

出國報告（出國類別：進修）

參加澳洲運輸安全局  
「運輸安全調查人為因素」  
訓練課程報告書

服務機關：飛航安全調查委員會

姓名職稱：飛安調查官／楊鎧毅

派赴國家：澳洲坎培拉

出國時間：民國 107 年 10 月 20 日至 10 月 28 日

報告時間：民國 108 年 1 月 14 日

# 目次

壹、目的

貳、過程

一、 澳洲運輸安全局

二、 澳洲交通／住宿

(一) 交通行程

(二) 訓練時之食宿交通選擇

三、 參與學員

四、 課程簡介

五、 課程內容

參、心得與建議

## 壹、 目的

為提昇本會調查人員事故相關本職學識及增強技能經驗，特派新進人員赴澳洲首都坎培拉參加由該國運輸安全局 Australian Transport Safety Bureau，以下簡稱 ATSB) 的「運輸安全調查人為因素」(Human Factors for Transport Safety Investigators) 課程。

此課程訓練為期五天。負責講授師資均由 ATSB 安排專業及資深豐富經驗人員擔綱。課程的設計在預期結束後，參加學員即具：

- 於人為因素所使用之關鍵名詞及概念；
- 基本人類能力表現及限制；
- 影響人類能力表現的各項要素；
- 運輸安全上，人為因素的重要性；
- 於事故調查中，如何發掘人為因素的存在；
- 在多重人為因素事件中，如何區分人為因素種類及定位相關專業知識。

人為因素可思考為身體、心智還有環境於各類不同工作地點下結合的綜合體現，亦包含了複雜系統中操作者擔任的角色。於課程，起始於基礎立論，擔任講者人員會不停將內容帶回至人類能力的展現與其限制的概念中，並藉檢視案例，由案例延伸告訴大家人為因素在安全中所扮演的角色。

## 貳、過程

### 一、澳洲運輸安全局 ATSB 介紹

Australian Transport Safety Bureau (澳洲運輸安全局，以下簡稱 ATSB) 是一獨立的聯邦法定政府機關。該局由一委員會主管，並完全獨立於運輸法定主管單位、政策制定機關還有任何運輸業者之外。ATSB 主在於改進安全並藉由以下三點增進大眾對航空、海事及軌道運輸的信心：

- 獨立調查運輸事故及其他相關安全事件；
- 安全資料上的紀錄、分析及研究；
- 根植安全意識、知識及行動。

ATSB 委員會由一位全職委員及兩位兼職委員組成，職員大約 110 人，其中 60 人為航空、海事及軌道安全調查人員。總部位於首都坎培拉，於布里斯本、阿德雷德及伯斯則皆設有地區辦公室。

ATSB 的建立基於澳洲 Transport Safety Investigation Act 2003 (運輸安全調查法，TSI Act2003) 法案，主負責航空、海事及軌道事故的調查。

同時 ATSB 是許多國際安全組織的會員，這些組織包括了：International Transportation Safety Association (ITSA)；International Society of Air Safety Investigators (ISASI)；及 Marine Accident Investigators' International Forum (MAIIF)。



圖 1. ATSB 總部

## 二、交通／住宿

### (一)、交通行程

個人於 10 月 20 日搭乘中華航空公司由台北至澳洲雪梨國際機場，翌日轉機至坎培拉入住課程所在的 Pacific Suites Canberra 飯店。後參加 10 月 22-26 日的訓練課程。10 月 27 日由坎培拉經雪梨，於 10 月 28 日返抵台北。

### (二)、訓練時食宿交通選擇

據 ATSB 提供並詢問曾前往受訓訓員理想住宿處所，推薦最佳地點即為課程上課處 Pacific Suites Canberra 旅館，上課地點即為該旅館一樓交誼廳，可節省相當來往交通費用，該旅館價格平均單日約 130 美元，課程期間幾乎所有參與上課的學員均選擇入住此旅館。

## 三、參與學員

此課程分別於五月及十月舉辦，此十月班次共計 31 員學員參訓，成員主來自：ATSB 新進自訓人員、該國民航、海事、公路及軌道主管或相關安全單位、民間航空公司、各種類運輸業者。來自澳洲軍方安全或調查單位。其他如韓國、

紐西蘭、香港等地此次亦選派學員參與。授課課程中，老師鼓勵大家發表意見或提供自身於業界經驗，對不同工作領域模組授課內容更易深入了解。

#### 四、課程簡介

五天課程課程內容涵蓋航空、水路、軌道環境的相關安全議題，包括了人為因素介紹、團隊資源管理、維修工作人為因素、人為錯誤、警示與反應、生還人為因素及自動系統等課程。運輸安全局事先說明此課程並非針對於熟悉人為因素領域相關知識人員設計。在往澳洲坎培拉進入課程前，所有訓員均須完成由該課程承辦人電子郵件寄出之課前研讀資料，以確保人員進入課程前建立初步人為因素觀念。本課程參訓人員須負擔 2500 元美金的學費，因本會與澳洲運輸安全局長久以來均維持相當合作關係，故未收取該筆費用。

