課程設計、國際合作網絡以及卓越的教學品質，使其成為全球航空專業人士進修與提升的首選。

二、課程安排

日期：114年05月26日至114年05月30日

EMERGENCY MANAGEMENT WORKSHOP 26 - 30 May 2025

Date Time (GMT+8)	26-May-25	27-May-25	28-May-25	29-May-25	30-May-25
0900 - 1030	Course Opening Constance Chia - Course Manager/ Yew Chee Chien - Facilitator Singapore Aviation Academy (SAA)	Managing Maritime Disasters Capt Dihadah Ahmad Principal Marine Manager Operations Planning & Pilotage Maritime Port Authority	Business Continuity Planning Jayaraj Krishnasamy Senior Manager Airport Operations Control & Business Continuity Planning Changi Airport Group (S) Pte Ltd	Aircraft Accident Investigation Chong Chow Wah Advisor Transport Safety Investigation Bureau	Strengthening Airport Resilience in Heightened Security Alert Environment Hamzah Bin Mohd Hussain Operations Officer (Planning & Readiness) Airport Police Division
1030 - 1100	BREAK				
1100 - 1230	Multi Agency Operations involving foreign agencies and carriers Andy Ou Senior Staff Officer, Policy Airport Emergency Service Changi Airport Group (S) Pte Ltd	Fire Evacuation Plans at Changi Airport Shahrir Idham Senior Fire Warrant Officer, Fire Prevention Airport Emergency Service Changi Airport Group (S) Pte Ltd	Aircraft Emergency and Search and Rescue Operations Iskandar Ibrahim Master Air Traffic Control Officer, ATS Civil Aviation Authority of Singapore	Aircraft Accident Investigation Chong Chow Wah Advisor Transport Safety Investigation Bureau	Airport Emergency Planning Jasper Foo Asst. Head, Planning, Airport Emergency Service Changi Airport Group (S) Pte Ltd
1230 - 1330	1-HOUR BREAK				
1330 - 1500	Legal Aspects of Aviation Emergency Management Tan Siew Huay Director (Special Projects - International Air Law) Legal Division Civil Aviation Authority of Singapore	Fire Evacuation Plans at Changi Airport (Cont.)	Global Aeronautical Distress & Safety System (GADSS) & Cospas Sarsat System Iskandar Ibrahim Master Air Traffic Control Officer, ATS Civil Aviation Authority of Singapore	Live to Tell - An SQ006 Case Study Capt. Cyrano Latiff Former Captain, AirAsia	Incident Command System: Incident Management & Roles of an Incident Commander Jasper Foo Asst. Head, Planning, Airport Emergency Service Changi Airport Group (S) Pte Ltd
1500 - 1530	BREAK				
1530 - 1700	Changi Fire Station Operations Toon Jie Yeo Ops Cmdr. Airport Emergency Service	Medical Response to Major Incidents at Changi Airport Dr Ng Mingwai Consultant Department of Emergency Medicine Singapore General Hospital	Aircraft Recovery at Changi Airport TBA SIA Engineering Company	Lessons Learned from Air Accident & Crisis: A Practical Perspective Capt. Cyrano Latiff Former Captain, AirAsia	Closing Constance Chia - Course Manager/ Yew Chee Chien - Facilitator Singapore Aviation Academy (SAA)

If you encounter any issue or have any query, feel free to contact your Course Manager - Constance Chia via Whatsapp (+65) 9752 3237, Alan (+65) 9188 1079

三、授課講師

此次授課講師聘請擁有經驗豐富且多個關鍵機構的資深講師和專家共 13 位，涵蓋航空管理、安全、緊急應變與醫學等領域。以下是主要合作機構及其講師簡介：

1. 新加坡民航局 (CAAS)：由 Iskandar Ibrahim 主講，內容分為兩大主題 Cospas-Sarsat 系統與 GADSS 系統，兩套皆為全球航空搜救與安全定位的核心基礎。
2. 運輸安全調查局 (TSIB)：由 Chong Chow Wah 講述航機事故中調查流程及相關細節，擅長中英雙語的顧問 Mr.Wah 更是擔任 SQ006 新加坡 TSIB 來台代表。
3. 新加坡港務局 (MPA)：由 Capt. Dilshad Ahmad 主講海上災難類型、角色、流程，強化航空與海事運輸的整合知識。
4. 新加坡民航學院 (SAA)：負責整體課程協調與管理、聯絡窗口、課程安排、講師統籌與學員支援。
5. 樟宜機場集團 (CAG)：講師 Mr.Krishnasamy 專業聚焦於企業營運持續計劃(BCP)，課程內容針對各類型事故應對機制與專責單位負責。
6. 機場緊急應變服務 (AES)：由幕僚官、准尉、副主任分別講授跨單位協調、應變指揮流程、消防預防與逃生動線並深入探討事件指揮官在緊急狀況中的角色與決策責任等，協助學員建立現場指揮與跨部門協作的實戰思維。
7. 新加坡警察部隊 (SPF)：由 Hamzah Bin Mohd Hussein 警司授課航空保安、反恐與危機管理等方面的專業知識，機場如何透過制度、演練與社群合作提升自身韌性。
8. 新加坡綜合醫院 (SGH)：急診醫學顧問、衛生部災難醫療助理指揮官，在重大災難事件中負責支援現場醫療指揮架構，協調多家醫療機構與應變資源。
9. SIA 工程公司 (SIAEC)：著重在航空器評估與排除、移動、技術故障及排除支援並提供航空維修、工程與品質控制等方面的專業課程，培養航空技術人才。
10. Cyrano Latiff 機長：積極參與航空教育與培訓，分享自身經歷，並致力於培養下一代航空專業人才。

四、參訓學員

本次共 22 名學員參與受訓，各來自汶萊民航局、埃及民航局、賴比瑞亞民航局、馬來西亞亞洲航空公司、巴拉圭民用航空總局、菲律賓航空管理公司、新加坡樟宜機場集團、索馬利亞國際機場、臺灣桃園國際機場公司、坦尚尼亞機場管理局，參訓學員名單如下表：

S/N	Name	Country	Organisation
1	Mrs Dayangku Norhoneytawati Pengiran Tejudin	Brunei	Department of Civil Aviation
2	Mrs Umi Farina Haji Mohd Salleh	Brunei	Department of Civil Aviation
3	Sajideen Yahya	Brunei	Department of Civil Aviation
4	Mohammed Abdelsnaser Elsayed	Egypt	Egyptian Civil Aviation Authority
5	Jonathan N Barmen	Liberia	Liberia Civil Aviation Authority
6	Shafie Bin Muhamad Ali	Malaysia	AirAsia Berhad
7	Francisco Javier Mendoza Recalde	Paraguay	National Directorate of Civil Aeronautics - DINAC
8	Carlos Jorge Martinez	Paraguay	National Directorate of Civil Aeronautics - DINAC
9	Ms Karen Gai	Philippines	Falconer Aircraft Management Inc.
10	Mohamad Shafe Bin Mohd Yusuf	Singapore	Changi Airport Group
11	Mohammad Ilyasa Bin Ismail	Singapore	Changi Airport Group
12	Muhammad Hadi Bin Mohamad Zareen	Singapore	Changi Airport Group
13	Muhammad Syahmi Bin Raman	Singapore	Changi Airport Group
14	Muhammad Ziyad Bin Suhirman	Singapore	Changi Airport Group
15	Rahmad Bin Abdul Rahman	Singapore	Changi Airport Group
16	Sashen Kumar S/O Thanabal	Singapore	Changi Airport Group
17	Zufian Ariff Bin Kamis	Singapore	Changi Airport Group
18	Abdihamid Yusuf Muse	Somalia	Bosaso International Airport
19	Chen You-Hao	Taiwan	Taoyuan International Airport Co.
20	Chiu Po Hung	Taiwan	Taoyuan International Airport Co.
21	Lin Yen-Cheng	Taiwan	Taoyuan International Airport Co.
22	Ms Theresia Tengia	Tanzania	Tanzania Airports Authority

五、訓練地點

新加坡民航學院（SAA）位於新加坡東部鄰近樟宜機場交通便利，自 2024 年 4 月起關閉現有校區，進行為期兩年的原址翻新與擴建工程，此次整修保留現有設施的基礎結構，並進行大規模的內部翻新與擴建，提升培訓容量並新增學習與公共空間，預計於 2026 年重新開放。故此此次參訓地點改為樟宜悅樂飯店內會議室，這短短的五天與來自十個不同國家的學員共同參與課程，互相交流想法與見解激盪出多元觀點，也讓大家對同一個議題有了更深層次的理解與啟發。

