

出國報告（出國類別：訓練）

參加美國運輸安全委員會  
航空器事故調查基礎訓練報告書

服務機關：飛航安全調查委員會

姓名職稱：飛安調查官／曹吉屏

出國地區：美國

出國期間：民國 104 年 9 月 12 日至 9 月 27 日

報告時間：民國 104 年 12 月 21 日

# 目次

## 壹、目的

## 貳、過程

- 一、 NTSB 訓練中心簡介
- 二、 參與成員
- 三、 課程簡介
- 四、 課程內容
  - (一) 美國國家運輸安全委員會簡介
  - (二) 事故調查作業
  - (三) 重大飛航事故調查
  - (四) 國際事故調查
  - (五) 飛航資料紀錄器
  - (六) 人員訪談
  - (七) 飛航操作因素
  - (八) 生物醫學
  - (九) 飛安改善建議

## 參、心得與建議

## 壹、目的

飛航安全調查委員會為促進飛航安全，依飛航事故調查法獨立，公正，專業行使飛航事故調查職權。為維持專業公正值得信賴並能與時俱進之調查品質，本會調查技術人員之訓練除內部初始知識及技能授課外，並參與其他國家調查機構相關訓練，認識其實際航空器事故調查作業運作模式、法規背景、調查技術、以及事證蒐集分析等相關專業，並與世界接軌技術同步。

美國運輸安全委員會（National Transportation Safety Board，以下簡稱 NTSB）舉辦之基礎航空器失事調查課程（Basic Aircraft Accident Investigation Course）訓練，課程為期兩周，學員來自世界各國相關運輸安全、管理、監理、服務、操作等專業人員。課程地點位於訓練中心（NTSB Academy），由各專業經驗豐富之資深調查官或已退休之專任講師教授基礎理論，並引用歷年事故調查實證，模擬演練現場實作調查工作，目的為使參與學員具備調查人員專業知識技能，得到公正客觀的分析與提出適切的飛安改善建議，以提升飛安。

## 貳、過程

### 一、NTSB 訓練中心簡介

美國運輸安全委員會訓練中心（以下簡稱訓練中心）位於美國華盛頓特區阿什本（Ashburn）市，鄰近喬治華盛頓大學，南方 10 英哩處即是華盛頓杜勒斯（Dulles）國際機場。該訓練中心（如圖 1. 2. 3.）位於特區市郊區域，鄰近無住宅超市或購物中心，亦無大眾運輸交通工具可達，周遭餐廳或商店均超出步行距離甚遠。某些區域甚至無人行步道設置，更無自行車車道規劃。原則上往返訓練中心及日常生活，多賴行駛道路運輸工具，自行租車似乎是唯一選擇。依 NTSB 訓練中心提供建議旅館名單，若事先聯繫並確定是否能夠於每日上下課時間，或能提供收費或免費接駁車往返。所幸訓練中心每日課程中提供午餐及茶點，讓學員們可以在約 45 分鐘之短暫的休息時間裡，享用午餐並稍作休息，或把握難得機會進行交流。

訓練中心整體設施完善，授課講堂為階梯教室，配合多媒體影音撥放系統，讓所有學員毫無障礙，接收寶貴資訊。中心因應環保採無紙化政策，鼓勵學員自行攜帶筆電於講堂上使用或紀錄筆記。授課前提供一具包含所有課程教材資料之隨身碟，教室內開放無線網路，每個座位上提供電源及網路插孔，學員亦可選擇使用無線網路及於課程中運用連結資料，或參考隨身碟中教授內容，講授課程時確實能廣泛交互運用可用資料，增進學習效果。

本次訓練中第一個周末適逢位於華府近郊之安德魯空軍基地 68 周年慶祝活動，基地開放民眾進入參觀，停機坪內靜態展示有包括大型運輸機 C-5 銀河式、KC-135、C-17，轟炸機 B-52、B-1 等，戰鬥機 F-35（如圖示）、F-16 等。空中更有雷鳥特技小組及 F-22 猛禽戰機的單機獨特性能展示，最後並與二戰時期經典戰機 P-51 野馬式編隊繞場飛行，顯現世代交替與傳承之精神。第二天周日繼續造訪位於特區內及杜勒斯國際機場的史密斯航太博物館，參觀了美國第一艘太空梭企業號及著名三倍音速之偵察機 SR-71 等。

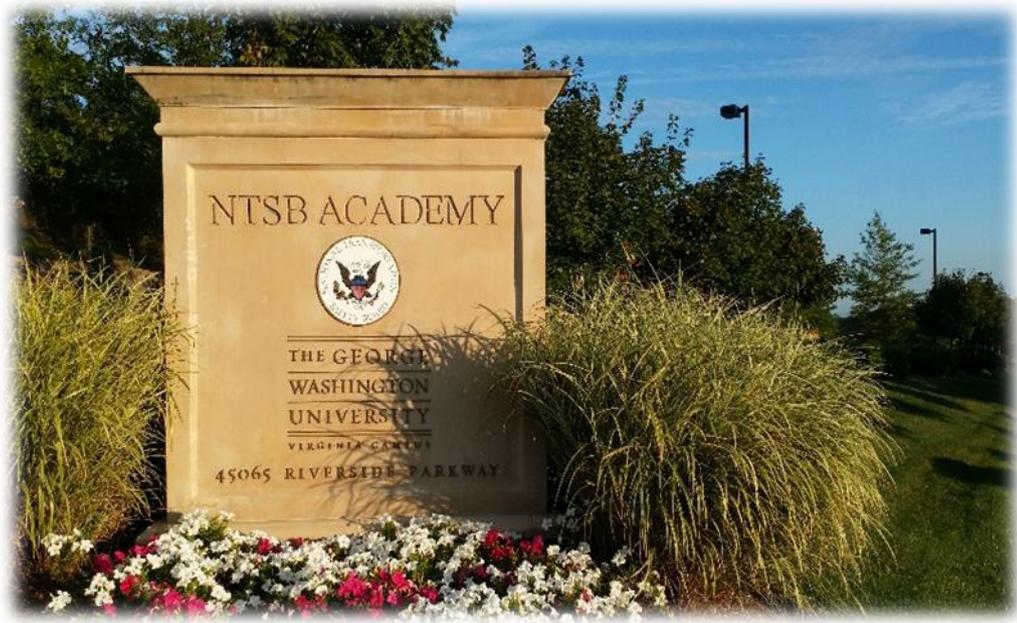


圖 1. NTSB 訓練中心入口



圖 2. NTSB 訓練中心外觀



圖 3. NTSB 教室



圖 4. 華府及近郊安德魯空軍基地

## 二、參與學員

2015 年訓練課程時程兩周，參訓人員共計 41 員，學員多數來自美國，包括 NTSB 委員會內新進人員，以及來自公務部門的美國聯邦航空總署 (FAA)、聯邦調查局 (FBI)，其他參與人員來自美國軍方、航空業者、飛機製造公司、飛行學校、警察部門、森林業務等單位；其中許多具備飛行、航管、航務、機務維修、飛行訓練、飛行安全，失事調查等各種領域不同之專長。外籍學員之中有八名來自歐洲，德國、荷蘭、奧地利、比利時、愛爾蘭等國，加上澳洲、科威特、日本、及中華民國各一名。