2018 人為因素課程表：

#### BASIC AIRCRAFT ACCIDENT INVESTIGATION COURSE

- 第一日 DAY ONE - Monday, Oct 22, 2018

8:30-8:45 Welcome and Introduction  
課程介紹

8:45-11:00 Overview of Human Factors  
人為因素簡介

11:15-12:15 Human Factor Case Studies  
人為因素相關案例

13:00-14:00 Individual Actions  
個人行為

14:00-15:00 Perception  
知覺

15:15-16:15 Memory  
記憶

16:30-17:15 Marine Case Study  
水路相關案例

17:15-17:30 Revision  
複習

● **第二日 DAY TWO - Tuesday, Oct 23, 2018**

8:30-8:45 Quiz  
隨堂測驗

8:45-9:45 Attention  
注意力

10:00-11:00 Situational Awareness  
狀況警覺

11:15-14:00 Decision Making  
決策

14:00-15:00 Fatigue  
疲勞

15:15-16:15 Human Factors in the Maritime  
水路人為因素

16:30-17:15 Human Factors Case Studies  
人為因素相關案例

17:15-17:30 Revision  
複習

● **第三日 DAY THREE - Wednesday, Oct 24, 2018**

8:30-8:45 Quiz  
隨堂測驗

8:45-9:45 Stress  
壓力

10:00-11:00 Workload  
工作負荷

11:15-12:15 Workload Exercise  
工作負荷訓練

13:00-14:00 Investigating Safety Management Systems  
調查安全管理系統

14:00-15:00 Communication  
溝通

15:15-16:15 Crew Resource Management  
組員資源管理

16:30-17:15 Human Factors Case Studies  
人為因素相關案例

17:15-17:30 Revision  
複習

● **第四日 DAY FOUR - Thursday, Oct 25, 2018**

8:30-8:45 Quiz  
隨堂測驗

8:45-9:45 Ergonomics  
人因工程

10:00-11:00 Alarms and Responses  
警訊與回覆

11:15-12:15 Automated Systems  
自動系統

13:00-14:00 Human Factors in Maintenance  
維修養護之人為因素

14:00-15:00 Human Factors Case Studies  
人為因素相關案例

15:15-16:15 Investigating Human Factors  
人為因素調查

16:30-17:15 Human Factors Case Studies  
人為因素相關案例

17:15-17:30 Revision  
複習

● **第五日 DAY FIVE - Friday, Oct 26, 2018**

8:30-8:45 Quiz  
隨堂測驗



8:45-11:00 Medical and Environmental Conditions  
醫學與環境狀況

11:15-12:15 Human Factors Case Studies  
人為因素相關案例

13:15-14:15 Safety in Action  
行為安全

14:15-15:15 Rail Case Studies  
軌道相關案例

15:15-15:30 Presentation of Course Certificates  
結業式

15:45-17:00 ATSB Lab Tour  
運輸安全局實驗室參觀

## 五、課程內容

第一日：

### Welcome and Introduction

#### 歡迎及介紹

課程內容主要在於歡迎入學及課程介紹，說明五天相關的上課內容及規則，同時由每位學員就單位及學經歷實施自我介紹，並分發授課資料。

### Overview of Human Factors

#### 人為因素簡介

人為因素是一項根據確鑿證據而來的科學，據統計顯示全球 70%的飛航事故與飛航組員有關，若細究原因如修維護人員、管制人員及組織文化等因素計算，更達 80%之譜。一個人為因素的關鍵定義是人類形於外的能力及限制，如果我們能如何預期一個操作或執行工作的人在給予情況下會有什麼樣的表現，然後我們才能在一個邁向確保安全的道路上。

在 1972 年，英國愛德華教授發表 SHELL 模型，以人為中心與軟體、軟體、硬體、環境及其他人員還組建說明人為因素。人類有許多先天上的限制，如可承受的力量、施力的極限、對外界溫度與壓力的耐受度及眾多截獲訊息的處理能力，若更處於不佳狀態如疲勞、壓力等後續探討的課題，更增高人為因素犯錯的機率。

人為錯誤可以被定義成無法成功執行達成希望目標而計畫好的行動。第一個及最重要的關鍵在於理解人為錯誤是不被大家所期待，卻偏偏是高發生率以及在每個環節都有可能發生。

基於上述理由，那我們該如何確保安全？答案在於我們雖無法完全消除錯誤發生，但我們可以去管理它。主要的人為錯誤管理有兩項，分別為減少錯誤及遏制錯誤，欲減少錯誤，我們必須知道什麼特定的操作似乎會引起錯誤的發生。而欲遏制錯誤，我們則必須設置系統以偵測或是由未預期的操作狀態中回復。

## SHELL model

- Software
- Hardware
- Environment
- Liveware



圖 2：SHELL 模型

## Individual Actions

### 個人行為

增加風險的個人行為可以廣泛的分為錯誤或是違規，個人行為是操作人員行於外的行為，而"操作人員"是指任何影響運輸活動，直接與安全有緊密關係的人員，如飛航組員、船員及鐵道員等。

錯誤：個人計畫中任何心理或身體上的活動，於執行上無法達到所預期的成果。錯誤通常是資訊處理上的問題。

Error Management（管理錯誤）一詞是表示減少因個人操作而肇生或升高的風險，亦可用作為違規的管理上。

違規：個人的計畫或操作已經達到他們所想要的目的，但過程中偏離了組織追求效率或是安全的程序。違規通常更是反應了組織中社群或動機的現象。

違規通常在意外的事件序中並非為最後一個項目，但因為違規而增加了後續錯誤的風險，也因違規讓後續發生的錯誤更不具容忍度。

## Perception

### 知覺

人類是一個資訊的處理器，我們由無數的資源得到資訊，試圖去理解資訊，然後基於資訊來做出決定，再由決定發展出行為。在科學上，視為一組系列的，包含了資訊的獲得、資訊的理解、資訊的選擇、資訊的組織。感覺與知覺是相關連的但卻是不同的處理過程。