課程會議室場地如下方圖片。



參、課程內容

一、課程第一天

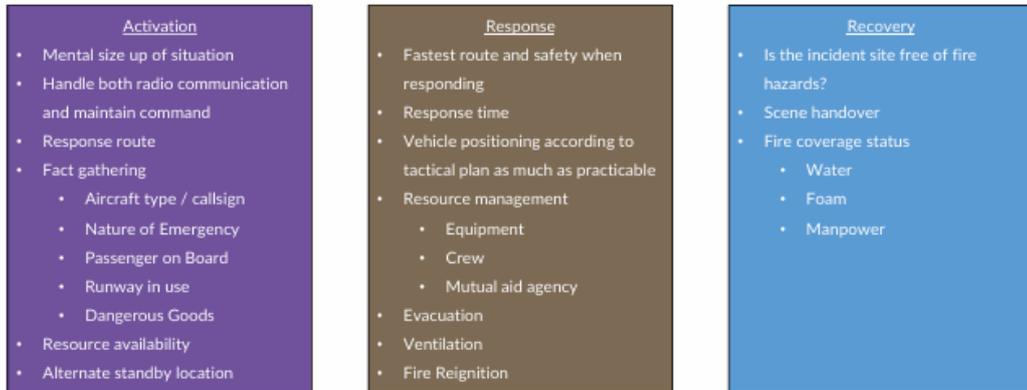
1. 開幕儀式 Course Opening



2025（Emergency Management Workshop, EMW）課程由 SAA 主辦方 Constanze 經理帶領來自各國的參訓人員自我介紹互相認識，並介紹課程的整體安排、目的與學習目標，並簡要說明新加坡在應對航空與緊急事故方面的經驗與資源，也介紹後續五天課程將涵蓋的主題，如跨機關合作、飛航事故調查、災難管理與法律應變等。

2. 多機構聯合應變 Multi Agency Operations involving foreign agencies and carriers

Different Stages of Incident Management



在每一次緊急事件被確認為重大事故後，事件指揮官（Incident Commander, IC）第一線的總指揮，必須將應變程序依序分為三個階段：啟動階段、應變階段與復原階段。在這三個階段中，各參與角色都必須明確分工、各司其職，確保整體行動有序推進、資源運用高效，並有效降低事件帶來的影響。

(1.) 啟動階段（Activation）

- 針對情況心理研判（腦中迅速盤點狀況包括判斷事故位置、機型）
- 無線電通訊與維持指揮（航管塔台、指揮官、現場人員之間的聯絡）
- 選擇最佳應變路線
- 蒐集資訊（飛機型號／呼號、緊急事件性質、機上人數、使用中跑道、是否涉及危險物品）
- 可用資源狀況（預先規劃備援機制，例如車輛故障,從其他分站支援）
- 替代待命地點（例如因煞車系統異常需全長落地的飛機，在跑道末端設置待命車輛）

(2.) 應變階段（Response）確保事態不進一步惡化的階段

- 採取最快且安全的應變路線
- 回應時間（達到 ICAO 規定的兩至三分鐘黃金反應時間）
- 依據戰術計畫將車輛盡可能部署於最適當位置
- 資源管理（車輛裝備、隊員、支援單位）

- 疏散行動
 - 通風措施
 - 火勢復燃的預防
- (3.) 復原階段 (Recovery)
- 現場是否已無火災危害
 - 現場交接程序 (確保每一項任務轉移接手單位都有記錄並獲得確認)
 - 滅火覆蓋狀況 (水源狀況、泡沫使用狀況、人力配置)

總結並思考未來應變工作的深化方向：

- (1.) 跨機構合作不是災難發生後才啟動的關係。我們應透過平時的聯絡、聯合訓練與資訊共享建立互信，這樣一旦事件發生協調就不再是瓶頸，而是自然的反應機制。
- (2.) 與外國航空公司或國際機構的互動，需要特別注意文化、語言與責任劃分的差異，機場應提早制定相關程序與應變協議，確定在什麼階段各單負責什麼事、哪些資訊需要通報或保密。
- (3.) 應變流程不只是技術與制度的執行，更關乎「人」的溝通與領導能力及事件能否快速受控的關鍵。

我們不能保證災難永遠不會發生，但可以保證的是透過不斷訓練與演練，我們的反應會越來越成熟、越來越有效率。

3. 航空緊急管理法律層面 Legal Aspects of Aviation Emergency Management

- (1.) 航空緊急事件涵蓋：
 - 航空器緊急狀況
 - 蓄意破壞 (爆裂物威脅)
 - 非法劫持航空器
 - 危險物品事故
 - 建築物火災
 - 天然災害緊急事件
 - 公共衛生緊急事件(旅客/貨物透過航空運輸傳播大規模傳染病爆發)
- (2.) 航空器緊急事件管理的時間框架與範疇分為三個階段：
 - 發生前 (準備與規劃、演習與測試、準備狀態)

- 發生時（立即反應、通報與回報）
 - 發生後（受害者與家屬的援助、營運持續性、安全調查、訴訟與起訴、索賠與訴訟）
- (1.) 涉及單位有：航空政府機構與監管機構（交通部、民航局、運輸安全調查委員會、國際民航組織 ICAO、世界衛生組織 WHO）、航空營運與人員（航空交通管制員、航空公司、地勤、機組人員、維修廠商、維修工程師）、其他（罹難者與家屬、醫療與相關人員、媒體、警察、法官、檢察官、律師、保險公司、罹難者家屬協會、紅十字會等）
- (2.) ICAO 所訂定的標準與建議措施(SARPs)涵蓋以下核心領域：
 機場應急計劃之制定與實施、機場之救援與消防資源配置、航空安全相關之應變計劃建立、搜索與救援行動（SAR）以及事故打撈作業之促進、航空器事故之即時通報與獨立調查要求、危險物品事故之調查程序及資訊統整機制，這些要求共同構成一套全面性的航空監管框架，旨在強化各締約國應對航空突發事件的能力，並提升國際航空運輸體系的整體安全與協調。
- ICAO Annex 12- Search and Rescue（搜尋與救援）
- 締約國需建立 SAR 組織(Search and Rescue Organization)。
 - 與鄰近國家建立區域性合作協議與信息共享機制。
 - 定義遇難通知、救援資源啟動與指揮通訊程序。
 - 規定 SRR(Search and Rescue Region)劃設、聯絡管道、行動協調流程。
 - 建議國家設立救援協調中心(RCC)與救援分中心(RSC)。

AVIATION REGULATORY REQUIREMENTS – Facilitation of search, rescue, accident investigation and salvage

- **ICAO : Annex 9 – Facilitation**
 - **[Standard] 8.3** Subject to any conditions imposed by Annex 12 — *Search and Rescue* and Annex 13 — *Aircraft Accident and Incident Investigation*, Contracting States shall make arrangements to ensure entry without delay into their territories on a temporary basis of qualified personnel required for search, rescue, accident investigation, repair or salvage in connection with a lost or damaged aircraft.
 - **[Standard] 8.3.1** In arranging for the entry without delay of the personnel referred to in 8.3, when such a document is necessary, States shall not require any other travel document than a passport (cf. 3.5).
 - **[Recommended Practices] 8.3.2 & 8.3.3** – *entrance visas & transport of investigators to the site of the accident or incident*
- **Singapore : Immigration Act 1959**

CAAS

ICAO Annex13- Aircraft Accident and Incident Investigation (事故與事件調查)

- 每個國家應設立獨立的事故調查機構，免受營運單位或監理機構干預。
- 調查目的為防止再發生，而非歸責。
- 說明調查責任的分配原則（如發生國、註冊國、設計國等）。
- 詳列初步通報(24 小時內)、最終報告格式與發布時限(最長 12 個月)。
- 明定對 FDR/CVR(黑盒子)資料、調查資料之保護原則。

AVIATION REGULATORY REQUIREMENTS – Accident Notification & Investigation

- **ICAO : Annex 13 – Aircraft Accident and Incident Investigation**
 - **[Standard] 4.1** The State of Occurrence shall forward a notification of an accident, a serious incident or an incident to be investigated ... to : [the States of Registry, the Operator, Design, Manufacture] and [ICAO, when the aircraft involved is of a maximum mass of over 2 250 kg or is a turbojet-powered aeroplane]. However, when the State of Occurrence is not aware .. , the State of [Registry / the Operator] ... shall forward to ... the State of [Design, Manufacture and Occurrence].
 - **[Standard] 5.1** The State of Occurrence shall institute an investigation into the circumstances of the accident and be responsible for the conduct of the investigation, but it may delegate to another State or a ... [RAIO] by mutual arrangement and consent.
 - **Other Standards in Annex 13 pertaining to investigation**
- **Singapore : Transport Safety Investigations Act 2018 & Transport Safety Investigations (Aviation Occurrences) Regulations 2023**

CAAS

OTHER LEGAL REQUIREMENTS/PROCEEDINGS – Preservation of Evidence & Aircraft Custody

- **ICAO : Annex 13 – Aircraft Accident and Incident Investigation**
 - **[Standard] 3.3** The State of Occurrence shall take all reasonable measures to protect the evidence and to maintain safe custody of the aircraft and its contents for such a period as may be necessary for the purposes of an investigation. Protection of evidence shall include the preservation, by photographic or other means of any evidence which might be removed, effaced, lost or destroyed. Safe custody shall include protection against further damage, access by unauthorized persons, pilfering and deterioration.
 - **[Standard] 5.6** - The investigator-in-charge shall have unhindered access to the wreckage and all relevant material, including flight recorders and ATS records, and shall have unrestricted control over it to ensure that a detailed examination can be made without delay by authorized personnel participating in the investigation.

