

漫談飛航安全與危害天氣

—探討我國近年發生之相關飛航事故案例—

官文霖

行政院飛航安全委員會調查實驗室主任

鄧敏政

國家災害防救科技中心助理研究員

樊國恕

國立高雄第一科技大學環境與安全衛生工程所教授

國家災害防救科技中心人為災害防治組召集人

摘 要

航空運輸為全球化之經濟活動提供了舒適便捷及高效率的交通載具，然而航空器於空中進行飛航活動，可能因大氣環境之擾動影響而導致重大的飛航事故。劇烈的大氣擾動即為惡劣天氣，其包括：亂流、風切、雷雨、積冰、低能見度、火山灰及沙塵暴等。近年，全球商用客機每年的航班延遲因天氣因素致經濟損失約 30 億美元；最近 10 年的重大飛航事故肇因與天氣有關占 13%。有鑑於各國機場旅運日益增加，對於航空器事故人員搶救與緊急應變能力要求與日遽增，盱衡國際趨勢與 ICAO 及 FAA 法規之要求，強化機場消防搶救訓練能量，可達降低空難傷亡之目的。本文主要為探討我國近年與惡劣天氣有關的重大飛航事故，並藉由我國近 10 年之飛航安全統計、重大飛航事故案例說明，討論如何降低惡劣天氣對飛安之危害及相關預報科技，此外，本文亦闡述航空器實火訓練模擬機之重要性，藉由國外機場實火訓練模擬機設置經驗及訓練課程資料顯示，實火訓練模擬機之訓練，可讓消防隊員身處逼真的火災事故現場，提高事故緊急搶救的效率與經驗累積，俾利航空器火災事故搶救工作遂行。

關鍵字：惡劣天氣、飛航事故、風切、亂流、航空器實火訓練模擬機



一、前 言

航空運輸為全球化之經濟活動提供了舒適便捷及高效率的交通載具，然而航空器於空中進行飛航活動，可能因大氣環境之擾動影響而導致重大的飛航事故。一般而言，劇烈的大氣擾動稱為惡劣天氣(weather hazards)，其包括：亂流、風切、雷雨、積冰、低能見度、火山灰及沙塵暴等。

根據美國交通部統計資料，全球商用客機每年的航班延遲經濟損失約 30 億美元，且屬天氣因素造成者約占 65%^[1]。根據波音公司統計資料，於西元 1996 年至 2005 年期間，全球商用客機發生重大飛航事故(major accident)中，主要肇因與天氣有關者占 13%^[2]。根據我國近 10 年（1997~2006）的飛航事故統計資料顯示，第一/二/三級飛航事故肇因與天氣因素有關者約 19.2%^[3]。

根據航空安全網 (ASN, 2005.01 ~ 2006.12)的飛安統計資料^[4]，全球商用客機重大飛航事故案例中與天氣有關者計 32 件，共造成 842 名人員死亡。其中，屬雷雨天氣及跑道濕滑者占 40%、低能見度者各占 22%，陣風與亂流者占 9%。以下 3 節依序探討我國近年與惡劣天氣有關的重大飛航事故、近年較常發生的飛航事故及我國近 10 年之飛航安全。

（一）我國近年與惡劣天氣有關的重大飛航事故

自 1998 年 5 月 25 日行政院飛航安全委員會(以下簡稱飛安會)成立後，所執行調查的民用航空器重大飛航事故與惡劣天氣有關者計 2 件－華航 CI642 班機 MD-11 型機於香港赤鱗角機場落地時翻覆(1999.08.22, 3 人死亡, 50 人重傷)^[5]；新航 SQ006 班機波音 747-400 型機於桃園中正機場誤闖 05 右跑道，起飛時撞擊紐澤西護欄，致航空器解體且火燒後全毀(2000.10.31, 83 人死亡, 39 人重傷)^[6]。

以機場緊急應變之消防與救援而言，上述 2 件重大飛航事故發生於惡劣天氣情況下，對於緊急應變計畫之啟動、執行、指揮、通訊、協調等都是極大的考驗。以新航 SQ006 為例，調查中發現：機場救援及消防人員在失事後約 3 分鐘即抵現場進行消防作業，初期執行消防撲滅外火及進入救援時機因人力不足（執勤人數低於車輛裝備數）而未有效運用；機身前段及中段約 15 分鐘後控制住火勢，40 分鐘後完全控制火勢。

