

出國報告（出國類別：進修）

參加澳洲運輸安全局  
「運輸安全調查人員人為因素」  
訓練課程報告書

服務機關：飛航安全調查委員會

姓名職稱：資深飛安調查官／林聖原

派赴國家：澳洲坎培拉

出國期間：民國 105 年 10 月 22 日至 10 月 29 日

報告日期：民國 106 年 01 月 23 日

## 目次

壹、 目的	2
貳、 過程	3
參、 心得	14
肆、 建議事項	42

## 壹、 目的

職奉派參與 2016 年 10 月 24 日至 28 日澳洲運輸安全局 (Australian Transport Safety Bureau, 以下簡稱 ATSB) 所舉辦的「運輸安全調查人員人為因素 (Human Factors for Transport Safety Investigators)」訓練課程。此課程是 ATSB 專為運輸安全事故調查人員所舉辦的專業訓練，ATSB 二十多年來累積相當的調查經驗，從早年的航空實務至今加入海運及軌道事故調查，發展出國際認可的人為因素調查模型與人為因素課程，參與該課程可以吸收最新的人為因素相關知識。

五天密集的課程希望能達成課程目標：

1. 學習人為因素關鍵語彙和概觀
2. 了解人為能力和限制
3. 影響個人表現之因素
4. 人為因素對於運輸安全之重要性
5. 如何在調查過程中探討人為因素相關議題
6. 如何在遭遇更複雜人為因素議題時尋找專家提供協助

## 貳、 過程

### 一、 澳洲運輸安全局簡介

ATSB 是澳洲國家運輸安全調查局，為澳大利亞聯邦政府下的法定獨立機關。ATSB 根據 2003 年運輸安全調查法 (Transport Safety Investigation Act 2003) 行使職權，其使命是獨立調查運輸安全事故、分析及研究運輸安全、蒐集運輸安全資訊、訓練相關專業人才、促進運輸安全意識、推廣運輸安全教育、制定運輸安全策略，以改善運輸安全及建立大眾對航空、海事、及軌道等大眾運輸之信賴感。

ATSB 現有將近 100 名工作人員，其中約有 60 位航空、海事、及軌道安全調查人員。大多數調查人員位在坎培拉總部，其餘分別在布里斯本、阿得雷德、及伯斯等區域辦公室。部分員工負責自願報告系統、安全通告事項或研究分析，特別是相關航空安全方面之報告。ATSB 總部(62 Northbourne Ave, Canberra ACT 2601) 位於首都坎培拉市中心，今年該課程上課地點在 Pacific Suites Canberra 旅館 (100 Northbourne Ave, Canberra ACT 2601)，距離 ATSB 總部約 700 公尺。



圖 1：ATSB 總部與上課地點之位置關係圖

## 二、 前往澳洲坎培拉交通/機場/住宿

### (一) 飛機行程

職 105 年 7 月至飛航安全調查委員會（以下簡稱飛安會）任職，當聯絡 ATSB 時報名已經額滿，故安排參加加拿大運輸安全局（Transportation Safety Board of Canada，以下簡稱 TSB）舉辦的「人為和組織因素調查（Investigating Human and Organizational Factors）」訓練課程，但 9 月底時 TSB 通知該課程因故取消。因此只能再次詢問 ATSB 是否有員額可以參加，所幸 ATSB 非常重視與飛安會之關係，答應本會派員參加。建議未來有派員前往 ATSB 受訓考量時，可提早安排報名。

當預訂航班時發現，國籍航空公司中僅中華航空公司提供台北至坎培拉簽約航班，為了在 10 月 24 日開課前抵達坎培拉，選擇 10 月 22 日晚上 23：50 搭乘華航 CI53 航班前往布里斯本國際機場（BNE）於 10 月 23 日當地時間早上 10：45 抵達，當晚 19：15 轉搭澳洲維珍 VA1226 航班於 22：05 抵達坎培拉國際機場（CBR）。由於抵達坎培拉時間已是深夜，僅能搭乘計程車前往旅館，行程的安排不甚理想，後來發現如果搭機至雪梨，再轉乘長途客運（約二小時多的車程）前往坎培拉也非常便利。

翌日早上 08：30 開始為期五天的訓練課程。10 月 28 日課程結束當天搭 18：30 起飛之澳洲維珍 VA667 航班，由坎培拉國際機場經由雪梨機場（SYD）轉 21：30 起飛之華航 CI60 航班，於 10 月 29 日台灣時間清晨 04：15 返抵國門。

## (二) 澳洲簽證/通關

目前國人前往澳洲仍需辦理電子旅遊簽證 (Electronic Travel Authority, 以下簡稱 ETA), 而負責單位為澳洲駐香港總領事館, 所以國人需透過特約旅行社代為辦理澳洲電子旅遊簽證 ETA。

目前越來越多的機場採用自動通關, 自助登機、自辦託運行李, 除非是共掛班號牽涉兩家或以上之航空公司時, 才需至航空公司櫃台辦理登機。

## (三) 訓練時之食宿交通選擇

此次 ATSB 安排上課地點 Pacific Suites Canberra 即為旅館, 考量上課時間非常緊湊及節省交通時間, 因此選擇下榻該旅館。該旅館為一公寓式酒店, 提供完善的住宿空間, 並有廚房設備; 餐具、烤箱、洗碗機、微波爐、冰箱等, 及洗衣設備十分便利。旅館周邊有一間便利商店, 也有幾家餐館、酒吧, 距離坎培拉最大的購物中心 Canberra Centre 走路約十五分鐘, 購物中心裡面有商店、超市、餐廳等。澳洲商店大多營業到傍晚 5:30, 晚上只有餐館及便利商店營業。

坎培拉市區免費循環公車 101 Free City Loop 正好在該旅館前後門設有站牌。此公車的路線由坎培拉市區公車總站發車串連坎培拉最大購物中心、主要政府機關、大學等地點, 每日早上 7 點至下午 7 點提供服務。

1 / 2
2 / 2

## Free City Loop

Monday – Friday  
 7am – 7pm  
 Around every **10 minutes**  
 Starts 4 July 2016

Hop on/  
hop off  
service to:

City Bus Station   Canberra Centre   Braddon   Northbourne Ave   ANU   NewActon   City Bus Station



ACT Government   ACTION

Monday – Friday, 7am – 7pm  
**Around every 10 minutes**

The City Loop will connect you to key areas of the CBD, including NewActon, Braddon, the Canberra Centre, ANU and a number of hotels on Northbourne Avenue.

This free loop service conveniently travels to the City Bus Station where you can transfer to another ACTION bus service taking you to where you want to go.

**Ticketing**

The City Loop is a free service and does not require a ticket.

To find out more visit [transport.act.gov.au](http://transport.act.gov.au)

**Easy Access buses**

All City Loop buses are Easy Access and wheelchair friendly.

**Lost property**

For lost property enquiries please call 13 17 10.

**Contact us**

- 13 17 10
- [transport.act.gov.au](http://transport.act.gov.au)
- [facebook.com/ACTIONBusesACT](https://facebook.com/ACTIONBusesACT)
- [twitter.com/ACTIONBuses](https://twitter.com/ACTIONBuses)

圖 2 : 101 Free City Loop 路線圖



圖 3 : 101 Free City Loop 公車

### 三、 課程簡介

ATSB 所舉辦的「運輸安全調查人員人為因素」課程，自 105 年 10 月 24 日至 28 日，共計五日。涵蓋航空、海運與軌道環境中的安全相關主題，例如：人為疏失、認知、記憶力、注意力、疲勞、工作負荷、壓力、決策下達、溝通、警覺和反應、自動化、人因工程學、安全文化、組織影響及醫療和環境條件等。

講 師：課程召集人 Richard Batt 為 ATSB 專職講師，還有來自其他單位及各專業領域的講師

講 師	單 位
Richard Batt	Australian Transport Safety Bureau
Mal Christie	Australian Transport Safety Bureau
Heather Fitzpatrick	Australian Transport Safety Bureau
Melanie Todd	Australian Transport Safety Bureau
Christine Hodgson	Humanology
Nicole Gray	The Keil Centre
Michelle Grech	Australian Maritime Safety Authority
David Newman	Flight Medicine Systems
Rick Sellers	Convergent Safety
Matthew Thomas	Westwood-Thomas Associates
Mark Wiggins	Macquarie University