CAAS

ICAO Annex14- Aerodromes (機場)

- 每座機場需制定並實施機場應急計畫(AEP)。
- 根據航機等級配置救援與消防等級(RFFS Categories)與反應時間(≤3分鐘)。
- 指定跑道、滑行道、燈號、標誌、排水、視距、無障礙設施等設計標準。
- 要求機場建立鳥擊管理與障礙物移除程序。
- 說明緊急車輛部署位置、訓練與裝備最低標準。

AVIATION REGULATORY REQUIREMENTS – Rescue & Fire Fighting

- **ICAO : Annex 14 Vol 1 – Rescue and fire-fighting**
 - **[Standard] 9.2.1** Rescue and fire fighting equipment and services shall be provided at an aerodrome when serving commercial air transport services.
 - **[Standard] 9.2.2** Where an aerodrome is located close to water/swampy areas, or difficult terrain, and where a significant portion of approach or departure operations takes place over these areas, specialist rescue services and fire fighting equipment appropriate to the hazard and risk shall be available.
 - **[Standard] 9.2.3** The level of protection provided at an aerodrome for rescue and fire fighting shall be appropriate to the aerodrome category determined using the principles in 9.2.5 and 9.2.6, except that, where the number of movements of the aeroplanes in the highest category normally using the aerodrome is less than 700 in the busiest consecutive three months, the level of protection provided shall be not less than one category below the determined category.
- **Singapore : ANR-139, Aviation Specifications 5 (AS5) - Aerodromes 2023, AS6 – Heliports 2023, Manual of Standards – Aerodrome Rescue & Fire-Fighting Training 2023**

CAAS

課程最後呼籲各部門勿等事故發生後才思考責任歸屬與法律程序，而應預先明確界定，並經由演練反覆驗證應變方案。法律部門不應只是旁觀者，而是要應變系統的積極參與者，確保每個環節合法、合規與合情。

4. 樟宜機場消防站運作 Changi Fire Station Operations

樟宜機場具備 ICAO 最高級別第 10 級救援與消防保護等級，足以支援 A380 等超大型飛機之應變需求，有三個消防站及海上救援基地，消防人力約 230 名消防員、車輛裝備 42 輛主力消防車為 Rosenbauer Panther 系列泡沫消防車，具備機體穿透裝置，可向機艙內灑水/泡沫與海上消防應變車輛並配有消防船與氣墊艇，負責機場沿岸與海域事故。



主要應變任務類型分類

- (1.) 航空器緊急事件：機體起火、迫降、墜毀、引擎故障、地面火警與飛機維修時事故。
- (2.) 國內事故（機場設施內部）：建築物、機棚、燃料設施火災、車輛事故、自殺企圖事件、地下道／隧道（行李、列車）事故、地鐵／旅客輸送系統（PTS）事故、電梯卡困、危險物質（HAZMAT）事故。
- (3.) 特別任務與日常支援：貴賓航班水門禮、電鍍作業監察、航空器加油警戒待命、消防安全巡邏與檢查、野生動物入侵與鳥擊管理、反無人機干擾行動、特殊威脅應對、放射性、爆炸物、海上救援、海域飛機墜落、船舶燃料運輸意外等。

樟宜機場的訓練系統強調「從實戰場景中學習」並設有三種模擬設施涵蓋：

- (1.) 不同風險等級（從局部起落架、引擎、機翼火點到整架飛機起火、燃油外洩起火）
- (2.) 多種功能訓練面向（滅火、搜索、疏散、指揮）
- (3.) 層級遞進（初階→中階→高階與戰術級）

這些設計不僅模擬場景真實，更強化反應、判斷、協同與領導等綜合能力。



紅鳥（Red Bird）混合型模擬機火災器：

火點辨識訓練：在有限視距下快速找出起火點，如起落架、引擎、APU
火災規模中等，但具多重火點及外部接近戰術訓練價值

評估內容：反應時間、泡沫使用效率、安全間距掌握、雙人協同



綠鳳凰（Green Phoenix）高階火災模擬器：

個人全副防護裝備進入高溫濃煙艙內，進行高溫與高壓與耐熱訓練，模擬
火勢蔓延、熱浪上升、電氣火花爆炸聲等感受。



新加坡樟宜機場的演練體系結合實境、策略、科技與跨部門協作，系統化的模擬設施、多情境導入、強調聯合應變與危機領導力，成功建立一套具彈性、針對性與持續進化能力的應急演練平台，不僅滿足 ICAO 要求，更在全球航空安全治理中展現領導力。

二、課程第二天

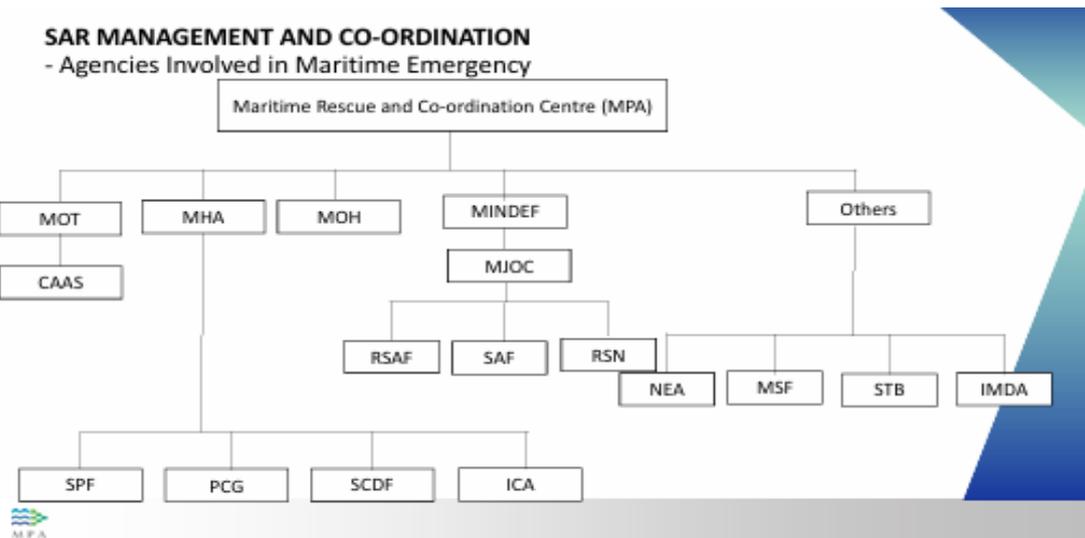
1. 海上災難管理 Managing Maritime Disasters

新加坡海事與港口管理局 (MPA)：作為新加坡港務總管理單位，負責全國港口、海上航運與航道安全，管轄與執行海事安全政策，包括船舶交通管理、海上溢油應變、搜救協調等。

新加坡海事搜尋與救援區 (MSRR)：涵蓋約一百萬平方公里的南中國海海域，全天候監控來自船舶與航空器的緊急訊號，負責海上搜救行動的地理責任區域 (SRR)，與鄰近國家 (如馬來西亞、印尼) 進行跨國 SAR 協調與區域劃界。

海上救援協調中心 (MRCC)：負責監控求救信號或將求救信號轉發至其他 MRCC、搜尋與救援任務、定位船舶、建議與撤離船舶船岸醫療、提供海上人員救援的建議。

海上災難的類型：船舶碰撞 (航行錯誤、技術故障或天氣等原因)、沉船 (不當操作或惡劣天氣等原因)、火災 (在船上發生火災，會影響船員與貨物的安全)、人員失蹤 (必須迅速進行搜尋與營救)、海上污染 (由船隻造成的油污或化學污染)。



當海上船隻發出遇險訊號時，上述機構即會參與海上緊急情況，鄰近的其他船舶會即時接收到訊號，並依照國際海上慣例，無需等候指示即可迅速前往現場展開救援行動。但亦有發生過小艇船員發生落水情況時，往往在官方機構尚未接獲通報前，便已由路過商船及時救起，商船作為第一線最關鍵的救援平台，具備提供緊急醫療、食物補給與庇護空間的能力，成為最有效率且最安全的海上救援方式。

雖然每月接獲的遇險訊號中，約有 9 成確認為誤報（設備誤觸、電力故障等技術因素），但所有警報仍必須逐一核實與回應，一旦收到求救訊號，即便發訊者無法提供精確座標，仍會視為真實事件處理，並透過無線電波覆蓋範圍、海域雷達資料及鄰近船舶的位置資訊展開搜救定位與行動。

關鍵要素：

- (1.) 協調與合作：有效的應變行動仰賴所有相關機構與部門的協調合作，從而確保行動的一致性與效率。
- (2.) 通訊管理：確保所有參與的機構能即時交換信息，避免誤解和延遲，維持行動節奏與正確決策。
- (3.) 應變靈活性：海上應變需要保持靈活性，能夠根據現場情況做出快速調整，以因應實際狀況維護人員與資產安全。

