

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：副工程師／王聖智

派赴國家：澳洲坎培拉

出國期間：民國 106 年 10 月 20 日至 10 月 29 日

報告日期：民國 107 年 1 月 24 日

內容摘要：

飛航事故的調查是為了找出事故真正的肇因，將其作改善以促進飛航安全，透過調查得以辨識並評估安全因素的有效性，而非以究責為目的。以人為中心作為思考的出發點切入事故發生於操作或技術面的角度，探究人為因素與組織上的議題應如何加強或做好下一次事故發生的防範，且能於調查過程中得到公正客觀的分析與提出適切的飛安改善建議，以提升飛航安全。

目次

壹、 目的

貳、 過程

一、 澳洲運輸安全局簡介

二、 前往澳洲坎培拉交通／機場／住宿

三、 課程簡介

四、 參與學員

參、 心得

一、 人為因素與事故調查概觀

二、 人為因素的探討

三、 生理與心理對行為的影響

肆、 結論

伍、 建議事項

壹、目的

本課程為澳洲運輸安全局為運輸安全事故調查人員所舉辦之專業訓練，澳洲運輸安全局長年來累積調查中所獲得，並妥善地規劃得到的寶貴經驗，在航空、海運及陸上軌道事故調查有相當完整的歷史，在以人為本的觀點出發，將人為因素作為事故調查的基石，在課程中得到許多更先進的人因思維觀點與相關基本知識。教材中豐富的內容，密集地將二十二個章節在為期五天的課程中有系統地傳達給學員，預期學員能達成的課程目標：

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。

2017 年 ATSB 員工約將近 100 名，其中約有 60 位航空、海事、及軌道安全調查人員。調查人員多數駐點於首都坎培拉裡的總部，其餘分別於布里斯本、阿得雷德、及伯斯等區域皆有聯絡辦公室。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。本年度，「運輸安全調查人員人為因素」訓練課程上課地點在 Pacific Suites Canberra 旅館 (100 Northbourne Ave, Canberra ACT 2601) 舉辦，與距離不到 1 公里的 ATSB 總部在同一主要幹道上，圖 1。