課程地點：Pacific Suites Canberra

註 冊 費：每位參與學員 2,500 美元，包含課程手冊、茶點、午餐及星期三的正式晚餐。但 ATSB 與本會的關係良好，多年來都沒有收取註冊費。

## (一) 課程特色

ATSB 開設人為因素課程原為內部航空事故調查人員訓練之需，後來延伸至海運、軌道範疇。近年更開放世界各國運輸界有需要的單位報名上課，但五天密集的課程節奏十分緊湊，因此建議非英語系國家參訓的學員至少要擁有國際民航組織（International Civil Aviation Organization）英語測驗等級 4 以上的語文能力。

ATSB 於報到前將預習內容以電子檔寄予受訓學員，希望學員在上課之前能對人為因素有概略的認識，在課程中才能達成訓練效益。從課程第二天早上起到課後有 15 分鐘的測驗（QUIZ），目的是用來確認學員對於前一日的課程瞭解，以為改善其教學方法及內容的依據。每日下課前 15 分鐘則是複習與總結當日課程內容。課程領域包含航空、海運及軌道，每日課程中都以實際案例來說明上課內容，運用所學習之調查模型對其案例進行研討。

## (二) 課程目的

1. 讓受訓學員認識人為因素的基礎觀念與重要意涵
2. 讓受訓學員了解人為因素所導致的影響
3. 讓受訓學員了解人類的生理特性與極限及其涉及的問題層面
4. 讓受訓學員了解更深一層的人為因素課題
5. 讓受訓學員在日常實務調查工作上懂得如何應用人為因素觀念與學理
6. 讓人為因素的一切成為受訓學員生活中不可或缺的日常工具

(三) 課程表

<b>Monday 24 October 2016</b>		
0830 - 0845	Welcome and Introduction	
0845 - 0945	Overview of Human Factors	Richard Batt
	Morning Tea	
1000 - 1100	Overview of Human Factors	Richard Batt
	Break	
1115 - 1215	Human Factors Case Studies	Richard Batt
	Lunch	
1300 - 1400	Individual Actions	Melanie Todd
1400 - 1500	Perception	Richard Batt
	Afternoon Tea	
1515 - 1615	Memory	Richard Batt
	Break	
1630 - 1715	Marine Case Study	Richard Batt
1715 - 1730	Revision	Richard Batt
1730	Welcome Drinks, Pacific Suites Canberra	

<b>Tuesday 25 October 2016</b>		
0830 - 0845	Quiz	Richard Batt
0845 - 0945	Attention	Mark Wiggins
	Morning Tea	
1000 - 1100	Situational Awareness	Mark Wiggins
	Break	
1115 - 1215	Decision Making	Mark Wiggins
	Lunch	
1300 - 1400	Decision Making	Mark Wiggins
1400 - 1500	Fatigue	Melanie Todd
	Afternoon Tea	
1515 - 1615	Automated Systems	Mal Christie
	Break	
1630 - 1715	Human Factors Case Studies	Richard Batt
1715 - 1730	Revision	Richard Batt

## Wednesday 26 October 2016

0830 - 0845	Quiz	Richard Batt
0845 - 0945	Communication	Mal Christie
	Morning Tea	
1000 - 1100	Stress	Christine Boag-Hodgson
	Break	
1115 - 1215	Workload	Christine Boag-Hodgson
	Lunch	
1300 - 1400	Workload Exercise	Christine Boag-Hodgson
1400 - 1500	Team Resource Management	Matthew Thomas
	Afternoon Tea	
1515 - 1615	Investigating Safety Management Systems	Heather Fitzpatrick
	Break	
1630 - 1715	Aviation Case Study	Richard Batt
1715 - 1730	Revision	Richard Batt
1900 for 1930	Course Dinner, Pacific Suites Canberra, Smart Casual Dress	

## Thursday 27 October 2016

0830 - 0845	Quiz	Richard Batt
0845 - 0945	Human Factors in the Maritime	Michelle Grech
	Morning Tea	
1000 - 1100	Human Factors Case Studies	Richard Batt
	Break	
1115 - 1215	Ergonomics	Nicole Gray
	Lunch	
1300 - 1400	Alarms and Responses	Nicole Gray
1400 - 1515	Safety Culture	Rick Sellers
	Afternoon Tea	
1530 - 1700	Medical and Environmental Conditions	David Newman
1700 - 1715	Revision	Richard Batt

## Friday 28 October 2016

0830 - 0845	Quiz	Richard Batt
0845 - 0945	Investigating Human Factors	Richard Batt
	Morning Tea	
1000 - 1100	Human Factors Case Studies	Richard Batt
	Break	
1115 - 1215	Human Factors Case Studies	Richard Batt
	Lunch	
1315 - 1415	Safety in Action	Rick Sellers
1415 - 1515	Rail Case Study	Richard Batt
1515 - 1530	Presentation of Course Certificates	
1545 - 1700	ATSB Lab Tour (optional)	

#### 四、 參與學員

參加本次訓練學員除來自 ATSB 外，主要為紐澳地區運輸相關機關與單位，例如：澳洲國防部 (Department of Defense)、澳洲民航局 (Civil Aviation Safety Authority)、澳洲海事安全局 (Civil Maritime Safety Authority)、海軍海事安全局 (Royal Australian Navy Maritime Safety Bureau)、海軍防禦部門 (Department of Defense, Navy)、皇家航空俱樂部 (Royal Aero Club)、澳洲航空 (Qantas Airways)、捷星澳洲航空 (Jetstar Airways)、維珍澳洲航空 (Virgin Australia)、墨爾本地鐵局 (Metro Train Melbourne)、紐西蘭航空 (Air New Zealand)、紐西蘭交通局 (New Zealand Transport Agency)、紐西蘭運輸事故調查委員會 (New Zealand Transport Accident Investigation Commission) 等。另外還有來自其他地區的機關與單位，除本會外包含：新加坡航空 (Singapore Airlines)、諾魯航空 (Nauru Airlines)、越南捷星太平洋航空 (Jetstar Pacific Airways)、芬蘭安全調查局 (Safety investigation authority, finland)、孟加拉民用航空部 (Civil Aviation Authority, Bangladesh)、印尼國家運輸安全委員會 (Indonesian National Transportation Safety Commission) 等，合計共 32 位學員。



Australian Government  
Australian Transport Safety Bureau



Human Factors for Transport Safety Investigators

October 2016

圖 4：2016 全體學員合照

## 參、心得

### 一、 人為因素概觀

執行事故調查是經由辨識並評估安全因素以提升安全，而不在於指責或歸咎責任於個人。調查的結果，在得知事故時操作和技術的狀況，由人為因素及組織調查，得知如何採取安全作為。事故調查報告所要達到的成果，在於能夠引導、規範、管理和執行風險控管機制，並發展出合適且可行之安全對策，以避免未來發生類似的事故。

人為因素為一門涉及心理學、生理學、人體工程學、人體測量學等多重領域的科學。考量人處於不同環境下之生理、心理和環境因素。對於人為表現影響，來探討人為表現之能力與極限，並對於不同系統或產品之設計、操作以及維護等各方面，運用多重領域的科學知識，來改善人、科技與環境間的互動關係。

首先介紹由英國 E. Edward 教授所提出的 SHELL 模式（圖 5）。SHELL 模式是用來檢視評估人與人和人與軟硬體及環境之間互動關係，發掘並加以分析潛在問題，以提供解決方案。SHELL 模式的名稱與組成來自於其 4 個元件的英文字首

S (Software) 軟體

H (Hardware) 硬體

E (Environment) 環境

L (Liveware) 人

SHELL Model 係以人為中心，探討人與人之間、人與軟體之間、人與硬體之間、以及人與環境之間的互動關係。當這些關係之間發生問題，或無法相互配合，即有可能發生事故。

## SHELL model

- Software
- Hardware
- Environment
- Liveware



圖 5：SHELL Model

對於 ATSB 來說，人為因素與組織因素為核心議題，局內共有 5 名人為因素專家，而且所有調查人員都必須接受人為因素訓練，並以團隊方式執行人為因素與組織因素調查。