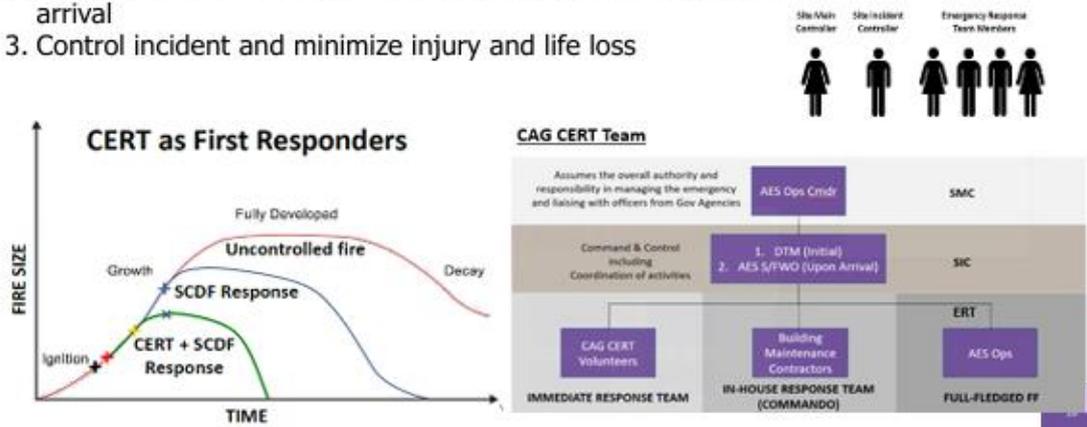
2. 樟宜機場消防疏散計畫 Fire Evacuation Plans at Changi Airport

CAG 緊急應變計畫（Emergency Response Plan, ERP）：ERP 包含場地提供的消防安全措施資訊、包含樓層平面圖與疏散程序、記載各利害關係人在火警中的職責與分工、明確列出火災時各方應採取的行動。

樟宜機場有四座航廈、Jewel 商業區與未來 T5 皆有獨立的火災疏散計畫與緊急應變計畫 (ERP)，且遵循新加坡法規 (SS532、SS575、SS645、SS546) 建築須經 SCDF 與 BCA 雙重審查與認證。每座航廈每年需重新檢查與認證均需取得消防安全證書。

CAG Company Emergency Response Team (CERT)

1. A Company Emergency Response Team is a group of competently trained and equipped personnel.
2. First responders to initial phase of an emergency before SCDF's arrival
3. Control incident and minimize injury and life loss



CAG 企業緊急應變小組 (Company Emergency Response Team, CERT)：基本成員包含指揮官、現場負責人與急救員等共 6 人，在新加坡民防部隊 (SCDF) 抵達前，負責在事故初期提供即時應變控制事態、疏散引導減少人員傷亡、初步滅火與協助救援的行動單位。

CERT 中的現場總指揮官 (Site Main Controller, SMC)：負責整體應變行動，其職責包括：與 SCDF、警察等政府單位聯繫、向事故指揮官提供公司政策相關決策資訊、授權中止設施運作、授權對外 (媒體與政府) 發布資訊、協助評估並決定事件終止與恢復進場時間。

CERT 中的現場事故指揮官 (Site Incident Controller, SIC)：是現場應變行動的主要負責人，其職責包括：評估現場狀況，擬定應變策略與行動方案、劃分事故控制區域 (如熱區、暖區、冷區)、設立現場指揮站、指揮與調度應變團隊、確保應變人員安全，並監控疲勞與壓力情況、部署應急設備與器材、如有需要，指揮執行救援任務、與 SMC 及應變人員保持通訊暢通、與 SCDF 現場指揮官密切合作、確保器材與人員完成去污程序、負責協調善後與復原作業

CERT 中的應變團隊 (Emergency Response Team, ERT)：小組成員接受過基本應變行動訓練，包括消防、危害物質處置及其他疏散、急救等任務、在 SIC 指揮下執行基本的應急行動，例如消防與危害物質處置、

協助通知鄰近場域發生緊急情況，並在 SIC 指揮下執行公共保護行動、在 SMC 或 SIC 指揮下，負責統計危險區域內外人員，並協助確保所有員工能順利、有秩序地疏散至指定的疏散集合區（EAA）、在 SIC 指揮下於工作場所內執行「就地保護」（IPP）措施、急救人員應對任何傷患進行基本急救處置、保安人員應負責封鎖公司場地，並協助 SCDF 人員迅速進入事故現場。

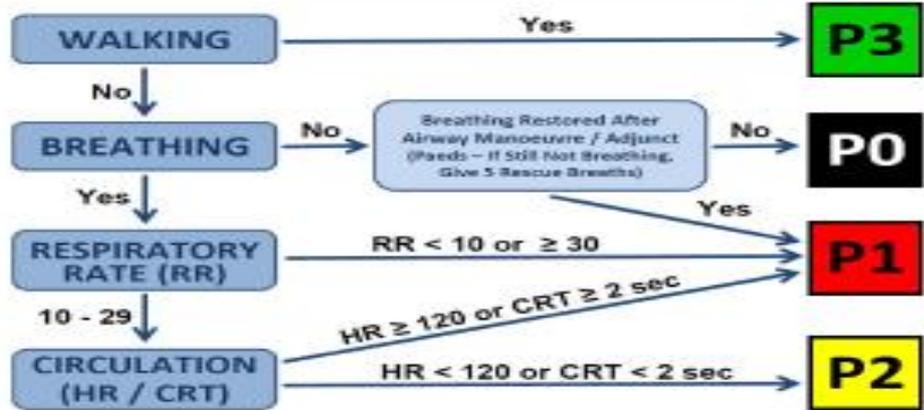
3. 樟宜機場重大事故的醫療應變 Medical Response to Major Incidents at Changi Airport

醫療應變的主要目標包括減輕傷患痛苦、減少經濟損失、恢復公司營運，即遵照 CSCATTT 原則：指揮與控制（Command & Control）、安全（Safety）、溝通（Communications）、評估（Assess）、檢傷分類（Triage）、治療（Treat）與轉送（Transport）。

在大量傷患事件中，常規救護車資源很容易會發生不敷使用的狀況，因此應考慮替代運輸方式，例如租賃車輛、機場接駁車甚至軍方車輛，當發生這類事件需要政府協調應變，各部門需分工合作：如民防部隊負責救援與疏散、警察維護安全、衛生部提供醫療與心理支持、社會與家庭部門則負責災後關懷。

一旦發生重大事故災難現場劃分為熱區（僅限消防人員進入）、暖區（僅限醫護與必要人員進入）、冷區（安全區域），並設置藍色閃燈標示交接點，利於醫療團隊與民防單位交接，並使用 Triage 檢傷分類：醫護人員在現場進行快速評估，依據病患意識、呼吸、循環分類、使用 METTAG 傷患分類標籤系統（如紅黃綠黑）、決定是否需現場急救或可延後轉送，關鍵原則：「救最多的人」，不是「先來先救」。

TRIAGE SIEVE



除了消防與醫療應變外，也會設置「旅客配對區」(Passenger Matching Area)，家屬將被引導至此區，向現場工作人員提供親屬資訊，便可得知親屬被送往哪家醫院，如樟宜綜合醫院或新加坡綜合醫院等。快速掌握旅客名單並更新資訊，作為家屬查詢與媒體應對的基礎。

引用 Helmuth von Moltke the Elder 說過「沒有任何作戰計畫能倖存於與敵人的第一次接觸。」強調應變現實與理論之間的落差，尤其在災難應變中尤為明顯，特別是在夜間或惡劣天候下，許多演練常未涵蓋這些高風險條件，導致實務操作與計畫脫節。建議設計更貼近實境的演練計畫（包含夜間、不良天氣、多點爆發等情境）、針對災難應變進行有系統的災難醫療訓練。

- Quicker response from medical teams
- More realistic training drills
- Train FMT for disaster response
- Designate commanders before disaster occurs
- Assign dispatch officers with knowledge of treatment capacity and specialty of receiving hospital in advance

Recommendations



三、課程第三天

1. 企業營運持續計畫 Business Continuity Planning

講師 Mr. Krishnasamy 來自於樟宜機場集團(簡稱 CAG)機場營運中心(簡稱 AOC)策略與計劃部門內負責企業營運持續計畫(簡稱 BCP)的資深經理，並有 12 年 BCP 相關業務經驗。

講師於課堂中提及樟宜機場多年來實際發生的案件，如 2015 年 QZ8501 事件、2016 年 SQ368 事件、2017 年樟宜機場第二航廈火警濃煙、2018 年新加坡航空展南韓軍機事故、2019 年 COVID-19 新冠疫情、2023 年 CA403 事件、2024 年微軟系統全球大當機事件等，以各事件為起源或假想進一步調整、新增各事件對應之機場緊急應變程序(簡稱 AEP)，並於事後定期檢討與實際演練，但切記勿採用一體適用的僵化設計來制定 AEP。

鑒於現今事故多半為複合式災難，除了仰賴 AEP 的制定與定期演練外，仍須團結機場各單位共同合作，才能最有效率應對事件與後續復原與檢討作業。

另外新加坡政府非常重視專業技能，依照各不同事件階段對應不同層級指揮，並不會有中央政府直接下達指揮地區性事件，或者說各單位有其專業性，國家層級由內政部主持、交通部支援；航空層級由民航局負責；現場由機場營運中心指揮，AES 具備航空火災專業能力，因此在空難事件中，政府單位須聽從 AES 的現場指令，這點是其他國家少見的。AES 團隊也專責現場滅火、救援與傷患處理，直至跑道交還後，才由後勤團隊接手維修與重建作業。