### 三、課程簡介

課程為期兩周，講授內容包括 NTSB 狀況簡介、運作規則、飛航操作、飛航管制、飛機系統、航空器性能、渦輪及往復式引擎、航空醫學、航空氣象、生還因素、飛航紀錄器、調查程序、防護裝備、人員訪談、媒體關係、以及飛安建議等等。觀摩實習失事航空器 TWA800 殘骸重建，分組模擬檢驗空中解體/空中相撞失事殘骸，及美國航空 AA587 航班案例研討。學員得以運用課程中所學知識概念，經由教官指導，組織調查團隊檢視勘查模擬失事現場，完成現場勘查、事實認定分析報告等作業。

訓練課程為期十天

#### **BASIC AIRCRAFT ACCIDENT INVESTIGATION COURSE**

**AGENDA AS101 September 14-25, 2015**

**DAY ONE - September 14, 2015 8:30 am - 4:30 pm**

8:30 - 8:45 Welcome and Introduction to Academy - MD Dr. Paul F. Schuda

8:45 - 9:45 NTSB Mission, Operating Rules and Legal Authority (1 hr) - GC James Rodriguez

9:45 - 12:00 Conducting an Accident Investigation: Preparation & Initiation (6 hrs) - MD Jill Demko

12:00 - 12:45 LUNCH

12:45 - 4:30 Conducting an Accident Investigation (cont' d) : On-Scene Work, Documentation, Follow-up Investigations - MD Jill Demko

**DAY TWO - September 15, 2015 8:00 am - 4:45 pm**

8:00 - 9:00 Medical Investigations (1 hr) - RE Dr. Nicholas Webster, MD

9:00 - 11:00 Chemical, Biological & Radiological Hazards (2 hrs) - MD Dr. Paul F. Schuda

11:00 - 12:00 Major Investigations (2 hrs) - AS Tim LeBaron

12:00 - 12:45 LUNCH

12:45 - 1:45 Major Investigations (cont' d) - AS Tim LeBaron

1:45 - 3:45 FAA Perspective (2 hrs) - Jeff Guzzetti

**3:45-4:45 Meet and Greet, NTSB Lounge Area (optional)**

**DAY THREE - September 16, 2015 8:00 am - 4:45 pm**

8:00 - 9:30 Major Foreign Investigations (1.5 hrs) - AS Frank Hilldrup

9:30 - 12:00 Aircraft Performance (2.5 hrs) - RE Tim Burtch

12:00-12:45 LUNCH

12:45 - 2:45 Fracture Recognition (2 hrs) - RE Erik Mueller

2:45 - 4:45 Crash Dynamics (2 hrs) - AS John Clark

**DAY FOUR - September 17, 2015 8:00 am - 5:15 pm**

8:00 - 10:30 Air Traffic Control (2.5 hrs) - AS Scott Dunham

10:30 - 12:30 Weather Related Accidents - (3 hrs) - AS Donald Eick

12:30 - 1:15 LUNCH

1:15 - 2:15 Weather Related Accidents - (cont' d) - AS Donald Eick

2:15 - 5:15 Flight Crew Operational Factors (3 hrs) - AS David Lawrence

**DAY FIVE - September 18, 2015 8:00 am - 4:45 pm**

8:00 - 11:00 Survival Factors & Airports (3 hrs) - AS Jason Fedok  
11:00 - 12:00 Aircraft Systems & Party Perspective (3 hrs) - Peter Basile  
12:00 - 12:45 LUNCH  
12:45 - 2:45 Aircraft Systems & Party Perspective (cont' d) - Peter Basile  
2:45 - 4:45 TWA 800 Case Study/Tutorial (2 hrs) - Retired NTSB Robert Benzon

**DAY SIX - September 21, 2015 8:00 am - 5:15 pm**

8:00 - 12:00 Cognitive Interviewing (4 hrs) - Dr. Ron Fisher, Phd  
12:00 - 12:45 LUNCH  
12:45 - 3:45 Investigative Reasoning (3 hrs) AS Dana Schulze  
3:45 - 5:15 Media Relations (1.5 hrs) - PA Peter Knudson & MD Jill Demko

**DAY SEVEN - September 22, 2015 8:00 am - 4:15 pm**

08:00 - 10:00 Recorders (2 hrs) - RE Dr. Bill Tuccio  
10:00 - 12:30 Aircraft Systems (2 hrs) - AS Bob Swaim  
12:30 - 1:15 LUNCH  
1:15 - 4:15 Fire-Related Accidents w/Exercise (3 hrs) - RE Nancy McAtee

**DAY EIGHT - September 23, 2015 8:00 am - 3:45 pm**

Class is divided into 2 groups; each segment is taught twice.

8:00 - 11:30 and 12:15 - 3:45

1. In-Flight Breakups and Mid-Air Collisions w/Exercise (3.5 hrs) - Retired NTSB Keith McGuire
2. Turbine Engines (3.5 hrs) - AS Jim Hookey

11:30- 12:15 LUNCH

**DAY NINE - September 24, 2015 8:00 am - 3:45 pm**

Class is divided into 2 groups; each segment will be taught twice.

8:00 - 11:30 and 12:15 - 3:45

1. American Airlines Flight 587 Tutorial (3.5 hrs) -  
Retired NTSB Robert Benzoni

2. Human Performance (3.5 hrs) - AS Dr. Evan Byrne  
11:30 - 12:15 LUNCH

**DAY TEN - September 25, 2015 8:00 am - 2:00 pm**

08:00 - 9:00 Safety Recommendations (1 hr) - SR Jeff Marcus

9:00 - 10:30 Assisting Family Members (1.5 hrs) - TDA Stephanie Matonek

10:30 - 12:30 Biomedical Issues in Accident Investigation (2 hrs) -  
RE Dr. Kristin Poland

12:30 - 2:00 WORKING LUNCH Board Meetings & Public Hearings (1.5 hrs) -  
AS John DeLisi

NTSB 飛安室主任臨別贈言與頒發結業證書

MD= Managing Director

GC= Office of General Counsel

AS=Office of Aviation Safety

RE=Office of Research and Engineering

TDA=Office of Transportation Disaster Assistance

SR=Office of Safety Recommendations

HS- Office of Highway Safety

## 四、課程內容

### (一) 美國國家運輸安全委員會簡介

美國國家運輸安全委員會成立於 1967 年，獨立執行美國境內所有民用航空飛航事故，以及其他形式之交通運輸重大事故。NTSB 不隸屬交通部，在組織上也與交通部其他單位包括 FAA 任何行政機構沒有隸屬關係。委員會並不具備監管和強制的權力。

