

出國報告（出國類別：實習）

103 年度赴加拿大紐芬蘭紀念大學實習船舶及航空器火災搶救報告

服務機關：內政部消防署

姓名職稱：中隊長邱士榮、隊員王于慎

派赴國家：加拿大紐芬蘭

出國期間：103 年 9 月 6 日~9 月 15 日

報告日期：103 年 12 月 01 日

摘要

消防人員工作多元化及複雜性非常高，舉凡與人命傷亡及各式災害意外事故，皆與消防人員有關。而航空器災害事故搶救亦是消防人員所面臨的災害之一，此次訓練亦針對機場消防人員的教育訓練課程，前往 Safety and Emergency Response Training Center(SERT) Stephenville，實施 5 天航空器搶救訓練課程，從探討消防人員救援能力及資格、機場概況介紹、航空器種類及構造介紹、航空器救援消防人員安全及救援策略討論，並藉由實際滅火情景，並由 1 位主要教官(課程規劃)及 3 位助教協助，執行輪胎、引擎、機身及洩油等火災搶救訓練。

航空器搶救過程中除了「人命」，亦同時有「財損」考量，當沒有「人命」受困必須搶救時，滅火搶救則考量減少財損的發生，如何在第一時間建立安全通道，選用適合的滅火藥劑，建立人員可生存的空間。其次才是利用戰術及策略撲滅各式火勢。

本次實習訓練過程及目標相當明確，未來期許再對照國內目前機場消防人員訓練模式及規範，使我國對於機場消防人員訓練有明確依據及準則。而各縣市消防人員(又稱城市消防)，能瞭解鄰近各航空站及航空器配置、結構、安全、危險因子、滅火藥劑、搶救策略…等，與個人安全及搶救人命、財損。

目錄

壹、訓練目的大綱	1
一、基礎航空器救援及滅火訓練主要目的.....	1
二、學員訓練資格要求.....	1
貳、訓練課程	2
參、航空器救援消防人員能力及資格	5
一、航空器相關組織及法規.....	5
二、基本資格要求.....	6
三、機場消防隊人員訓練課程.....	7
四、機場消防人員 (ARFF) 訓練規定.....	8
五、機場消防人員應熟悉系統及位置.....	9
肆、機場概況介紹	15
一、機場分類及分級.....	15
二、飛機起降.....	16
三、跑道及滑行道設計.....	16
四、機場燈光、標線及標誌系統.....	17
五、機場的設計.....	19
六、機場消防隊.....	23
伍、航空器種類及構造介紹	24
一、航空器的種類.....	24
二、航空器基本構造介紹.....	27
三、航空器系統.....	30
陸、航空器救援策略運用方式及安全	33
一、航空器救援策略.....	33
二、TWO-IN/TWO-OUT 原則.....	34
柒、實際滅火訓練	36
捌、心得.....	41
玖、建議.....	45
拾、參考文獻	47

圖目錄

圖 1 SERT 訓練用模擬航空器及休息室.....	2
圖 2 SERT 器材裝備保養及儲存室.....	2
圖 3 SERT 閃燃訓練櫃及探測器.....	3
圖 4 與 SERT 訓練教官合影留念.....	4
圖 5 機場消防人員訓練資格.....	7
圖 6 SERT 訓練機場緊急操作手冊及各航空器系統、構造手冊.....	10
圖 7 飛航資料記錄器及通話記錄器.....	11
圖 8 飛機起降飛行行道方向.....	16
圖 9 機場跑道燈光、標線及號誌.....	18
圖 10 快速反應區、緊急救援區及消防滅火區域.....	20
圖 11 窄機身及寬機身航空器.....	24
圖 12 固定機翼飛機機身、引擎、尾翼.....	28
圖 13 航空器各構造材質相關位置.....	29
圖 14 航空器燃料系統位置.....	30
圖 15 航空器事故現場冷區、暖區及熱區.....	35
圖 16 航空器搶救人員駕駛操控訓練.....	36
圖 17 水帶 Z 字型收折串接.....	38
圖 18 移動式泡沫滅火設備建立安全路徑.....	38
圖 19 部分機身及洩油區起火燃燒(大型移動式乾粉滅火器).....	39
圖 20 消防車上配置泡沫及乾粉二用瞄子.....	40
圖 21 輪胎及引擎起火燃燒(泡沫及乾粉二用瞄子).....	40
圖 22 SERT 消防衣、帽、手套、頭套清洗及保養.....	43
圖 23 SERT 空氣呼吸器面罩氣密測試.....	44

表目錄

表 1 訓練日期及訓練課程.....	3
表 2 機場分級與分類標準.....	15

壹、訓練目的大綱

一、基礎航空器救援及滅火訓練主要目的

- (一)消防人員航空器救援能力及資格
- (二)機場概況介紹
- (三)航空器種類及構造介紹
- (四)航空器救援及滅火訓練消防人員安全
- (五)航空器救援策略運用方式
- (六)實際滅火訓練

二、學員訓練資格要求

此訓練課程為基礎培訓課程，為使消防人員具有能力達到執行機場消防隊人員所需技能制訂的課程。

- (一)訓練學校：Fisheries and Marine Institute of Memorial University of Newfoundland
- (二)訓練地點：Safety and Emergency Response Training Center(SERT) , Stephenville
- (三)訓練地址：7 Tennessee Drive, Stephenville, NL Canada A2N 2Y3
- (四)訓練課程名稱：BASIC AIRCRAFT RESCUE AND FIREFIGHTING
- (五)訓練期間：5 天(35 個小時)
- (六)訓練人員資格：曾接受過消防人員基本訓練或 NFPA Level 1 人員。

三、經驗交流及研討

- (一)勤休制度：機場消防人員輪休制度，採勤一休三制，全職消防人員(當地消防人員兼任教官)。
- (二)證照訓練制度：SERT 規定只要年齡及身心符合相關規定，任何人皆可接受相關訓練課程，但訓練所需的費用由訓練人員自費)。機場消防人員(ARFF 訓練証照)，機場消防人員每 1 年複訓 1 次 (ARFF)，且每 3 年內需全部課程訓練 1 次。

貳、訓練課程

一、訓練日期：103 年 9 月 8 日~12 日

二、訓練學員：臺南市政府消防局 邱士榮、高雄市政府消防局 王于慎

三、訓練中心介紹：SERT 訓練中心位於斯蒂芬維爾，紐芬蘭拉布拉多，可訓練飛機救援和火災搶救 FF1、結構、船舶、工作消防搶救培訓以及漁業和船艇訓練，該中心有閃燃櫃、建築物搜索訓練場、訓練 A、B 塔、車禍救援訓練場、航空器訓練模擬機、學員休息室、室內教室、器材維修室…等(如圖 1~圖 3 所示)。

四、訓練教材：AIRCRAFT RESCUE and FIRE FIGHTING, Fifth Edition.
International Fire Service Training Association.



圖 1 SERT 訓練用模擬航空器及休息室



圖 2 SERT 器材裝備保養及儲存室



圖 3 SERT 閃燃訓練櫃及探測器

五、訓練課程：

表 1 訓練日期及訓練課程

日期課程	103 年 9 月 8 日	103 年 9 月 9 日	103 年 9 月 10 日	103 年 9 月 11 日	103 年 9 月 12 日
09:00~12:00	消防人員 航空器救 援能力及 資格	航空器種 類及構造 介紹	航空器救 援策略運 用方式	實際滅火 訓練(各式 火點)	綜合情境 演練
	1 教官	1 教官	1 教官 3 助教		
12:00~13:00	休息時間	休息時間	休息時間	休息時間	休息時間
13:00~16:00	機場概況 介紹	航空器救 援及滅火 訓練消防 人員安全	消防車駕 駛訓練	實際滅火 訓練(各式 火點)	討論
	1 教官	1 教官	1 教官 3 助教		

六、此訓練課程從計劃、訓練、實施，皆由同一名主課教官負責，另 3 名助教在 5 天的訓練課程中皆相同一組教官群，在訓練課程較一致性及完整規劃，此訓練課程亦是針對具有火災搶救初級人員資格所設計的，此課程原規劃設計為 5 星期課程，該教官為此次訓練特別設計，濃縮為 5 天的課程。此次訓練學員，計 2 名，依據 SERT 教官表示，此次訓練課程是第一次針對亞洲人所

開的班期，亦是第一批亞洲人前往 SERT 訓練，因此，在訓練程中特別感受溫馨及熱情。



圖 4 與 SERT 訓練教官合影留念

七、燃燒櫃介紹：本次訓練並無包含燃燒櫃的訓練課程，另請教官協助指導該 SERT 在訓練燃燒櫃模式，該中心在燃燒櫃訓練，木板設置為 7 塊，即可以達到閃燃效果，其熱電偶探測器 1 個，設置於燃燒室與學員待員處交接處上方鋼樑處(如圖 3 所示)。

八、訓練場地介紹

(一)燃燒方式

1、可燃物：木材棧板為燃燒可燃物，最多設置 7 塊，即可產生火羽流及噴射流，模擬出火場真實火場溫度及濃煙)。

2、可燃物產生濃煙

(二)訓練模式

1、地下式火警

2、隔間牆燃燒，破壞後進行滅火(熱顯像儀探測，無法透過人員目視)

3、通風排煙(PPV、NPV)

4、架梯救援訓練

5、搜索訓練(實際濃煙及溫度)-廚房(瓦斯爐、洗衣機、冰箱)、客廳(沙發、桌椅)、浴室(馬桶、浴缸)

參、航空器救援消防人員能力及資格

一、航空器相關組織及法規

消防人員應瞭解其他相關的航空單位，國內外相關國家組織。這些相關單位所制度的一些標準、規定，每一個單位對於航空器的救援及規範皆有制度相關法規及規範：

- 1、美國聯邦航空管理局 The Federal Aviation Administration (FAA)
- 2、美國國家運輸安全委員會 The National Transportation Safety Board (NTSB)
- 3、美國運輸安全管理局 The Transportation Security Administration (TSA)
- 4、美國國家防火協會 The National Fire Protection Association (NFPA)

美國國防火協會訂定許有相關規範，其中與 ARFF 較為相關之規定如下：

- NFPA 402 Guide for Aircraft Rescue & Fire-Fighting Operations
- NFPA 403 Standard for Aircraft Rescue & Fire-Fighting Services at Airports
- NFPA 405 Standard for the Recurring Proficiency of Airport Fire Fighters.
- NFPA 407 Standard for Aircraft Fuel Servicing
- NFPA 412 Standard for Evaluating Aircraft Rescue & Fire-Fighting Foam Equipment
- NFPA 414 Standard for Aircraft Rescue & Fire-Fighting Vehicles
- NFPA 422 Guide for Aircraft Accident / Incident Response Assessment
- NFPA 424 Guide for Airport / Community Emergency Planning
- NFPA 1002 Standard on Fire Apparatus Driver / Operator Professional Qualifications
- NFPA 1003 Standard for Airport Fire Fighter Professional Qualifications 以及其他一些國際間相關單位如下：

- 1、航空公司飛行員協會 Air line pilots association , ALPA
- 2、飛行服務員協會 Association of Flight Attendants-CWA (AFA-CWA)
- 3、聯合航空局 Joint Aviation Authority (JAA)
- 4、國際航空運輸協會 International Air Transport Association (IATA)
- 5、國際民用航空組織 International Civil Aviation Organization (ICAO)
- 6、事故調查處 Air Accident Investigations Branch (AAIB)
- 7、美國機場管理人員協會 American Association of Airport Executives (AAAE)

8、英國民航局 United Kingdom Civil Aviation Authority (CAA)

9、加拿大交通部 Transport Canada(TC)

二、基本資格要求

機場消防隊人員資格規範於 NFPA 1003(Standard for Airport Fire Fighter Professional Qualifications)規範。規範 ARFF 消防人員相關等法規，包括交通運輸部【Department of Transportation(DOT)】聯辦法規【Code of Federal Regulations(CFR)】，編號 14 第 139 節(Land Airports Serving Certain Air Carriers)認證和操作【通常被稱為聯邦航空條例 139 節(FAR : Part 139)或 14 CEFpart139】和國際民用航空組織(ICAO)機場服務手冊【International Civil Aviation Organization(ICAO) Airport Services Manual】，第 1 部分第 14 章節。機場消防隊人員訓練課程得參考聯邦航空管理局【Federal Aviation Administration(FAA)】建議公告【Advisory Circulars(AC)】。AC 並不是強制要求的規範，僅是給予相關的建議或推薦的準則。