討論人為因素要了解並接受，人為疏失是生活中自然存在而無法避免的一部分，縱然沒有人希望疏失發生，也無法改變其廣泛而經常發生的事實。雖然人是疏失的來源，但是人可以即時的因應狀況而調整、改正、彌補，所以也是安全的防線。

疏失為非蓄意的錯誤行為，因執行失敗而無法達成預期目標。因為工作內容不熟悉、時間緊迫、系統回饋不明確、工作經驗不足、不適當的人機介面、不好的標準作業程序等，都可能造成疏失的發生。違規則是蓄意違反或偏離程序、標準或規定的錯誤行為。時間壓力、過度負荷、不良程序、不好的設備、工作環境惡劣、不適當監管等都可能造成蓄意違規。例如：私自用藥、違犯航管理程序、緊急油量不足等。

顯性失誤是第一線操作者可以被查覺的錯誤。而隱性失誤 (latent

failures) 是因為設計、組織、訓練、維修而造成操作者的錯誤，其實是組織和管理缺失的結果，這些則不容易被察覺。

課程中提到有關人為疏失的一些迷思，例如：

1. 人為疏失為隨機發生。但事實是人為疏失並非隨機發生，而是與操作工具、任務與操作環境系統性地息息相關。
2. 經驗豐富且奮發的操作者不會在熟悉的任務中發生疏失。但事實是最優秀的人也可能會發生最糟的錯誤。
3. 如果一個操作者能輕易執行某項任務，那麼就不會在執行任務時發生疏失。但事實是任何操作者會因任務、環境及個別因素變動而偶爾發生疏失。
4. 操作者在熟悉的工作上犯錯，表示缺乏技巧、警覺或勤奮。但事實是技巧、警覺和勤奮可以避免疏失，而不能保證不發生錯誤。
5. 造成嚴重事故的錯誤和日常生活犯的錯誤不同。但事實是錯誤是相同的，結果的差別是因情況不同而造成的。

所以我們知道人為疏失並不是安全調查的終點，而是調查的起點。既然不能改變人的本質，但我們可以改善工作的環境。因此疏失管理 (error management) 才是人為因素的重心。疏失管理是經由找出造成疏失之系統因素以減少疏失 (error reduction)。或是由發現疏失並從中改正回復以抑制疏失 (error containment)。疏失管理也就是找出問題的本源，從根本解決問題，才能有效降低疏失發生的機率與造成事故的嚴重性。

另外，除了疏失管理外，從錯誤中學習以避免下次犯相同的錯誤，也是同等重要。員工通常害怕遭受處罰而不願報告錯誤，讓組織錯失得到重要安全資訊的機會。為了讓員工能夠勇於提報錯誤，組織必須塑造公正

文化，來鼓勵甚至獎勵員工提報錯誤。

所謂公正文化是對於某些無心的疏失可以原諒，但對於蓄意的違規則應加以處罰。養成公正文化有賴於員工信任、了解並認同，可接受與不可接受行為間的差異，而免責文化不可行也不該被期望。公司有公正文化就可以儘速發現問題所在，沒有公正文化，對所發生的問題可能就毫無所悉。雖然人為疏失無法完全消除，至少可以經由了解，進而減少並控管人為疏失。

另外講述系統問題 (systemic problem)，如果組織中個人涉及人為疏失，但是未被檢查或發現，並造成系統中斷作業，那麼人為疏失造成之故障為系統問題，而非個人疏失。將疏失歸咎於個人，針對個人的疏失及違規改善，達成的效果相當有限。應該針對系統追溯造成因素 (causal factors)，運用資源努力改善狀況或組織才是根本解決之道。

起司理論 (The Swiss Cheese Model)，如圖 6。係由英國曼徹斯特大學教授 James Reason 提出，此理論將事故發生的原因分為組織性影響、環境影響、不安全作為以及防禦機制等環節。每個環節都如同一片起司，而起司上的洞代表每一環節可能發生的錯誤。當某一環節發生錯誤時，代表危害可從洞穿透該片起司，若多片起司的洞正好連成一線，可讓危害自第一片起司穿透至最後，即表示事故的發生。以此為例：某個環節的錯誤是自然現象，只要各環節間的錯誤不是連鎖發生，層層關卡皆失守，事故就不會發生。因此，只要某一個環節能發揮應有的功能，將空隙填補起來，發揮防阻功效，事故自然也無法發生。此種系統安全管理理論，在任何與安全相關的領域皆可被拿來運用。