1. CI642 事故發生時之天氣及肇因

(1) 事故當日，CI642 於台北時間 18:43 時選用 25 左跑道降落，當時飛航環境受山姆颱風之環流影響，風速是 33 哩/時 310 度，陣風 47 哩/時，大雨，25 左跑道視程 1600 公尺。該機主輪著陸時因下降率過大(約 18~20 呎/秒)，致右起落架及右機翼近翼根處折斷，接著燃油漏出、最後該機因火燒全毀。

(2) 事故肇因：操控駕駛員於 50 呎以下無法阻止過大的下降率，致航空器重落地之能量超過右起落架與機翼後樑結構所能承受而折斷；潛在因素：受周遭視覺不良影響，未發覺空速減小 20 哩/時及極大的右側風變化約 20~40 哩/時。

2. SQ006 事故發生時之天氣及肇因

(1) 事故發生時約 23:17，北台灣地區受象神颱風影響，風速 28 哩/時 020 度，陣風 50 哩/時，大雨(22.5 cm/hr)，05 左跑道視程 450 公尺。SQ006 原選用 05 左跑道起飛，操控駕駛員誤闖因施工關閉的 05 右跑道，致該機於加速起飛期間撞擊施工區的紐澤西護欄後航空器解體且火燒後全毀。飛行前，SQ006 飛航組員可由飛航公告、飛航指南、場站資料廣播及航管得知當時的天氣、跑道狀況及指定起飛跑道以避免該事故發生。

(2) 事故肇因：操控駕駛員未按航管指示沿 N1 滑行道繼續滑向 05 左跑道，而直接轉入 05 右跑道，飛航組員均未確認滑行路徑，亦未口頭查證是否進入正確跑道。潛在因素：受颱風影響其能見度，跑道濕滑，注意力集中於計算側風等，致飛航組員喪失狀況警覺



圖 1 CI642 失事現場圖(香港赤鱗角機場)



圖 2 SQ006 失事現場圖(桃園機場)



（二）我國近年較常發生的飛航事故

若以飛行階段區分飛航事故的發生，起飛與落地階段是所謂的風險之窗（window of risk）。起飛與落地階段的飛航事故案例中，以落地衝出/偏出跑道（runway excursion, runway verroff）、天氣因素、重落地（hard landing）與跑道入侵（runway incursion）居多。我國國籍民用航空運輸業定翼機，於近 10 年（1997-2006）共發生 29 件飛航事故，其中 13 件發生於落地階段，所佔比例最高（46.4%）；而在落地階段的飛航事故中，8 件為衝出/偏出跑道。此類事故發生之原因，不外乎飛航組員未遵守標準作業程序、未依相關規定操作以及對航空器系統不夠瞭解等，而天氣因素與此類事故亦有極高的關聯性^[7]。

過去 10 年中發生 8 件落地階段衝出/偏出跑道事故，7 件發生在雨天，其中 6 件發生在颱風過境的情況下，顯見最後進場階段至落地如突然遭遇強勁的側風、尾風或及豪大雨，將大幅增加飛航操作的困難度。而濕滑跑道更可能導致航空器的減速效能變差滾行距離大幅增加，必須仰賴飛航組員優異的技術，才能完成任務。任何外在壓力（如：能見度降低、跑道濕滑、側風增強等）較易於此時影響飛航組員的操控與決策能力，稍有不慎或偏離了標準操作程序，進而可能造成航空器於落地時衝出/偏出跑道。

（三）我國近 10 年之飛航安全統計

以長期 10 年（1997-2006）平均來探討我國的飛航安全水準，近 10 年渦輪噴射定翼機重大失事率（major accident rate）為 2.09 次/百萬離場（圖 3），此期間國際的 10 年平均重大失事率為 1.16 次/百萬離場^[8]。近 10 年渦輪螺旋槳定翼機重大失事率為 2.77 次/百萬離場。趨勢顯示，我國民用航空的重大失事率均逐年下降，惟與國際飛安水平仍有極大的改善空間。