為確保委員會的調查是專注於改善運輸安全，對於所有的事實資料分析以及事故可能肇因鑑識結果都不得作為法庭論證依據。

1974 年，美國國會將 NTSB 獨立設立於運輸部外為單一機構，基於公正效率且能正確發揮調查功能的理由，以及運輸部原已負責處理運輸相關業務與法規制定，無法對自身系統內部相關運輸安全或針對運輸事故有效提出缺失檢討與建議。因而有其必要將 NTSB 獨立行使調查，方能對監理及業務執行單位發揮實質改善飛安功能。NTSB 不負責運輸管理、資助或直接涉及其運作等作業，方可以客觀角度來執行調查並提出安全改善建議。

美國 NTSB 編制為五位委員組成，每位成員須經由總統提名，並獲參議院同意後任期五年；總統由委員中指定主任委員與副主任委員，再經由參議院同意後任期兩年職務，若主任委員出缺時，則由副主任委員代理執行其工作。

目前 NTSB 委員會中僅有四位委員，主任委員 Christopher A. Hart 於 2015 年 03 月 17 日宣誓就任 NTSB，在之前，他曾長期從事於交通運輸安全領域任職，包括多年任職於聯邦航空總署及 NTSB 委員。Christopher 擁有哈佛法學學位以及普林斯頓航空工程學士及碩士學位。其他委員在公共衛生、傷害防治、飛航操作、航空工程、飛機設計、製造、適航等領域，均有豐富學術背景及職務歷練。



主任委員 Christopher A. Hart



副主任委員 T. Bella Dinh-Zarr



委員 Robert L. Sumwalt



委員 Earl F. Weener, PhD.

NTSB 現任委員

美國國家運輸安全委員會是一個受國會監督的聯邦政府機構，對美國境內所有的民用航空事故，以及包括鐵路、高速公路、海事、油管等重大事故，行使獨立

調查職權。NTSB 亦將裁定事故可能肇因並發布飛安改善建議。目標在於防患未來再度發生類似事故。此外，NTSB 對於有關運輸安全進行特別學術研究，以及協調整合聯邦政府與其他機構運用有效資，對重大交通災難事故受難人員及其家屬提供適切協助。

NTSB 的主要任務為透過事故調查程序，調查之事實資料及發生條件與發生情形，並提出事故可能肇因及安全改善建議，另外還執行提升運輸安全相關作業。

NTSB 負責調查美國民用航空及公務航空器事故調查，但並不包含軍機或情報單位之航空器事故。對於其他國家所提出航空器事故調查協助要求，NTSB 也會視情況予以協助。



圖 5. NTSB 組織概況

## （二） 事故調查作業

- 事故調查先期準備

先遣小組的個人裝備（go-bag 如圖示）必須隨時準備好，裡面應包含：個人衣物（雨鞋、工作鞋、保暖衣、襯衫等）與調查所需要的工具，例如：數位相機、錄音筆、捲尺、筆記本、鉗子、剪刀、鏡子等。

調查人員必須清楚了解飛航事故的定義、分類，於接獲事故通報時方可判斷是否為飛航事故及啟動調查程序，輪值者要有隨時都可能要趕赴事故現場執行任務的心理準備。依據所蒐集的資料，例如現場的位置、死傷的人數、飛機的機型、營運的種類、目擊證人的描述等，決定動員調查人員裝備的規模。備妥調查員之識別證，賦有其法定權力義務，便於進出事故現場或機場。

NTSB 設置聯絡中心，亦提供各機關之聯絡電話小冊子，供調查員隨身攜帶使用。於接獲事故通知時派遣人員趕赴事故現場，並應立即聯繫當地的代表、機場場站人員、航空公司、當地警察單位等，並通知飛機與發動機製造商等。

現場作業時亦須攜帶空白的初步報告、參與協助調查團文件、證物保管單、證物標籤等文件，便於返回辦公室前完成各組之 Field Note。

依據事故發生的地點、時間的急迫性決定趕赴現場的運輸工具，NTSB 除了使用汽車或是一般客機航班外，NTSB 經與航空公司協調，調查人員得以使用觀察員座（jump seat）以增加機動性。



圖 6. Go-Bag

- 事故現場調查

抵達現場後先與指揮官詢問現場狀況，表明 NTSB 的工作任務，聽取簡報後並應尋求協助確保現場的安全狀況。

與協助調查團成員一起作業，協助調查團的組織僅有在美國境內存在，國外的相關代表則依循 ICAO 的規定稱為授權代表 (Accredited Representative, AR)。在事故現場調查階段，僅有 NTSB 委員會委員、指定發言人或主任調查官可針對事實資料進行對外發言。

到達事故現場進行調查之前首先須注意工作人員安全，確認證照齊全符合資格，人員防護裝備及設施是否確認完善，穿戴適當之防護裝備始可進入檢視殘骸。需注意飛機殘骸、環境危害，並須建立安全警戒區域。在事故現場必須注意可能的危害物質，包括：化學物質（液壓油等）、加壓之容器或輪胎、爆裂物（爆竹或火藥）、軍用器材、武器彈藥、彈射裝置、燃料/油品、複合材料以及煙塵等。另外還需注意生物血媒性病毒對人體的危害，並標定危害區域，穿著生化防護衣

以及稀釋漂白水清洗以保護調查人員。對應充滿尖銳破壞構造物或是燃燒過的事  
故機艙內部，需要準備厚底防護鞋、手套以及口罩或防護面罩以避免煙塵危害。  
另外亦必須考量事故地點之溫濕度、降水（雨/雪）機率、海拔高度及殘骸狀況，  
決定所需之安全防護裝備。



圖 7. 人員防護裝備

進行殘骸分布的描繪，利用方格圖將殘骸的分布、與環境地形的相對關係、遺  
留在地面或樹上的痕跡等進行繪製，進而判定飛機墜毀的路徑。以順時針方向對  
現場殘骸記錄，並逐一拍攝控制面、機身、起落架、發動機、駕駛艙儀表板、燃  
油系統、電力系統、液壓系統之損壞情形。並須注意並完成下列事項：

移動並清理殘骸、取得維修紀錄、取得飛行紀錄、對燃油、液壓油、滑油進行採  
樣、取得載重平衡資料、訪談目擊證人、撰寫飛航經過、取得或聆聽航管錄音紀  
錄、蒐集雷達資料等。

依事故規模得召開每日進度會議，後續須進行的調查作業內容，以及處理殘骸

搬運事宜。自事故現場返回後應將蒐集到之事實資料供給調查團隊成員，檢視取得之文件，進行後續之分析工作與報告撰寫。分析作業應包括下列事項：發動機拆解、航機系統功能分析、飛航操作分析、殘骸拆解檢驗，如材料金相試驗、飛航紀錄器解讀、人為因素分析、生還因素分析、天氣與航管資料分析等。依據分析結果撰寫事故經過，調查報告草案以及草擬飛安改善建議。

- 事故現場管理

1. 現場指揮官

首先就任務分組可以區分為現場及非現場作業人員，以主任調查官（IIC）所在的任務指揮中心開始，非事故現場人員包含飛操、氣象、紀錄器及性能等分組，以上分組都有各自的召集人且能分頭作業。反之必須在現場作業的系統、結構、發動機以及生還因素甚至其他有需要進入現場之分組，都必須仰賴現場管理來協調運作，因此現場指揮官就擔負起事故現場管理的角色。