學員必須符合 NFPA1003 規範中一些基本學員標準，才可以接受航空器救援及滅火訓練課程：

- 1、教育學歷需符合主管機關(AHJ)規範
- 2、年齡需符合主管機關(AHJ)規範
- 3、曾受過符合 NFPA 1582(Standard on Medical Requirements for Fire Fighters)規範的消防人員救護訓練課程或主管機關的規範。

機場消防隊人員(ARFF)必須身體健康，體能應能符合機場消防隊員需求，而主管機關應規範及訂定符合規範之體能標準

根據 NFPA1003 之規範，要成為一位機場消防人員(ARFF)，必需先之前具有曾受過符合 NFPA1001 所規範的火災搶救進階課程(FF2)訓練認證，及符合 NFPA472 危險物品事故處理人員標準培訓及認可(如圖 5 所示)。

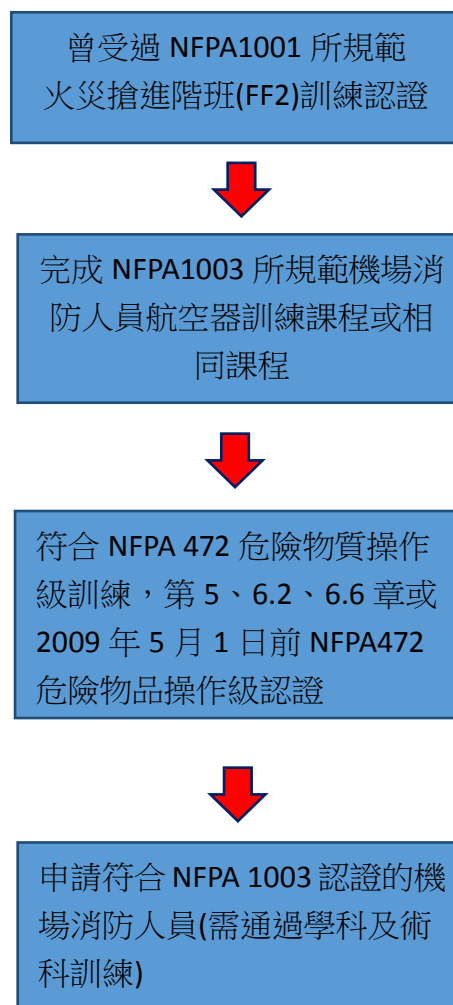


圖 5 機場消防人員訓練資格

三、機場消防隊人員訓練課程

機場消防人員必需了解航空器事故及意外原因，減少可能發生原因。機場消防隊人員 ARFF 應透過操作及演練操作各式裝備及器材，必要時才可以發揮功能。一個接受完整的 ARFF 的培訓人員，無論是分派於機場或機場內其他各站點，只有通過先前事故訓練，可以消防人員在處理航空器突發事故及意外時，減少不當的救援造成更大錯誤及損失。

高品質的繼續教育和培訓，使 ARFF 人員持續充實知識，有足夠技能和能力，才能在災害發生時安全地完成所付予的使命。在 NFPA405 航空器救援和消防人員應變能力訓練(Recommended Practice for the Recurring Proficiency Training of Aircraft Rescue and Fire-Fighting Services)，即有規範包括維護能力，有效的飛機救援和消防服務的工作標準。

在許多情況下航空公司和機場單位，都應配合並提供 ARFF 訓練培訓，而 ARFF

訓練大致可分為：

- 1、基礎訓練(Cadet training)
- 2、工作技能訓練(On-the-job training)
- 3、在職培訓(In-service training)
- 4、特殊課程和研討會(Special courses and seminars)

消防人員除上述訓練外，更應充實參加其他類型的訓練，不限於這些類型的訓練中的任一項。事實上，消防人員應參與更多元的訓練，在災害發生時將會更成功的展開救援。

我國消防人員除了機場消防人員，曾受過機場及航空器救援及訓練外，一般消防人員對於機場內部及航空器救援，大多不甚瞭解，然而航空器災害事故並非僅於可能發生機場內，對於非機場消防人員時，如面臨航空器事故時，是否有足夠及正確的知識及技術救援，不正確的救援即是第二次的災害，因此，消防人員多瞭解及參加此類訓練，並在民航局救災人員指揮下，共同面對災害搶救事故。

四、機場消防人員(ARFF)訓練規定

機場消防人員訓練，依據 NFPA1003 之規範，要成為一位機場消防人員(ARFF)，必需先之前具有曾受過符合 NFPA1001 所規範的火災搶救進階課程(FF2)訓練認證，及符合 NFPA472 危險物品事故處理人員標準培訓及認可。而機場消防人員主三大任務：

- 1、應變：報案後相關應變。
- 2、滅火：與於滅火搶救相關工作，從尋找起火點、燃燒位置，直到火勢完全被撲滅。
- 3、救援：由火災由意外事故中救援人命，從受困於危險環境及人員無法生存的空間人員救出。

依據聯邦航空條例 139 節(FAR：Part 139)和國際民用航空組織(ICAO)機場服務手冊，第 1 部分第 14 章節，機場消防人員應瞭解及項目如下：

- 1、機場介紹
- 2、航空器介紹
- 3、航空器危險及安全介紹
- 4、通信
- 5、滅火藥劑
- 6、消防車設備及器材
- 7、救援器材及設備

- 8、駕駛及操作
- 9、機場緊急應變計畫
- 10、事故管理系統
- 11、搶救戰術及策略

五、機場消防人員應熟悉系統及位置

依據聯邦航空條例 139 節(FAR：Part 139)和國際民用航空組織(ICAO)機場服務手冊，第 1 部分第 14 章節，機場消防人員應瞭解及項目如下：

1、機場介紹

消防人員必需學習並通過訓練課程，瞭解機場的配置及地圖研判，當然除了課堂上的訓練及地圖分析研究，許多信息必需親自參觀機場地面及瞭解機場各裝置功能，包括以下：

- (1)控制塔
- (2)跑道配置
- (3)車輛待命位置
- (4)儀器降落系統【Instrument Landing System(ILS)】
- (5)機場建築及飛機庫
- (6)維修及儲存裝備
- (7)排水系統
- (8)水源配置系統

機場消防人員必需瞭解機場的結構和地形特點，以及任何車輛是否會影響其他正常航班及動線，或是任何可能會妨礙到飛機救援活動。當正常飛機起降區域，消防車輛可能會被逼離開該區域，或者是應救災需要通過該區域，應該避免發生的，因此所有人員應該瞭解緊急出口進入之位置。

機場消防人員也應該瞭解跑道和滑行跑步系統，因為機場可能同時出現諸多狀況，例如飛機起飛、降落、車輛搶救…，必須管理輛進出及飛機正常起降。

在機場內有所有特定的危險區域，這些區域是機場消防人員應該瞭解的，特定的危險區域包括：

- (1)燃料儲存區域及配置系統
- (2)航站
- (3)行李區域
- (4)車輛停放建築物

- (5)飛機庫
- (6)運輸系統
- (7)飛機維修設備
- (8)危險物質儲存及裝卸區域

飛機運輸危險物品或材料，在緊急應變時可直接運至機場指定的隔離區。機場消防人員必須知道這些地點及應變路線或依據機場操作區域的規範和指令。機場的安全是機場所有員工共同責任，特別是在恐怖主義當今的環境。在一些機場，執行安全職責是消防員的工作的一部分。因此，消防人員必須熟悉規則和法規保障機場安全。

2、航空器介紹

機場消防人員必須瞭解飛行於機場各種飛機類型，才能減少災害所造成損失。另消防人員搶救時會涉及破壞、救援及滅火行動，因此，也必需瞭解飛機構造、特色及材質。



圖 6 SERT 訓練機場緊急操作手冊及各航空器系統、構造手冊

機場消防人員必需能確認，於機場內飛行的各種類型的飛機上機組人員、乘客的位置。ARFF 人員也必須會判別，及找到機場內各類型飛機的出入口、檢修門、緊急出口入的開口位置、貨艙及航空電子艙、避難系統和疏散滑梯。當正常狀況下出入口無法進出時，消防人員需能找到由外面執行強制破壞進入的位置點。在軍用飛機必需要瞭解「駕駛艙罩」、「座椅彈射系統」，以及武器及爆炸裝置。

消防人員必需瞭解機場內飛行的各種類型的飛機構造及各系統，包括以下：

- (1)飛機區劃及區域材質
- (2)引擎
- (3)關機程序
- (4)燃料系統
- (5)氧氣系統

- (6)液壓系統
- (7)電力系統
- (8)消防滅火系統
- (9)輔助引擎(APU)
- (10)飛機雷達系統
- (11)起落架、煞車系統及輪胎組件
- (12)廁所、排泄物系統及垃圾

ARFF 人員應該能在飛機上找到，及分辨飛行資料記錄器(FDR，俗稱黑俗子，但實際上是橘紅色)和駕駛艙通話記錄器。數位飛航資料紀錄器(DFDR)和駕駛艙語音記錄器(CVR)能提供協助事故調查。消防人員應該瞭解其程序，並找到他的位置，盡量保護其完整性，避免受到損害(如圖 7 所示)。



Figure 1.5a A digital flight data recorder (DFDR).
Courtesy of L3 Communications Aviation Recorders.



Figure 1.5b A cockpit voice recorder (CVR).
Courtesy of L3 Communications Aviation Recorders.

圖 7 飛航資料記錄器及通話記錄器

3、航空器危險及安全介紹

航空器事故及意外，使機場消防人員面臨著許多潛在的危害。雖然並非所有飛機事故皆與火災有關，消防人員仍必須與飛機有關的其他危險。ARFF 人員必須瞭解，例如：燃料燃燒危害、現場可能毒氣、飛機殘骸及對事故的受害者、救災人員影響及消防設備影響。飛機火災時其滅火危險相當高，因此 ARFF 人員應穿著適當防護裝備及配戴空氣呼吸器(SCBA)。

必須提供機場消防人員經過認可的個人防護裝備，且強制要求實施穿戴個人防護裝備訓練(PPE)、空氣呼吸器(SCBA)使用及操作訓練。

- (1)另重要的是，要知道穿戴和使用防護設備上的限制。
- (2)消防人員空氣呼吸器使用操作訓練，應在低能見度的環境訓練，能確定在緊急情況下有效正常呼吸技巧應該能夠證明在緊急情況下使用的呼吸技巧，包括支援其他消防人員、節省空氣耗量，並使用旁通活路閥。
- (3)消防人員也應該能夠維持呼吸器清潔、檢查和使用後維護及維修。

最後，曾參與過航空器有關的事故搶救人員，所遭受創傷壓力非常可怕。政府部門應制定航空事故壓力管理計劃(CISM)計劃，以減輕參與人員事後所造成

的影響。同時，ARFF 人員必須瞭解，如受意外事故時政府所提供他們的後續照料。

4、通信

快速、正確掌握的火災訊息及航空器緊急通知，是搶救航空器火災成功與否的關鍵因子之一，航空器救援及消防人員通信的相關訊息，應傳遞至指揮中心，而消防人員應能夠具有頻率設定及判別指揮中心的指令訊息，而指揮中心應能同接受及彙整多個單位及警報訊息。

相互支援協定單位的通信程序也相當重要，因各相互支援協定單位的通信頻道與機場消防單位頻道不同，因此，機場消防人員應能分辨及識別頻道。亦可其他支援單位訂定無線電通話計劃，當外部支援單位抵達時能夠利用共同頻道通信。

航空器救援車輛為抵達災害現場，需通過穿越機場某些區域時，應聽從塔台指示路線，抵達現場時應立即回報現場狀況及可能狀況。有時候仍必需直接與飛機上機組人員直接通話，因此 ARFF 人員應瞭解如何使用飛機的通信系統，以及飛機救援及滅火的手勢信號(飛機停放、飛機引導)。

5、滅火藥劑

航空器火災時燃燒區域及燃燒材質皆不同，例如：乘客座位、引擎特殊材質、航空器碳氫化合物燃料、氧氣系統…等。依據火災大小及位置不同，需要不同的滅火藥劑、滅火方法、滅火設備。因此瞭解火災的分類非重要，每類型火災皆有不同滅火藥劑及技術。