感覺指的就是人類的視覺、聽覺、觸覺、味覺及嗅覺，是信息的初步加工，是一種被動的將外界訊息帶入人體和大腦，相對的，知覺是我們解讀經由感覺帶

來的資訊藉以理解我們現在身處的世界及環境，知覺是一個主動信息的更深入加工，也是一個評量資訊及給他意義的一個過程。

## Memory

### 記憶

關於記憶的研究屬於心理學還有腦部研究的領域，人類因應不同目的具多樣的記憶方式，是一個人對於過去、感覺以及經驗的累積。人類記憶失效對運輸安全具相當重要意義，比如說維護人員忘記了完成工作，還有飛行人員忘了執行檢查卡的確認。

人類概分具三種記憶：感覺記憶、短暫記憶及長時記憶。第一階段的資訊處理是感覺記憶，可以使我們在進一步處理前短暫地保留資訊，又可概分為影像記憶以及餘音記憶。感覺記憶持續幾秒鐘而且消逝得非常快速，另一形式可以讓人類保留記憶的方式進階到短暫記憶，可以讓我們在心理一次記住多一些些的資訊，短暫記憶受限於我們所記住項目的數目，藉由一次又一次的反覆操作或複誦可以保留更長的一些時間。

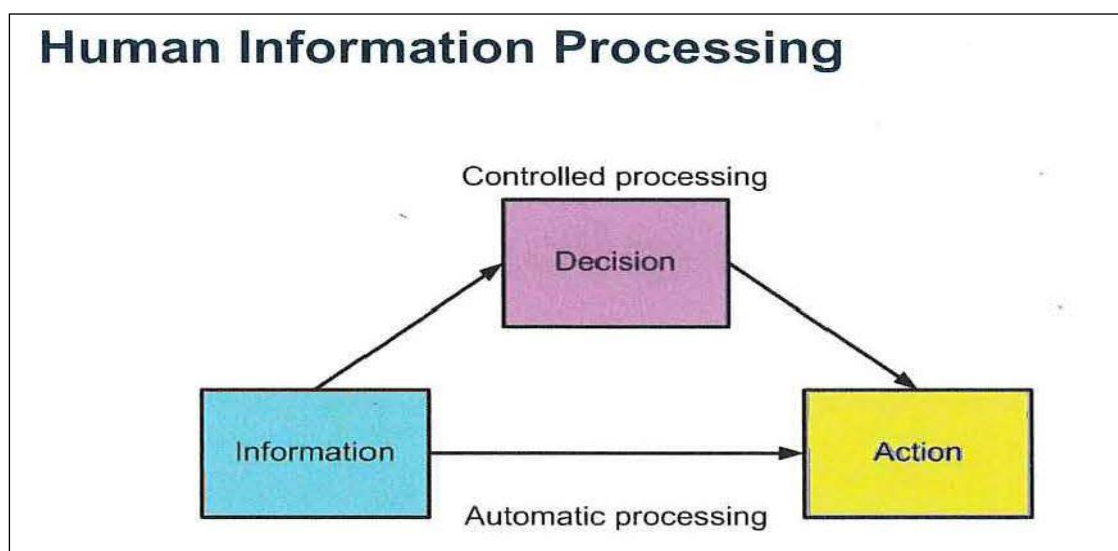


圖 3：人類資訊處理

小部分的資訊經由短暫記憶被依照時間順序，組織過後進入長時記憶。不像短暫記憶，長時間記憶的容量至今仍是個未知數。長時記憶主包含了三樣活動：儲存、刪除及恢復，藉由重複演練進入長時記憶。長時記憶則又概分為情節記憶、語義及程序三種。記憶對人類來說表現相當重要，同時是運輸安全調查重要的一環。

**第二日：**

## **Attention**

### **注意力**

注意力在心理學上，指的是導引資訊的來源朝向特定工作或環境刺激的認知過程，當在一個複雜工作上比較新手的表現及一位老手專業的操作注意力資源是具不同分配程度的，新手會較投入所有大量的注意力於一項工作表現上，而老手則會將注意力分配在不同的工作上，注意力具有指向性和集中性兩個特性。

注意力是有限的資源用來處理威脅及機會的管理，是肉眼無法看見的，注意力就像汽水罐的瓶頸用來過濾資訊，就是將環境中的認知資源導向一項刺激的一種方式。

注意力要針對一項特定工作具有四種主要的方式：可選擇的注意力、專注的注意力、分配性注意力及持續關注性的注意力。這一課程主要是在介紹注意力及工作負荷不同角度上的關聯，解釋不同的注意力方式具有不同資訊擷取的程序方式。