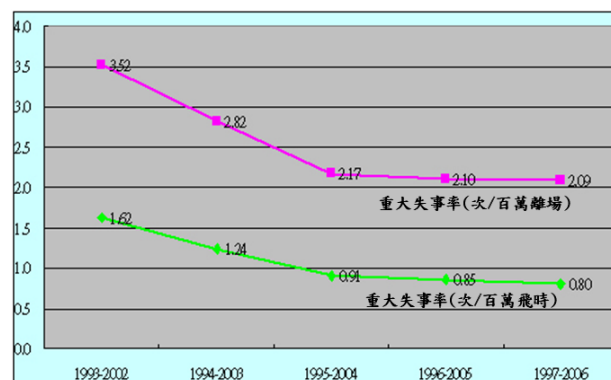


圖 3 國籍民用航空運輸業渦輪噴射定翼機航空器全毀 10 年平均事故率

近 10 年我國國籍民用航空運輸業定翼機 29 件之飛航事故進行統計，以落地（13 件）及巡航（6 件）階段發生飛航事故占最高比例。參照美國運輸安全委員會(NTSB)對飛航事故之發生原因（Causes/factors），將事故肇因概分為三類：(1)與人相關、(2)與天氣環境相關及(3)與航空器相關。我國近 10 年民用航空運輸業定翼機之飛航事故原因分類，與人相關之飛航事故所占 89%（屬與駕駛員有關者 65%，與維修及空中管制人員有關者 23%），與天氣環境相關占 39%，與航空器相關則占 19%（圖 4）。

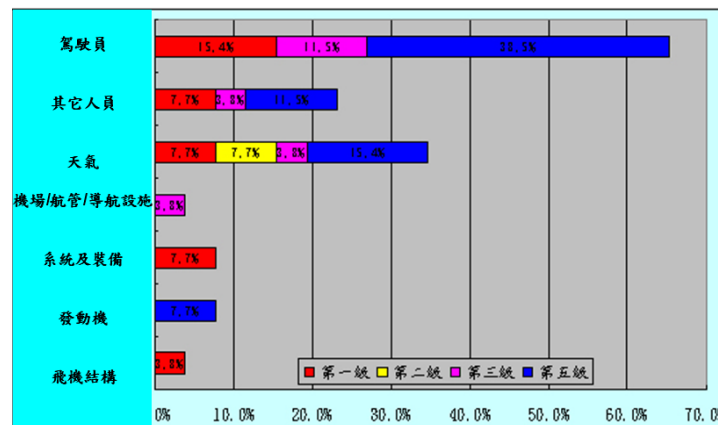


圖 4 國籍民用航空運輸業定翼機各級飛航事故發生原因（Causes/factors）分類統計

因此，若能有效加強安全管理並降低危害天氣對航空器的威脅，則可以持續提升飛航安全。

二、惡劣天氣與飛安之探討

（一）惡劣天氣威脅飛安的統計數字

限於篇幅的關係，作者摘錄低空風切、亂流及飛行積冰等 3 類重大飛航事故，探討這些危害天氣形成的原因、地空裝備的偵測與強度之預報，以及從實際的工作經驗中，說明如何預防類似的故事再發生^[9]。

依據航空安全網 (ASN)的飛安統計資料，過去 50 年內全球商用客機之重大飛航事故與惡劣天氣有關者逾百次，其中以遭遇亂流（高於 50 件），風切（高於 40 件）及飛行積冰（高於 60 件）等 3 類最危險。我國雖屬亞熱帶地區地面發生積冰並不常見，惟飛航高度 200,000 呎以下，只



要水氣充足且大氣溫度低於 0°C 就可能形成極為危險的飛行積冰條件。

(二) 風切之偵測與預防

- 1982.07.09：波音 B727 型機自美國紐奧良起飛後於離地高 150 呎處遭遇風切墜毀（145 人死亡）
- 迄今我國有 3 件飛航事故之可能肇因與風切有關：1999.08.22 MD-11 於香港赤蠟角機場(航空器全毀 3 名乘客死亡)、2001.01.15 Dash-8 於金門尚義機場重落地(航空器遭受重損)、2000.10.31 B737-800 於中正機場偏出跑道 (人機無傷)