6、消防車設備及器材

機場消防單位會有許多不同類型的車輛及器材，例如：移動式滅火設備、延伸配管泡沫、乾粉等系統、軟管、瞄子噴嘴、轉接頭及配套管件，以及各式和各種救援工具和設備。ARFF 人員應接受滅火系統、砲塔、水帶延伸、轉接頭…等實際滅火系統操作訓練。每一位消防人員必須能夠分辨軟管、瞄子噴嘴及其他配置器材的用途，及熟悉配置車輛所在位置。

消防人員也必須熟悉如何部署水線及使用各種器材、設備進行有效滅火，因此，機場消防人員必須非常瞭解車輛操作及保養事項。消防人員必須建立消防栓配置位置圖、各式水源或水槽…等資料。

7、救援器材及設備

強制破壞進入航空器及人命救援，有許多各式各樣的裝備及器材可運用，至於運用何種工具，則必需依航空器的種類、破壞位置及 ARFF 人員的技能。

消防人員要選擇對的器材及裝備，則必需瞭解各種器材使用限制、安全注意

事項、操作規定及器材破壞力量，消防人員工作需求則須徹底瞭解工作使用及類別。

進行強制破壞進入訓練時，必需知道航空器的構造、內部配置情形、系統及材質。航空器墜落搶救時，ARFF 優先由原本航空器出入口、艙門、窗戶進入，搬運患者及疏散旅客，避免過度破壞原本結構。

飛機原本出入口已經破壞、阻塞、變形，無法由正常方法進入搶救時，必需選用適當的破壞器材強制破壞進入，當人員受困於破壞殘骸或倒塌機身，應使用油壓破壞器材避免接觸內外部可能引燃位置，造成二次災害發生。

8、駕駛及操作

消防車的駕駛及操作人員，需負責安全的所有消防人員、裝備、器材運送至災害現場或其他勤務，確保裝備及器材功能正常，隨時可以供使用。因此，必需定期的實施駕駛訓練，駕駛訓練包括：

- (1)各式不同地形
- (2)不同天氣狀況
- (3)低能見
- (4)繞機場附近

駕駛或操作人員必需成熟負責的人，因為他的責任相當大，在緊急情境下承受一股壓力時，仍必需保持穩重、不緊張，且要肯吃苦的態度。而在擔任駕駛及操作人員必需調查其心理狀況是否正常、是否有毒品及藥物及酒精測試。

執行所有勤務時，所有駕駛及操作人員必需具備身心健康及駕駛技術，並非所有消防人員皆適合擔任駕駛，並需符合通過當地主管機關所規範駕駛技術。

NFPA1002 消防車駕駛人員及操作人員資認證標準(standard for fire apparatus driver/operator professional qualifications)，除了這些規範以下尚有一些規範於 NFPA1003。

消防車必需隨時保持機動狀況，不論何時，一旦接獲緊急通知，則必須能夠立即執行。為了確保消防車輛性能正常，消防車駕駛人員及操作人員必需定期實施日常維護及檢查作業。

9、機場緊急應變計劃

平時應建立緊急應變計劃，此應變計劃是經過完整規劃及討論，該計劃應完整及詳細記載，並使計計劃內相關單位，務必瞭解在各種情境發生時，各單位的角色及工作項目。

10、事故管理系統

為了確保在搶救過程中救災人員及消防人員安全及搶救成效，ARFF 人員應

該瞭解事故指揮系統(ICS)，並在平時訓練及演習，就將 ICS 納入實施。國家事故管理系統-事故指揮系統(NIMS-ICS)在美國是強制規定必需實施的。

國家事故管理系統-事故指揮系統(NIMS-ICS)，掌握相關編組、器材、設備、通信…等，使搶救更易達到目的，且可以運用於所有事故現場。

ICS 的編組是非常重要關鍵，因為消防單位在搶救過程中，是處於隨時都有可能造成人命死亡的。因此，任務編組錯誤時，即有可能會造成受困者與消防人員嚴重傷亡。

11、搶救戰術及策略

機場消防人員應該瞭解所有關於航空器緊急應變的標準作業程序(SOPs)，正常的搶救戰術及策略，在災害發生時才能有效發揮並控制現場。

事故現場必需快速運用戰術，因此事前必需詳細溝通及討論，而事依可能發生的情況規劃搶救戰術及計劃，最重要的是 ARFF 單位規劃、擬定、制度標準作業程序，緊急情況事故現場混亂狀況將會減少。

搶救事故的成功與失敗，掌握各救援資料是非常關鍵的，ARFF 必須能快速且正確的評估現場狀況，第一時間啟動支援系統及請求支援。在最初期反應過程中，則必需決定所使用的搶救戰術及策略。

滅火團隊滅火及搶救失敗與成功關鍵，取決於搶救人員技術與知識。一個有很好的滅火訓練計劃及足夠的滅火藥劑，且正確運用時，才得以控制大部分的火災初期階段。一個錯誤的滅火行動，可能導致火災持續成長及擴大，以及使火勢超出可控制的範圍。

肆、機場概況介紹

一、機場分類及分級

(一)機場分類

機場分類可分為塔台控制和不受塔台控制 2 種基本類型，受控塔台控制的機場，係指飛機不論是在空中起降過程或地面移動，皆由塔台操作指示；不受塔台控制，係指機場沒有工作人員及操作控制塔台。

而有些機場只有特定時間才有工作人員，而在特定時間操作控制塔台才會運作，例如白天時塔台才運作，晚上時間則不運作。

(二)機場分級

機場的分級，依據單位不同其分級也不同，例如：美國聯邦航空管理局(FAA，The Federal Aviation Administration)、美國國家防火協會(NFPA，The National Fire Protection Association)、國際民用航空組織(ICAO，International Civil Aviation Organization)、加拿大交通部(TC，Transport Canada)…等單位，為了要規定消防預防及搶救需求訂定分類(如表 2 所示。)

表 2 機場分級與分類標準

機場分類				機身全長最大 公尺(英呎)	機身最大寬度 公尺(英呎)
FAA	ICAO	NFPA	TC		
GA-1	1	1	1	9 m(30)	2 m(6.6)
GA-1	2	2	2	12 m(39)	2 m(6.6)
GA-2	3	3	3	18 m(59)	3 m(9.8)
A	4	4	4	24 m(78)	4 m(13)
A	5	5	5	28 m(90)	4 m(13)
B	6	6	6	39 m(126)	5 m(16.4)
C	7	7	7	49 m(160)	5 m(16.4)
D	8	8	8	61 m(200)	7 m(23)
E	9	9	9	76 m(250)	7 m(23)
--	--	--	10	76 m(250)	8 m(25)
--	10	10	--	90m(295)	8m(25)

二、飛機起降

一般稱「五邊飛行」，機場消防人員應瞭解飛機飛行於機場附近的起降航線，除非塔台管制人員有特別指示，否則一般狀況下飛機都必須，依起降航線降於機場內。當飛機宣佈進入緊急狀況時，其飛行的航線：

- (一)以飛機為主。
- (二)得則不用依飛機起降航線進入，直接進入機場或其變更路線。

機場消防人員瞭解飛機起降航線時，一旦在緊急情境下才知道飛機在跑道上的所在位置，而起降航線分為以下幾種(如圖 8 所示)：

- (一)側風邊(Crosswind leg)
- (二)下風邊(Downwind leg)
- (三)底線(Base leg)
- (四)最後進場邊(Final approach)

有些機場會引導飛機排隊後，直接讓飛機直線進入機場，飛機降落後擇依機場設計路線分別前往旅客大門、飛機庫或維護廠移動。因此，ARFF 車輛可能會穿越或經過這些路線。因此，機場消防人員必需瞭解「跑道」及「滑行道」系統設計。



圖 8 飛機起降飛行行道方向

三、跑道及滑行道設計

飛機的起降跑道，大多取決於風向來決定。飛機在等待起飛過程，經常被安

排在滑行道附近等待。但當風速不大不是關鍵因素時，塔台管制員或許會同時使用及開放數個跑道以加快飛機流量。

(一)跑道及滑行道號碼

跑道及滑行道號碼係以羅盤方位(相對於磁北的角度)，四捨五入以每 10 度為一個單位，以羅盤方位由北順時針方向，角度從 0 度至 360 度。

1、例如一，以羅盤方向：羅盤方位為 340 度(相對於磁北的角度 340 度)，當飛機從南方往北飛時，其跑道編號為 34。

2、例如二：以跑道編號：跑道編號為 16，當飛機從北往南時為羅盤方位 160 度(相對於磁北的角度為 160 度)。

但同一方向跑道如角度為相對於磁北的角度為 180 度時，跑道編號 06 和 09，為避免混淆及視別錯誤，會標示成 06 及 09。

(二)跑道字母

跑道字母視跑道數量而區分，當有平行跑道時，左側標示為 L、右側標示為 R。例如：有 2 個平行的跑道，由南往北時，編號別為 36L 和 36R 跑道，相對的方向，由北往南時，編號分別為 18L 和 18R 跑道。

如有三個跑道時，其方法類似，字母 C 為中間跑道，例如：飛行角度為相對於磁北 180 度時，三個跑道標示，編號分別為 18L、18C、18R 跑道。

四、機場燈光、標線及標誌系統

除了除跑道及滑行道設計以外，也必需瞭機場燈光的顏色、標號、指示牌，這些都可以用來分辨不同區域、建築物及機場內的障礙。ARFF 人員應該瞭解燈光、標線、標誌系統，及其特定的機場標誌系統。

(一)AC 150/5340-1J Standards for Airport Markings

(二)AC 150/5340-18D Standards for Airport Sign Systems

(三)AC 150/5340-30C Design and installation Details for Airport Visual Aids

美國聯邦航空管理局 The Federal Aviation Administration(FAA)針對機場燈光、標線及標誌系統的建議公告中規範了最低標準：

(一)燈光(Lighting)

跑道和滑行道面燈光，在所有機場都是相同標準，而這些燈是由航空交通管制人員(ATC)控制，ARFF 人員可以依天氣狀況，要求調整燈光的強度或亮度。(如圖 9 所示)，不可的燈，可以分辨出機場不同區域。

1、藍色或是反射標誌：使用於滑行道邊緣燈，間距為 30 公尺(100 英尺)。

- 2、白色：使用於跑道邊燈，間距為 60 公尺(200 英尺)、跑道中心線燈，間距為 15 公尺(50 英尺)、跑道著陸區燈。
- 3、綠色：使用跑道進場邊末端，及滑行道的中心線燈(並非所有滑行道皆有裝設中心線燈)。
- 4、紅色：使用於標示障礙物，例如：建築物區域、航空器停放區、禁止使用區域、工作區域、跑道末端…等
- (1)跑道中心線燈：跑道末端 914.4 公尺(3,000 英尺)，為紅白燈相間，最後 304.8 公尺(1,000 英尺)為全部紅燈。
- (2)跑道末端。
- 5、黃色或黃褐色：做為警示駕駛人員，當經過塔台准許才可以通過使用：
- (1)於當飛機要穿越進入跑道時的交接區，為 2 個閃爍黃燈。
- (2)跑道邊燈，跑道末端最後 609.6 公尺(2,000 英尺)。



Figure 2.3 Colored lights are used to identify different areas of the runways and taxiways.