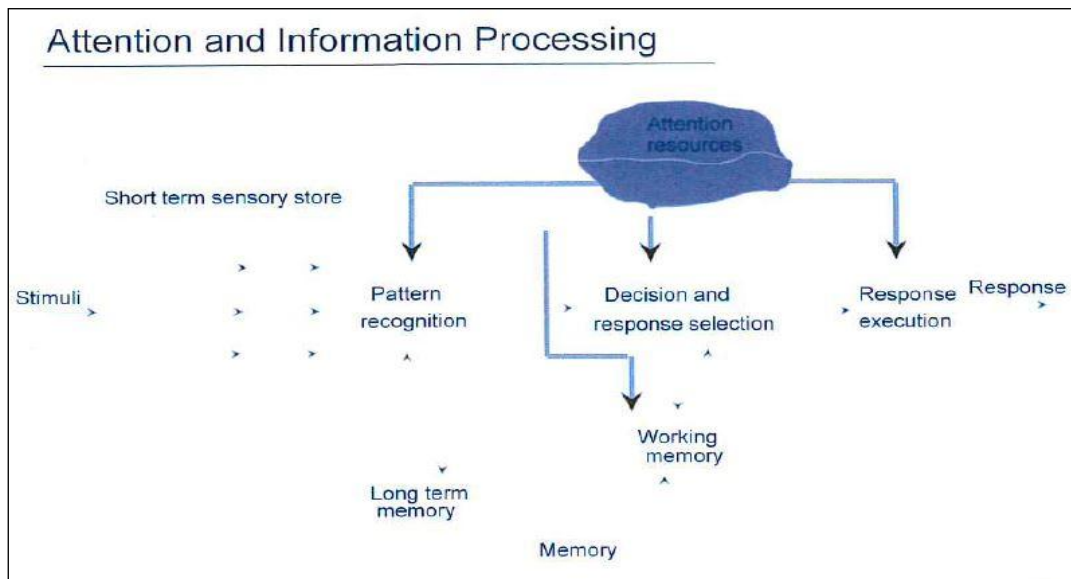


圖 4：人類的注意力與資訊處理過程

## Situational Awareness

### 狀況警覺

狀況警覺又稱情境警覺或情境意識，口語常使用 SA 來表示，是現今人們非常難以定義的一個名詞，但常被使用來解釋一個系統失效，而這些失效打斷了一個特定工作處理或擷取資訊的過程。對交通工具操作而言，是了解現在與後續的動態環境，計劃在運輸活動運作前執行較好的決策與後續的操作。SA 取決於資訊相關處理如取得及檢驗的起始階段以及後續決策的下達。狀況警覺大抵上不限於一項狀況特定部分的警覺，它包含了可以用來監看資訊取得及管理的高階認知結構，事實上，具高度狀況警覺的操作者通常可以精確的預期後續一連串發生的事件，進而執行事件發生的預防作為。

狀況警覺一詞起始於軍事上，具效率的狀況警覺是必須被發展及練習：

- 一、即時且精確關於身處狀況的認知；
- 二、在腦海中建立畫面時所有被使用資訊的整合；
- 三、藉由資訊的投射取決及預期所操作機器未來的狀態。

而下列幾個情形可能會被形容為缺乏狀況警覺：

- 一、比如於一個緊張的狀況停留於一個狀態或窄管式的注意力分配；
- 二、於操作環境中，感到持續擴大的模稜兩可情形；
- 三、空洞感；
- 四、開始執行不正確或不合適的程序；
- 五、無法成功地操作到所欲達到的標的。

在很多案例中，個人很難去發現正處於缺乏狀況警覺的狀態，但有相當大的機會會被其他組員所發現。

## Decision Making

### 決策

意思就是做出決定及選擇，我們希望決策品質提升，必須先了解人們如何作出判斷與選擇，並改善可能造成決策偏誤的問題。人類每天都在做許許多多的決定，通常這些決定是藉由所收集到的資源來達到所希望的結果產出，雖然我們具做出正確及有效率的能力，我們也會於決策過程中產生錯誤。

決策理論的模型於開端及目的上大致可以分為兩類，描述性決策（Descriptive Decision Making）以及處方式決策（Prescriptive Decision Making）。建立人類實際決策心理歷程的「描述性決策模型」用來解釋於操作環境中決策的過程。相對的，由於人類決策心智運作限制，為避免決策的偏誤，必須有解決方法；而這類根據決策歷程的了解，發展增進決策品質的研究，建立了「處方式模型」，致力於如何找出更好的思維方法。兩者都大量被設計用來找出增進決策過程的策略，建構導引聰明決策的組織環境，其目的在於做出適切決策資訊表現及選項，幫助操作者去做出正確的判斷。

## Fatigue

### 疲勞

疲倦是一種生理現象，每個人於生活上的不同階段，於精神或肉體上都會有疲勞的產生，可能是急性疲勞或是慢性疲勞，而每個人於疲勞的呈現上也非常不一樣。就像要個人辨識出自己喝醉了或是缺氧狀態一樣，個人往往自己身處疲勞狀態而不自知，疲勞是隨時存在的，而且有很多身心及情緒的表現。

在安全為先的工作，疲勞非常容易導致人們進入所不想要的狀態或事件。運輸業一天廿四小時，一個禮拜七天持續的運作，使得領導者幾乎無法保證所有的員工會獲得充分的休息。

疲勞是一種減低身心表現及警覺的狀態現象，容易導致疲勞的因素有：

- 一、不充分或品質不佳的睡眠；
- 二、高度且持續性的身心活動；
- 三、不定的晝夜亦或是時差的干擾。

疲勞影響著人類工作的表現，不論是擁有超高的技術、知識或訓練，於認知或大腦思考的疲勞現象包括不完整的判斷或決策、注意力不集中、反應時間增長、無法專注於工作及低下的工作情緒，疲勞更於時間有限的工作、認知、資訊解讀、溝通及協調上具負面效果；於身體上的現象則是慢性疲勞、想睡、頭痛暈眩、肌肉酸痛、不足的手眼協調及模糊的視線進而可能會有失眠或呼吸中止、導致藥物及酒精濫用、或慢性疾病等。

對抗疲勞的方法則有使用咖啡因、保持身體的水份、節制飲食、運動、規律的休息、一段約 20 分鐘的休憩睡眠。

而面對疲勞所誘發的錯誤，消弭的技巧包括了：

- 一、使用檢查卡；



- 二、一人執行工作；一人執行檢查，並增加兩人溝通以保持清醒；
- 三、工作的輪替，以保持工作的新鮮度或將於亟須安全的工作中移除身處疲勞的工作成員。

## Human Factors in the Maritime

### 水路人為因素

此課程的目標在於使學員了解在水路運輸中，人為因素的察覺及所面對的挑戰，以及聚焦於更新現今水路運輸中對良好人為因素實際運用，以人為中心所設計的自動操作。因應現今世界上商業行為有百分之八十的商業是藉由水路來從事運送，確保水路運輸安全包括了船舶、船員及乘客安全，保護水路環境及貨物。而為營運，面對的挑戰包括了：來自商業利益的壓力、追求迅速的靠港裝載、營利者及大眾壓力、緊密的調度、漸縮的容忍裕度及更高度連結的運輸鏈。而實際操作上所面對的挑戰則有複雜的操作環境、增加的船隻交通、大型且系統複雜的作業船隻、不熟練的技術及高度工作負荷等。其中商業行為、操作及設計上都將水路運作推向不安全的區域。