所謂風切(Wind Shear)為迅速的風向與風速之變化。主要形成的天氣條件有三種：地形誘導、逆溫層、海陸風、鋒面、及陣雨及雷雨、微爆氣流(Microburst)為地球表面的大氣因幡狀雲或雷雨造成氣流向運動、下爆氣流(Downburst)為接近地表對流形式的下衝氣流。

航空器若遭遇風切，可能發生空速快速變化，引起升力及飛行高度之突然改變。航空器遭遇順風風切，空速會突然減小，升力喪失。飛行員若未能立即採取措施，航空器會喪失高度，以至發生飛航事故。

風切作用於地表 1200 呎以下稱為低空風切(Low Level Wind-Shear)，國際航空界與氣象學界公認低空風切對航空器有顯著危害。依其危害等級分為 4 級：輕度、中度、強烈、嚴重。一般而言，風切的偵測可由(1)機載的都卜勒雷達，或(2)機場地帶裝設低空風切預警系統(LLWAS)來偵測及預報機場周圍之風切。機場風切預警系統之警告模式有二：風切警告(WSA)以及微爆氣流警告(MBA)風切警告的條件為風速減少 15 至 29 浬/時，或是風速增加高於 15 浬/時微爆氣流警告的條件為風速減少大於 30 浬/時 [10]。

美國聯邦航空總署(FAA)之風切訓練指南指出：『避讓風切是最好的防護，嚴重風切超出商用運輸機及具高度飛航技巧的駕駛員之操控能力。』另外，於機場地帶裝設低空風切預警系統(LLWAS)，以及提升機載都卜勒雷達性能(或加裝光達來即時偵測航路前方的嚴重風切)均為降低風險的作法。

(三) 亂流之偵測與預防

- 1966.03.05，英國 BOAC 航空 1 架波音 707-436 型機，執行舊金山－夏威夷－東京－香港定期航班。該機從東京起飛後 8 分鐘（位於日本靜岡縣上空），飛行高度約 4,900 呎航向 298 度，該機突然遭遇嚴重亂流，導致航空器高度急速下墜並造成空中解體(機上 124 名人員全數罹難)
- 2005.03.28，長榮航空 1 架 A330-203 型機，執行台北中正－東京定期航班。該機於巡航高度 37,000 呎降至 34,500 呎期間突然遭遇亂流，致旅客 46 名及空服員 10 名受傷，客艙天花板受損。

所謂亂流(Turbulence)為空氣之混亂流動現象，其發生地區無所不在。當亂流的空間尺度介於 50 至 500 呎，較易使航空器之升力與攻角產生擾動，以致造成航空器結構及乘客受傷。航空器飛入對流性雲區(積雲、積雨雲和層積雲)，或熱帶與寒帶氣流的交接地帶。如：東北亞地區親潮與黑潮的交接地帶，即是較易發生亂流的地區。

依照空氣之擾動模式可將亂流分為三類：(1) 大氣熱力亂流：因空氣之水平方向溫度不均造成；(2) 大氣動力亂流：因風力作用，使空氣與地表摩擦，或因地形起伏或大氣中存在中尺度風切所引起。常細分為山岳波(Mountain wave)及晴空亂流(Clear Air Turbulence)；(3) 機尾渦流(Wake Vortex):翼尖附近所形成之對稱反向渦流。

對於亂流強度的量度分為 4 級：輕度、中度、強烈、極強烈。機上乘客的主觀判定參考，強烈(航空器短暫失控，高度/空速/姿態改變明顯，餐車移動物品滑落傷人，無法行走)；極強烈(航空器失控，機身可能遭受猛烈拋擲/結構損壞，大量人員受傷，氧氣面罩掉下)。客觀判定方法，根據駕駛員提供之航路報告(Air Report)，各國航空氣象機構發布的觀測及預報資料，及航空器之飛航記錄器(Flight Recorders)之紀錄等^[11]。