圖 9 機場跑道燈光、標線及號誌

(二)標線(Markings)

機場的標線由 3 種顏色標示，分別為白色、紅色及黃色：

- 1、白色：使用於跑道上跑道編號、跑道字母、跑道線段標線。
- 2、紅色：使用於限制區的標示，例如：消防通道、限制區域。要穿越或進入限制區必須事先經過准許才可通行。
- 3、黃色：使用於滑行道進入跑道前的等待區、儀器降落系統 ILS 區域。

滑行道上等待位置(又稱等待線、等待區)，由滑行道整個寬邊上 4 條線組成，2 條實線及 2 條虛線組合而成。

所有車輛及航空器必須在此等待的區域停止，在確認目視確定沒有飛機或獲得航空交通管制人(ATC)准許通行，才可以通過。

另一種等待線，滑行道進入跑道前的位置，在這等待區域，ILS 能夠明確指示跑道的相關速度、位置等訊息。當車輛或其他交通工具停放於這等待區域時，可能會造成航空器，從地面上接受訊號時訊號不正常或錯誤等訊號障礙。

紅色及黃色標號使用，表示航空器如停於此區域為處於使用中，可能連接活動舷梯、登機門…等，ARFF 人員應避免靠近、阻礙及停放於此區。車輛通行道路邊以黑色與白色相間拉鍊標線。

(三)指示牌(Signs)

機場消防人員應該瞭解及分辨機場內不別的指示牌，機場使用指示牌如下：

- 1、強制性指示牌(Mandatory instruction marking)
- 2、跑道等待位置指示牌(Runway hold position signs)
- 3、位置指示牌(Location signs)
- 4、方向指示牌(Direction signs)
- 5、目的地指示牌(Destination signs)
- 6、資訊指示牌(Information signs)
- 7、跑道剩餘距離指示牌(Runway distance remaining signs)

在機場內除非航空交通管制人員(ATC)有其指示，否則切記飛機永遠是優先權的。ARFF 車輛駕駛人員如不瞭解機場內的燈光、標線或指示牌時，可能會導致意外事故的發生，或者是誤闖飛機的跑道。

五、機場的設計

機場的設計及配置，是機場消防人員必需瞭解的，因為攸關決定搶救車輛及車輛的動線，以下一些系統、機場內的救災資源以及它的所在位置：

(一)虛線圓形標記(Segmented circle)

(二)座標方格地圖(Gird maps)

不論是直角座標或方位方向座標地圖格式，係用標準地圖、大型商業地圖或修改繪圖而成的，都應該把機場外的緊急應變位置標示在地圖內。

依據 NFPA403，航空器搶救及滅火標準(Standard for Aircraft Rescue and Fire Fighting)應標示出快速反應區域、緊急救援及消防滅火區域：

1、快速反應區域(RAA，Rapid Response Area)

(1)以跑道中心線，各延長 500 公尺(1,650 英呎)為長邊。

(2)以跑道中心線，各延向側邊延長 152 公尺(500 英呎)為寬邊。

依據 NFPA403 航空器搶救及滅火標準(Standard for Aircraft Rescue and Fire Fighting)規定，災害發生時第一輛反應的車輛，應於 2.5 分鐘內進入快速反應區域內任何一點。

2、緊急救援及消防滅火區域(CRFFA，Critical Rescue and Fire Fighting Access)

(1)以跑道中心線，各延長 1,000 公尺(3,300 英呎)為長邊。

(2)以跑道中心線，各向二側邊延長 152 公尺(500 英呎)為寬邊

依據 NFPA402，航空器搶救及滅火操作方針(Guide for Aircraft Rescue and Fire Fighting Operations)，多數商業用航空器意外事故皆發生於這區域內。(如圖 10 所示)

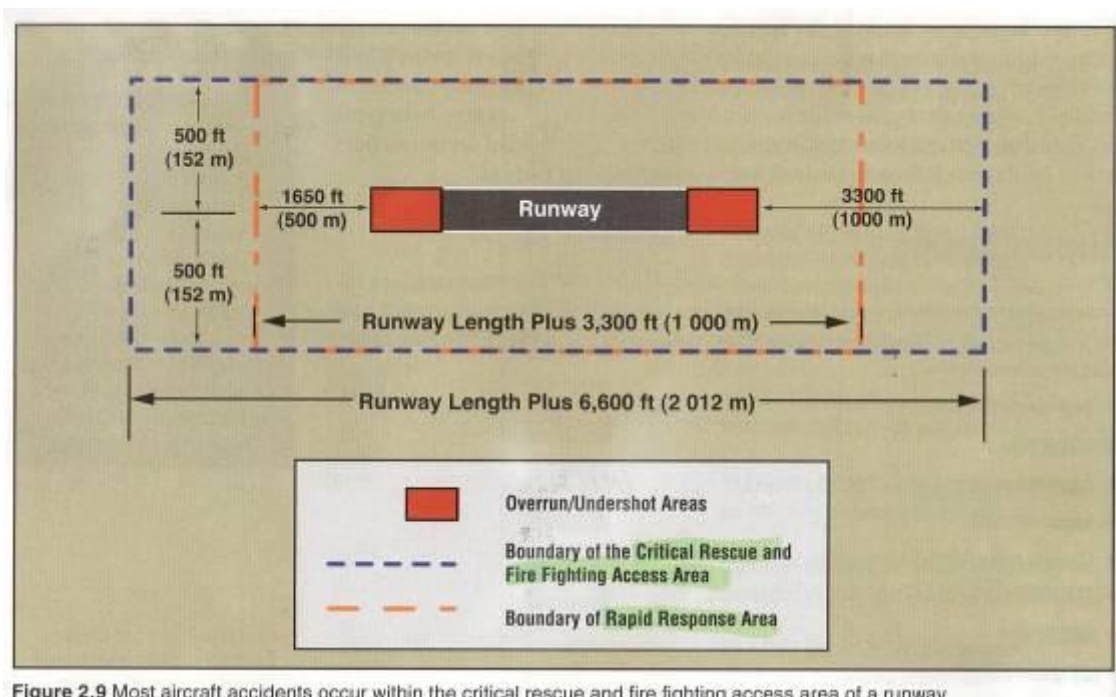


Figure 2.9 Most aircraft accidents occur within the critical rescue and fire fighting access area of a runway.

圖 10 快速反應區、緊急救援區及消防滅火區域

(三)機場地形圖(Airport topography)

機場消防人員應該熟悉機場內地形狀況和附近的區域特性，當洩漏發生時燃料流動會受排水方向流動，並影響消防救災車輛。地形也可能受到劣天氣影響導致無法通行。例如：大雨過後可能會覆蓋泥土、雪堆積太多來及清除、水可能會積於低窪地區，導致部份路徑無法通行或封鎖。

(四)機場構造(Airport structures)

航空器搶救人員，當航空器緊急事件時可能會對建築物內發出警報，以實施相關應變對策，因此，ARFF 人員應該瞭解機場內的建築，任何可能的危險因子：

1、航廈、航站：人員數量和燃料載量各航廈皆不同，取決於班機數量，影響到 ARFF 人員在搶救航站緊急應變包括：

- (1)人命安全
- (2)空橋
- (3)行李搬運、裝卸及儲存地區

2、航空器維修設備

(五)機場飛航輔助系統(On-airport navigation aids)

(六)道路和橋樑(Roads and bridges)

機場內道路是供交通運輸工具使用，有些道路較狹窄或橋樑限高，並不適合消防車使用。當天氣狀況不佳時，原行使之道路或橋樑恐怕無法通行。因此，搶救人員必需事規劃其他替代路線，瞭解橋樑限制承受重量及高度。

(七)跑道(Runways)

(八)機場機坪(Airport ramps)

- 1、人員通行及運輸
- 2、燃料操作
- 3、行李裝載
- 4、飛機拖車
- 5、高伏特電路系統
- 6、航空器維修操作
- 7、危險物品及材質運送和轉送

消防人員應保持飛機匝道和停機坪淨空，當飛機停放於航站登機門位置，消防車輛不可以停放在飛機的後方，向停機坪人員確認停放位置安全性。

(九)道路管制點(Controlled access points)

(十)圍欄及出入口(Fences and gates)

為了保護機場設備及機場安全起件，避免未經過同意即進入機場內，機場四

周設有圍欄，防止人員及動物誤闖。

(十一)指定的隔離區(Designated isolation areas)

ARFF 人員應瞭解指定的隔離區域的位置，係設計當航空器發生問題，例如：劫持事事、危險事件、恐怖攻擊，臨時的供航空器停放的區域，且與機場重要設備及其他航空器保持距離，其相對危險性就比較高。

(十二)水源供給(Water supply)

一般機場內水源供給方式為二種，一種是固定式供應水源、另一種則是移動式供應水源：

- 1、固定式供應水源：消防栓、水源配管、水源儲槽…等。
- 2、移動式供應水源：消防車、水槽車、水庫車…等。

(十三)燃料儲存和配置(Fuel storage and 、)

- 1、燃料槽或配管供應
- 2、燃料配管系統
- 3、機坪航空器燃料

消防人員應瞭解這些燃料設備在地圖上的位置、功能及操作，學習如何去操作閥及開關，機場消防人員應定期去巡視所在位置，及熟悉功能、操作。

- 1、燃料操作【槽車加油、機坪輸油管路加油、加油島加油、安全裝備(又稱死人裝備，dead man device)…等)】

飛機加油程序中，永遠必需由 1 名人員監視及警戒人員，必需由人員徒手操作，不得藉由機械，一旦人員由狀況發生，手離開即會安全動作產生。

- 2、點火源(靜電、天氣狀況、電磁波、開放火源)

應嚴格管制或禁止在航空器操作區域使用開放火源，或離航空器燃料操作區 15 公尺以上。有關燃料操作相關資訊，可以參考 NFPA 407,Stand for Aircraft Fuel Servicing)。

- 3、燃料區滅火設備

應配置適當尺寸及類型的滅火器，且在燃料操作處可方便取得(最小應使用 20-B 型滅火器)。依據 NFPA407,Standard for Aircraft Fuel Servicing，當燃料流量超過每分鐘 750 公升時，滅火器效能至少 80-B, 55 公斤(125 磅)。

航空器空橋距離 30 公尺範圍內應設置有滅火器，且設置於空橋與登機門之間，每具滅火器效能至少 20-B 型的滅火器。有關滅火器相關資訊，可以參考 NFPA 10, Standard for Portable Fire Extinguishers)

(十四)機場排水系統(Airport drainage systems)

機場排水系統的設計，當燃料溢洩在停機坪時，可以控制燃料避免大量蓄

積，將災害可能造成的結果減至最低。

機坪排水系統應設計油水分離/阻隔裝置，不准許直接排入排水系統，機坪必須設計有傾斜坡度，並遠離航站建築、飛機庫、裝載運輸通道或其他建築。

六、機場消防隊

機場消防隊所在位置，攸關搶救出勤及到達時間，因此機場消防隊應設計於機場中間位置，可觀察到飛機道路、滑行道、機坪、飛機庫、飛機降落過程、飛機維修、燃料操作、天氣狀況對影響救災動線影響…等

伍、航空器種類及構造介紹

一、航空器的種類

(一) 商務用運輸客機(Commercial Transport)

1、窄機身

窄機身航空器客艙設計為單一通道設計，寬度為 46 至 51 公分，乘客數可達 235 座位。窄機身航空器設計有 2 至 3 顆噴射引擎，且燃料重量為 52,000 公升重。早期窄機身的飛機，門設計用栓塞方式關閉，新的窄機身的飛機，則設計為閥型方式關閉，門為向上向外開啟。

2、寬機身

寬機身航空器設計有 2 至 4 顆噴射引擎，燃料重量超過 58,000 公升重。寬機身航空器在機艙中間設置有座位區域，可搭乘 500 名以上的乘客。而大部份避難滑梯可以從外部操作。

行李及貨物大多儲存於貨物箱或貨板上，並儲放於飛機下層貨艙區域，而在貨艙區域會設置有火警探測及滅火系統二種系統。

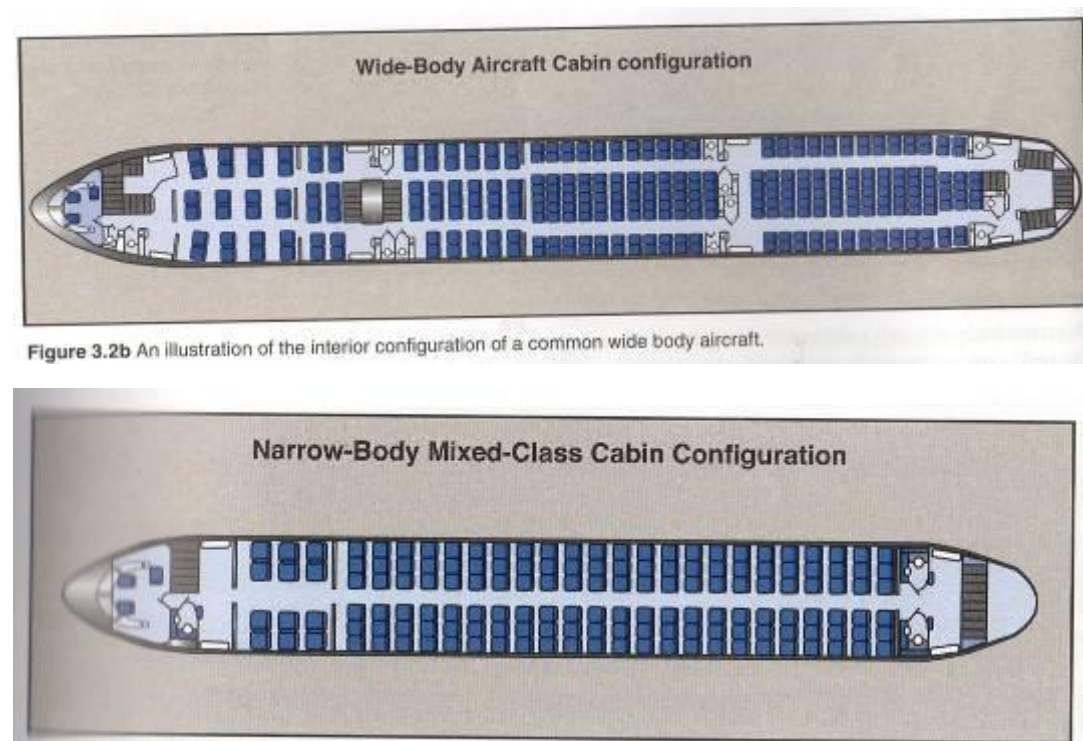


圖 11 窄機身及寬機身航空器

3、新大型航空器

航空器製造公司不斷的成長及研發高承重、堅固材質，現今容納人數可達

到 900 人，製造出新型大型航空器(NLA)或超大型航空器(VLA)，例如：A380 即是 NLA 航空器。

NLA 航空器的特色就是可以上下二層，稱主艙和上艙，ARFF 人員應該瞭解上艙的救援方式，如何將人員救援上艙的旅客至地面。NLA 航空器在搶救過程中，ARFF 人員應考慮到上艙倒塌的危險，可能造旅客及 ARFF 人員的危險，因此，ARFF 人員應練習操作，如何在侷限空間救援及人員的脫困訓練。