欲了解船隻作業時的人為因素，必須要了解船上工作的性質，概分為五大類型：

- 一、導航：航線規劃、航路維持及避撞措施；
- 二、動力：船上推進系統的整合及其附件；
- 三、貨物：裝載、貨物狀態的維持及卸載；
- 四、平台的維護：船隻運作及人員操作的介面；
- 五、作業管理：工作分配及職責、控制、監理及溝通。

而在海上作業有可能正向或負向影響人為因素的要件則計有組員的數目、新科技、船員的組成及社交因素。

第三日：

## Stress

### 壓力

壓力是另一項檢驗人類外在特定表現的主題，一個通用於心理與生物學的術語，意指一個事件引起的不安、煩惱或焦慮。壓力通常，但不一定是一項扣分的因素，適當的壓力亦可以增進操作上的表現使得更具警覺及思考，甚至產生防禦措施，這適當的壓力不僅僅取決於個人，亦取決於所執行的工作。壓力來自壓力源，壓力源是指引起壓力的一個事件或狀況，是需要個人執行適應性的反應來應對，而這應對通常指的是負面的反應。個人面對壓力通常會有以下的反應：

一、心理反應：情緒變化包括焦慮、厭惡；情感更表現出憤怒、挫折、刺激及疲勞等；

二、生理反應：頭疼、胃痛、心跳變化、高血壓及升高的膽固醇；

三、行為反應：包含了失事意外、物質的濫用如酒精及藥物，工作上則可能會曠職及刻意的疏忽某事項。

有非常多的文獻談論到壓力，而壓力也會進一步連帶影響到人類的健康，雖然壓力這主題可以單一地被呈現，但最後通常會與工作負荷、自動操作、疲勞、狀況警覺及決策等議題一起結合討論。

## Workload

### 工作負荷

工作負荷指的是單位時間所承受的工作量，人類能力展現的一個特殊面相，特別是心智上的負荷看起來雖小，事實上是高度具影響力，心智負荷的效應不僅僅影響到認知上的表現，會進而導致疲勞也可能引起個人感到壓力。工作負荷的效應雖非常複雜，但也不一定完全對個人是個有害的，合理的工作負荷直接影響著工作效率。

工作負荷有許多不同的方式被分析著，最大的區別在於是否可以被量化（qualitative and quantitative），Qualitative Workload（質的工作負荷）表示的是所執行工作的複雜度，比如計算一個複雜的計算方程式，當討論這負荷時就得先評價操作者的能力。

Quantitative Workload（量的工作負荷）就會因每個人差異而有不同的影響，對操作者往往最大的限制是完成工作時間的長短。

人類有處理資訊量的限制，但因為人類的靈活度來調整這些限制進而研究出了工作負荷管理策略。避免出過負荷的主要方法為 Chunking（集組）及 Segmentation（分割），Chunkin 的應用技巧就是在這樣限制下，把資訊編排成數個單位，讓資訊更容易被處理、被記憶。Segmentation 指出將工作內容分割成數個小區塊，考慮工作記憶的角色及限制，而排列出可以更有效率完成工作的方式。

但還是必須記住，意外失事發生時機不只在高工作負荷時，低負荷一樣會發生，心智工作負荷是現今世界人為因素研究的顯學，有許多方式及技術被發展用來預測工作負荷。執行調查人員於事件調查領域上皆需將工作負荷因素列入項目之一。

## Investigating Safety Management Systems

### 調查安全管理系統

航空界長年使用的安全管理系統 SMS 在系統作用良好狀況下已經減少相當多安全上的風險。在 1990 年代，航空界開始大量在業界推動 SMS 的觀念。於 1997 年國際民航組織提振全球性飛航安全計畫，並於發佈了附件十九後而達到最高峰，所有成員國家陸續進而將安全管理加入了國家立法。達成安全的標的經由緊密交織的系統來檢視組織安全管理的效率觀念。

大家都知道，一意外的發生是一項複合因素連結的結果，安全調查的品質取決於這些影響安全的要素如何衍生成事件的發生並進而推演出具意義及潛在影響安全的要素。ATSB 使用的模型包含五層級的安全因素，包括事件序、個人行動、局部狀況、風險控制及組織影響。



圖 5：ATSB 安全調查模型

SMS 的範圍包括整個組織多數的活動，應該由高階管理階層開始做起，而安全是整個組織所有層級都要加以思索進而持續改善整體安全水準。SMS 的架構與概要：

- 一、安全政策及目標：包含主管的承諾及職責、派任安全人員、制定緊急計畫及安全管理系統文件；
- 二、安全風險管理：識別危害及評估風險及措施；
- 三、安全的保證：績效的監測及評估、持續改進的安全管理；
- 四、提升的安全：安全的教育訓練。

ATSB 於近年藉由不斷檢視個人行動中的錯誤來衍生出可能的當下狀況、安全程序中的風險控制以及組織的作為，然後才是思考 SMS 作為中一項或多項應該需達到的組成要件來發展一套檢視 SMS 的框架。而在這過程 ATSB 也遭遇相當的挑戰，包括了：辨識調查案件的範圍大小，於微弱的證據或是分析中鏈結斷掉了，也包含調查員的經驗及案件中管理層面的問題。