航空公司應加強顯著危害天氣資訊之蒐集，並確實提供飛航組員相關訊息，俾利飛航組員及早建立對沿途環境之狀況警覺；加強客艙組員於航空器遭遇亂流時之自身安全防護措施。目前發展中的新技術為亂流自動量測及通報系統，該系統係利用都卜勒雷達或光達(LIDAR)偵測大氣亂流尺度，並透過無線網路將顯著危害天氣傳送內飛航組員。

(四) 飛行積冰之偵測與預防



- 1994.10.31，美鷹航空公司 1 架 ATR72-200 型機，執行定期載客任務。該機於盤旋等待著陸時，高度由 10,000 呎下降至 8,000 呎期間遭遇嚴重積冰，導致航空器失控，高速向下俯衝，於印第安那州羅斯勞恩墜毀(機上 68 名人員全部罹難)
- 2002.12.21，復興航空公司 1 架 ATR-72 型機，執行台北至澳門定期載貨任務。該機到達巡航空層 18,000 呎後，於飛航途中遭遇嚴重積冰。航空器發生失速及失控，於馬公西南方約 17 公里處墜海失事，(機上 2 名人員全部罹難)

航空器飛經過冷卻雲層或雲雨區域時，機翼機尾及螺旋槳或其他部分常會積聚冰晶稱為飛行積冰(in-flight icing)。於高度 5,000~20,000 呎區間，大氣溫度 $0^{\circ}\text{C} \sim -10^{\circ}\text{C}$ 區間，航空器機體最易遭受結冰。

飛行積冰常發生在機翼及機尾前緣、發動機及其進氣口、螺旋槳、天線、雷達罩、空速管和風擋等部位。航空器遭遇飛行積冰後會破壞機翼表面平滑度，使得空速降低，升力減少，阻力增大，失速攻角減小，因而將危及飛行安全，嚴重時可能使航空器發生異常滾轉或失速墜毀。

飛行積冰形成之因素有三：(1) 溫度：過冷水滴可能存在的溫度為 0°C 至 -40°C ；(2) 液態水含量(Liquid Water Content, LWC)。一般而言，層狀雲 $\text{LWC} < 0.3 \text{ g/m}^3$ ；積雲，大部分情況 $\text{LWC} < 0.6 \text{ g/m}^3$ ，但可能發現 LWC 高達 1.7 g/m^3 ；(3) 水滴直徑 (微米)：雲層小水滴直徑小於 40 微米；凍毛雨直徑介於 40 至 200 微米；凍雨直徑大於 200 微米。凍毛雨及凍雨水滴直徑大於 100 微米形成之水滴，稱為巨大過冷水滴(Supercooled Large Droplet、SLD)。

一般而言，航空器遭遇飛行積冰，依照位置可分為機體積冰(Airframe Icing)、發動機積冰(Engine Icing)及尾翼積冰(Tailplane Icing)三類。機體結冰，是指積冰位置發生於主機翼、機身及機翼控制面等區域。發動機積冰為冰累積於螺旋槳、進氣道、整流罩等位置。尾翼積冰則指冰累積於尾翼及其控制面區域。飛行積冰的強度分為 3 級：輕度($\text{LWC} < 0.6 \text{ g/m}^3$)；中度($0.6 \text{ g/m}^3 \leq \text{LWC} \leq 1.2 \text{ g/m}^3$)；嚴重($\text{LWC} > 1.2 \text{ g/m}^3$)^[12]。

目前，飛行積冰的強度偵測主要是仰賴地面氣象雷達的觀測及預報，再由航空公司的簽派人員將航空器之航路天氣提供給駕駛員；對於渦輪螺旋槳航空器，其飛航組員可由機載的防冰及除冰裝備來降低飛行積冰對航空器性能之影響。不久的將來，新式的遙測衛星應該可以偵測到大氣層中的微小的冰晶及凍雨，並透過先進的衛星通信網路即時發佈嚴重積冰區警

告，讓航路上的相關航空器盡早改變航向或高度避讓。

三、機場緊急應變及消防搶救能力

航空事業為國家經濟發展重要的一環，又為社會大眾關切之焦點，空難處置得宜與否，繫於人員訓練之良窳，尤其適當訓練裝備、場地、師資皆須完整規劃，以達降低空難災害為要。前述章節提及天氣為發生飛安意外原因之一，本節將探討重大飛航事故發生後之緊急消防搶救，以提升我國機場整體緊急應變能力，包括機場緊急應變計畫、聯合演練、逃生疏散計畫、消防救災能力、機場查驗、反恐防疫及一般機場安全管理等眾多工作。