(二)地區型航空器(Commuter/Regional Aircraft)

地區型航空器常用於短距離商業運輸，設計有雙渦輪螺旋發動機引擎或噴射引擎，可以運輸 19 至 60 名乘客。在內部空間比較狹窄且擁擠，在緊急狀況時操作空間較不足，而出入口位置及數量有所限制，通常進到飛機座艙僅有一個出入口。有一些地區型航空器，可以從乘客座艙區域，直接進入飛機後面貨艙區域。

(三)貨機(Cargo Aircraft)

貨機主要功能用於貨物的運送，一些早期的航空器變更為運輸貨物的貨機，並內部修改裝設貨盤、貨物櫃…等，可以運輸一些指定的危險物品，亦有乘客座艙、貨物艙。一般除了前方二個進出艙門，其他艙門或緊急艙門可能被改裝成一個大空間的貨物儲存艙，在機身前方會有一個高壓操作貨門，或是在機身後方左側或右側。

一般狀況下貨機經由電力開啟貨艙門，但在緊急狀況下，並需可透過手動方式將貨艙艙門開啟的。而從貨物艙前方，依貨盤和貨物櫃數字編號或字母代碼排序於其指定位置。

在寬機身的貨機，乘客行李貨物承載限重，每一個應不得超過 70 磅

1、貨艙的分類

一般貨機貨艙的分類，分為 A、B、C、D、E 等 5 大類，機場消防人員應瞭解每一個機場的貨機各式不同貨艙的分類，

依據美國聯邦航空管理局(FAA)，聯邦航空條例 25.857 節(FAR:Part 25.857)或 CEF14 part 25.857)-貨艙的分類(Cargo compartment classification)，對於貨艙分類及定義如下：

(1)A 類：飛機上機組人員，在他所在位置能夠容易發現火災，且在飛行途中能夠進入 A 類貨艙。A 類貨艙，位於駕駛艙與客艙之間，可造近廚房或飛機的後方。

(2)B 類：在飛行途中，飛機上機組人員持手持式滅火器，在他所在位置能夠容易，進入 B 類貨艙任何部位。

危險時所產生煙霧量、火勢及滅火藥劑，不能進入機組人員及乘

客所在客艙。

裝設有經過認可的偵煙式或火警探測系統，駕駛人員所在位置能夠發出警報訊號。

(3)C 類：和 B 類貨艙主要差異，裝設有固定式滅火系統，且在裝設機組人員容易靠近的位置及控制火災。

危險時所產生煙霧量、火勢及滅火藥劑，不能進入機組人員及乘客所在客艙。通風控制系統能夠維持 C 類貨艙適當滅火濃度。

在寬機身的貨機，C 類貨艙大多設置於機身下艙位置

(4)D 類：最初在設計 D 類貨艙時，並沒有設計火警探測系統及滅火系統，在內部區劃設計時，氣流非常的低，仰制、防制火災的發生。

(5)E 類：僅用來貨物的運輸，典型的 E 類貨艙設計成一個空間。必需裝設有偵煙式探測器及火警自動警報系統。貨艙應設計有通風的關閉系統裝置。

危險時所產生煙霧量、火勢及滅火藥劑，不能進入機組人員及乘客所在客艙。在緊急狀況下或貨物滿載情況下，機組人員應能容易由緊急出口避難。

2、貨艙的進出口

大部份的貨機貨物進出開口設計為向外向上頂部開啟。一些較舊型寬機身貨機艙門設計採用手動方式開啟，新的寬機身貨機艙門設計採用電子式或油壓式方式開啟。

(四)通用航空器(General Aviation)

通用航空器大多使用於休閒、娛樂、飛行訓練，典型的通過航空器機身小、體重輕、機艙內沒有加壓系統，內部設計有一顆或雙燃燒引擎。

一般通用航空器可運送 1 至 10 名的乘客，裝載 90 加侖(360 公升)的航空燃油(AVGAS)，一些較大通用航空器，可以裝載 500 加侖(2,000 公升)的航空燃油，依據航空依據美國國家運輸安全委員會 The National Transportation Safety Board(NTSB)統計資料，航空器事故以通用航空器所造成死亡事故比較最高。

(五)商務/私人航空器(Business/Corporate aviation)

一般商務/私人航空器從機身小、體重輕、機艙沒有加壓系統，到一些大型”商業型”噴射機(例如波音 737、波音商務噴射機)。

一般商務航空器使用雙噴射引擎系統，可運送 6 至 19 名乘客。而這類型航空器會有許多是依顧客需求，而設計內部空間及配置，與一般商務航空器內部配置不同。大部份為單一出入門，設置於航空器左機翼前。有一些會在航空器右機翼上方設置有緊急避難艙口。許有機翼上方緊急避難艙口，由外部是無法開啟

的，門、艙口及貨艙及其他區域通常是上鎖的。

(六)軍事航空器(Military Aviation)

軍事單位有許多不同的軍事目的，航空器會有許多不同的用途。軍事航空器會飛行前往世界各地，而且通常會使用民用機場，並掩飾其軍事用途。因此，消防人員必需瞭解軍事航空器的有關的潛在危險因子。

軍事航空器從 1 顆引擎戰鬥機，至大型軍事運輸機或轟炸機。因為必需高速、複雜儀表裝置和一些軍事武器裝備需求，這類型的航空器搶救，對於搶救人員會增加其危險性。雖然，軍事航空器的機組人員是有限制及特定的，但有需許多軍事武器裝備、液態氧氣、雷達、大量的複合金屬構造和爆炸噴射裝備。

- 1、**戰鬥機、攻擊機**：設計有空對地作戰、空對空作戰，轟炸彈、機關炮、投射彈…等，分別配置於機身或機翼，例如：AC-130。彈鬥機及攻擊機設計有座艙罩拋射系統、座椅彈射系統。
- 2、**轟炸機**：設計可裝載及投射大量的空對地炸彈，4 至 8 顆引擎，2 至 8 名機組人員，例如 B-2。
- 3、**貨機**：設計可運輸軍事用品、物資、裝備、車輛…等，機身設計有噴射輔助起飛(JATO)，例如：C-5、C-17、C-130。
- 4、**加油機**：設計可執行空中燃料補給作業，裝載 50,000 加侖(200,000 公升)以上燃料，例如：KC-10、KC-135。
- 5、**通用機**：此類飛機通常較小型，一般不會運輸及裝載武器或噴射系統，與一般航空器非常相似，例如：UC-35。較值得注意的是，U-2 高空偵察機，雖然他定義為 U，但仍配置有專業的噴射設計、座位噴射及精密的監視設備。
- 6、**特定用途機**：特定用途機係目的不同，例如偵察、指揮、管理、測試或電子監視…等軍事用途。波音 707 依目的用途，設計成為 C-135 貨機、KC-135 加油機、EC-135 電子平台飛機、E-3C 空中預警機(AWACS)
- 7、**直昇機**：美國國防部大規模使用直昇機作為軍事攻擊及運輸作業，而一般會將武器及火藥裝設於艙內或機身吊艙中，例如：AH-1、AH-64 直昇機。
- 8、**其他**：旋翼機、消防直昇機、古典及老舊飛機、業務航空器、輕型飛機、農業噴撒用飛機、特技用飛機

二、航空器基本構造介紹

機場消防人員瞭解航空器構造及緊急狀況下的危險，以及熟悉航空器主要構造的專有名詞，瞭解這些專有名詞，可以提供消防人員操作及航空器搶救過程的一些資訊。

(一)固定機翼飛機(如圖 12 所示)

- 1、機身：駕駛艙、起落降、客艙區域(廚房、廁所、置物櫃、緊急出口、出口座位、緊急照明燈、燈光穩定裝置、輔助用氧氣鋼瓶。
- 2、機翼：發動機、引擎艙、副翼、襟翼和前緣縫翼、擾流板。
- 3、尾翼：垂直尾翼、水平尾翼。

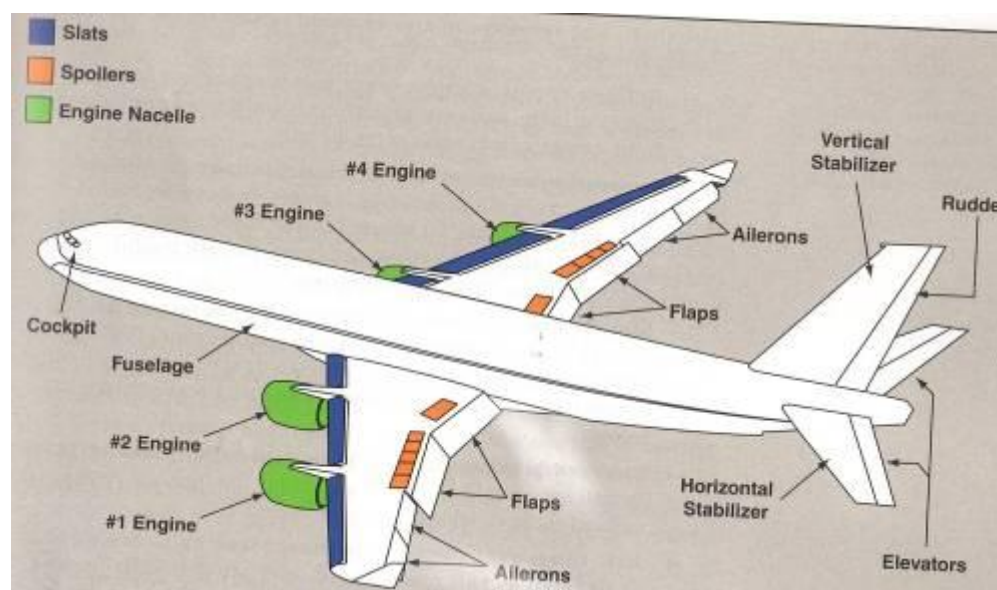


圖 12 固定機翼飛機機身、引擎、尾翼

(二)螺旋翼飛機

螺旋翼的飛機主要構造，由 4 大部份組成，分別是機身、主螺旋翼、尾螺旋翼、起落系統組成。

三、航空器的材質

機場消防人員應瞭解航空器材的材質及成份，可減少在操作及搶救過程中的危險，航空器的材質有鋁、鋼、不鏽鋼、鎂、鈦及多種複合材質所組成。

(一)成份

航空器有幾種常用的主要材質，包括鋁、鋁合金、鎂、鎂合金、鈦，其相關如何應用各航空器各部位，這是機場消防人員必需瞭解

- 1、鋁及鋁合金：由於鋁的特性就是重量輕，非常適合當航空器構造材質，使用於機身外表層。使用鋁具有無法承受高溫的缺點，鋁的熔化溫度大約 649°C。而使用鋁合金具有更高的強度，常用於起落降系統，而且其他材質，例如，鈹鋁合金和鋰鋁合金…等不斷的