## Communication

### **溝通**

根據多年失事案例分析，具有 36% 的失事案件中包含了溝通或是通訊上的錯誤，通常這些意外可以被區分為組員內部及組員之間的溝通錯誤形式。通常是屬於缺乏溝通或是溝通之間產生了錯誤而肇致事件的發生。通訊的功能主在提供訊息、建立人與人間的關係、

建立可預測的行為、保持工作上的注意力及管理上的功能，不管是機艙內飛航組員或是飛航組員與外界的通訊，大部分的錯誤包括了：

- 一、單字或字句上的誤解；
- 二、模糊不清的用句；
- 三、不完整的語句；
- 四、完全被誤解的語句；

五、指示數字的錯誤解讀，如航向高度速度。

而防錯措施則包含使用制式的通話用字及複誦。一個良好的座艙通訊是一個有系統的確認所接收到的訊息正確與否，是一個有效的迴路不被不相關的其他事務所干擾，而一組有效溝通的組員也會想辦法執行有效的溝通模式。

## Crew Resource Management

### **組員資源管理**

組員資源管理（英文：Crew Resource Management）是種程序及訓練系統，起源於美國航太總署，發展至今已成為第六代的威脅及疏失管理(Threat & Error Management)其目的在減低人為因素而產生的錯誤後果。主要是為了增進飛航安全，組員資源管理聚焦在飛航組員，涉及溝通能力、領導能力、及決策能力。且應用於不同領域，包括部隊、消防及航海等。

研究發現組員失誤可概分為：

- 一、溝通問題；
- 二、職責不清；
- 三、權力梯度；
- 四、危急時的錯誤決定。

組員管理強調隨時提出質疑及挑戰權威的座艙環境文化，主要的目標是加強狀況警覺（Situational Awareness）、自我警覺（Self Awareness）、領導統御（Leadership）、決斷力（Asserriveness）、決策（Decision Making）、彈性（Flexibility）及適應性（Adaptability）。

## 第四日

### Ergonomics

#### 人因工程

人因工程是一門重要工程技術學科，課程目的在建立基本人因工程的概念及討論其與運輸安全的關聯性，同時也導引出在安全調查運用上人因工程的思考。

人因工程是一門因人類於工作環境所發想而符合自然法則及工作的結合。物件的使用者不需要是工程人員學位就可以自然而然去使用操作，也不需要專注且調整強迫去更改一些特殊行為以適應一樣產品，自然地使人們與活動、裝備、環境及系統做組合以增進生產力、健康、安全、舒適性及效率。而決定人因工程的優劣取決於：

- 一、效能：達到標準熟練度所需時間、一個工作所需的指令及動作、一個工作從未使用過的指令、使用“幫助”的次數、工作的成功及失敗率；
- 二、效率：完成一項工作的時間、錯誤率、限定時間內完成的工作數、由錯誤中恢復正常的時間、因決策花費的時間或延誤；
- 三、滿意：在整個運作時間所收集的正面或負面回應、正面或負面問題、所收集的意見。

### Alarms and Responses

#### 警訊與回覆

警訊提供操作者操作偏離正常時，引導出預期反應信號。一個警訊系統可以幫助操作者辨識出現在的狀況偏離出了所預期希望，並理解及採取行動以避免危險狀況的發生，也幫助操作者診斷分析複雜程序中的問題。

有效率的警訊是具直覺連結的，同時具獨特性，不與其他告警有重複性，也提供足夠回覆時間及優先順序。提供警訊的方式有視覺、聽覺或是實質觸覺（如 Stick Shaker）或是複合型態的警訊，其中聽覺是根據研究最具效果的一種方式。

警訊預期引導出一個反應，一個針對接受到感知及處理過後的反應，而這又牽涉到回覆時間的長短。回覆時間有兩種：

- 一、反應時間：警訊提供後到操作者開始反應所花費的時間；
- 二、動作時間：開始反應至反應結束的時間長短。

所以，回覆時間等於反應時間加上動作時間，而在運輸議題上得再加入交通工具遵照人類操控而反應動作的時間。

## Automated Systems

### 自動系統

自動系統主在幫助操作者接收及處理訊息，自動系統的優點在於增加產出效率及能量、減少手動操作的負荷及引起的疲勞、減緩日常重複性工作的單調及小錯誤的發生、也增加工作更精確的掌控及機器操作的經濟度。

但也有議題需要關注如造成手動技術的退化、須考慮到人類機器間系統的結合、自動系統產生的突然變化、模式上的錯誤、系統提供的解決方式還有對自動系統產生過度的信心。

而於自動系統中，設計者需要實際面地減少自動系統操作模式的數目及步驟，同時關於自動系統的訓練須具專注於系統致動上的知識，如此一來操作者才能真正理解系統作動原理而做出正確有效的操作設定。



## Human Factors in Maintenance

### **維修養護之人為因素**

維修是指讓物件保持或回復到一個特定的狀態，維修包含了檢查、測試、維修養護，所有技術面或行政上行動的結合以讓物件保持或維持他所應該發揮功能的狀態。維修養護的錯誤是潛在的，較不易被辨識及追蹤，所肇致的結果也在時間點上不易與錯誤產生連結，因為有些維修養護的錯誤從未被偵測過，記錄上曾發生的故障也可能顯示已經被修正，同時涉及維修養護的人員或單位為數眾多及從事的活動，管理者不易監督所及。