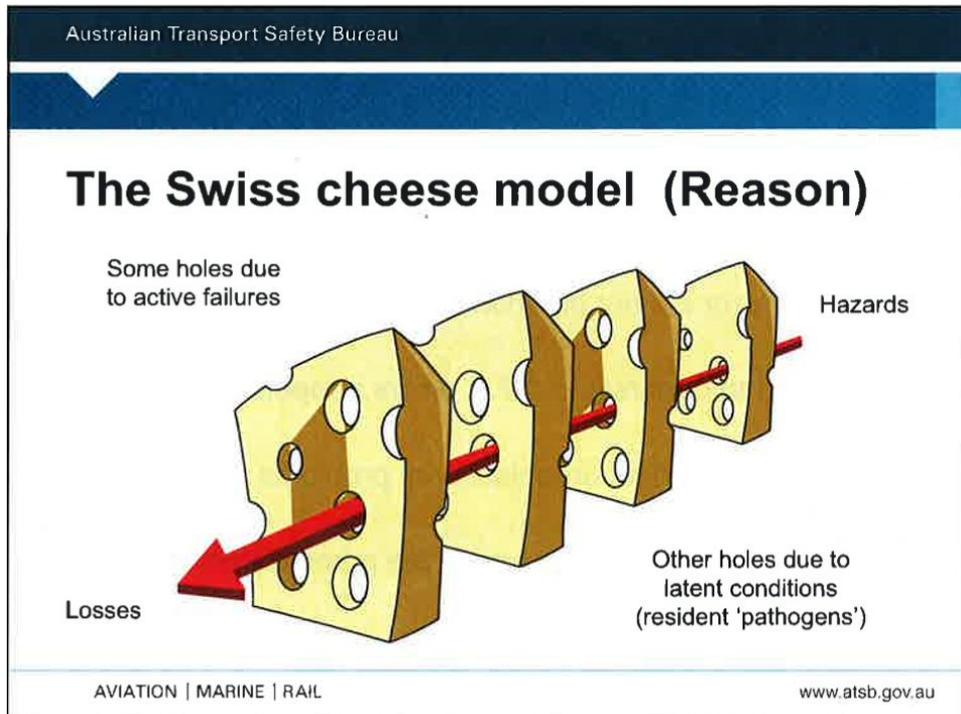


圖 6：起司理論

因商業營運壓力、進場圖設計不良、疲勞及不完整的下降高度前提示等一連串的錯誤，最後造成可控飛行撞地的飛航事故，如圖 7。

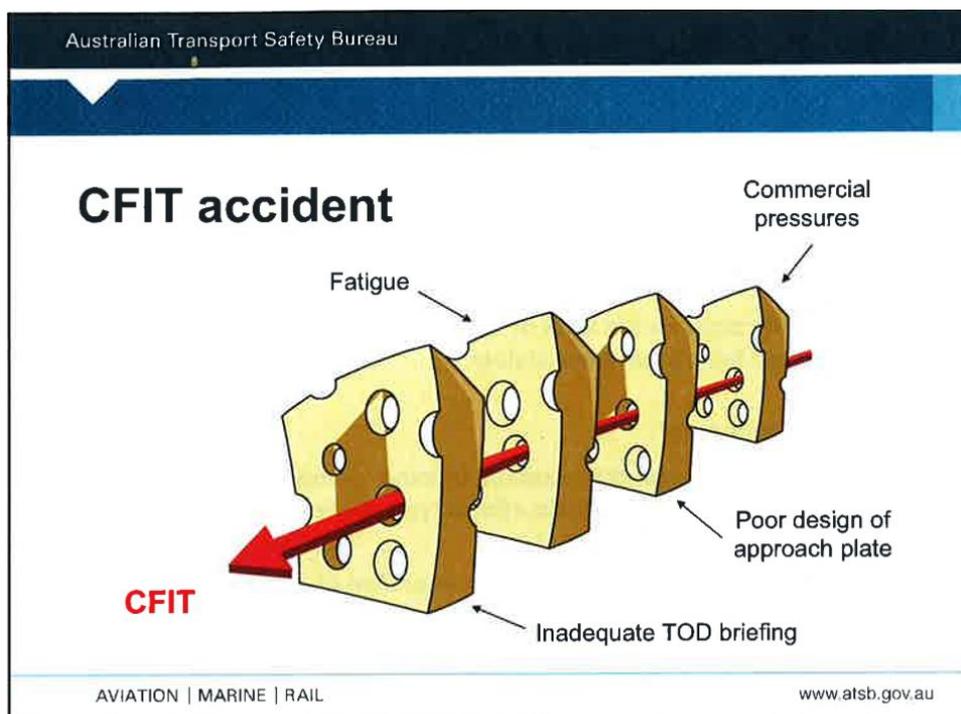


圖 7：範例

## 二、 澳洲運輸安全局事故調查模型

在 ATSB 事故調查分析模型中，會增加風險的事件（events）或條件（conditions）叫做安全因素（safety factors）。換句話說，未來若發生此事件或狀況，將會增加發生事故的可能性，或加重事故發生後果的嚴重性。事件指特定時間發生不安全的事情，並不是一種狀態或條件。但是狀態的改變可以視為事件，某些事情應該在特定的時間發生而未發生，也可視為事件。此處事件乃指該事件可被觀察，如個人的不安全作為（individual actions）及航空器本身、系統遭遇的異常事件（occurrence events），不包含個人心理層面的處理過程。不安全狀況指已存在一段時間對安全有負面影響的事情，並不是某一特定時間發生的事，它是一種狀態、環境、情況，或稱之為條件。如組織影響（organizational influences）、風險控管機制（risk controls）、事故當下之局部條件（local conditions）。如果安全因素有可能導致意外或事故的發生，則稱為促成安全因素（contributing safety factor）。

ATSB 調查分析之運作模式，如圖 8。組織為達到生產目標，其影響力及管控機制從上而下，包含組織的影響、預防性的風險控管機制、工作環境、個人作為及機器/裝備性能表現。當第一線個人作為或機器性能發生偏離可容許標準時，系統既有之回復性風險控管機制阻止嚴重事故的發生，當此回復性的風險控管機制失效或不足時，嚴重事故才會發生。

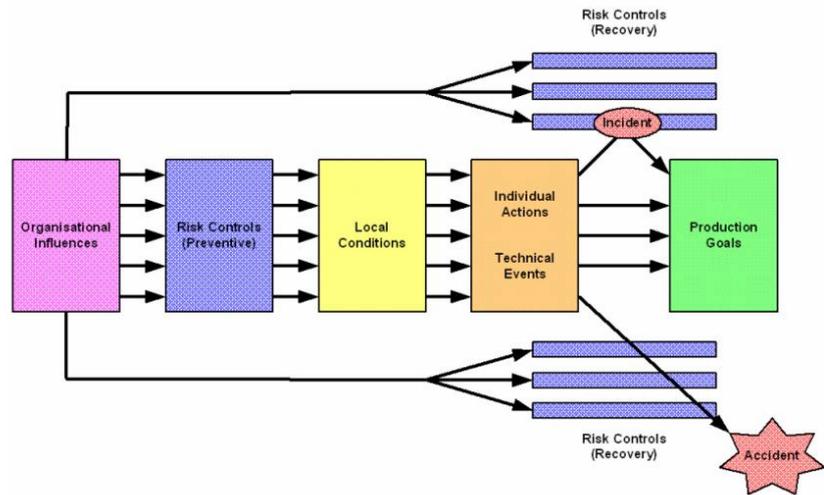


圖 8：ATSB 事故調查分析模型

ATSB 事故調查模型內容分別簡述如下：

- (一) 個人作為 (individual actions) 及技術性事件 (technical events)

個人作為乃指第一線操作人員不安全的外在行為，屬於安全因素。導致風險增加的個人作為稱為個人之不安全作為或主動的失效 (active failures)。ATSB 建議避免使用批判式用語，使用較為中性之個人作為。安全因素調查及人為因素調查的基本原則，就是要經理階層者、法規制定者、設計者以及調查人員，能夠超越導致事故的個人作為，檢視更深一層的組織系統面因素，以防止在類似狀況下，同樣事件再次發生，而非將個人之不安全作為導致事故的根本因素。

技術性事件主要為航空器本身/系統遭遇的異常事件，不包含局部環境及個人之不安全作為，屬於安全因素。若相關裝備無法達到其預期應有性能，技術性問題 (technical problems) 就會產生，技術性問題即為技術性事件的安全因素，有時亦稱為技術性失效

(technical failure) 或技術性故障 (technical malfunction)。  
技術性問題可視為類似增加安全風險的個別行為，主要因為兩者均為描述發生於操作階段的事件，也同時受局部狀態及風險控制的影響，因而在調查分析過程中，技術性問題經常會比個別行為在更早期調查階段中被考量到。

## (二) 局部條件 (local conditions)

指在事故當下與人、機最接近且會負面影響個人作為及系統性能之時空環境/條件，屬於安全因素，不同於影響較遠的組織影響及風險控管機制。局部條件有時也可稱為局部危害 (local hazards) 或局部威脅 (local threats)，使用局部條件之名稱較為中性。ATSB 在其事故調查模型中對局部條件的分類如下：

個人因素 (personal factors)。

知識、技術、經驗 (knowledge、skills、experience)。

工作需求 (task demands)。

社會環境 (social environment)。

工作場所環境 (workspace environment)。

物理環境 (physical environment)。

天氣條件 (weather conditions)。

## (三) 風險控管機制 (risk controls)

指組織既有之風險控管機制以促進及確保運作時人、機、設施及環境之安全。包含預防性之風險控管機制及回復性之風險控管機制。風險控制可防止因危險所導致之危害，也稱為防禦 (defenses) 或屏障 (barriers)，ATSB 在其事故調查模型中對風險控管機制的分類如下：

裝備 (equipment)。

設備/基礎結構 (facilities / infrastructure)。

程序 (procedures)。

訓練及評估 (training and assessment)。

人員管理 (people management)。

風險控管機制包含於安全管理系統 (Safety Management System, SMS)，主要可分為兩類如下：

預防控制 (preventive controls) 用以將不良的局部條件、個人不安全作為及事故發生之可能性降至最小，其內容包括標準操作程序、訓練、值班表及裝備設計等。

復原控制 (recovery controls.) 用以偵測並將局部條件、個人作為及事故的負面影響降至最小。其內容包括近地警告系統 (Ground Proximity Warning System, GPWS)、空中交通警告與防撞系統 (Traffic Alert and Collision Avoidance System, TCAS) 等。

#### (四) 組織影響 (organizational influences)

指負面影響組織風險控管機制有效性之因素，包含組織內部條件及組織外部影響分類如下：

安全管理過程 (safety management processes)。

組織特性 (organizational characteristics)。

監理監管的影響 (regulatory influences)。

在各類運輸事故調查中使用 ATSB 事故調查模型，其優點在於可協助事故調查人員，於調查過程中考量所有可能影響事故發生的促成安全因素，不僅著重在第一線人員的不安全作為，而是看層層相關

的系統性問題。

若事故調查人員未經特別訓練，在使用此事故調查模型時，將某些促成安全因素分類在不同的階層，對此 ATSB 認為將前述促成安全因素分類在不同階層中無妨，因為使用此事故調查模型的目的，主要在於協助事故調查人員辨識出促成安全因素，加以分析調查，而非將事故分類後即結束工作。

使用 ATSB 事故調查模型於調查分析時，可將模型簡化成圖 9 所示的 5 個分析階層，從調查觀點而言，欲由此 5 個階層中辨識出各階層相關之安全因素，最好的方法是參考圖中之問題，採由下而上以問答的方式，以找出相關之安全因素，該等問題列舉如下：

那一事件可以最適當的描述事故？

(What event best describe the occurrence?)

那些個人作為會增加安全風險？

(What individual actions increased safety risk?)

那些局部條件可能會影響個人作為或技術問題？

(What aspects of the local environment may have influenced the individual actions/technical problems?)

在操作階層有那些現有的控制可能會減少問題發生的可能性或嚴重程度？

(What could have been in place at the operational level to reduce the likelihood or severity of problems?)

那些風險控管機制可以防止問題發生？

(What could have been in place to prevent problems with the risk control?)