被研發及廣泛使用。

- 2、鋼：在航空器的某些位置，例如：引擎、起落降系統必需有非常高的強度及高強度的耐熱性。
- 3、鎂及鎂合金：具有高強度具重量輕的特性，鎂及鎂合金使用於起落降系統，早期的航空器使用於輪胎、發動機架、曲軸箱及引擎其他部分。使用鎂及鎂合金的地方，是非常難與火源接觸，一旦引火燃燒，鎂及鎂合金要將火勢撲滅是比較困難。
- 4、鈦：鈦金屬材質可以強化表層的抗熱及抗焰性，鈦常使用於引擎內部、APU、起落降系統、渦輪葉片。鎂、鈦一旦引火燃燒要將火勢撲滅都是非常困難的。

(二)複合材質、航空材質

愈來愈多種複合材質使用於航空器構造上，複合材質係由 2 以上不同成分材質組合而成(如圖 13 所示)。玻璃纖維是一種常使用的複合材質，以及碳纖維複合材質(CFRP)。為確保消防人員在搶救航空器意外事故安全，應瞭解航空器材質及強制進入標準作業程序(SOP)

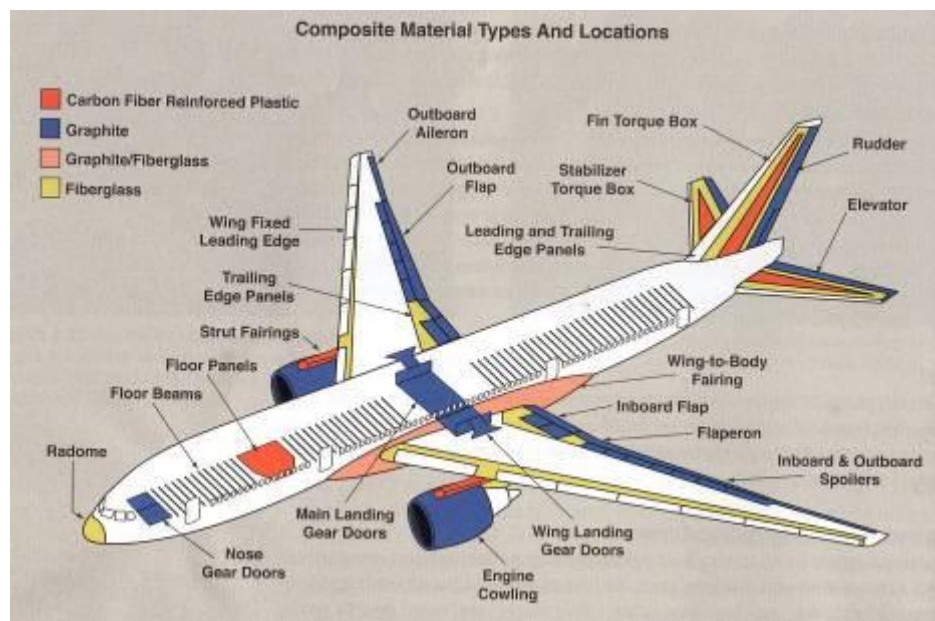


圖 13 航空器各構造材質相關位置

(三)塑膠

原本使用木材材質區域，使用塑膠材質替代，例如：木製嵌板、客艙間隔處、座椅，以及使用於許多管路、電線配管及客艙內。

(四)木材

許多早期的飛機會使用大量木材，例如：翼樑、艙壁。對於此 A 類火災發生時，應該使用水成膜泡沫又稱輕水泡沫(AFFF)。

三、航空器系統

消防人員應該瞭解航空器的各部份系統的潛在危險，並考量各系統潛在危險，擬定災害搶救的標準作業程序(SOPs)。

(一)燃料系統

燃料系統是一個相當大的系統，組成包括燃料箱、管路、控制閥及泵浦。一旦發生航空器意外事故時，燃料系統會造成相當大的危險，其主要為燃料箱及管路系統(如圖 14 所示)。燃料系統可裝載儲存 12,000 公升至 220,000 公升的燃料(波音 747-400)，一些新型大型航空器設計可裝載儲存 378,541 公升。

- 1、燃料箱：依據航空器的種類不同，燃料箱大小及位置有所不同，燃料可儲存於鋁或複合材質燃料箱內，大多位於機翼、尾翼及機身，可分為右主燃料引警箱、左燃料箱及中間燃料箱。
- 2、燃料配管：燃料由燃料箱輸出，經由配管、控制閥及泵浦，分別供給引擎或尾翼的輔助引擎系統(APU)，燃料配管會由機身、貨艙區或客艙地板穿越。燃料配管直徑有 3mm 至 100mm，而泵浦可控制管內壓力介於 4 至 40psi。

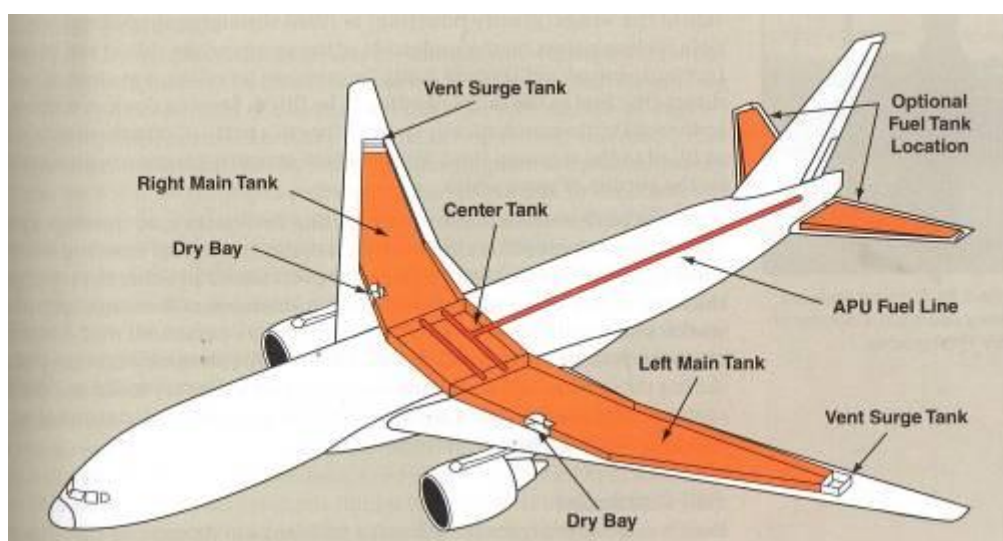


圖 14 航空器燃料系統位置

(二)液壓油系統

液壓油系統由液壓油箱、電動或引擎式幫浦組成，產生動力可以提供起落降系統操作。液壓油儲存於液壓油箱，透過泵浦加壓將液壓輸送入各系統，例如：起落降系統、鼻輪系統、飛機操控系統、煞車系統、襟翼。液壓油系統在操作時壓力可達 3,000psi 以上，而液壓油可達 740 公升以上。

(三)電源、電力及輔助系統

飛機需要電源系統提供照明設備、電子設備、液壓油泵浦、燃料泵浦、預警

系統、武器裝備及其他設備所需的電流。

飛機電源系統使用有交流電(DC)及直流電系統(AC)二種，照明設備使用 12V 或 24V 的交流電；有些大型航空器使用 24V/28V 的直流電和 110V/115V 交流電。

1、電池(Batteries)。

2、輔助電源系統(Auxiliary Power Units, APU)。

3、緊急電源系統(Emergency Power Units, EPU)。

4、地面支援系統(Ground Power Units, GPU)。

電池、輔助電源系統、緊急電源系統及地面支援系統，其提供飛機操作或緊急事故所需之電源系統，本身具有電壓及危險，機場消防人員應瞭解其所在機場內各種類型飛機的電池、輔助電源系統、緊急電源系統及地面支援系統的開關關閉程序，以及如何將其與飛機本體分離，避免造成搶救人員危險。

(四)氧氣系統

飛機飛行於高空時，為避免機組人員及乘客缺氧時使用，氧氣系統可分為液態及氧態儲存。而不同類型的飛機，儲存氧氣系統的位置皆不同。氧氣系統供駕駛艙、前貨艙及電子艙。液態氧(LOX)的沸點-147℃，顏色為淡藍色，其本身不會自燃，但是非常好的助燃劑。因此，一旦飛機發生緊急狀況，氧氣系統接觸燃燒物或與火焰混合，如沒有關閉氧氣系統，氧氣系統可能會造成嚴重的後果。

(五)飛機的照明

1、燈光顏色：

(1)紅色燈：左襟翼。

(2)綠色燈：右襟翼。

(3)白色燈：機上尾翼。

2、照明燈類別

(1)標誌燈：飛機垂直穩定面上，照明航空器公司標誌。

(2)起落燈：提供起飛及降落照明使用，功率較大。

(3)防撞燈或閃爍燈：飛機機身下面或垂直穩定面上處防撞燈及閃爍燈，指示當飛機的引擎開始運轉狀況。

(六)起落架系統

起落架系統由輪胎圈、煞車、輪胎…等所組成，輪胎圈為鈦或鋁合金材質，現在航空器的設計，一旦當輪胎圈溫度達設計溫度時，輪胎圈上的易熔栓就會自動將釋放出輪胎內氣體。

大型的航空器輪胎的胎壓設計可達 200psi，因為飛機在起飛及降落時會產

生高溫，所以輪胎通常使用充灌氮氣(惰性氣體)。

(七)雷達系統

許多航空器在起飛之前及降落之後，其雷達系統非常活躍，可能會成為著火源，亦會造成人員健康之危險。雷達系統位於飛機的鼻翼區。因此，機場消防人員應禁止靠近鼻翼區。一旦飛達的引擎和電源關閉時，雷達系統也會關閉。

(八)消防滅火系統

現代航空器皆配置有滅火系統，供機組人員或地面工作人員，去執行引擎、APUs 及貨艙的滅火。典型 A 類火災滅火系統，由高壓儲存容器、配管、噴頭、啟動裝置及控制滅火藥劑放射。

一旦飛機發生墜毀時，其消防滅火系統可能未動作及使用，因此機場消防人員應瞭解滅火系統的位置及操作方式，但當電池於法提供電源給滅火系統時，飛機上的消防滅火系統將無法操作。

駕駛艙及客艙內，設置有手持式滅火器，供該區域發生火警時使用。廁所裝置有偵煙式探測系統及滅火系統，火警探測系統應能即時發出警報聲響，通知機組人員廁所發現煙霧，並於駕駛艙控制盤發出警告號燈，廁所垃圾筒會另設置有滅火設備。

(九)駕駛艙緊急關機系統及程序

消防搶救人員在搶救過程中，必需先執行緊急關機程序，而飛機的關機程序非常的簡單。

(十)進出口系統

航空器的設計安全規範中，其中有關人員的緊急避免設計，應使人員在 90 秒內完全避難完畢。航空器的客艙進出門，主要係提供人員搭乘及下飛機使用，而這些艙門是人員避難的主要路徑，其次擇考量使用機翼上方艙口緊急避難。

進出口艙門的標號及方向標示，係以飛機的前面開始排序編示，並依機身朝向機頭方向標示 L(左邊)或 R(右邊)，例如 L1 或 1Left，擇表示由機頭前方第一個進出口艙門。

搶救人員瞭解進出口艙門的標示，在搶救過程中才可以支援及協助機組人員，在第一時間優先建立開始的順序及方法。

陸、航空器救援策略運用方式及安全

一、航空器救援策略

(一)確認火勢

先瞭解航空器起火及燃燒位置，如發生於機艙內可藉由煙的位置分析研究火點的位置，經統計資料航空器意外發生，火勢在 90 秒內即會燒穿機艙，因此人員搶救時間非常的短暫，主要目的則是延長艙內人命存活的機率，創造出人員可在艙內待救環境。

(二)人員數確認

機組人員及航空公司皆有旅客人員及名單，救援策略中必需確定人員數量，並立即帶離開災害現場，並人員集中區域。

(三)滅火藥劑選擇

機身及洩油區起火時，機身可先選使用泡沫覆蓋機身表面；洩油區起火時可先選使用泡沫覆蓋及乾粉滅火，不得使用水滅火。

(四)上風處接近機身 45 度角接近

消防車由上風處接近機身，當航空器意外發生時，機身民眾第一反應當無安全方向概念時。而消防車前進方向及角度，搶救人員最重要指標之一。當消防車接機時，機上人員避難特性必然往消防車方向避難，因此消防車一定要停在上風處，避免人員往下風處避難。