那為何容易引起錯誤的發生？因為頻繁移除或更換零組件，狹窄不易施展的工作空間，可能不足的工具，遭遇時間上的壓力，手冊或程序不切實際，多樣化的工作以及人員輪班或疲勞。

課程中描述一個理想的維護人員應具良好修護傾向，相對適應性，具高度協調能力及敏銳度並採開放的態度，專注於細節、小心及準確，具團隊合作能力卻又能獨立判斷，果斷可以於壓力下作業且負責任，同時有解讀技術手冊及指示說明的能力，具良好時間及組織管理技巧，為了安全而作為同時也執行風險管理。

## Investigating Human Factors

### **人為因素調查**

ATSB 一樣是以安全調查的目的主要是在改善安全而非究責，所以精神在於考量所有安全因子而非單單只在解決問題。ATSB 調查員使用分析方法來發掘更多造成意外的事實。

人為因素的資料收集的類別有可收集到的資源、事件的起源及嚴重程度、與事件有關的人員、初步的發現。

調查員使用各式模型方法還有工具來重組尋找合理的解釋發生了什麼事、這事件為什麼發生以及在未來相關的風險要如何降低到最小，典型的調查案件起始的收集及分析在於而與事件分析有關的資訊則有事件序、事件有關人員的生理、行為、認知及情緒等、工作及環境狀況、風險控制及組織的影響。

一些資源或是資訊可以應用重組或分析的來自於訪談、與事件相關文件紀錄、飛航紀錄器、可應用或相關研究報告、其他如解剖或毒物化驗結果，而這些將會發展至：

- 一、進入事件及狀況（發生了什麼？）；
- 二、進入操作上的事件（哪裡不對了？不願再次發生的事）；
- 三、進入當時地的情況（如何進入的？事件合邏輯的解釋）；
- 四、進入風險管控措施（防止事件或降低事件發生的風險）；
- 五、進入組織的狀況（安全鏈結中斷原因）。

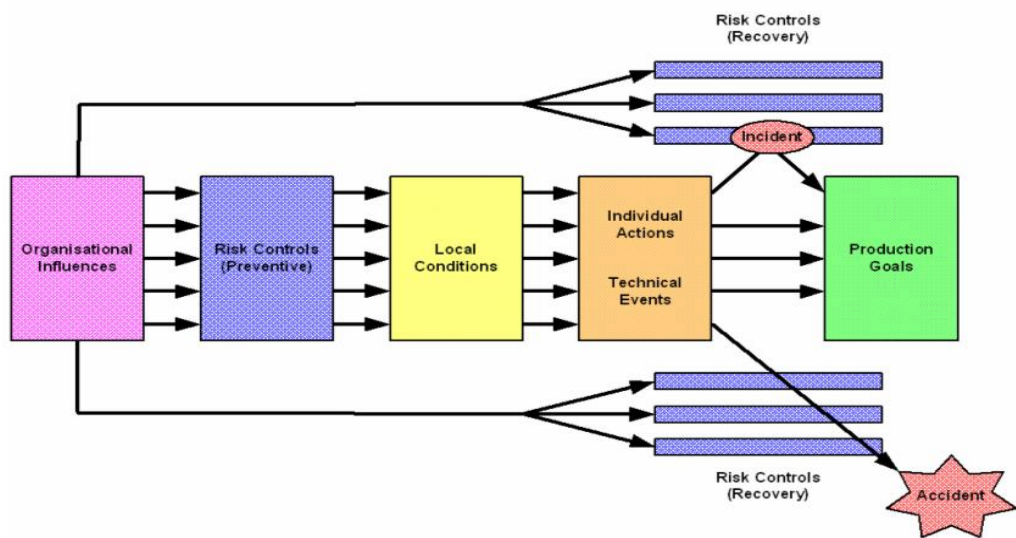


圖 5：ATSB 事故調查分析模型

第五日：

### Medical and Environmental Conditions

醫學與環境狀況

醫學與環境對調查而言，兩者相互影響，本課程旨在說明醫學與環境是調查過程的重要性，研究醫學問題及環境因素是否影響操作人員形於外的表現，並說明組員失能、中風、心臟疾病、糖尿病、低血糖、胃腸道、缺氧、大 G 昏迷、熱衰竭、脫水及空間迷向等航空失事常見醫學問題，環境及醫學對運輸安全是一大課題，因為他們會造成瞬間的失能或是影響操作，與運輸的關聯是複雜的，也需要專業人士的加入才有辦法查明原因。

## Safety in Action

### 行為安全

課程內容以二次世界大戰中著名的著名的空中航路--駝峰航線 “The Hump” 說明了負責此航線的指揮官，威廉 杜乃爾將軍將 SMS 的構想引進了這計畫，他調查計畫中的失事，並研究杜絕及防止違反安全規定的程序，使用較適合此計畫的裝備，也將組員疲勞的觀念引進機隊並改變了修維護體系的架構，因此大幅減少 70%的飛機折損，也給美國空軍的飛行安全立下典範。

一個典型 SMS 系統包含針對安全所成立的團隊，營造一個專業的安全文化，定義安全政策、結構承擔責任及勇於負責，全面性地風險控制、辨識危險、報告及追蹤整個流程，團隊並有效率的執行失事或意外的調查，並將研究或調查結果作有效安全性地溝通並設計列入訓練之中，適當的緊急反應程序，在平時也執行安全上的調查、探索意見及檢視安全管理系統是否完備。課程中也提到領導者應藉由領導統御支持這系統，獎勵任何安全行為，主動積極地支持提出安全考量的人員，確認所有人員了解什麼是於工作場所可接受或不能接受的標準，並對錯誤及違規做出適當反應。