最後講師強調“各就各位”的原則，機場發表與場站營運相關事項，民航局發表航空安全相關資訊，航空公司發表航班或乘客相關消息，各單位避免越權評論；另外，針對不同事件對應之層級應變單位請參考下方圖示說明：

Incident Classification

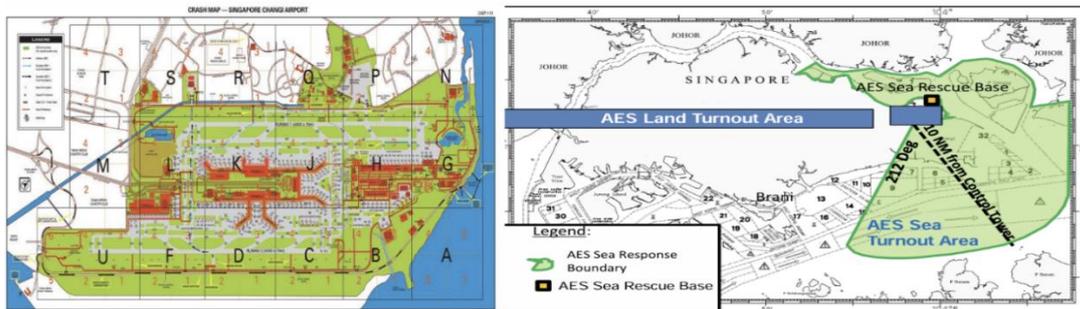
Level 1 National Crisis	Crisis incident that poses grave implications to national security, economy, social, diplomatic or political stability e.g. aircraft hijack, bomb blast
Level 2 Major Incident	Crisis situation at the airport that involves loss of lives, major injuries or prolonged service disruption that impact large portion of public e.g. aircraft crash, terminal closures
Level 3 Minor Incident	An airport incident which has the potential to result in minor injury or a service disruption within a short time frame e.g. localised system failures, mass stranded passengers, border health, road traffic accidents etc.



Crisis Response Framework

Crash on land or at sea **within AES Turnout Areas**

Level	Responding Agencies
National	Homefront Crisis Executive Group (HCEG)
Lead Ministry	Ministry of Transport
Crisis Manager	Civil Aviation Authority of Singapore
Incident Manager	Changi Airport Group
On-scene Coordinator	Changi Airport Group – Airport Emergency Services



2. 飛機緊急與搜救行動 Aircraft Emergency and Search and Rescue Operations

Mr. Ibrahim 來自於新加坡民航局(簡稱 CAAS)單位下航管部門(簡稱 ATS)的資深航空管制員，過去曾任職於航空公司，現階段除服務塔台單位外也擔任起事故搜救協調官的角色。

講師說明以新加坡為例，只有搜救協調中心(RCC), 搜救分區中心(RSC)或者航管服務單位(ATS)上述 3 個單位可以依據緊急狀態的訊息、評估緊急等級來發布航空器緊急階段，惟通報來源不限於 ATS，還可能來自軍方、航空公司，甚至一般民眾目擊者。

緊急階段可分為下列 3 種，但根據現場狀態的發展可隨時升降級以因應資源有效地分配。

- (1.) 不明階段(INCERFA)：
 - a. 塔台未如期收到航機通聯且逾 30 分鐘
 - b. 航機未如期抵達且逾 30 分鐘仍未出現
- (2.) 預警階段(ALERFA)：
 - a. 不明階段(INCERFA)後仍持續通訊失敗且無單位能提供其航機訊息
 - b. 航空器獲准降落卻在預期降落時間超過 5 分鐘且仍未恢復通訊
 - c. 接獲消息指出航空器性能受損，但尚未達到緊急迫降標準
 - d. 已知或合理相信航空器受到非法干預
- (3.) 遇險危急階段(DETRESFA)：
 - a. 在預警階段(ALERFA)後仍無法建立通訊，且更多單位回報無消息
 - b. 判定航機燃油耗盡或不足以達到安全地點
 - c. 得知航空器性能嚴重受損，急需迫降
 - d. 資料顯示或可合理確定航空器即將或已知緊急迫降

最後，講師於課堂分享航空器緊急代碼，如 7500 是飛機遭受非法威脅，7600 是無線電失效或失去聯繫，7700 則是航空器機上因特殊案件須緊急轉降等，一旦駕駛於儀器設備輸入代碼後，航管中心就會立刻接收訊息並轉知相關單位應處。

3. 全球航空遇險與安全系統 GADSS & Cospas Sarsat System

本課程由來自於 CAAS 單位下航空交通服務部門(簡稱 ATS)的講師 Iskandar Ibrahim，內容專業且聚焦於全球搜救衛星系統(Cospas-Sarsat)與全球航空遇險與安全系統(簡稱 GADSS)的架構與應用；課堂內並多次提及 ADS-B 系統之重要性。

隨著航空交通量逐年上升，航空器在飛行過程中的追蹤、遇難通報及搜救能力變得日益重要。為了提升航空器的全球安全性與搜尋效率，ICAO 推動了 GADSS，並與現有 Cospas-Sarsat 系統結合，建構出一個更完整的全球航空安全監控網絡。

Cospas-Sarsat 是一個使用衛星與地面設施組成的全球性搜救支援系統，能接收來自飛行器、船舶或個人遇險信號器的訊號，並即時通報給

相關單位。系統包括三大組成：太空段（衛星）、地面段（接收站）與訊號來源（遇險信標），衛星能偵測包含三種類型的 406 MHz 遇險信標（distress beacons），說明如下：

- (1.) ELTs (Emergency Locator Transmitters)：用於航空器，包含可進行遇險追蹤的 ELT(DT)
- (2.) EPIRBs (Emergency Position Indicating Radio Beacons)：用於船舶，亦包含船舶保安警報系統信標 (SSAS)
- (3.) PLBs (Personal Locator Beacons)：供個人攜帶，在多種環境下使用

太空段(衛星)方面：

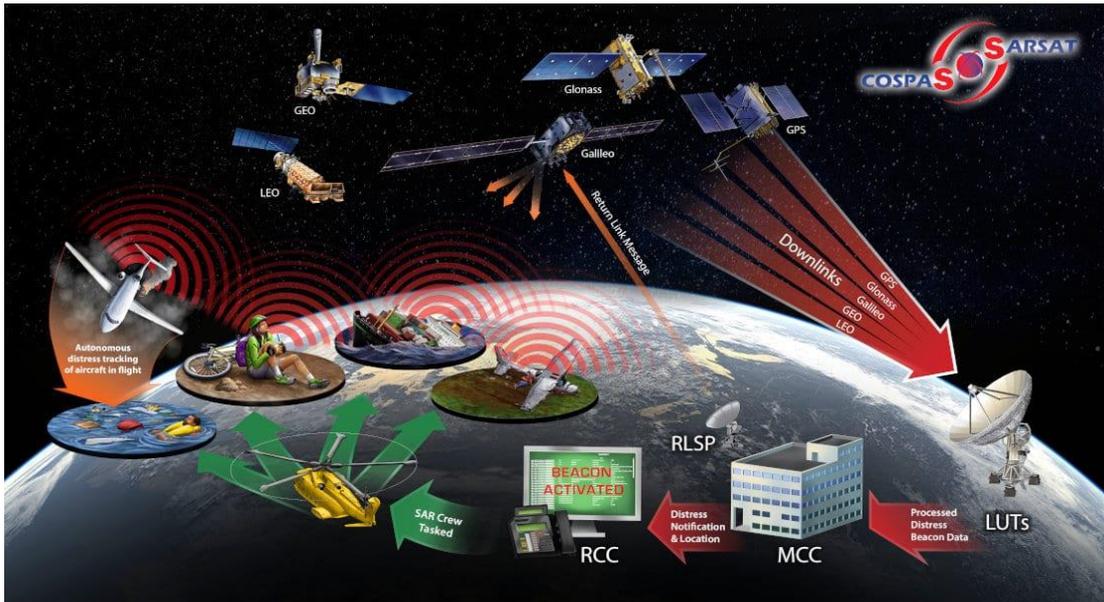
- (1.) LEOSAR (Low Earth Orbit Search and Rescue) 高度約莫於地表上 700-1000 公里，屬於低軌道衛星，特點移動速度快，能透過都卜勒效應技術進行三角定位，大幅提高精確度。
- (2.) MEOSAR (Medium Earth Orbit Search and Rescue) 高度約莫 2,000 至 24,000 公里，屬於中軌道衛星，特點數量多，易實現三角定位，美國 GPS 衛星與歐盟 Galileo 定位衛星定位上皆屬 MEOSAR。
- (3.) GEOSAR (Geostationary Earth Orbit Search and Rescue) 高度超過 36,000 公里，與地球運轉速度一致，故能長期監測同一位置，又稱靜止軌道或同步軌道。