（一）機場緊急消防搶救相關規範

有關機場緊急消防搶救相關規定僅為飛安基本要求項目，例如國際民航組織機場服務手冊 PART 7 機場緊急應變計畫^[13]，第 3.3.1 節指出搜救及消防單位主要職責為救人，為達成此目的應壓制火勢並防止復燃，或許失事時並無著火或很快撲滅，每個事故處理程序中應提供生還者快速逃生的可能協助，另於第 4 章明訂機場內之航空器失事、消救人員之行動、航空器／結構性失火（Aircraft/Structural Fire）等不同緊急狀況下各單位的職責及角色。

依據災害防救基本計畫空難災害防救對策編第 1 章災害預防第 2 節整備有關搜救、滅火及緊急醫療救護之整備條文略以：「民用航空局及所屬航空站、地方政府、民航業者應依據交通部規劃模擬之各種空難災害狀況及條件，邀集中央相關部會所屬單位、地區醫療院所、宗教團體及民間志工團體，定期舉辦空難災害防救演習及訓練。」，故空難發生之際相關救援單位牽涉廣泛，除加強機場消防人員平時訓練外，各合作單位聯合救災演練亦不容忽視，唯有確實提升機場消防訓練能量，改善國內機場消防訓練教學環境，增進消防人員救災經驗與情境模擬演練等平時訓練，才可達成降低事故傷亡之目標。

根據航空安全網（ASN）資料庫統計^[4]，全球每年平均約有 1,379 人喪生於空難事故(1996-2005)。2007 年全球共發生 149 件事故，平均每個月發生 12.33 件，此 149 件事故中，計有 47 件事故有傷亡記錄並造成 878 人喪生，其中包含 58 名地面人員。可見飛航事故往往皆釀成重大災害與



社會經濟衝擊，故有關航空器安全一直被先進國家視為交通運輸安全改善重點。

（二）航空器實火訓練模擬機之國際趨勢

回顧 2007 年 8 月 20 日，1 架 737-800 型航空器於日本琉球落地後起火爆炸事件為例，其火災情境初期由「下單翼引擎火災」擴大為「燃油洩漏航空器機身火災」，因火勢擴大引發爆炸甚至造成整架機身燒毀。為防範未然，消防人員應積極研討對策並加強機場消防實火訓練。根據我國交通部民用航空局頒布之民用機場設計暨運作規範^[14, 15]均有消防人員實火訓練相關規定。為增進航空器火災災害訓練與應變搶救能力，舉凡世界先進國家之大型機場或航空器消防訓練中心皆已設置航空器實火訓練模擬機，例如：美國芝加哥奧哈拉機場、鹽湖城、紐約市甘迺迪機場、杜勒斯機場、英國倫敦希斯洛機場、Gatwick 機場、Cardiff 機場、德國法蘭克福機場、法國 Chateauroux 機場、西班牙 Veranes 機場、Canary Island 機場、香港赤鱗角機場、新加坡樟宜機場、泰國曼谷新機場、日本長崎機場等，以供機場及相關消防救援人員訓練之用，有關甘迺迪機場、泰國曼谷新機場實火模擬機詳如圖 5 所示。

航空器實火模擬機硬體系統主要包含：模擬機結構體、內外部溫度監視系統、中央控制室、室內訓練中心、燃料供應裝置、內外部火災情境、供水系統、其他消防搶救設備、偵煙及警報系統、廢水處理廠等項目。有關航空器實火訓練項目取決於火災情境設計與火點數量多寡，一般訓練項目內容包含：(1)航空器駕駛艙火災；(2)主座艙廚房火災/餐車火災；(3)客艙洗手間火災；(4)客艙行李箱/天花板閃燃火災；(5) 前、後端客艙座位火災；(6)貨艙火災；(7)下單翼引擎火災；(8)後高置引擎火災；(9)起落架火災；(10)輔助電力單元火災；(11)燃油洩漏航空器機身火災等項目，範圍已涵蓋航空器內、外部可能發生火災之區域。