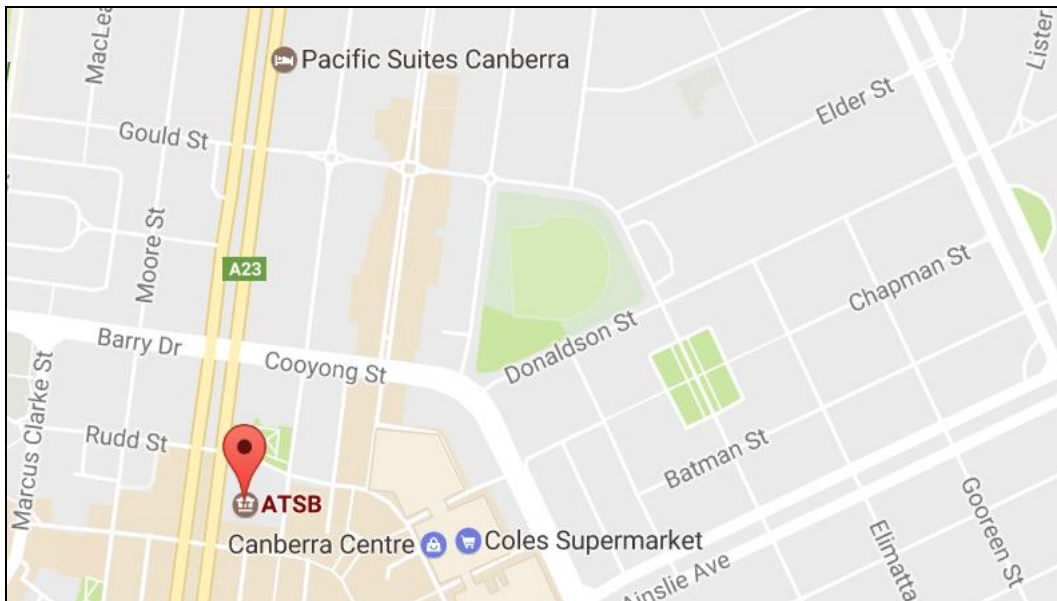


圖 1、ATSB 總部與上課地點之位置關係圖

二、前往澳洲坎培拉交通／機場／住宿

(一) 飛機行程

該訓練於 10 月 23 日開課，選擇搭乘 10 月 20 日晚上 23：00 長榮航空 BR315 航班前往布里斯本國際機場（BNE），於 10 月 21 日當地時間早上 09：50 抵達，當晚 17：55 轉搭澳洲航空 QF959 航班於當晚 20：45 抵達坎培拉國際機場（CBR）。由於抵達坎培拉時間已無大眾交通運輸工具，僅能搭乘計程車前往住宿地點。

課程結束次日 10 月 28 日，一早搭乘 08:45 起飛之澳洲維珍 VA1211 航班，由坎培拉國際機場前往布里斯本國際機場（BNE）轉機，29 日搭乘長榮航空 BR316 航班返往桃園國際機場（TPE），於 10 月 29 日台北時間下午 18：45 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。

因本次航點規劃牽涉三家航空公司，皆可使用自助登機辦理登機證，但託運行李須於航空公司櫃台辦理。

（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，住宿地點選於上課地點兩條街外之社區公寓，兩處往返步行約 5 分鐘。公寓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。需格外一提，坎培拉市中心商店大多營業到傍晚 17：30，晚上只有部分餐館及便利商店營業，超市最晚營業至晚間 22：00。

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 106 年 10 月 23 日至 27 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： 本次訓練主要由承辦人 Richard Batt 作統籌，澳洲國家運輸安全調查局專職講師，另還有來自其他局內單位及外

部各專業領域的講師，如下表一。

講師	單位
Richard Batt	Australian Transport Safety Bureau
Nathalie Boston	Australian Transport Safety Bureau
Mal Christie	Australian Transport Safety Bureau
Heather Fitzpatrick	Australian Transport Safety Bureau
Max Marton	Australian Transport Safety Bureau
Christine Boag-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

表一、講師列表

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。本會與澳洲運輸安全局之間有著多年的良好關係，至今對方皆以不收取註冊費作為對本會學員之禮惠。

課程特色

ATSB 人為因素課程原為內部航空事故調查人員訓練之需求而開設，後來延伸至海運、軌道範疇。近年更開放世界各國運輸界，有相同屬性需求的單位共同參與訓練交流，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, ICAO）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 分鐘的快速測驗，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。

(一) 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

(二) 課程表

Monday 23 October 2017		
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	Nathalie Boston
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	

Tuesday 24 October 2017		
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	Nathalie Boston
	Afternoon Tea	
1515 - 1615	Automated Systems	Mal Christie
	Break	
1630 - 1715	Human Factors Case Studies	Richard Batt
1715 - 1730	Revision	Richard Batt

Wednesday 25 October 2017

0830 - 0845	Quiz	Richard Batt
0845 - 0945	Investigating Safety Management Systems	Heather Fitzpatrick
	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	Communication	Mal Christie
	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 26 October 2017

0830 - 0845	Quiz	Richard Batt
0845 - 0945	Human Factors in the Maritime	Michelle Grech
	Morning Tea	
1000 - 1100	Human Factors in Maintenance	Max Marton
	Break	
1115 - 1215	Ergonomics	Nicole Gray
	Lunch	
1300 - 1400	Alarms and Responses	Nicole Gray
1400 - 1500	Safety Culture	Rick Sellers
	Afternoon Tea	
1515 - 1615	Investigating Human Factors	Richard Batt
	Break	
1630 - 1715	Human Factors Case Studies	Richard Batt
1715 - 1730	Revision	Richard Batt

Friday 27 October 2017

0830 - 0845	Quiz	Richard Batt
0845 - 0945	Medical and Environmental Conditions	David Newman
	Morning Tea	
1000 - 1100	Medical and Environmental Conditions	David Newman
	Break	
1115 - 1215	Safety in Action	Rick Sellers
	Lunch	
1315 - 1415	Human Factors Case Studies	Richard Batt
1415 - 1515	Rail Case Study	Richard Batt
1515 - 1530	Presentation of Course Certificates	Greg Hood ATSB Chief Commissioner
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，包含澳洲皇家空軍 (Royal Australian Air Force, RAAF)、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)、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, NZTAIC) 等，其中亦有兩位 ATSB 新進人員也一同參與本次訓練。另外還有來自其他地區的機關與單位，除本會外，新加坡航空 (Singapore Airlines)、哈薩克民航委員會 (Civil Aviation Committee of Kazakhstan) 等來自不同國家之學員，圖 2。