另因輪胎具高壓氣體，當溫度愈來愈高時，如搶救人員站於輪胎側邊，恐有爆炸彈射之危險，因此以上風處機身 45 度角接近搶救為宜。

(五)上風處滅火

上風處水線佈署、乾粉滅火藥劑泡沫滅火藥劑放射時，可藉由上風順風，將滅火藥劑大面積覆蓋，且可避免搶救人員於延燒路徑及造成滅火藥劑浪費。

(六)優先使用泡沫

機身起火時優先使用泡沫滅火，理由一，可以使機身快速冷卻，降低機艙內溫度，增加人員避免逃生機會，延長人員在火場可生存時間；理由二，泡沫除具有冷卻效果，亦有窒息效果，可以預防其他未著火處引火燃燒。

(七)機體阻隔延燒

洩油區起火燃燒時，因洩油區具相當大火載量(汽油)，且燃燒產生大量燃燒熱，為避免波及機身，可使用泡沫滅火，當第一時間將泡沫覆蓋機身時，其次由機身與洩油區連接處開始滅火，由機身往洩油區放射泡沫，避免將火勢及洩油區往機身方向流動引燃機身。

(八)火勢已全面燃燒

對於航空器救災訓練，一旦該航空器機身已全面燃燒時，此時搶救作為以延長人員可待救時間為首要目的，因此在 SERT 一律先採用高流量系統泡沫滅火藥劑-220psi(14kgf)（覆蓋式、冷卻），優先於由上方處掃射覆蓋住整個機身，主要目的係在降低機身的溫度，延長人員可待救時間，對於零星火源，則使用低流量泡沫。一旦泡沫滅火系統已覆蓋機身，將不能使用水滅火，否則造成泡沫窒息滅火效能不佳。

(九)消防車停放之位置

消防車停放的位置除了影響人員避難路徑、搶救人員安全、風向等，主要考量泡塔放射的距離及涵蓋飛機機身之範圍，由於第一台消防停放位置，應停放於上風處機頭 45 度角，泡沫可藉由風勢放射至整個機身，另第二台消防停置位置，其考量如第一台消防車受到障礙時，第二台消防車的泡沫仍必需涵蓋整個機身，其最佳位置為機翼旁，不可停放於機尾處。

二、TWO-IN/TWO-OUT 原則

- (一)TWO-IN/TWO-OUT 定義為，消防人員二人進入室內搶救，建築物外應至少保持 2 名救援手，此 2 名救援手隨時可入室救援人命，救援的對象包括民眾待救者及消防人員待救者。
- (二)此原則仍需依現場災害大小及消防人力多寡決定「TWO-IN/TWO-OUT」原則是否實施。
- (三)TWO-OUT 人員於現場並非僅限於現場待命，仍是於現場外部救災人員或是可以隨處走動作業的，作業項目及工作應是避免重度工作大量消耗體能的任務。

三、管制區

航空器災害事故現場，其管制亦可分熱區、暖區及冷區(如圖 15 所示)，並在冷區外圍設置管制警戒線，限制人員及車輛進出動線為單一出入口。即是救災人員仍應依其能力限制進入區域，熱區如未穿戴全套個人防護裝備如能會造成救災人員災害。

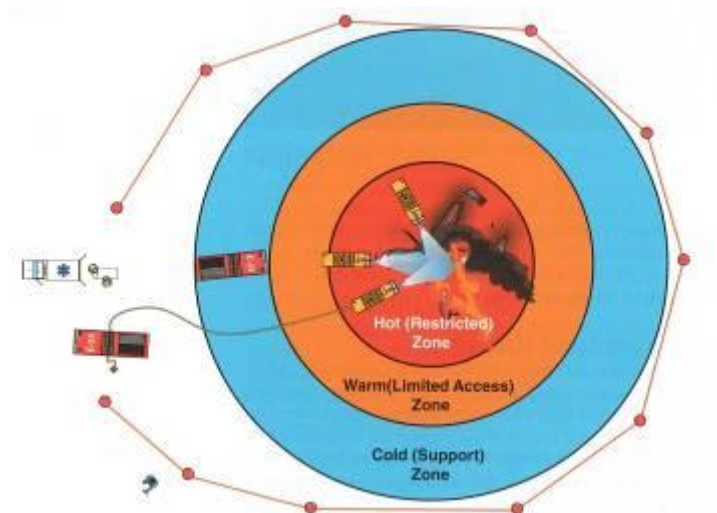


圖 15 航空器事故現場冷區、暖區及熱區

柒、實際滅火訓練

一、模擬航空器訓練

- (一)點火源：實火(油)，與實景符合，溫度較高。
- (二)指揮體系：由指揮官兼任駕駛，使用泡沫泡塔初期冷卻及壓制。
- (三)模擬槽體：三個
- (四)方法
 - 1.方風上風處，泡沫隨時調整位置。
 - 2.使用泡沫泡塔初期冷卻及壓制。
 - 3.一組 4 人操作，指揮官 1、組員 3 人。
 - 4.全程用泡沫(機身、洩油區)，機身內容搶救使用水為滅火藥劑。
 - 5.零星火源使用手持移動式泡沫滅火設備或乾粉滅火設備。

二、訓練駕駛操控性(趣味中學習)

- (一)S 型駕駛：人員操作 S 型及繞道訓練。
- (二)行進間 S 型
 - 1、遠距離覆蓋：由消防人員開消防車，利用泡塔射水，將水溶液放射於球上方，且車輛持續前進持續放射，訓練人員操作消防車。
 - 2、近距離攻擊：愈靠近放射目標物時，進行直線放射攻擊目標點，放射過程中將水溶液放對於二個三角錐之間控制方向。



圖 16 航空器搶救人員駕駛操控訓練

- 3、綜合訓練：當駕駛人員操作 S 型繞道訓練及行進間放水訓練後，設定連續目標物 5 個(可視場地大小而不同)，訓練駕駛人員行進連續放水，並由遠距離開放高流量放射及近程攻擊目標。

三、空氣呼吸器操作訓練

與國外教官討論 SERT 對於空氣呼吸器失效時，如何訓練消防同仁避難，SERT 教官表示同組人員，如被救援者氣瓶壓力過低，對於其訓練過程中，不建議救援者與被救者共生使用氣瓶，且其空氣呼吸器組並未有共生接頭裝置。另對於氣瓶或面罩失效時如何處置，處理方法：

- 一、檢查氣瓶開關是否關閉。
- 二、檢查氣瓶量壓力。
- 三、檢查 PASS 功能是否存在。
- 四、緊急避難訓練，此訓練模式可納入我國訓練模式，實際訓練多做熟練時，在緊急避難時，才不會將面罩脫掉，拆卸掉二級頭快速接頭置於腋下，避免吸入大量濃煙。
- 五、低姿勢快速離開現場或於現場等待 RIT 人員攜帶備用氣瓶救援。

而在火場內救援發現民眾時，其訓練過程沒有給予共生救援訓練，以快速脫離火場為原則即可。

四、訓練紀錄

- 1、認識機場航道駕駛
 - (1)機場各航道標示介紹
 - (2)機場內航道燈號介紹
 - (3)機場內航道各區域動線介紹
- 2、行進間射水操作
 - (1)搖控泡塔行進間射水
 - (2)利用實際射球進球門訓練
 - (3)連續目標物行進間射水。

五、機場消防車介紹

訓練過程中分別介紹搖控泡塔(駕駛艙內操作)、前方泡塔、幫浦介紹、破壞器材介紹、泡沫原液補充、乾粉滅火器動作原理、乾粉滅火藥劑充填、水霧滅火器充灌。

另其機場消防車內配置有泡沫及乾粉二用瞄子，瞄子手在搶救過程中可以調整其所需滅火藥劑的種類，但消防車的壓力係固定的。

SERT 消防車為兼具訓練與救災二種功能，其平時水帶以 Z 字型方式串接並配置於消防車上方，此可以快速延伸水帶。另消防車的出水口，其水帶平時也保

持 Z 字型並連接於瞄子上，一旦需要使用時，得以快速放水。



圖 17 水帶 Z 字型收折串接

六、實火演練

(一)模擬客機艙內起火燃燒

客艙內一旦起火，因其燃燒物質大多為 A 類可燃物，且有人員受困於客艙內，應使用水為滅火藥劑，進行滅火。

1、無線電通訊測試(指揮官兼駕駛)

2、泡沫先冷卻洩油區

(1)S 型或 Z 型前進泡沫(建立人員安全前進之路線，避免火勢波及救災人員)(如圖 18 所示)

(2)機身冷卻-可確認機身著火燃燒位置

3、強行進入(瞭解外部開門及破壞方式及位置)或外部開啟進入(人員架雙節梯由機翼上方緊急出口進入)。

4、尋找火點及第一次搜索

5、通風(建立洩壓口)

6、滅火(直線攻擊火點)

7、火勢熄滅

8、第二次搜索



圖 18 移動式泡沫滅火設備建立安全路徑

(二)模擬部份機身及洩油區起火燃燒

此訓練主要係瞭解大型移動式乾粉滅火器操作及訓練，主要首先掃射區域為隔離機身與洩油區，讓機身避免持續受火焰加熱，操作過程中人員在前進及後退過程中，前方噴頭控制人員其應永遠目視正前方，避免突發狀況發生(如圖 19 所示)。此狀況最可能發生於飛機待機準備載客、加燃料油、短時間的維修及保養，現場會配置有大型移動式乾粉滅火器。



圖 19 部分機身及洩油區起火燃燒(大型移動式乾粉滅火器)

(三)輪胎(起落架)及引擎起火燃燒

此訓練主要係使用消防車上乾粉及泡沫二用瞄子進行滅火(如圖 20 所示)，主要首先掃射區域為隔離機身與火勢持續接觸，利用泡沫 S 型或 Z 型放對泡沫(由救援者自身腳下，向機身方向放射泡沫，建立救災人員路徑，利用泡沫攻擊輪胎及引擎起火區，並與乾粉混合使用訓練(如圖 21 所示)

- 1、使用乾粉：乾粉主要滅火原則為抑制效果，因引擎一旦起火燃燒，其金屬溫度會相當高，故如僅使用乾粉滅火藥劑滅火，一旦有其他可燃物接觸，其高溫仍會使其立即起火燃燒，故僅使用乾粉滅火藥劑滅火效果不佳。
- 2、使用泡沫：對輪胎及引擎滅火，如僅使用乾粉滅火時，效果不佳，配合泡沫滅火設備使用時，其考量優先使用泡沫滅火，如以快速冷卻引擎或輪胎區，再使用乾粉滅火藥劑抑制燃燒，待火勢熄滅後，再次使用泡沫滅火藥劑，持續對輪胎及引擎放射，降低餘溫。
- 3、乾粉與泡沫同時使用：SERT 所使用二用瞄子，係泡沫及乾粉二滅火藥劑可同時操作及放射，但實際操作過程中，發現如同時使用反而造成反效果，效果不佳。



圖 20 消防車上配置泡沫及乾粉二用瞄子



圖 21 輪胎及引擎起火燃燒(泡沫及乾粉二用瞄子)

捌、心得

此次加拿大航空器災害滅火訓練其訓練方式，多採授課討論及實做方式為之，尤其是注重討論與實務，並針對執行時所遇問題互相討論，教官提出一些制式的標準操作程序，針對各個問題，提出各項不同解決方案，並請學員針對不同解決方案，提出個人看法，其優缺點、適用環境與範圍，給予學員多元思考方向，激發個人之主動思考潛能。

此次訓練雖然僅短短五天，但由於參訓人員已具備基本 FF1 能力及火災搶救教官資格，於是乎整個訓練目標及過程就相當有明確性，重點在於了解國外體系對於搶救航空器災害部分所遵循的搶救執行 SOP 及深入學習關於國外航空器搶救的授課標準及模組，使未來台灣對於授與相關消防人員執行航空器搶救訓練能有更明確的指標及依據。

對於每日授課內容及目標皆會在簡報室先行分享討論，對於教學操作動作及面對實務上可能的情形共同提出問題及解答，由於航空器機組件相當繁瑣，於是面對處理航空器災害絕對不是一味搶快，而是要處理的正確。而於每次演練後，馬上再回簡報室立刻討論剛剛操作上需要修正的地方，並不斷的反覆提醒整個演練過程中有帶到的觀念及技術方面。雖然演練的項目及設定的情境有限，但往後所面臨的災害一定都不盡相同，於是觀念的建立就相對來的重要，唯有觀念正確才能面對各式各樣航空器的搶救。