通常現場指揮官的指派會因事故規模而有兩種選擇：在大型飛航事故發生時因為 IIC 需要協調管理大量的作業，因此多由在現場的結構分組召集人分擔現場指揮官的工作。而區域性的小規模飛航事故，則通常由該區域之分區 IIC，或是由單一現場調查員自己管理現場。

現場調查官必須在現場隨時能夠接觸聯繫，瞭解對於現場管理之需求、風險及連絡方法，確認現場之進入動線，擬訂災害處理計畫及管理方案將會更有利於現場管理的進行。建立與當地相關單位與調查員之間之聯絡窗口，對於調查目標具備廣泛的知識並勇於做出決定，有利於事故現場管理任務。

2. 保全事故現場

飛航事故可能發生於任何地點，如機場地帶、公開場所、私人土地、海上甚至位於其他國家，此時需考慮該事故現場是否容易讓媒體或一般大眾侵入，然後再考慮對於該現場之保全手段，比如現地執法機構、暫定的限航區（TFR）、軍方單位、民間防務單位或是簽約之保全單位。

課堂上並分別舉出發生於美國國內以及國外之事故案例，於美國國內發生之事故可請求當地警方或消防隊協助快速封鎖現場，有的警消單位裡亦有受過災害現場管理的專門人員可以協助協調現場保全作業，並有可依循之合作協議進行現場管理作業。國外之事故依國情不同，如較落後地區發生的事故往往會引起當地民眾的大騷動，現場聚集大量群眾，當地媒體人員、居民及傷亡者家屬亦可能混在調查團隊之中進入現場，增加現場保全之困難。

### 3. 現場安全

在事故現場必須注意可能的危害物質，化學物質、加壓之容器、爆裂物、燃料、油品、複合材料以及煙塵等，穿妥防護衣避免遭受血媒性生化物質危害。確立隔離區，標定危害區域。對應充滿尖銳破壞構造物或是燃燒過之事故殘骸，應有安全防護鞋、手套以及口罩或面罩以避免煙塵危害，並有足夠之防寒防風裝備等所需之安全防護裝備。

事故現場保全，與事故發生之地點有關，飛航事故現場可以區分成以下幾類：機場內、機場外公共區域（如產業道路、山區等區域）、事故現場亦可能為私人擁有之農地、海上及國外。無論如何，首先需要防止本事故無關人員（尤其是記者）進入事故現場。

根據授課講師之經驗，機場內之保全，因機場安全系統，且人力充足，因此較為容易；機場外之保全作業最有效且便宜的方法，可利用當地警察，或是海巡隊加以維持現場的完整，亦可與軍方協調，或是簽約之保全公司。由於事故可能發生於熱帶、極地或是各種地方，故調查人員個人裝備，從禦寒衣、排汗衫至各種登山用具，必需齊全。事故現場還可能因載具裝載之危險物品，如氧氣瓶、滅火器、等，或是航機殘骸碎片、輪胎、罹難者遺留物等，因此抵達事故現場時，針對可能危害個人安全殘骸進行辨識、標記、清除。規劃進入現場的動線，包括工作及各種物品器材放置區域。對現場工作人員之提示中應包括，遺留殘骸之危險性物品及病血媒污染防護衣的使用。保障調查人員安全是飛航事故調查中之首要任務，而調查人員執行事故調查，更須注意自身的安全。

- 現場事實蒐證及記錄

到達事故現場記錄的方式首重由外而內，在開始調查作業以前先環繞現場外圈進行巨觀的記錄，可以的話取得空中俯瞰資訊更助於釐清整個現場的規模，並依據整體現場之危害可能擬訂現場作業方法，如規劃動線以及增加額外的防護裝備等。如果已經事先由航空器製造商取得該型機之大部圖解，將有助於記錄航機受損之情形，如果可以從網路上取得事故機過去之照片亦有助於殘骸部件之判斷。現場紀錄務必著重於事實資料而非片面或主觀的分析，藉由航空器製造商參與調查的專家判斷各殘骸屬於機上何種部位之後，使用圖型、示意圖或是相機記錄各個受損狀況，完成記錄之殘骸部件即可移開以利後續調查之進行。殘骸分布圖之紀錄，可以使用顏色標記航機各個主要部位，將有助於由分布狀況求得與時間序列有關之線索，並使用參考線、方格紙或是利用取得的現場空照圖進行殘骸分布圖及現場相關軌跡的繪製。

事故現場資料搜集，可以分成以下幾個重點：殘骸定位及現場殘骸檢視。殘骸定位在於瞭解殘骸分布、軌跡及事故現場損壞及事故發生肇因之尋求有關，尤其是針對空中解體案例。殘骸定位方式，可利用空照圖，GPS 及傳統量測儀器，將殘骸所在位置、分佈撞擊痕跡清楚圖示。現場殘骸檢視，包括照相、殘骸描繪、斷裂面特徵、殘骸變形或彎曲等進行詳細描述。



圖 8. 現場事實蒐證

- 殘骸搜尋與存放

殘骸打撈部份，則需詳細規畫，方能有效進行打撈作業，打撈作業包含：殘骸定位、水下無人載具探勘、潛水人員打撈、拖網漁船進行水下剩餘殘骸打撈、甚至於如 Swiss Air111，抽海底沉沙進行殘骸搜集後，再透過殘骸檢視，以決定是否要進行二維或三維殘骸重建及重建之段落。

通常在陸上發生的事故，可以在詳細的事故現場完成記錄之後，將殘骸以最快的速度回收完成，但在海上發現的事故需配合回收作業同時進行殘骸之相片記錄工作及第一手的損壞判斷，現場調查官必須先判斷殘骸上的損傷是事故造成或是來自回收作業所造成的二次損傷。在大型事故中，回收的殘骸將逐件列表記錄，並存放在被保全的場所中，在調查作業結束後，除了任何必須保留做為事後調查所須之關鍵組件以外，其他殘骸得以歸還該航機之所有權人，而普通私人航空器事故通常在現場作業結束之後，可不經正式文件歸還給相關所有人。

- 相關檢驗測試

殘骸為最直接的證據，因此使用殘骸進行相關檢驗，通常是最具有說服力，為了利於判斷失效原因，會將殘骸依照航機原本之部件位置做分類排放，此時需依事故特性考慮該從外表面/內表面檢視、是否需要擺出全機或只需重點部位、有

多少空間可用來收容殘骸、哪些部分會是重點、可供檢視的殘骸有多少以及何時該作抉擇。

### （三）重大飛航事故調查

事故的分類，目前 NTSB 區分『重大』以及『地區性』事故，主要依據事故機為民航運輸用途或是普通、私人用途，另外也依據事故規模做為判斷。而在事故或事件之判斷標準則包括：主結構是否損傷、人員傷亡或是具有危害飛航安全之虞、必須回報之事件。

NTSB 航空調查部門在全美各地有 4 個區域總部（Regional HQ）及 5 個區域調查辦公室（Regional office），而位於華盛頓 DC 的總部負責重大飛航事故之調查，調查部門包括：飛航操作、航空工程、生還及人為因素等專業分組。研究及工程部門則包括：紀錄器解讀、載具性能分析、材料實驗室、安全研究、動畫及製圖等專業，另外也有一個支援辦公室負責調查所需之支援工作。