圖 5 紐約市甘迺迪機場及泰國曼谷新機場實火模擬機

四、結論與建議

飛航事故調查是一高度複雜的逆向工程－系統性、科學性及邏輯性。事故現場調查之作業得力求周延客觀的收集相關證據。近年，我國民航局的航空氣象現代化系統，雖已提供先進的天氣預報和即時的危害天氣警報資訊，減少了因天氣造成的營運成本，同時駕駛員亦可利用及時的危害天氣資訊做出適當反應。然而，飛航服務及飛航操作的每項環節，仍需謹慎留意因天氣因素所造成之影響。現今科技，晴空亂流及飛行積冰等預報精度較為不足，透過飛航組員提供航路上之空中報告，不僅能警示附近航空器，亦能讓航空氣象發佈機構獲得更多相關資料，以改善其對危害天氣之預報能力，以期進一步保障飛航安全。全球暖化可能使危害天氣對飛航安全之威脅加劇，結合各式遙測技術應可以提升人類對天氣之預報能力。

此外，為持續提升機場消防救援能量並整合國內外資源，以增進機場消防人員實火操練專業技能，俾利航空器火災事故搶救工作效能。透過航空器模擬機實火訓練及提供各式真實火場情境，以達降低傷亡之目的，並藉由經常性實火訓練模擬機之訓練，讓消防隊員身處逼真的火災事故現場，以提高搶救的效率與經驗。



參考文獻

1. U.S.DOT, “Aviation Delay,”
http://www.dot.gov/PerfPlan2004/mobility_delay.html， 2002 年 3 月。
2. Boeing Company, “ Statistical Summary of Commercial Jet Airplane Accidents, Worldwide Operations 1959 ~ 2006,” ,<http://www.boeing.com/news/techissues/pdf/statsum.pdf>, 2007 年 5 月。
3. 行政院飛航安全委員會，”我國民用航空運輸業近十年（1997-2006）飛航事故統計分析,” http://www.asc.gov.tw/asc_ch/news_list_2.asp?news_no=284, 2007 年 7 月。
4. Aviation Safety Network, “ASN Aviation Safety Database,”
<http://aviation-safety.net/database/>
5. Civil Aviation Department Hong Kong, “Report on the accident to Boeing MD11 B-150 at Hong Kong International Airport,” 民航處意外調查部航空器意外報告第 1/2004 號， 2004 年 12 月。
6. 航空器失事調查報告，”新加坡航空公司 006 班機 BOEING 747-400 型機國籍登記號碼 9V-SPK 於中正國際機場起飛時撞毀在部分關閉跑道上，”<http://www.asc.gov.tw>， 2002 年 4 月。
7. 行政院飛航安全委員會，”飛得更安全，”ISBN: 978-986-00-7537-3， 2006 年 12 月。
8. Stuart Mathews, “Improving Aviation Safety through Global Coordination,” 15th Taiwan National Flight Safety Conference, Taipei, 2007 年 10 月。
9. 官文霖，”面對惡劣天候的學問，”科學月刊，429 期，2005 年 9 月。
10. 官文霖、戎 凱，”風切造成飛航事故之回顧與識別方法，”空軍軍官學校航太工程學術研討會，2002 年 10 月。
11. 官文霖，”惡劣天氣對飛航安全之影響與分析，” 2007 航空氣象及飛安研討會，2007 年 9 月。
12. 官文霖、張國治，”飛行積冰事故之探討與積冰強度分析，”2004 中國航太學會/中華民航學會聯合學術研討會，2004 年 12 月。
13. ICAO Document, “AIRPORT SERVICES MANUAL - PART 7 AIRPORT EMERGENCY PLANNING,” ICAO 9137 P7-1991
14. 交通技術標準規範空運類，”民用機場設計暨運作規範(第 2 版)，”頒布文號：95-科技-1（5）， 2006 年 5 月。技術手冊」，1995 年 6 月。
15. 相關國際規範：ICAO 國際民航組織第 14 號附約、FAA FAR Part 139.319