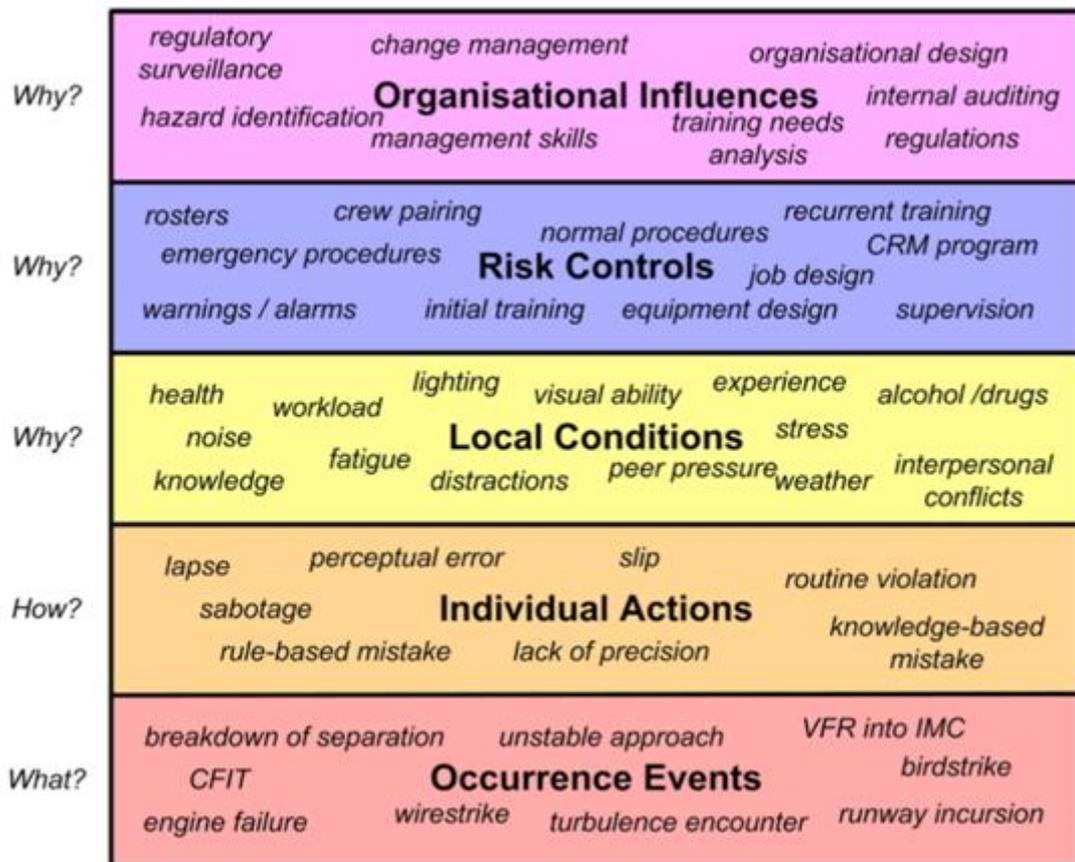


圖 9：ATSB 調查分析模式自下而上 5 個層級

人為因素調查成功關鍵如下：

1. 主管及法規支持深入調查人為因素議題
2. 調查人員正確的人為因素觀念、調查態度及邏輯推理能力
3. 調查員廣泛的人為因素訓練
4. 良好的訪談技巧與蒐集資料能力
5. 健全的調查程序及方法
6. 蒐集人為因素相關文獻
7. 建立人為因素專業諮詢管道
8. 成立與運用事故資料庫

### 三、 人為因素重點摘要

#### (一) 認知 (perception)

認知過程是由人的感官、記憶、經驗等資訊來源，經主動的處理過程之後，做出決定並付諸行動，而非被動的接收、儲存及擷取資訊。

例如：視錯覺是經周圍環境的水平線、垂直線和傾斜線相互位置關係，受物體移動速度、方向及分群所影響而產生。在飛航中未建立正確的環境視覺或接收與認知不符之影像，便可能產生視錯覺而危害安全。例如黑洞錯覺 (black hole illusion)、跑道坡度錯覺 (runway slope illusion) 以及雲層效應 (poggendorf illusion) 等。

#### (二) 記憶力 (memory)

人類的記憶力可分為感知記憶 (sensory store)、短期記憶 (short term memory) 及長期記憶 (long term memory) 三大類：

感知記憶為人類將看到、聽到的資訊，轉化成為視覺記憶及聽覺記憶儲存，儲存時間長短因人而異，通常視覺記憶約可暫時存在 0.5 至 1 秒，聽覺記憶則約 2 至 8 秒。

短期記憶又稱為工作記憶，人可同時記憶數樣資訊，但除非應用技巧將資訊分門別類，或經過反覆練習覆誦，一般情況下，數秒即忘。多數人短期記憶容量，以數字為例，大約為 5~9 個字元。

長期記憶無明確容量限制，可永久儲存，人類天生可以分配並關連資訊。一般儲存資訊可分為程序性 (procedural)、意義性

(semantic) 及事件性 (episodic) 三類。程序性指如何做事的知識，意義性指一般知識，特別是指我們對世界的了解，而事件性指的是對於過去發生事件的記憶。

### (三) 注意力 (attention)

注意力的定義為：「在主要認知功能上個人針對一天中某一特定工作任務維持警覺的能力」(The capacity to maintain some level of alertness during the activities of the day is a primary aspect of perceptual functioning.)，注意力通常會隨壓力與工作負荷的增加而降低，如開車時使用行動電話、航管人員同時引導多架航機，然而若給予適當的激勵 (arousal) 或適度的壓力 (stress)，卻能提昇工作效率與注意力。

### (四) 狀況警覺 (situational awareness)

狀況警覺是指經由瞭解過去與現在發生的事情，對現在狀況具有適時正確的認知，這些資訊被加以整合，預期將要發生甚麼事情，用以對未來發生狀況做正確的處置。本質上可以區分為認知 (perception)、理解 (comprehension) 以及預測 (projection) 三個層面。導致缺乏狀況警覺的原因可能為英雄心態 (macho attitude)、過輕或過重的工作量 (task underload or overload)、不確定性 (uncertainty)、挫敗與憤怒 (frustration and anger)、疲勞與壓力 (fatigue and stress) 等。狀況警覺不佳的表徵為固執狹隘、不當使用程序、做事模稜兩可及精神渙散等，結果導致無法達成操作目標。

### (五) 決策下達 (decision making)

日常生活是一連串決策的過程。在熟悉和低風險或是時間限制的情

況下，通常大多數的決策下達是直覺性的，但此類決策容易失準和產生偏差。然而經過搜集、解析、評估資料的過程，最後才完成決策的制定。這種決策其正確性較高，需要經由訓練或是使用輔助分析工具，而且耗時和費力。通常針對不熟悉或高風險，還要在時間容許的情況下使用。

飛行員從例行飛行任務使用的簡單規則與程序，到遭遇緊急情況所做的各種反應均與「決策」有關。座艙中之飛行決策為飛行員對自己、飛機、飛行環境及飛行任務之認知，分析比較可能之狀況與對應策略的過程，以在危急中能做出正確與及時之反應。NTSB 之研究指出「飛行員決策錯誤是航空事故的主要因素」，如何有效提昇飛行員在高風險、時間壓力與充滿不確定因素的情況下，做出最符合安全的決策，是提升飛行安全的關鍵。

#### (六) 疲勞 (fatigue)

疲勞可分為生理性疲勞 (physical fatigue)、心理性疲勞 (mental fatigue) 及情緒性疲勞 (emotional fatigue)。國際民航組織 (ICAO) / 國際航空運輸協會 (IATA) 將疲勞定義為：在心理或生理上表現能力降低的一種狀態。疲勞可能來自於睡眠不足、長期失眠、生理時鐘錯亂、過度的心理或生理負荷等。造成飛航組員降低安全操作航機的警覺性或完成其他相關任務的能力。

形成疲勞的原因有許多，例如：欠缺休息或睡眠、生理時鐘改變、持續工作或清醒、長期睡眠障礙，以及藥物、疾病、酒精或其他環境因素所造成。疲勞的程度可以經由睡眠的品質、休息的時機、睡眠的時間、生理時鐘的改變、身心負荷等決定。疲勞的生理症狀有