上述三種衛星共同構成 COSPAS-SARSAT 的「空中接收網絡」，互補運作，確保無論遇險者身在空中、海上或陸地，都能在最短時間內被偵測與定位。

地面段（接收站）方面：

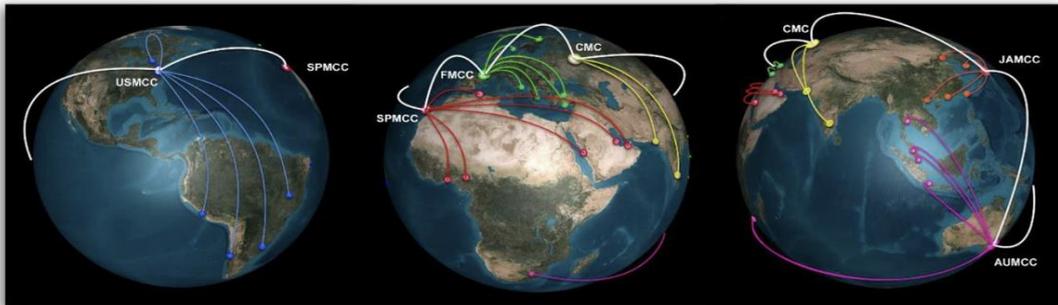
- (1.) 在地使用者端 (LUTs)
- (2.) 任務管制中心(MCCs)
- (3.) 當地搜救協調中心(RCCs)

LUTs 負責接收來自太空段衛星的下行訊號並處理後傳送至 MCCs，而 MCCs 負責中樞轉發與協調，轉交遇險通報數據給予 RCCs 或其他鄰國 SAR 單位進行搜救。



順帶一題，臺灣已在 1992 年，以「國際電信開發股份有限公司 (ITDC)」名義加入 COSPAS-SARSAT。2018 年由交通部航港局完成 MEOLUT 及 TAMCC 軟硬體建置，經上層節點日本驗證後，於 2023 年全球宣告 TAMCC 正式進入完全運轉能力階段。

COSPAS-SARSAT Data Distribution System - NODALS AND MCCs



NODALS	USMCC (USA)	SPMCC (Spain)	FMCC (France)	CMC (Russian Federation)	JAMCC (Japan)	AUMCC (Australia)
MCC	ARMCC (Argentina) BRMCC (Brazil) CHMCC (Chile) CMCC (Canada) PEMCC (Peru)	AEMCC (UAE) ALMCC (Algeria) NIMCC (Nigeria) QAMCC (Qatar) SAMCC (Saudi Arabia) TGMCC (Togo)	CYMCC (Cyprus) GRMCC (Greece) ITMCC (Italy) NMCC (Norway) TRMCC (Turkey) UKMCC (UK)	INMCC (India) PAMCC (Pakistan)	CNMCC (China (P.R. of)) KOMCC (Korea (Rep. of)) HKMCC (Hong Kong - China) TAMCC (ITDC) VNMCC (Viet Nam)	ASMCC (South Africa) IDMCC (Indonesia) SIMCC (Singapore) THMCC (Thailand)

GADSS 系統發展背景源自過往航空事故（如 AF447、MH370 和 MS804 事件）後的教訓，致力於實現全球範圍內飛行器的即時追蹤與緊急定位。講師舉例，上述三起事故均在飛行途中與地面失聯，搜索與救援(SAR)因殘骸定位數週至數年導致救援與事故調查難上加難。鑒於此 ICAO 積極推動 GADSS 等三大核心目標，包含航機軌跡追蹤(Aircraft Tracking)、自主遇險追蹤(ADT)和事故後的殘骸定位與資料回收 (Post-Flight Localization & Retrieval) 即時追蹤並準確定位異常航機飛行四維與推估最終位置。ICAO 並要求 2024 年起新註冊航機也必須配備更先進的

ELT-DT 以確保全球航機飛行安全。

- (1.) 航機軌跡追蹤(Aircraft Tracking): 自 2018 年起實施, 利用現有技術(如 ADS-B), 要求每 15 分鐘或更短間隔回報四維, 海洋空域則為強制。
- (2.) 自主遇險追蹤(ADT): 適用於 2024 年後製造超過 27 噸的新型航空器; 進入遇險狀態時, 最慢至少每分鐘必須自主傳送定位, 以便縮小搜救區至 6 海浬內; 且不得手動關閉以防非法干擾(如劫機)被人為關閉。
- (3.) 事故後的殘骸定位與資料回收 (Post-Flight Localisation & Retrieval): 透過 ELT、水下定位設備(ULD)、飛行紀錄器(Flight Recorder)或衛星資料串流確保能及時定位與取得飛行資料。



4. 樟宜機場航空器復原作業 Aircraft Recovery at Changi Airport

Mr.Razak 來自新加坡航空工程公司(簡稱 SIAEC)的營運經理, 是線上維修部門內主責故障航機移離(簡稱 DAR)團隊主管, 並有 18 年維修與 DAR 相關實務經驗。SIAEC 是新加坡航空公司(簡稱 SIA)旗下子公司於 1992 年成立, 並於 2000 年新加坡證券交易所上市, 主要負責航機各項大小乃至零組件維修。

本課程內容包含定義 DAR、受困類型、影響範圍、常見時機、等級分類、團隊介紹、設備及訓練, 最重要的是機場緊急應變計畫(簡稱 AEP)的擬定與定期演練。

一件故障航機事件的發生, 各單位都免不了責任, 尤其發生在樟宜機場時, 新加坡民航局(簡稱 CAAS)率領 DAR 專責小組, 其中包含樟宜

機場集團(簡稱 CAG)、新加坡航空公司(簡稱 SIA)及 SIAEC，上述四單位組成一個專責小組並負責 AEP 的擬定、定期聘請 DAR 顧問指導、每年兵推演練及理論課程、DAR 設備實務操作及每 2 年執行航機移離演練。

DAR 行動中第一線人員為機場緊急服務(簡稱 AES)人員，也就是消防救援人員，確認現場安全無虞後才轉交現場指揮給予 DAR 專責團隊執行航機救援。與桃園國際機場些微不同的是，這些 DAR 團隊、設備、專業訓練皆為 SIAEC 主責，不但平日保養與訓練受 SIA 與 CAG 委託負責，事件發生時更擔起主要航機移離責任，而桃園國際機場消防大隊須具備 DAR 設備及相關專精訓練，藉以此支援桃機場域內故障航機移離之責。

講師再次強調 DAR 是每一個機場韌性與營運關鍵能力，即便設備購置成本、訓練及維護費用高昂，各國仍應重視其相關恢復營運能力，並強烈建議擬定相關 AEP 準則、組織對航空器最了解之 DAR 專責團隊及定期實兵演練以應對未來航空器帶來的各種突發事件。

設備方面，樟宜機場 DAR 設備主要來自兩家製造商，荷蘭 RESQTEC 和德國 KUNZ。人力部分則是一般操作至少需 30 人，依受損程度可能需上調至 50 人不等；樟宜機場緊急應變計畫(簡稱 CAEP)可參考下方圖示。



四、課程第四天

1. 飛機事故調查 Aircraft Accident Investigation

TSIB 是一個獨立的交通事故調查機構，涵蓋航空、海運與鐵路事故調查，並有多名全職專業調查員。調查需與機場經營者（CAG）、航空公司、航管服務單位與司法人員等分開獨立進行，以確保客觀中立。

調查機關的任務是檢視整體系統，目的是為找出事故原因，防止未來重演，而非追究責任或懲罰個人疏失，若將錯誤歸咎個人，會使當事人不願提供實話與細節，妨礙安全改進。以 2003 年紐西蘭奧克蘭機場起飛失誤為例，指出三名機師因錯誤輸入起飛重量低估 100 公噸，起飛速度計算錯誤導致起飛速度不足，但報告不使用“錯誤”字眼。

依據國際民航組織（ICAO）《航空事故與事件調查標準與建議措施》附件 13 明確區分事故（Accident）與事件（Incident）定義

事故：指與飛航作業有關，從任何人登上航空器準備飛行期間、飛行中與降落後所有階段，到所有人離開期間，發生以下任一情況：

- （1.）有人死亡或重傷。
- （2.）航空器結構嚴重損壞或失效。
- （3.）航空器失蹤或完全無法接近。

事件：除「事故」以外，雖未導致事故發生，但若非某些防範機制有效介入，便極可能成為事故的事件。例如：滑行道侵入、跑道衝出、空中接近等，只要具備高度潛在危險，就可視為嚴重事故。根據 ICAO 的跑道入侵風險分級工具（RISC），將嚴重性分為 A 至 E 五級，其中 A 為最危急等級潛在衝突非常嚴重，可能造成災難性後果。

調查人員的權力：進入事故航空器或殘骸現場，取得飛行紀錄器、航管資料、查閱相關紀錄、要求相關人員回答問題或提供資料、扣留航空器或殘骸以待送驗鑑定、檢查與測試航空器或其任何部件、要求對機組員、旅客與其他涉案人員進行驗屍／醫學／毒理檢驗，如涉飛航安全或設計缺陷，可向製造國索取技術協助。