事故調查機動小組（Go Team），包含 IIC 以及事故調查各專業領域之專家，並包括負責對外的委員會成員，以及罹難者家庭支援成員等必要之支援資源。Go Team 之中的委員會成員通常擔負起現場發言人的角色。需要與媒體互動、進行家庭支援活動、並與中央、地區政府及現場執法機構接觸，但不負責調查作業相關工作。在重大飛航事故發生的初始階段，該地區負責之 NTSB 地區辦公室與當地 FAA 辦公室需負責進行現場保全及出入管制，與第一時間現場單位合作，建立媒體連絡管道，保全紀錄器以及易消失證據，最後與 NTSB 本部協同作業。支援辦公室的人員則負責組織家庭支援活動、提供家屬簡報、與其他支援機構聯繫、做為與當地政府連絡窗口、面對記者及大眾媒體、並負責通訊技術及後勤的支援等工作。

調查團隊由 IIC 率領各個專業領域之召集人，包括：飛航操作、人為因素、空中交通管制、天氣因素、結構、飛機系統、發動機、機務、紀錄器、生還因素、場站、飛機性能以及材料實驗室等領域。參與調查之協助成員包括航空公司、監

理機構或是航空器製造商等，由單一窗口統一協調。透過參與相對應之專業分組，提供技術專業支援，必且得以針對事故中之調查發現提出與安全有關之提案，在法律上亦需要 FAA 共同參與調查。

現場的每日作業流程由事故現場的調查指揮中心管控，該中心並不同於消防救援單位所成立的事故應變中心。整個事故調查作業由調查組織會議開始，它將組成共同的調查團隊開始，規劃每日晨間工作，再由各窗口進行各單位提報，且當日工作結束後並進行當日的進度報告。

開始進入現場作業之後，各專業分組調查工作由分組召集人負責，不同分組之間透過單一窗口聯繫，並透過現場筆記（Field Note）逐一記錄在現場的事實發現，及規劃未來的調查方向，藉由各分組的進度提報以分享最新的調查進度及遭遇的問題。

對於媒體關係上，NTSB 是以公務機關的身分，由委員會成員及 IIC 負責對外發言，同時委員會舉行每日例行性記者會。

調查後續作業則包括：拆解相關零組件、訪談相關人員、空氣動力學分析及模擬、材料分析、系統測試、測試與研究，以及證物保存等。航機過去之維修紀錄也需要保存。而關於紀錄器儲存內容的處理方式上，FDR 資料通常是在調查團隊之間充分利用，但 CVR 紀錄的內容必須嚴加保護，CVR 抄件之內容需要召開確認會議確保大家均同意此一內容無誤，公聽會之前不得公布 CVR 抄件內容，其 CVR 聲音檔則永遠不得釋出。其他形式紀錄器，如影像紀錄器、QAR 等亦比照相關規定處理。

調查作業的成果則以事實資料報告以及技術分析報告之形式產出，各專業分組之報告通常是由各分組召集人撰寫，分組成員交互確認，所有參與調查之協助調查單位都能閱覽所有事實資料內容。發布事實報告後，同時舉辦公聽會以及技術檢討會議（Technical Review Meeting, TRM）。TRM 著重於確認調查團隊之間均蒐集且同意相關的事實資料，並對其內容進行初步檢視。技術檢討會議在 NTSB 總部公開舉行，並可透過視訊或網路會議等電子化形式進行。會後調查團隊或許

存在不同的意見與觀點，包含：發現、推論、可能肇因及建議，這些資訊也會與報告一起共享，並協助調查成員編寫報告草案，而委員會在審閱報告草案之前會先討論上述意見與觀點。

NTSB 內部之後續工作，包括事故調查報告的草案，以多階段方式進行，起草飛安改善建議、完成分析報告以及召開公聽會。委員會進行審慎的評估後正式採納報告以及裁定事故之肇因。雖然調查作業到此告一段落，但報告之內容本身並不會因結案而不再更改，未來關於此一事故若有更為突破性、足以推翻原本判斷之事實資料出現，亦會有重啟調查程序、修改報告結果的可能性。

飛安改善建議是 NTSB 最重要的產品，其內容具備急迫性；如屬單一的獨立議題，會列入該案的最終調查報告中，如屬共通性議題，NTSB 可列入飛安研究或 MOST WANTED 的行式來訴求該項建議。目前為止，NTSB 對相關機構提列的建議，其接受比例約 85%。

#### **(四) 國際事故調查**

依據 ICAO Annex13 中定義當飛航事故調查機構於國際事故調查中授權代表 (Accredited Representative, AR) 之組成成員由該國之航機製造商、航機之註冊國、航機之操作國、或製造商所組成。授權代表於飛航事故調查中，作為與事故調查主導國家之聯絡橋樑，提供主導調查國家主任調查官，於執行飛航事故調查所須之資料，及作為事故調查主導國與該國之聯絡窗口，並管理其顧問 (Advisor)。

依據 ICAO 規定，飛航事故調查主導權之判定，為發生於締約國之領海 (Territory sea)，擁有飛航事故調查權，該國可以放棄該權利並委由其它國家調查；此外事故發生後，需通知航機製造商、航機之註冊國、航機之操作國、航機設計國及製造商，由該航機製造商、航機之註冊國、航機之操作國、航機設計國及製造商組成授權代表之管理下，成為事故調查主導國之顧問。授權代表擁有檢視殘骸、獲得目擊證人相關資訊、與該事故相關之證據與文件備份，參與飛航

紀錄器及塔台文件之解讀、參與測試及模擬、參加進度會議，並向飛航事故主導調查機構提出調查報告之意見等權利。除了參與飛航事故調查之權利外；授權代表亦有提供相關事實資料之義務。NTSB 規定授權代表不能隨便對外發言；至於罹難者或嚴重傷者國籍國之授權代表，其權力與授權代表不同，其可以進入飛航事故現場觀察及參閱事實資料、協助罹難者身分辨識及收取調查報告（final report）。

事故調查主導國則有事故相關證據的保管及保全責任。當飛航事故發生於非 ICAO 締約國之領海或公海時，飛航事故調查權屬於航空器註冊國，由其主導飛航事故調查所需之權利與義務。主導飛航事故調查之國家，需能獨立執行，且執行過程中不以處罰或追究責任為目的，並具有分析飛航紀錄器之能力。調查過程中，航空器註冊國及使用國需提供飛航紀錄器記錄資料及解讀所需相關文件、組織概況、航空器基本資料、組員基本資料及該機之維護紀錄。

飛航事故主導調查國家需依照國際民航公約第 13 號附約（ICAO Annex 13）附件 1（Appendix 1），進行飛航事故調查報告之撰寫，完成報告後需交予個參加機構/國家提供相關意見，並予以參酌修改，當事故班機之起飛重量超過 5,700 公斤時，則需將結案報告交予國際民航組織。