長期的倦怠感、頭痛、昏眩、肌肉酸痛、反應變慢、視力模糊、手眼不協調等。疲勞在心理上，使人情緒化、容易發怒、容易慌張和造成無力感等。

疲勞導致下列負面影響：警覺性與注意力降低、判斷與反應能力減弱、短期記憶變差、難以保持清醒、影響時間判斷、邏輯推理及空間定向能力變差、心智僵化、思考狹隘、溝通協調能力降低、察覺與解析能力下降、視覺功能降低等。對付疲勞的方法有保持規律的運動、攝取充足的營養和水份、避免睡前使用酒精或興奮飲料和小心使用助眠的方法或藥物等。在疲勞時應使用檢查表、雙重確認、輪換任務、配對工作來避免犯錯。

課程中舉了三個因為疲勞而造成的事故

1. 2008 年 9 月 18 日，一架 B717 的機長因為壓力和疲勞，嚴重影響他的判斷和監控能力，造成觸發抖桿事故。
2. 2010 年 4 月 3 日，因為領航員在 38 小時中只休息兩小時而造成輪船擱淺。
3. 1999 年 8 月 18 日，操作人員在事故前 5 天中僅有少於 20 小時的睡眠，而發生操作錯誤造成火車相撞。

最後介紹疲勞風險管理系統 (Fatigue Risk Management Systems, FRMS)，以持續的監控和管理與疲勞相關的安全因素，來確保工作人員在執行任務時保持高度的警覺心與工作能力。此管理系統包含航空營運者與組員個人的共同責任，例如：營運者不得要求飛航組員接受一個會造成疲勞或可能造成疲勞之任務時段，但相對的飛航組員亦必須利用無執勤時間獲得充足休息。

### (七) 工作負荷 (workload)

工作負荷的種類可分為生理及心理兩類。另外從工作的困難度和工作量，來判斷工作負荷是否過量，以量來說一般人限制為同時間 4 個工作。而工作負荷是否過度，生理上可由測量血壓、心跳變化、皮膚導電度或瞳孔變化來加以判斷，或是藉由各種評量表來自我評估，也可經由分別測量一個工作和另一簡單工作，分開工作和同時工作時的情況，然後比較兩情況完成後，簡單工作完成的結果差別，來衡量工作困難度負荷是否過量。

工作負荷應以適當為標準，太重或太輕皆會產生不利的影響，良好的工作負荷管理，應依工作難易度，將個別工作分配在適當時間內，使工作負荷達到均衡，將有助益於工作效益的提升。課程中實際使用五種工作負荷評量表，讓所有學員加以討論比較。

### (八) 自動化 (automation)

發展自動化用以協助人類達成經濟與安全兩目的。自動化可以提昇工作能力與產能、減輕人力的負荷與疲勞、提高工作精確度、減少人為疏失等，均是發展自動化所帶來的好處。然而，隨著自動化的大量應用，卻也產生了一些人機互動上的問題，諸如操作人員的技能逐漸消失、增加操作人員對系統認知與監督能力的要求、遭遇自動化不預期作動的問題、系統模式錯誤、系統限制、人員對系統過度依賴或人機介面設計不良引發問題等。

自動化系統能夠提供使用者大量的選擇與功能來完成任務，相對而言，使用者也必須付出更多代價來適應自動化操作，例如：增加使用者對系統監控的注意力、要求使用者具備預期自動化系統下一個

步驟的能力等，其先決條件是使用者要有完整及正確的系統概念，瞭解現在自動化系統狀態及系統顯示之資訊。

在航空領域中已高度運用自動化系統。駕駛艙內接收來自不同的資訊，經由複雜的電腦運算，整合顯示於多功能顯示器，駕駛員再經由複雜的飛航模式按鍵達到安全、效率、經濟的飛行操作。現代高端科技飛機愈形複雜，特別是飛行管理系統中的許多不同模式，如在混和模式（mixed-mode）飛行操控時，飛機並非全然由自動飛行控制，也非單獨人為控制，有時候飛行員對飛行模式的改變、飛行路徑的走向及動力狀態產生混淆，造成不容易分辨現在是何種模式，到底是誰在操控飛機。

模式警覺（mode awareness）是指操作者具備足夠知識，瞭解系統現在及將要發生之狀態變化，並瞭解系統的運作模式。不足的模式警覺導致發生模式錯誤。模式錯誤通常發生於，當操作者陷於不確定系統現在正在何種模式下運作，或者疑惑在現存模式中該採取何等正確的行動，這種模式錯誤現象的發生，就形成人機互動錯誤。

根據研究報告統計，飛行事故當中駕駛艙內發生的問題，許多與自動化有關。因此最近美國聯邦航空總署在報告指出，人為因素工作小組非常關切的議題是：飛航組員是否在質與量方面，都已接受足夠的自動化飛行訓練。研究顯示很多的自動化不預期（automation surprise）事例，反映出在許多方面飛航組員對自動化系統無法理解或不全然瞭解，包括了自動化系統的功能與限制、功能模式顯示所代表的意義與系統的作動方式等。

### (九) 人因工程學 (ergonomics)

人因工程學（又稱工效學、人機工程學、人類工效學、人體工學）是一門重要的工程技術學科，是研究人和機器、環境的相互作用及其合理結合，使設計的機器和環境系統適合人的生理及心理等特點，達到減低工作壓力並提高效率、安全和舒適目的的一門科學。人因工程學是以人為中心，研究站、坐、臥、舉手、或跨步等活動的方式與範圍。

設計工作站首先由人體測量 (anthropometry) 開始，得到人體活動能力的極限，經由預計使用者的平均尺度來規劃工作區(圖 10)。在設計駕駛艙空間及配置各種儀器設備，必須考慮到飛航組員的體型、動作、及體能極限等人體因素。不僅考慮生理因素，也要考慮心理因素，還要加上預計工作環境的影響，提出友善的操作界面，才能達到最佳的設計。最後要以工作效率和使用者的滿意度來評估設計的結果。

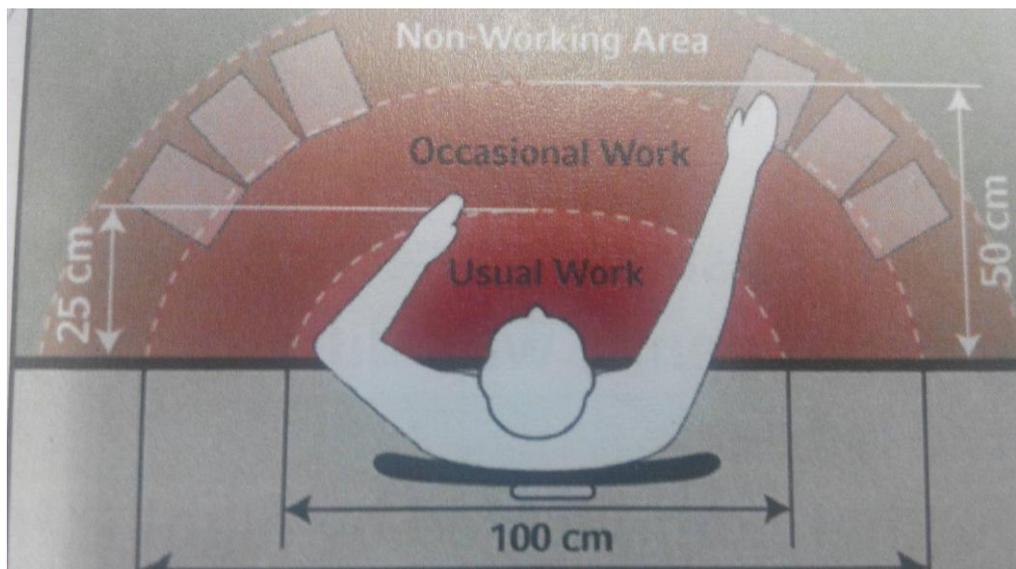


圖 10：工作站之工作區

#### (十) 壓力 (stress)

壓力是指使人生理或心理功能超出其穩定的範圍，在人體內產生應變的現象。也就是當狀況的要求和個人處理該狀況的能力之間出現差距時，人就會感受到壓力。壓力可分為個人壓力 (personal stress)、工作壓力 (job stress) 及生理壓力 (physical stress)。個人壓力有可能來自於個人內部、非工作、家庭等。工作壓力來源有：角色混淆與衝突、工作負荷、公司控制管理、人機互動等。生理壓力來源有：噪音、溫度、疲勞等。