航空事故調查參與單位：

空中交通服務單位(ATC)、航空公司營運單位、事故國代表／技術顧問、主任調查官(IIC)、民航主管機關、飛機零組件製造商、機場營運單位、機場消防救援服務隊、飛機維修公司、飛機設計公司或設計工程師、機體／引擎製造商、地勤公司、餐飲公司、危險物品託運商、保安單位等。

INVESTIGATION PROCESS

Four phases:

- On being notified
- Field (on-site) investigation
- Analysis and report writing
- Post-investigation



調查流程以下分為四階段：

1. 第一階段（接獲事故通報）：通知其他相關國家與 ICAO、指派首席調查官與顧問、組成調查團隊、對航空器或殘骸與事故現場進行封鎖保全。
2. 第二階段（現場調查）：回收與讀取座艙語音紀錄器(CVR)與飛行資料紀錄器(FDR)、扣留／收集相關文件（航管通話錄音、航機操作與維修紀錄、氣象資料、貨物清單）、辨識飛機零件、蒐集現場證據、拍照、繪製現場圖、訪談相關人員（飛行員、航管員、生還者、目擊者）、回收其他關鍵實體證據；如有需要，將飛機殘骸移至其他地點進行後續調查、每日進行簡報與檢討會、與危機管理中心保持聯繫。
3. 第三階段（分析與報告撰寫）：分析蒐集的資料、進一步研究與測試、召開會議與討論、提出並驗證調查假設、制定並發布飛航安全建議、撰寫最終調查報告草稿、徵詢相關單位對草稿的意見、完成與發佈最終報告。
4. 第四階段（調查後續處理）：歸還航空器、殘骸或其零部件的保管權、向 ICAO 提交事故／事件資料報告、將調查報告發送給相關單位及 ICAO、對外公開調查報告。



分析 SQ368(B-777-312ER)由新加坡飛往米蘭；事故時間：起飛後約 2 小時於空中感應到引擎油量異常，返航降落後右引擎起火，機師未下達撤離指令，直到火勢迅速被控制後安全撤離機上所有人員，無人傷亡。

地面指揮官雖回報「火勢受控」，但並未明確說明是否已完全撲滅火勢，導致機組人員產生誤解。在事故調查的事後回顧中，調查人員邀請當時的飛行員觀看現場影片並請其回應。結果顯示機長當時因無法直接觀察到火勢全貌，未立即下達疏散命令。然而在事後看到影片後，機師均表示，若當時清楚掌握火勢的嚴重程度，必定會立即下達撤離指令。此事件反映出，機組人員對「火勢受控」一詞的理解與地面消防人員存在落差，進而造成現場未及時啟動疏散程序。

調查報告指出應更善用外部資訊來源（包含駕駛艙外視窗、客艙乘務員觀察、甚至是旅客反饋），錯失機會導致錯誤判斷；火勢受控（fire under control）的用語，機組員往往誤以為代表火已撲滅（put out），實際上兩者在機場緊急救護消防隊（ARFF）定義中不同，應進一步明確評估是否還需緊急疏散，避免資訊不足而影響判斷。

航空事故調查的最終目標，不在於追究責任，而是發掘事實、改善系統，防止悲劇重演。從調查權限的劃分、報告撰寫的中立原則，到事故現場的安全管理與資料保全，每一個環節都需專業與協作，以提升全球航空安全。

2. 從航空事故與危機中學習（案例新加坡航空 SQ006）

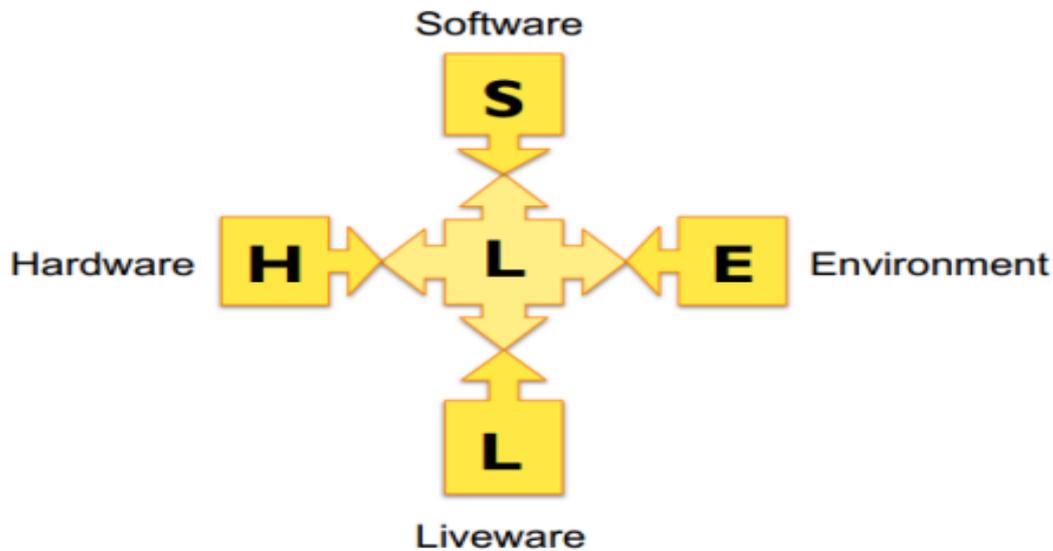
課程為本次出國公務學習最沉痛也最印象深刻的一堂，講師為當年 SQ006 新航事件中的副機師 Capt.Cyrano Latiff。事件發生在 2000 年的中正國際機場，也就是現今的桃園國際機場，恰好為本次公務出國同仁最熟悉的場域，每當 Capt.Cyrano Latiff 講述情境時，心中不免產生熟悉之場面跑滑道。

時間 2000.10.31 23:17 航班 SQ006 機型 B-747-412 新加坡飛往洛杉磯中停臺灣，機組員與旅客共 179 人（機組員 20 人、旅客 159 人）死亡人數：83 人（76 名旅客、4 名機組員當場死亡，3 人之後傷重不治）生還者：96 人

此次事故中許多乘客在混亂與黑暗中嘗試逃生，機師是從上層左側艙門逃出，當時機艙內一片漆黑，唯一的光源來自於窗外燃燒的火焰。Cyrano Latiff 說：我看到一位乘客試圖移動，我伸手拉她，大聲喊叫讓她爬出來，但現場殘骸全是碎片，我們必須推開障礙才能幫助更多人逃出，當消防人員趕到，他們使用液壓設備將飛機撐開。

當時不斷重構這一幕並畫下草圖，作為我的口供與記憶參考，這張圖成了我後續陳述的依據，甚至能逐步重述當時發生的每個細節，現場的光源斷斷續續、能見度低、加上持續下雨，讓整體逃生難度大增，心理上的衝擊與記憶讓我後來得以事件記憶方式逐步回想。

事故發生後的幾個月，我們一度完全不知道該怎麼辦，沒有人提供明確指示，直到多年以後，我才試著將這些思緒分類，整理成今天我所調的「核心問題」與「周邊問題」來因應各種挑戰。核心問題包括事故調查、司法起訴、產業規範；周邊問題則有媒體應對、人為因素與安全議題。這是在多年後我才歸納出的經驗架構。之所以這樣分類，是因為我的全部精力都被投入到「事故調查」中了，並花了大量時間處理資料、蒐證，也必須與大量機構與單位協調。



SHELL Model 一種用於分析人為因素（Human Factors）根據傳統的「人—機器—環境」發展而來，常見於事故調查、風險管理與飛航人員訓練中，有助於了解人為因素如何影響飛航安全，尤其在航空事故或事件中，發掘潛在問題的主要分析工具。

以機師為例套入 SHELL Model 模型探討：

- (1.) 軟體(Software) (飛行手冊、飛航計劃、檢查單、ATC 語音指令、標準作業程序、航圖、滑行道)
- (2.) 硬體(Hardware) (駕駛艙儀表設計、自動駕駛系統、通訊裝置、駕駛位置與視野、滑行道與跑道標誌、機上告警系統 GPWS)
- (3.) 人(Liveware) (機長與副機長、空中交通管制員 ATC、地勤人員、客艙組員、乘客)
- (3.) 環境(Environment) (惡劣天候、颱風、風速風向、能見度、白天夜間、氣壓、氧氣濃度、噪音、震動、時差)

此模型是一個協助理解和分析人與系統互動的工具，對於預防錯誤、提升安全和減少潛在的風險，有重要的意義。

在 Capt.Cyrano Latiff 分享期間也提及 SQ006 失事過程細節與事件後因面臨法律、政治、語言與人性造成的創傷壓力症候群(PTSD)，除了需要時間，還需仰賴各單位制度性的實質支持、家庭的關懷陪伴與支持。講師並提及，歷史無法遺忘，創傷也無法抹滅，但它能轉化成為生命的一部分，待人省思。

最後，這堂課程並不是傳統意義上的內容授課，也不是事後再次究責對錯的意義，而是單純就事件後分享當時困境與事後多年的心態調適，經由每次的分享會提醒自身，這起事故影響許多人，我們不應遺忘；更重要的是，航空產業如何在事件後記取教訓並持續精進與改善。