#### （五）飛航資料紀錄器

重大飛航事故調查中，裝置於航空器之飛航紀錄器（Flight Recorders）提供了最直接而可靠的證據，協助事故調查人員尋找可能肇因以及潛在風險。一般而言，民用航空器所裝置的飛航紀錄器有兩種，座艙語音紀錄器（Cockpit Voice Recorder, CVR）及飛航資料紀錄器（Flight Data Recorder, FDR）。

NTSB 進行飛航事故調查期間，持續保管事故航空器上配備的 FDR 及 CVR，直到調查結案之後，才會將紀錄器及紀錄器內之資料，一併歸還給航空器使用人。NTSB 認為紀錄器內之資料係航空器使用人之財產，NTSB 不會刪除紀錄器內的資料，況且紀錄器歸還之時機是在調查結案之後，因此調查期間並不會有資料外洩之問

題。美國法律禁止 NTSB 調查人員公布座艙語音紀錄器內之錄音，但其他人士在結案之後，則不受到限制。一般而言，絕大多數的座艙語音錄音，在座艙語音紀錄器發還之後，仍會受到航空器使用人的保護。

依據飛航事故調查法第 14 條規定，飛安會為飛航事故調查之必要，得優先保管及處理航空器、殘骸、飛航資料紀錄器、座艙語音紀錄器及該飛航事故有關之其他資料及物品。因此飛安會於飛航事故調查期間保管飛航資料紀錄器及座艙語音紀錄器，已進行細部分析研判作業。而民用航空器及公務航空器飛航事故調查作業處理規則第 21 條「依本法第十四條規定，飛安會得優先保管有關證物。於調查期間，得將已無調查需要之有關證物返還相關機關（構）。」本會在「飛航事故調查標準作業程序」訂定記錄器歸還的要點：

- 飛航紀錄器得俟事實資料確認後歸還持有人。歸還前得將座艙語音紀錄器內容消除。
- 飛航紀錄器持有人如要求提早歸還紀錄器，則須於紀錄器資料處理完畢並將內容消除，經主任調查官同意後歸還持有人。

目前與紀錄器相關之航空器組件除了 FDR（磁帶、固態記憶體）之外，尚包括負責彙整並提供資料給 FDR 及 QAR 記錄的 DFDAU（數位飛航資料擷取單元），或是將 DFDAU 與 DFDR 結合為一體的 UFDR，以及 Airbus 於新飛機上使用的 SDAC 等等，運作方式都是監控飛機各種狀態的感測器將信號傳送至 DFDAU 之後再以 ARINC 標準格式編碼寫入 FDR 及 QAR。

來自各個感測器的信號包括類比（通常與運動相關）、數位（通常表示大範圍變化特性的數據）以及離散（只顯示開、關或上、下的二階資訊）信號，經過轉換為參數並儲存在 FDR 之中，在讀取這些參數並使用時需要特別留意其參數品質，包含其準確性、精確性以及資料取樣頻率，通常大部分參數如高度、空速等的記錄多為每秒 1 次，一些會快速改變之參數如 G 力之取樣頻率高達每秒 12 次，另一些變化緩慢的數據如時間的小時或是燃油存量可能每 16 秒才記錄一次，而每筆參數在寫入 FDR 的時序又因為寫入排程而會產生時間差，這些參數必

須經過正確的時間序列處理方能使用。

CVR 自發動機啟動程序前置檢查開始記錄聲響，持續不間斷至降落後發動機關閉為止，目前所有大型民航客機都需具備 2 小時之 CVR，而且新的 CVR 必須都是固態記憶體形式的，同時新安裝之 CVR 必須具備 10 分鐘之獨立電源。除了大型客機以外目前大部分的 CVR 多為 30 分鐘紀錄版本，雖然磁帶式 CVR 已不再生產，不過仍有一些既有的磁帶式 CVR 還在使用當中。

一般 CVR 記錄 4 個音軌的聲音，分別來自座艙環境麥克風、正駕駛、副駕駛以及第 3 位組員之麥克風，基於保護隱私的理由，CVR 錄音的內容被禁止使用在 FAA 認證作業上。這些聲音資訊對於掌握飛航操作失誤、背景聲紀錄如：發動機、開關及地面速度、爆炸聲響、結構失效判斷及天氣情況等等非常有用。在調查上的使用方式為將這些聲音寫成抄件，與 FDR 進行時間同步後一併呈現做為調查參考資料。



圖 9. 飛航資料紀錄器

## （六） 人員訪談

訪談可以快速得到事故的資訊，對事故調查有所助益，因此調查人員有必要對生還的飛行員、組員、乘客或目擊證人等相關人員進行訪談，由於記憶會隨時間而淡忘，故要把握時機進行訪談工作，避免時間拖延以致受訪者所能提供之寶貴資料喪失準確度。

人員訪談技巧中強調，擁有調查所需關鍵資訊的人，是受訪者而非訪談者。因此，個別訪談應以受訪者為中心，由其扮演主動的角色，而非由訪談者預設訪談內容限制訪談內容，應該是給予被訪談者可以充分發揮描述事實經過的機會。

傳統問答式訪談因事先設定其訪談內容，故受訪者能提供的資訊就侷限在設定的範圍內，有時回答內容甚至只有簡短的是與否。若訪談者較為嚴肅，訪談時容易讓受訪者有受質問的感覺，不但受訪意願降低，同時也提高了防備。此外傳統的問答式訪談，會一再地打斷受訪者的思緒，影響受訪者回憶其經歷過程。在訪談技巧課程當中，介紹兩種訪談方式：不發問訪談（Questionless Interview），及認知訪談（Cognitive Interview）。

不發問訪談：有別於一般由訪談者及受訪者一問一答，此種訪談方式的訪談者並不主動發問，而是鼓勵受訪者在不受限制的情況下，提供任何可能與飛航事故有關的資訊。

認知訪談：著重於引導受訪者回到事故當時的情境，並幫助受訪者一次又一次的回想，以提供更多潛藏在受訪者腦中之資訊，同時要注意的受訪者看到的資訊及聽到的資訊之限制所在，眼睛看到的資訊可同時記憶許多資訊，亦可記憶有關空間的資訊，耳朵則僅能記憶順序性之資訊。

訪談結束前，訪談者應重複所有紀錄，並請受訪者於發現錯誤或需要補充時隨時打斷，這同樣也是給予受訪者多一次的回想機會。離去前記得留下聯絡方式，當他想到訪談時未提及的重要資訊時，才能與訪談者聯繫。

## （七）飛航操作因素

NTSB 飛操分組調查員的背景具備航空公司之管理經驗、國籍或國際主要航空公司大型機種之正機師、具有飛安或訓練部門之背景、編寫及訂正過相關操作手冊以及擔任過飛航查核員或教官等等。NTSB 總部有多位資深飛航操作調查員，每週輪值的方式值班擔任先遣小組，在重大飛航事故發生時在 2 小時內到達機場，並隨時準備被派遣往世界上任何地方，依據 ICAO Annex13 擔任美國的授權代表。並協助美國國內的地區事故調查、聽取 CVR 內容及擬訂飛安改善建議。