面臨壓力人會有呆滯僵住 (freeze)、逃離 (flight) 以及迎戰 (fight) 等三種反應。承受壓力者的反應有：心理反應 (psychological reaction) 如煩躁及情緒過激等；生理反應 (physical reaction) 如頭痛、生病等；行為反應 (behavioral reaction) 如虐待動物、濫用酒精、抽菸等。

壓力對人的自制力、理解力、判斷力、認知力、狀況警覺能力及行為表現等均有很大的影響，至於影響的結果為何，端看我們處理壓力的能力。通常壓力越大則人類的注意力表現就越差，過度壓力會降低表現。然而壓力也可增加激勵，適度的壓力會改善表現，使人的行為表現可提升到最佳境界。

#### (十一) 海事人為因素調查 (human factors in maritime)

寬闊的海洋存在著複雜的海上交通模式，潛藏著不可預知的風險。相對於航空與軌道的事務調查，因為高從業人員流動率、法令不完整、船舶設計製造獨特、作業環境複雜、社會不重視等，使得海事事故調查特別困難。

國際海事組織制訂「海事調查章程 (Maritime Casualty Investigation Code)」已於 2010 年 1 月 1 日生效，各國亦已相繼建立海事調查制度以為因應。反觀我國交通部只聲明將依海事調查章程相關規定，由交通部航港局擔任獨立調查專責機構，未見海事調查實質規劃與法律規範。

台灣海域每年平均有超過 250 起海事案件發生，海事安全必須遵循一套由上而下的作業邏輯，由主管機關制定海事政策、進行相關監管法規研訂、依據法規進行船舶設計、建造、監工檢驗、監督管理，進而降低海事安全意外事件發生機率。若發生海事安全事件時，必須審慎進行調查分析，追究缺失原因，藉以回饋至海事政策研擬階段，進而制定改善提昇安全的政策法規，降低海難事件發生的可能。隨後設置事權統一的海事安全任務執法機關，充實執法救難的設備籌獲預算經費，強化救難執法人員的專業訓練，並且研訂維護海事安全工作的標準作業程序及協調聯繫辦法，實施定期海難救護任務的演習，最終達成確保人命財產安全的目標。

#### (十二) 團隊資源管理 (team resource management)

團隊資源管理之定義為：利用所有可利用的資源，包括所有可聯繫運用的人、系統裝備及資訊，以達成安全有效的操作。最早由組員資源管理 (Crew Resource Management, CRM) 發展起，課程中介紹目前使用之管理方法例如：風險與疏失管理 (Threat and Error Management, TEM)，教導如何辨識威脅、評估風險、避開疏失、下達決策、分工合作等。還有介紹正常運行安全調查，(Normal Operations Safety Survey, NOSS)、線上操作安全審核 (Line

Operations Safety Audit , LOSA )、鐵道組員資源管理 ( Rail Crew Resource Management ) 等。

### (十三) 溝通 ( communication )

溝通的功能在於提供資訊、建立人際關係、分享心理、建立可預測的行為模式、維持注意力及狀況警覺等。所以如何溝通跟溝通的內容一樣重要。溝通可經由使用標準術語與聽後複誦來減少錯誤。好的駕駛艙溝通可以觀察到，經常確認收到訊息的正確性、避免溝通過程被打擾、溝通過程完整、維持標準的溝通模式、鼓勵組員多溝通等。課程建議低階者向高階者溝通的步驟順序為：首先表示個人想法，然後提供意見，再來要求對溝通內容評估，最後使用緊急的方式。在調查溝通問題時，要分析使用語言句子、談話內容、交談模式、討論情形等。

課程中還介紹駕駛艙權力梯度 ( Trans-Cockpit Authority Gradient , TAG )。陡的梯度形成獨裁駕駛艙 ( autocratic cockpit )，特徵是雖然避免衝突、服從經驗及權力，但是造成低階者不敢與高階者溝通、低階者無法建立自信、高階者不聽其他人意見等問題。平梯度形成自由放任駕駛艙 ( laissez fare cockpit )，造成無人領導負責、容易引起爭辯、決策由共識而產生等。反向權力梯度 ( reversed authority gradient ) 駕駛艙造成副駕駛凌駕機長，駕駛艙由經驗較少且不負最後責任的人領導等問題。適當的權力梯度形成理想的協同駕駛艙 ( synergistic cockpit )，這有利於飛航組員間溝通、能增加所有組員的參與度與建立團隊精神。

### (十四) 警覺及反應 ( alarms and responses )

反應為人自接收資訊後，經過判斷分析作出處置的動作，反應須要一定的時間，通常反應時間為感應時間與動作時間的相加總：

反應時間 = 感應時間 + 動作時間

(responses time = reaction time + movement time)

依照臨床實驗的數據感應時間約為 150 至 200 微秒，但隨刺激的形式、練習的次數、發生的位置、預期與否、是否有預兆及反應者的年齡等而不同。而動作時間則與動作的方向、距離以及動作的精確度要求有關。完成反應後的動作正確性則會受到反應時間、動作型態及系統設計而有所差異。

當系統偏離正常時，警告 (warning) 是經由設計傳達信號給操作人來誘發必要的應變作為。警示 (alerts) 則是對偏離正常的系統引發操作人的注意，但不需要操作人立刻應變處理。

警覺可經由聽覺、視覺、觸覺或互相組合的方式來傳達信號，以幫助操作者在安全範圍內運行、確認不正常狀況、認知及避免危險和分析複雜運程序等。其中以聽覺最為有效，而有效率的警覺是正確清楚而容易接收，獨特而不互相影響，可以替操作人爭取反應時間，幫助操作人辨別事情的輕重緩急，達到即時改正系統偏離正常的結果。

#### (十五) 安全文化 (safety culture)

文化有三個層面：

##### 1. 人為表象 (observable artifacts)

包括用語、服裝、禮儀、態度與場所佈置等，通常可經由電影、

新聞、出版品、報紙與慶典活動等顯現出來，可以立即察覺卻不易理解。

## 2. 價值 (value)

經由問卷、訪問或其他調查方法，了解人們的想法與感受，研究人們所信奉的宗教、文化、價值、規範與意識型態等。

## 3. 基本潛在的假設 (basic underlying assumptions)

針對特定問題，深入分析後，可以解讀出人們認為理所當然的、基本潛在的與無意識的假設，它決定人們的認知、感受、行為與思考程序等。

史屈恩 (Edgar H. Schein) 教授對組織文化的定義是：一個團體學著去克服外部適應與內部整合問題，所發明及發展出來的基本假設；而這些假設被成員接受，並以之對有關適應與整合問題的知覺、思考及感受方式教導給新進成員。史屈恩教授的這個定義，視文化為成員一種自然行為的表露，可見文化是一種深入人心的內化作用，經長期演化後的成果。簡單的說，大家在某些不自覺的潛在基本假設及信念下，自然的行為與思考模式叫文化。

組織安全文化不論好壞，對個人安全行為都有最大的影響，而個人安全行為直接決定組織的安全。管理階層或組織對於疏失和違規應分開處理，對於公開誠實的疏失不處罰，使組織與個人經由錯誤而學習避免犯錯，這是公平合理的公正文化。但違規不處罰代表無權責、無責任及無紀律，這是無法達成安全目標的免責文化。例如：汽車安全帶確實可以減低發生事故時的傷亡，早期人們卻不願意繫安全帶，經過長期的宣導與處罰違規，現在人們上車就自然繫上安全帶，沒繫安全帶就感覺不自在，這就是一種安全文化。

了解安全文化能幫助調查人員系統性辨識駕駛員的安全行為，課程上介紹幾種評估安全文化的方法，例如：文化風氣調查、檢視過去查核紀錄、統計調查問卷、檢視改正措施執行情況、安全報告執行狀況與回應、對特定人員訪談等。

#### (十六) 醫學及環境條件 (medical and environmental conditions)

在事故調查中，醫學和事故現場環境可能互相影響，若事故與醫學議題相關，應同時考量環境所造成影響，而且可以預期情況將會十分複雜，應儘可能蒐集所有相關資料。例如：組員醫療紀錄、現場遺留藥品、當天環境數據、氣象資料及飛航過程等。