於整體航空器災害搶救訓練可提供我國消防單位參考部分如下：

一、消防人員航空器救援能力

航空器事故發生率普遍不高，由於現今航太科技的蓬勃發展，飛航安全是越來越受到重視，於是絕對不能有『已戰養戰』的觀念來面對航空器事故，需要的是透過演練及磨練技術來提升相關救災單位處理能力，才能有更完備的能量來面對未知的航空器事故。

二、機場概況熟稔度

由於目前台灣就於航空器事故屬於轄區責任制，假使航空器發生事故地點為機場內，相信對於城市消防隊而言絕對是一項挑戰。因為對於機場道路及相關搶救用設備必定會陌生，於是加強機場消防與城市消防的互動默契必定是未來不可輕忽的一面，唯有透過彼此之間的聯合演習才能有更好的消防救援能量。

三、航空器種類及構造

關於航空器事故不僅僅會發生在民用客機上，運輸用貨機及軍機等都擁有各種特性及構造不同，相對搶救上所要考慮的程序及思維也盡不相同。於是對於航空器相關認知更需由專業人士來提供持續不斷的新知識及講解，好讓往後消防人員面對各種航空器搶救能有更進一步的專業能力來面對。

四、航空器救援及滅火訓練消防人員安全

現今民用航空器設計取向以『舒適』『省油』『輕量化』為取向，於是要打造一具如此高科技的飛行載具想必要利用各種化學物質材料才能迎合現今需求，如此一來在面對救援航空器部分就相對要小心。對於消防人員要接近已失事起火的航空器更需要留意機內的各種機件位置，這必須持續透過專業化訓練及演習才能避免前線消防人員之危險。

五、航空器救援策略運用方式

此次參加為期五天加拿大航空器災害搶救訓練後，深深體會到當面對事故時，『人命』絕對是第一考量在於搶救策略中，如何盡早的給予生還者找到並指引建立一條安全的逃生通道，是做為第一線人員最應該要考慮到。其次才是利用戰術策略來撲滅位於航空器上的各種火勢，任何再多的戰術執行跟考量無非都是要跟時間來競賽，要了解到當一具航空器乘載萬公升的燃油發生事故後，就如同一具油池發生爆炸。除了平時要演練對於航空器各部位起火的滅火戰術外，更需了解當災害發生時，第一時間建立逃生通道的觀念。

六、實際滅火訓練

鑑於內政部消防署訓練中心成立之今，已有完善的軟硬體設備可供在職消防人員進行各種災害搶救訓練。特別在於航空器訓練部分，若為求模擬真實度的呈現特別找一臺動輒數十億的航空器進行模擬練習，那所耗費的成本及經費想必相當可觀，於是利用內政部消防署訓練中心所搭建模擬航空器進行滅火訓練，必定能對於各搶救單位人員有最好的效果，但同時也降低所耗費的經費。

七、災區管制與管理

航空器事故所要動用的單位及人力是相當繁複的，於是如何在第一時間

迅速將所需能量聚集起來，針對橫向聯繫部分做個良善的管理，才能足以應付突如其來的災害發生。

八、器材裝備管理及維護

(一)裝備的保養及維修

紐芬蘭訓練中心(SERT)在器材使用、管理及維護，平時由具有機械及消防背景人員擔任管理及維修人員，且委託義消人員擔任，每個訓練學員在訓練時選用符合個人尺寸的消防衣、帽及鞋，填寫借用借據，並且逐一清點裝備勾選確認無誤後，由學員及訓練教官同時簽名，而訓練所造成器材遺失，應是由學員負責賠償事宜。

(二)消防衣清洗

該訓練中心設置有大型洗衣機及配置有消防衣專用清潔劑，當消防衣有大量污穢時，當學員訓練完成歸還消防衣時，即進行消防衣的清洗，而使下一名使用人員，使用到乾淨無汗臭味的消防衣。

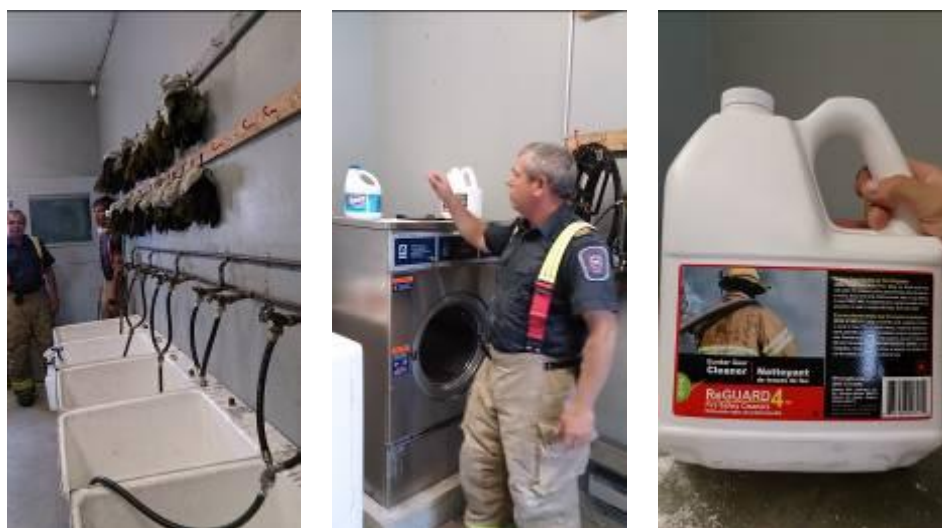


圖 22 SERT 消防衣、帽、手套、頭套清洗及保養

九、空氣呼吸器面罩氣密測試

空氣呼吸器面罩使用前的氣密測試，(每個人使用前，依個人臉型大小取用)，是身為消防人員應俱備的知識，但卻比較少去正視，面罩都知道要氣密測試(送回原廠)，測試合格？此氣密測試應僅能陳述，代表這面罩氣密符合，但不同的臉型帶著氣密測試合格的面罩來測試，是否就氣密符合？

在參與這次~BASIC AIRCRAFT RESCUE AND FIREFIGHTING 訓練課程中，試用三種廠牌面罩進行七個動作進行面罩氣密測試

1、正常呼吸 NORMAL BREATHING

- 2、深呼吸 DEEP BREATHING
- 3、左右側邊 TURN HEAD SIDE TO SIDE
- 4、上下點頭 NOD HEAD UP AND DOWN
- 5、大聲講話 TALK OUT LOUD
- 6、彎腰動作 BENDING OVER
- 7、正常呼吸 NORMAL BREATHING

筆者在我國面罩使用尺寸為 L 或 M，一直認為自身臉型較大，所以選用大尺寸，但經過實測後，才發現使用 L 或 M 尺寸面罩時，在實施特定動作時(正常呼吸以及大聲講說)，在實施動作過程中會有局部氣密性不佳，甚至有漏氣現象。

空氣呼吸面罩使用，應該不是迷思於特定品牌面罩，應是選一個符合自我臉型面罩，至於符合自我臉型的面罩，則是應透過人員載上面罩後，透過儀器測試，而非搜救之前的手掌氣密測試。

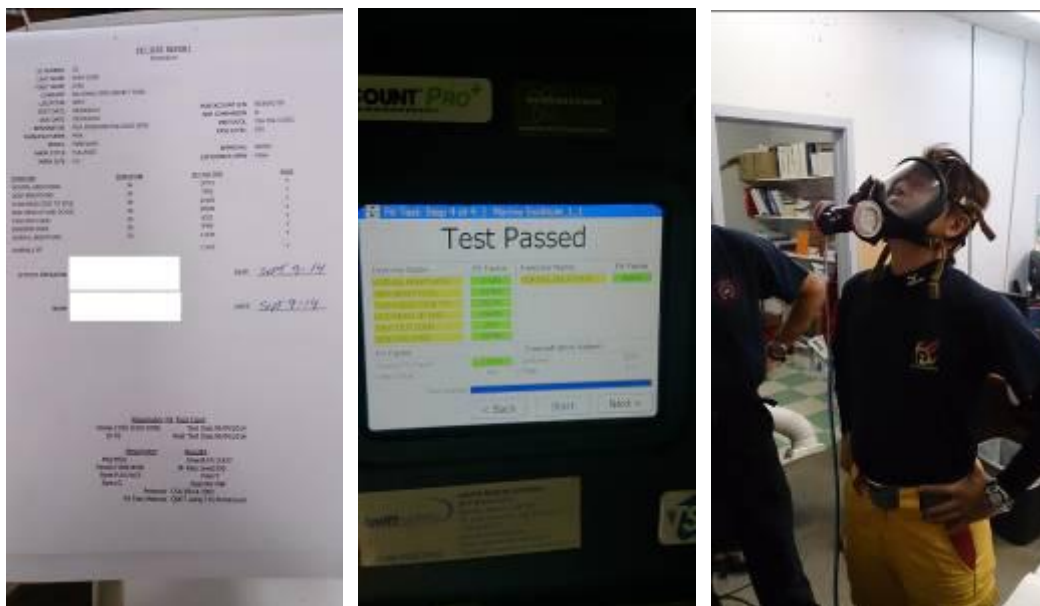


圖 23 SERT 空氣呼吸器面罩氣密測試

十、訓練人員休息室

SERT 該訓練場所不論是在室內教室區域，或是室外實火演練區域，皆設置有人員休息室，除了有冷熱水供應，並配置有咖啡機、充泡式維他命劑，相較壓迫且緊張的訓練模式，此種訓練空間讓人學習會更有效果。

玖、建議

一、空氣呼吸器穿戴氣密測試

空氣呼吸器面罩採購時，可朝向規範廠商除了提供各式尺寸大小，供配發面罩的人員，得要求必需使用者試載著面罩後透過氣密測試，才是真正符合使用者的面罩。

二、持續推動災害搶救技術與經驗交流

目前消防署訓練中心建置完成後，已提供特種搜救隊、消防、義消人員、民間救難團隊及災害防救業務人員等完善的訓練設施，多樣化的訓練項目，安全的消防專業訓練環境及資源。透過各式先進災難模擬場所設施與反覆不斷之訓練學習及建立安全確保救援觀念。

所謂他山之石，可以攻錯。經常性邀請國外先進國家訓練機構教官來訪授課，藉由技術與經驗的交流，將可有效提升消防人員救災技能，使民眾財產安全獲得更好之保障。

三、不斷與民間機構團體互動交流

航空器對於警消而言畢竟不是本科出身，平時更是少已接觸，於是如何能與民間機構達成長期合作的理念就相當重要。必要時聯合組訓及學科知識的培育是需要建立起完善的制度，如機場內搶救用設施、道路辨識、航空器介紹、機場指揮體系及責任分工…等，都需有基本的熟稔及觀念。如此一來將來面對災害發生，便能發揮直、橫向聯繫最大的效能。

四、增加滅火搶救訓練項目

比較國外航空器搶救訓練與國內對於航空器搶救訓練，其差異性及建議可分為：

- (一)實火演練的火源，國外採用汽油；國內採用可燃性液體。
- (二)滅火藥劑部分，國外採泡沫、乾粉、水；國內都以水
- (三)搶救訓練用航空器規模，相距差 4 倍左右
- (四)訓練用航空器腹地規模，相距差 10 倍左右

現以內政部消防署訓練中心所建置模擬航空器訓練場，關於實火演練及滅火藥劑為求永續使用有此設限，但對於訓練成效著實不比國外設施來的差，反之能給予學員有更多的操練機會。但未來若能再行建置真實民用航空器規模本體提供

訓練人員操作搜索及建立逃生通道部分，相信對整個訓練品質會有更大的提升。

五、將相關搶救航空器災害單位納入編制

一旦航空器災害發生，絕對不是只有消防人員就能處理起來。為求往後當我國面對到不可預料之事故時，能有積極完善得拯救能量，聯合救災演習是不能不被重視的。演習地點不用特別限於機場內，只要能讓各搶救單位一年至少一次的整併及合作演習，相信往後面對到事故時，便不會發生難以聯繫溝通的問題。

六、專業化訓練課程安排

國外在於訓練一名可以在未來處理航空器事故的消防人員是 5 個星期的專業化課程來做培訓，相較國內不僅僅是機場消防人員或是城市消防人員對於這塊的專業化訓練的時數還相差甚遠。期望未來能將學科與術科分開進行，如此一來便不會是僅僅短及密集時間的補充學識及技術操作，而是有規劃性的持續更新觀念及演練搶救，使得消防能量不會因為時間的逝去接著也淡化掉原本辛辛苦苦打下的基礎。

拾、參考文獻

本報告中所引用照片來源

「AIRCRAFT RESCUE and FIRE FIGHTING」, Fifth Edition, International Fire Service Training Association.