飛操調查之重點包含，飛行員所採取之動作、原因、組員間的協調作業（CRM）、操作程序及相關訓練、飛行員執照檢定紀錄、航機性能分析、FAA 監管上的漏洞、航空公司組織文化、營運單位管理等等。



圖 10. 飛航操作

事故調查通常從接獲通報開始，NTSB 總部內的連絡中心會聯繫先遣小組成員，參與成員需在 2 小時內到達指定的機場搭乘飛機前往事故地點，先遣小組之裝備須配合事故地點特性進行彈性調整。隨著調查正式展開的同時召開組織會議，來自其他相關調查協助單位的人員，必須具有該事故調查所需之專業技術，才會

被邀請參與調查。

進入事故現場之後，飛航操作專業分組的調查員首先需檢視整個現場，拍攝撞擊痕跡、記錄組員背包及行李內之藥物、與系統分組一同記錄駕駛艙內之開關、飛行控制相關設定以及指示位置等等。再蒐集與天氣相關之資訊，確認哪些是組員手上擁有的天氣資訊，掌握出發地以及目前位置，了解組員是否有收到任何特別天氣通報，天氣情況對航機性能的影響為何，是否超過該公司或是 FAA 所訂定的規範，評估天候因素導致事故之可能性，最後蒐集事故航機上使用的表單、地圖、手冊、飛航文件、檢查表及快速參考手冊等等。

飛航操作分組調查員在現場的作業還包括：與系統分組或結構分組記錄可能的機械或結構性問題；飛航操作分組需考量這些問題對於航機操作以及性能之影響。確認事故機之載重平衡是否超限、相關載重平衡文件是否正確填寫且在起飛前已完成。

現場工作亦須對相關人員進行訪談，由於人類記憶的時效有限，訪談是容易消失的證據之一，需把握時間進行，被訪談的對象包含：組員、乘客、目擊證人以及航空公司或相關組織中之人員。

在目擊資料的提供上，影像紀錄是重要的證據資料之一，包括機坪監視器、個人拍攝影像、新聞媒體畫面或是交通監控影像都是可以使用的線索。

對於發生在機場地帶之事故，通常會利用空照圖或是等高線圖、航管資訊、機場燈光及無線電助導航設施狀況、機場及周遭地帶之建築物分布、分析用之燃油樣品跟機場道面之檢驗結果報告等。如果是與火災及救援有關之事故，調查人員會進一步確認場站之消防救援行動、反應時間、保全體制、通報時間、通報手段以及使用的滅火劑種類及用量。

最後將以上所有因素綜整、開始判斷從威脅到事故發生之各個環結，各個階段存在可能疏失，造成乳酪法則中無法阻擋威脅的漏洞。並從飛操觀點來審視整個作業程序，從組員操作流程、手冊、訓練等等可能改善的方針下手，擬訂相關之飛安改善建議，以防堵相同的漏洞再次發生。

## (八) 生物醫學

目前美國運輸安全委員會對於醫學病理調查人員專業背景為法醫學、生物工程及航空及乘客醫學 (Aerospace/Occupational medicine)。課程中講授傳統透過醫學病理於事故調查之應用，亦說明目前美國運輸安全委員會正發展如何透過生醫工程，將人體結構及事故現場損壞情形，進行生還因素碰撞模擬，以模擬車輛於撞擊時之破壞的過程，及破壞力如何由車輛傳至乘客，透過模擬及動畫呈現，觀察人體於事故發生之 0.2 秒內姿態變化過程，可以增進瞭解撞擊過程中安全帶對駕駛人及乘客所能提供之保護。

探討飛行員的身理狀況時，例如用藥習慣，及最近是否有身體不適等症狀。因此於事故調查過程中，可使用的事實資料可能來源應包含：

- 醫院的紀錄：FAA 體檢紀錄、各航空公司體檢紀錄及個人體檢及病歷資料。
- 驗屍紀錄：檢察單位的驗屍報告、是否戴眼鏡包括隱形眼鏡、之前的疾病、死亡原因。
- 毒物測試紀錄：檢查單位驗讀報告、醫院的驗讀報告、個人用藥紀錄、抗藥性、酒精反應、處方藥。
- 事故現場照片：航機墜毀的嚴重性、撞擊力的方向、身體受傷的痕跡、及當時的姿勢、安全帶的刮痕。
- X 光檢查：骨頭的斷裂通常可以推斷該部分肌肉是否事故時，處於施力情況。
- 錄音帶：ATC、CVR 講話的聲音、對管制員的反應可以推測駕駛員的狀態。
- 飛行資料 (FDR data)：可以推測是否空間迷向、不正常的操作、推算組員所受加速度的力量。
- 地面軌跡：一般是指一般航空業無 FDR 時，可用 GPS 記錄的資料以推測是否空間迷向、空間錯亂。

- 訪談：因受限於記憶力及一些利害關係影響訪談的正確性，對象可能是駕駛、他的家屬及他的醫生等 因此在使用訪談資料時，須注意其正確性。

生醫工程 (Biomechanics) 分析主要利用的工具，可以透過動畫製作，將複雜工程問題予以視覺化，另外；可透過數值分析模擬，將載具受撞擊時，產生之力量，如何由載具傳遞至乘客，以分析乘客受力及其生還可能性，另外可以進行事故時組員於三維駕駛艙內之操作模擬。模擬所需之資料來源為 FDR/CVR 或是行車紀錄器紀錄之飛航及操作狀態。

### (九) 飛安改善建議

飛安改善建議 (Safety Recommendation) 為完成飛航事故調查後，於調查報告中針對調查發現提出之飛安改善建議事項，為飛航事故調查最重要的產出，其內容可針對航空器適航 (airworthiness)、航空器操作，政策法令或任何與安全有關之議題。

NTSB 的飛安改善建議並非強制性，侷限於業者之實務運作及 FAA 主管單位對調查結果另有不同論點，偶有類似事故無法經由安全建議後延誤落實而再度發生之遺憾情事。針對 1994 年一架 ATR 及 1997 年 COMAIR Flight 3272 班機遭遇積冰造成重大飛航事故案例研討，NTSB 曾對前一次事故及類似機型於飛行中遭遇積冰導致飛行操控困難之危險事件，對 FAA 提出飛安改善建議，但由於某種原因或不同見解而延遲作為，以致令人遺憾之類似重大事故再度發生。調查報告針對缺失提出飛安改善建議，NTSB 或飛安委員會 (ASC) 站在客觀立場與民航業者、飛機或發動機設計製造廠、及監管單位等，都是為了共同目標增進飛安彌補缺失而努力。



**National Transportation Safety Board**  
Washington, D.C. 20594

**Safety Recommendation**

**Date:**

**In reply refer to:** A-02-03 and -04

Honorable Jane F. Garvey  
Administrator  
Federal Aviation Administration  
Washington, D.C. 20591

On January 12, 2002, a model 568F propeller blade, manufactured by Hamilton Sundstrand,<sup>1</sup> separated adjacent to the propeller hub on the No. 2 (right) engine of an Avions de Transport Regional (ATR) ATR42-500 airplane, operated by ACES Colombia and registered in Bermuda as VP-BVE, shortly after takeoff from Cartagena, Colombia.<sup>2</sup> The domestic flight was destined for Bucaramanga, Colombia. The pilots reported that about 5 minutes after takeoff, they felt high vibrations in the airplane, and the No. 2 engine's low oil pressure warning light illuminated. When the pilots attempted to shut down the No. 2 engine with the fuel lever, the lever jammed. They then shut down the engine by pulling the fire handle. The airplane returned to Cartagena for an emergency landing. The 2 pilots, 2 flight attendants, and 37 passengers on board were uninjured. The airplane sustained minor damage to the No. 2 engine's cowling.