課程中舉幾個失能的事務調查案，說明導致失能 (incapacitation) 的醫學相關的可能原因有：中風、心臟病、糖尿病、低血糖、腸胃不適、食物中毒、腎結石、頭疼、精神問題等。與環境相關的可能原因有：缺氧 (hypoxia)、超 G 力昏迷、熱應力 (thermal stress) 等。

缺氧是指身體組織缺乏足夠氧氣供給，致身體機能損傷，發生原因例如：高度升高或艙壓失效，使空氣中氧含量降低。缺氧的徵兆有：性格改變、喪失判斷力、喪失自評能力、喪失短期記憶、反應時間變長、注意力侷限；呈現在組員身體的作用有：肌肉不協調及震顫、辨色力受影響、喪失周遭視力及夜間視力、聽力惡化、顏面潮紅、發紺 (皮膚因表面血管出現脫氧後的血紅蛋白，令皮膚或黏膜呈現青色)、過度換氣等。在 40000 呎的高空中失去艙壓而缺氧，15 至 30 秒組員就會進入無意識狀態，幾分鐘內即有可能造成死亡。

超 G 力所導致缺氧經常發生在特技飛行的駕駛員身上，超 G 力的徵兆有：感覺體重增加、灰視 (grey out)、黑視 (black out)、知覺喪失等，通常在 4.5G 至 5.5G 的範圍即會誘發知覺喪失，持續 10 至 15 秒時間即會使駕駛員產生決策混淆或迷向，超過 15 秒時間即會導致駕駛員失能。

熱應力導致失能通常發生在高溫下之操作環境，當體溫高於正常體溫 10% 時，即會對身體行為產生重大影響。熱應力產生原因有：脫水、過度飲用酒精、水份補充不足等，熱應力所產生影響則會使駕駛員判斷能力降低。

由以上可見醫學及環境類事故調查的專業性和複雜度。

#### (十七) 安全管理系統調查 (investigating safety management system)

安全管理系統的調查，在調查中屬於最高層級的組織影響部分。在蒐證時，就政策和程序方面要收集公司安全計畫、管理手冊、訓練手冊、工作手冊、指導手冊和訪談管理高層主管。就安全管理執行方面要收集安全報告、內部調查報告、稽核紀錄、風險評估報告和相關開會紀錄，還要訪談安全管理人員、訓練教師和組員等相關的個人。課堂上練習對安全管理主管做訪談，用來說明在調查時應由下而上，從事故和個人行為開始，證明組織影響事故的發生，分析公司安全文化，以對安全管理系統作全面性的調查。

#### (十八) 安全行動 (safety action)

課程從介紹駝峰航線開始，駝峰航線長約 800 公里，是世界航空史和軍事史上的最為艱險的一條運輸線。航線飛越喜馬拉雅山脈，因受山峰高度及當時螺旋槳飛機性能限制，飛機只能緊貼山峰飛行，因而飛行軌跡高低起伏狀似駝峰，故此得名。這條航線經過的地區都是海拔 4,500 到 5,500 米左右的高峰，最高海拔在 7,000 米以上。飛機在異常高空飛行，頻繁遭遇強亂流、強風、結冰。

由於當年的飛機設施落後，機上沒有加壓裝置，飛行過程沒有合適的導航設備與無線電信標，以及任務缺乏受過訓練有經驗的人員，例如：沒有經驗的補給軍官不顧載重上限將飛機裝滿，很多超載的飛機在起飛時，當遭遇引擎故障或其他問題就墜毀，所以失事率非常高，有時每月損失總額 50% 的飛機。統計從 1942 年 4 月到 1945 年 8 月共有超過 600 架飛機墜毀。

1944 年威廉·特納 (William H. Tunner) 將軍接手指揮任務後，經由事故調查和加強維修，改善程序以避免疏失和違規，調整組員班表以避免疲勞，使用 4 引擎新飛機和執行新的安全管理系統，達成減少 70% 失事率的成果，這是現代航空安全管理系統的開端。

安全管理系統包括人、程序、系統和文化等，要確認管理者致力於安全，願意發展安全文化、制定安全政策、建構安全組織和確認分層負責安全等，對安全危害的認定、報告和追蹤從事有效的調查和執行風險管理，規劃安全溝通、訓練和提升計畫，設置和演練緊急應變程序，經常實施安全調查監理和評估。

安全管理系統不是設置後就不理，而是要與時俱進隨時進化的。一

個完整的安全管理系統要能及時得到正確的安全資訊，再經由觀察、調查與分析，隨時對系統進行適當的改進。事故調查人員經由檢討安全管理系統和其個別因素，得知風險控管機制運作情形，才能提出適當的安全改善建議，以避免類似事故重複發生。

#### 四、 訓後感想

103 年 7 月復興航空 GE222 澎湖空難事故的調查結果，指正駕駛可能對飛行技術過度自信而未考量相關安全風險。副駕駛也未依規定提出質疑，致錯失風險評估與管控機會。飛航組員連續犯下致命錯誤，包括進場時看不到跑道卻違反規定進場，在重飛高度下限時未重飛，事故關鍵在於飛航組員未遵守標準作業程序，而此情形在復興航空是一再發生，已形成不良的安全文化。

104 年 2 月復興航空 GE235 班機事故調查發現，起飛時自動起飛動力控制系統燈號未亮，但飛航組員未放棄起飛，而復興航空未在手冊中，將此明確規範。起飛後二號發動機自動順槳後，組員未能辨識推力系統故障的原因，將正常的一號發動機關機，造成飛機在空中雙發動機失效。飛航組員在失速警告發聲後未能正確反應，也未能即時發現雙發動機已經失效。事故過程中組員未能有效溝通危害航班安全，最後飛機墜毀在基隆河，顯見復興航空在管理與訓練的缺失。

復興航空是台灣第三大航空公司，因為不良的公司文化與安全管理，加上民航局對於公司的監管督導不確實。才會在能見度不佳的局部環境條件下，或是航空器遭遇技術性的異常事件時，由於飛航組員個人的疏失或違規。使得風險控管機制無法發揮作用，造成近年來國內最重大的兩次空難事故。當知道陳文寬先生當年試航駝峰航線，然後於民國 40 年創辦復興航空，成為台灣第一家民營航空公司，但是經過 65 年後卻因

為空難，使得公司財務惡化，於 105 年 11 月 22 日正式宣布解散停飛。  
有鑑於此所有相關單位包含政府（交通部、民用航空局、本會、軍方等）、  
航空業者、民間團體（飛行安全基金會、飛行員協會等）和所有相關的  
個人，都應有深切的思考。

## 肆、 建議事項

為找出事故之人為肇因，建立人為因素調查能量，提供事故調查人員相關訓練為必要之方法。目前飛安會的人為因素相關訓練，雖能提供事故調查人員相關之知識及觀念，但無提供系統性且實用性高之人為因素調查技術及方法，顯示人為因素調查工具之精進仍有空間。

世界主要先進國家的運輸安全調查單位，都在相同或相似的理論基礎下，發展各自的調查模型。因為雖然事故調查方法有共通性，但是特別是人為因素調查，不但有共通性也有獨特性。故建議如下：

- 一、飛安會現正在建置「飛航事故肇因分析系統」，建議盡量將人為因素調查各層面列入重點加以開發，並為未來擴編為運輸安全委員會，為多模組運輸事故調查功能，研究及制定包含「高鐵」、「台鐵」、「捷運」及「海運」之運輸事故調查作業。
- 二、為持續增進飛安會調查人員之能力，與先進調查技術接軌，建議持續派員參加 ATSB 舉辦的相關課程。此外為持續精進本會調查方法，增加調查範圍的廣度，也要派員參加其他先進調查單位之調查課程，例如：TSB 主辦之「人為和組織因素調查」課程。

## 參考資料網站

1. 澳洲運輸安全局：[www.atsb.gov.au](http://www.atsb.gov.au)
2. 澳洲駐香港總領事館：[www.hongkong.china.embassy.gov.au](http://www.hongkong.china.embassy.gov.au)
3. 飛航安全調查委員會：[www.asc.gov.tw](http://www.asc.gov.tw)