五、課程第五天

1. 強化高安全警戒下的機場韌性 Strengthening Airport Resilience in Heightened Security Alert Environment

在課程的最後一天是由 Hamzah 機場警察部隊的助理警監為我們授課，在機場服務已達 27 年。課程主軸提到在複雜的國際情勢中，機場該如何應對各式各樣的干擾甚至攻擊，上課中分享了在 2016 年 3 月 22 日比利時布魯塞爾機場發生的恐怖攻擊事件，時間發生在當天上午通勤時段，於機場人流及車輛的高峰時期，接連發生兩起爆炸，其中一起為自殺式炸彈攻擊，導致 32 人死亡，超過 300 人受傷，全市機場與公共交通全面關閉，旅客驚慌逃離現場，許多乘客緊張得拖著行李、披著毛毯搭上疏散巴士離開機場。

試想如果這種事情發生在我們的國門桃園機場，我們是否有好的應對方式？我們所在的航廈若是事發地點，其他航廈該如何應變？是否有即時通報與協調的流程？這就是我們必須提前設想的危機情境。

相關的狀況及危機事件，需要一套完整的應變計畫並定期規劃狀況應對演練，但這類計畫常被視為「重要但不緊急」，不像日常運營中的事件那樣具有迫切性，但當危機來臨時，我們仍需依賴這些計畫進行應對。因此即便繁忙，我們身為機場的管理單位須再強化機場安全警戒下的機場韌性，可計畫聯合航警局及國軍單位，在恐怖攻擊或遭受飛彈攻擊甚至毀滅性的天然災害攻擊時，研擬一套可運行的應變聯合計畫，並定期檢視計畫的可行性與操作性。

新加坡樟宜機場 2007 年起定期舉辦，模擬槍擊、自殺炸彈攻擊與大規模恐攻實戰演練，並透過多層安檢、部門分工、科技輔助與全國動員的策略，不僅建立高阻攔能力，也能在威脅發生時迅速升級應對，即時面對恐攻威脅也能迅速啟動防護，保障機場旅客及工作人員的安全，這些經驗都是我們機場很好的借鏡。

2. 機場應變計畫 Airport Emergency Planning

講師 Mr.Foo 來至樟宜機場集團(CAG)機場應變服務(AES)部門負責制定機場應變程序(AEP)的副主任，並有多年 AEP 制定相關經驗。SCAEP 內容涵蓋 13 大章節，CAG 針對不同事件類型及影響範圍有其對應之緊急應變作為。舉例來說航空器事故又區分為場內、場外、海上、全面燃燒或者非危及案件等，不同事故地點及損害範圍亦有不同的應變機制。CAG 在區分事故類型及 AEP 制定上相當細心，並強烈要求各單位各司其職並團結一致共同守護樟宜機場。

新加坡機關職責與計畫制定上分工細膩，非常值得台灣各單位及桃園機場積極學習。SCAEP 內 13 大章節及 AES 出動區域內發生飛機地面墜毀事故時應變啟動流程圖請參考下方圖示說明。

Singapore Aviation Academy

Singapore CAEP



- A total of 13 sections
 - Structured for ease of understanding
- Section 1 - Aircraft Crash on Land
- Section 2 - Full Emergency
- Section 3 - Local Standby
- Section 4 - Local Action
- Section 5 - In-Flight Mass Casualty
- Section 6 - Aircraft Crash at Sea

Singapore Aviation Academy

Singapore CAEP



- Section 7 - Fires on the Ground
- Section 8 - Dangerous Goods Accidents / Incidents
- Section 9 - Bomb Warning
- Section 10 - Action Plan for Aircraft Accident Investigation
- Section 11 - Removal of Crashed or Disabled Aircraft
- Section 12 - Overview of Changi Airport Incident Management Framework
- Section 13 - Public Health Emergency

(1.) 初步風險評估

- a. 評估情況、任務和處於風險中的人員。
- b. 選擇安全的作業程序(挑選可降低風險的作業方法)。
- c. 評估選擇的作業系統(檢視這些方法是否足夠安全、可行)。
- d. 導入額外的控制措施(設立警戒區、加強通訊等措施)。
- e. 重新評估作業系統與新增控制措施。

(2.) 發展階段

- a. 事故指揮官可將部分指揮任務交由區域指揮官負責現場指揮。
- b. 區域指揮官將負責其區域內人員的健康與安全。
- c. 隨著事件進展，現場情況可能改變，使原定行動方案不再適用，例如：消防戰術可能從防禦轉為攻擊、火勢可能影響飛機結構穩定性、現有危害可能帶來不同型態的風險、人員可能因連續作業而感到疲勞影響安全。

(3.) 結束階段

- a. 維持控制：包含持續進行任務與危害識別、風險評估、計畫擬定、組織安排、控制、監督以及預防與保護措施的檢討。這些工作必須持續進行直到最後一輛車輛離開現場為止。
- b. 人員照顧：在艱難的事故或需要快速輪替人員的事故中，必須特別關注搶救人員的身體狀況。
- c. 事故檢討：在事故結束後應進行檢討，討論所有獲得的重要資訊與經驗教訓，無論是正面的還是負面的。

總結：在重大飛機事故中將會建立事故指揮系統（ICS），機場消防隊員必須了解其運作並建立程序和實踐，各部門和單位亦必須在統一的指揮框架下協同工作，才能確保資源有效運用並達成事故應對目標，而體現這一原則的方式包括：統一指揮、清晰的指揮鏈、有效的信息傳遞和資源共享。

肆、心得與建議

一、緊急應變計畫

桃園國際機場公司在各項緊急災害應變雖有專責單位負責制定應變計畫，但在各災害應變計畫上涵蓋諸多公、私部門，桃園機場公司如何將這緊急應變計畫網構置，這將影響整體機場的防衛韌性，故平時就應與各單位緊急應變窗口保持聯繫，甚至舉辦聯誼活動增進彼此間的認識，這對災害緊急應變時各單位的溝通及默契有很大的幫助。

二、災害事件的發生與消救人員的關係

一個災害發生的現場，受傷人員在心理層面遭受的傷害是巨大的，消救人員在第一時間到達災害現場與受傷患者接觸，給予患者的救助與關懷讓傷者得到安全與安定感，對整個災害現場的控制及患者在傷害後心理重建有很大的幫助，故對於消救人員如何提升災害現場的抗壓能力與穩定性，以及對現場患者心理層面的支持是很重要的。

三、空側與陸側的災害演練

在廣大的機場園區裡，我們將它分類為空側與陸側，每年機場都會定期舉辦空側區的航空器事故演練，但相對陸側區航廈內的災害搶救演練卻是著墨較少，試想如果在航廈陸側管制區外如果有火警需要疏散工作人員及旅客時，我們是否有充足熟練的計畫與準備，當搭機旅客進到管制區遭遇災害需要疏散時，那勢必面臨相對複雜的作業程序，桃園機場公司宜持續優化陸側災害搶救作業程序與疏散計畫等相關演練。

四、自樟宜機場集團看桃園國際機場公司

樟宜機場集團於 2009 年 6 月 16 日正式成立，並於同年 7 月 1 日完成企業化，全面接管新加坡樟宜機場營運與管理。自成立以來，樟宜機場集團便以其前瞻性的經營理念與卓越的管理能力，在機場營運管理、商業開發、顧客服務、品牌建設以及海外投資與顧問服務等多個面向皆展現卓越成果，堪稱全球機場經營的標竿典範。

樟宜機場不僅多次榮獲國際航空評比機構 Skytrax 評選為「全球最佳機場」第一名，更成功鞏固其作為亞太區最重要國際航空樞紐的地位。於 2019 年正式啟用的 Jewel Changi Airport（星耀樟宜）更是劃時代的指標性建設，融

合了機場功能、零售商業、自然景觀與觀光設施，成功實現「機場不只是機場」的創新理念，成為全球機場商業與旅客體驗創新的典範。

相較之下，桃園國際機場股份有限公司則於 2010 年 11 月 1 日正式掛牌成立，標誌著我國機場治理模式邁向企業化與專業化的新階段。成立以來，公司積極推動內部組織制度改革，強化營運效率與管理制度，並在硬體設施與旅客服務方面不斷創新與升級。近年來，隨著第三航廈工程的積極推動與第三跑道的整體規劃建設，桃園國際機場正朝向轉型升級與國際化的重要關鍵期邁進。

隨著桃園機場規模愈大，隨之而來的挑戰也越多，如赴新加坡觀摩樟宜機場各類型事件聯合演練與借鏡其作業程序之修訂，並加強雙方經驗交流、互動與語文學習，甚至是文化和飲食上的意見交換，對桃園機場實務應用改造及程序修訂必然是大大加分。

伍、附件(結訓證明及課程照片)





Certificate of Completion

Lin Yen-Cheng

has successfully completed the
Emergency Management Workshop Course
26 to 30 May 2025

Director (Singapore Aviation Academy)
Civil Aviation Authority of Singapore

Director-General
Civil Aviation Authority of Singapore

Emergency Management Workshop 26 to 30 May 2025 Singapore