The blades of the model 568F propeller assembly have metallic bases made from low alloy steel forgings. The base, also referred to as a "tulip" because of its shape, incorporates the pitch change mechanism, a flange for attaching blade counterweights, and a flared portion for attaching the airfoil. A composite airfoil that is made with a graphite fiber-reinforced epoxy spar surrounded by structural foam and covered by a Kevlar<sup>®</sup>-reinforced epoxy outer shell is attached to the tulip. The graphite spar and Kevlar shell are adhesively bonded to the outside of the tulip immediately outboard of the counterweight flange fillet radius and are further secured by a circumferential fiberglass composite "compression" wrap. The entire area of the fillet radius is concealed from external view by the compression wrap and additional sealant material.

The initial examination by Colombian Aeronautica Civil investigators of the No. 2 engine's propeller assembly revealed one of the six blades had separated through the metal base just outboard of the propeller hub. An adjacent blade was fractured through the composite airfoil

<sup>1</sup> Although the propeller is certificated by Hamilton Sundstrand in the United States, the blades are manufactured by Ratier Figearc, a Hamilton Sundstrand subsidiary in France.

<sup>2</sup> The National Transportation Safety Board is assisting the Colombian Aeronautica Civil's investigation under the provisions of Annex 13 to the Convention on International Civil Aviation.

<sup>3</sup> Kevlar is the trademarked name of a family of polymers first produced by DuPont in 1971.

圖 11. 飛安改善建議

NTSB 組織設飛安改善建議辦公室 (Office of Safety Recommendations and Advocacy)，專門負責處理相關事宜。飛安改善建議的制定權仍在委員會，會後以正式信件的方式提供給相關單位。因 FAA 為民航監理機關，有權要求航空器製造商、民航業者、機場營運單位，或其監理機構針對建議內容進行改善作為，故 NTSB 飛安改善建議通常是發給 FAA。FAA 組織中亦有飛安改善建議辦公室的對口單位，當改善建議發布後，飛安改善建議辦公室會正式與 FAA 對口單位聯繫，以確保 FAA 了解該改善建議之實際內容。

飛安改善建議發布時機並無限定，在調查中或調查結束後皆可發布，若調查過程中已確實完成改善，NTSB 即不會再重複提出飛安改善建議。改善建議發布前並不會有正式的程序與 FAA 進行討論，但在調查過程中調查團隊會有對相關議題進行討論，因此 FAA 會先獲悉 NTSB 調查重點，以及可能會變成改善建議之形式。接收到飛安改善建議的單位，必須正式提出回覆，NTSB 會對其改善措施進行評估。NTSB 飛安改善建議辦公室人員會與該案主任調查官討論其回覆意見，經其整理後會彙整給 NTSB 委員會，委員會再決議是否接受或予以結案。除了調查案外，NTSB 亦透過安全研究（Safety Study），提出飛安改善建議，NTSB 於進行安全研究時，亦可要求航空公司及 FAA 提供相關資料。

## 參、心得與建議

為期兩周的調查員初始訓練，課程囊括諸多範圍，給予新進調查員先期建立失事調查之基本概念及整體運作關係。美國國家運輸安全委員會總部位於華盛頓 DC，另分設地區辦公室，其整體所涉調查範圍、數量、各專業工作人員及人力資源規模，都遠較我國飛安調查委員會廣泛。課程中案例研討部分亦有許多針對普通航空業較小型飛機進行探討。由於美國幅員廣大，因應地區交通、娛樂等，此等私人飛機或普通航空業之小型飛機數量及活動亦相當頻繁，就比例而言，美國普通航空業之失事占的比例很高約 95% 以上，因此各地區辦公室之調查員在這方面經驗也相當豐富，調查人員必要熟悉飛行動力學、飛機系統、結構破壞及事故現場調查等傳統調查方法。更有許多飛航事故，無飛航資料紀錄器及座艙語音紀錄器，亦欠缺場站、雷達、及完整之維修紀錄等資料，事故調查過程中必須以有限之資料來源，從現場殘骸檢視殘骸散布狀況、碰撞面、斷裂面、系統、火燒痕跡、目擊者證詞中等，搜集事證，依據有限之天氣、飛航資料等，做合理之飛航操作、系統、人為因素等研判及驗證，結合傳統與現代科技進行模擬及分析，並採用系統化之事件順序模型，找尋事故發生可能原因，還原事故真相。

- 因此對無飛航紀錄器之航空器，調查員更應加強傳統基本之調查技能，以因應現存狀況。建議繼續加強其法規面及制度化外，並運用最新攝影全球定位科技，政府之監理單位與經營操作者在飛安的前提下，裝置輕便、簡易、效率之紀錄器，並成為必要之操作規範，進而達到符合法規及改善飛安之目的。
- 我國飛安調查委員會自民國 87 年成立以來，早期曾歷經數重大飛航事故調查，以及至今對一些國內外之飛安事件處理、調查、鑑定、並提出調查報告及飛航安全改善建議，對航空業者、民航局、及飛機製造與設計原廠等，都有十分正面效果，顯著提升飛安。此外對於飛航調查技術與增進法規之適應性與工作準則，均不斷地進行國內、外飛航事故調查單位與飛航安全組織之協調及聯繫。當飛航事故調查涉及國際事務時，我國亦須均遵循 ICAO Annex 13 規範著手進行飛安事故

調查，希望透過系統化且標準化之調查過程，藉以修正相關法規、航空器設計、航空器製造、監理及航空器操作等層面問題，發現潛在性風險，以期改善全球飛安環境。

美國運輸安全委員會負責所有民用航空及公務航空器事故調查，但不包含軍機或情報單位之航空器事故。當有犯罪活動牽涉於飛航事故時，礙於 NTSB 無法對犯罪進行偵查，此時將由 FBI 主導調查案進行，NTSB 將對 FBI 所提出之需求提供支援。因此類似案例如同民國 88 年立榮航空 873 號班機，一架 MD-90 型客機由台北松山機場前往花蓮機場的航班，在降落花蓮機場後，飛機突然發生爆炸，造成一人死亡、28 人輕重傷。本案例雖屬飛航事故，但其本質卻與實際飛航操作及飛機系統無直接關聯。在不違背飛航事故調查法第五條 “飛安會之調查報告，不得作有罪判決之唯一依據” 之原則下。

- 建議應可與司法檢調單位進行密切協調，必要時轉移調查權，依職權分工合作，協助執法單位釐清真相打擊犯罪。