## ATSB Lab Tour

### 運輸安全局實驗室參觀

ATSB 實驗室位於 ATSB 總部一樓，概分為工程實驗、飛航紀錄器解讀及 3D 動態重建。



圖 5：ATSB 人員就環境執行說明

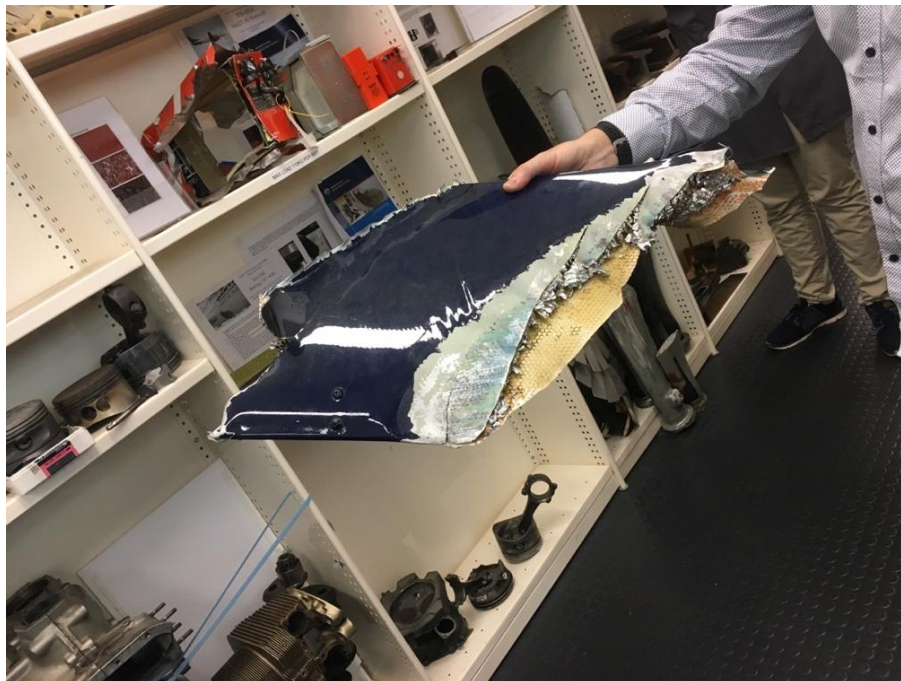


圖 6：ATSB 證物儲存



圖 7：ATSB 實驗室

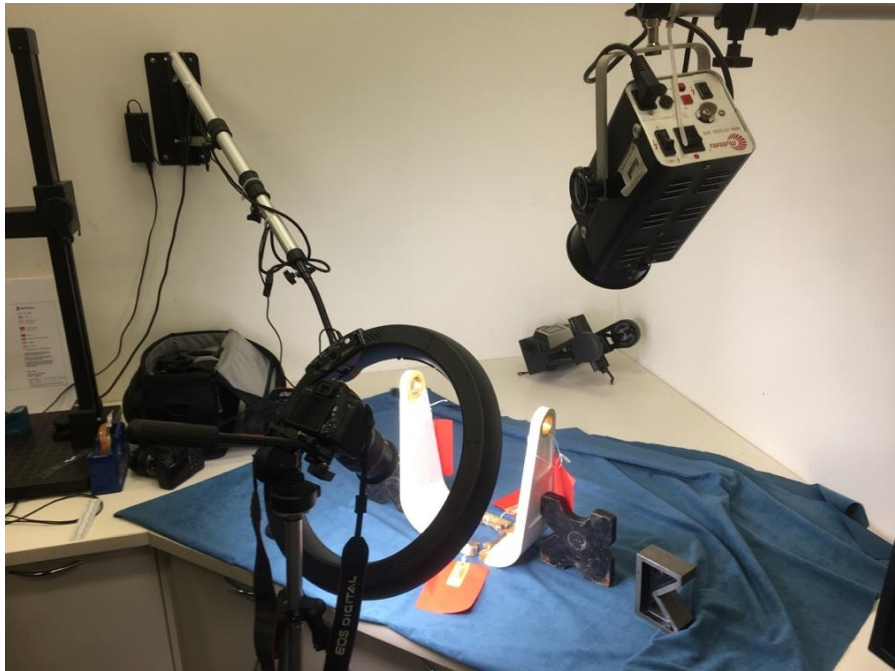


圖 8：ATSB 證物攝影



圖 9：ATSB 航空事故 3D 重建



圖 10：ATSB 軌道事故 3D 重建



圖 11：ATSB 水路事故 3D 重建



圖 12：ATSB 紀錄器解讀及修復說明

## 參、心得與建議

### 一、心得：

- ATSB 的課程使甫進入失事調查領域人員對運輸事故調查人為因素能建立整體初步觀念。
- 現今交通運輸活動的多樣，發生的事故類型亦趨複雜，調查人員應運用有效率調查工具，嘗試以人為因素方向來探討分析可能的安全因素。
- 運用於交通運輸的高度科技發展，雖有效降低人員負荷，但操作者對系統相關知識的不了解或過度信賴可能衍生許多認知上的問題進而危害運輸作業的進行。

### 二、建議：

- 事故調查為一綜合職能，於現有的公務及各運輸體系中並未存在具事故調查專業之人員，對業界如飛航操作、機務維修及航管等已具經驗等人員都熟悉了解正常操作程序，惟事故調查是建立於逆向工程的基礎之上，ATSB 以多模組型式執行運輸安全調查行之有年，建議能於有限經費下，持續派員研習人為因素，對未來國家運輸安全委員會成立有所助益並以提升我國未來在航空、海運及軌道的運輸安全。