圖 2、2017 全體學員合照

參、心得

一、人為因素與事故調查概觀

澳洲國家運輸安全局為澳洲官方負責航空、海事及陸上交通運輸安全事務及事故調查之機構，在事故調查上，對人產生影響而造成事故肇因有長時間且深入的著墨，其中探討了個人行為、認知、記憶、注意力、情境識別、決策、疲勞、自動化系統、溝通、壓力、工作負荷、人體工學、團隊資源管理、海事環境之人為因素、維修人為因素、警訊與反應、安全文化、調查人為因素、藥物與環境等多項在調查作業中相當重要的議題。

飛航事故的調查是為了找出事故真正的肇因，將其作改善以促進飛航安全，透過調查得以辨識並評估安全因素的有效性，而非以究責為目的。澳洲的運輸安全調查，相當注重以人為中心作為思考的出發點切入事故發生於操作或技術面的角度，循序漸進深入探究人為因素與組織上的議題，在攤開問題後，一一針對逐項的各種單一或交互影響的風險因子，檢視現有的安全作為是否能有效地涵蓋，若超出安全作為的範疇，又應如何加強或作好下一次事故發生的防範。任何可能的肇因皆不應被排除，其中包含人為因素，天候影響，航機適用條件、系統或航機設計等。

人因是一門應用知識探討產品或系統的設計、維修及操作的各種面向是否能符合人類有限的的能力與限制的多理論應用科學，它以探討人類的身心靈以及環境因素為出發點，在不同的外條件的操作環境差異下，所預期的產出結果是否皆能相同，或不至於有大量偏差的質量。著名的 SHELL model，如圖 3，software、hardware、environment、liveware，即是一項用來檢視人為因素適當性的一

項工具。

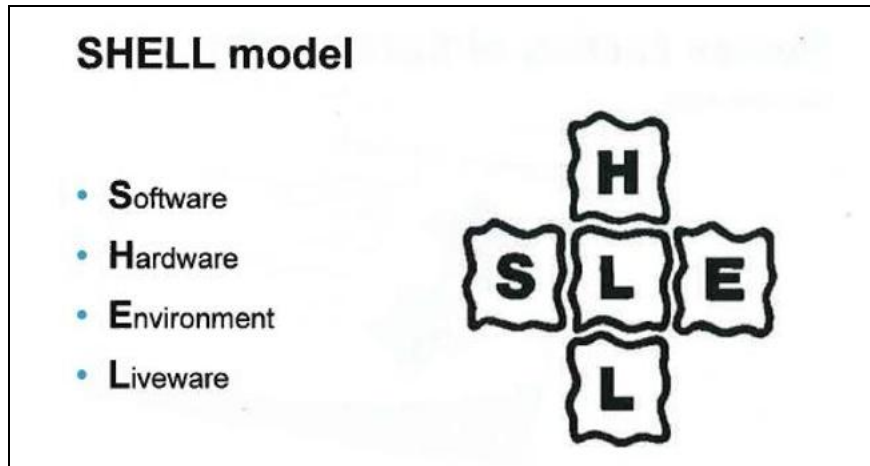


圖 3：SHELL Model

錯誤，出乎我們意料的容易被發生，錯誤是經過在行為、計算或意見上的不正確過程所產生的結果，是個人類世界才存在的概念，或更準確的說，應該是只在具有是非評斷的機制下其定義才有意義。不足的專注力、不足的資訊、錯誤的理解或錯誤的觀念等等因素，都可以單獨或交互的造成一個錯誤的產生。果必有因，多數的錯誤是可以被理解的，意味著這些錯誤在有效的安全作為下是可以被避免的。既然錯誤的肇因是有跡可循的，無論有意或無意的，以人類的社會來說，若設最符合身心運作模式為圓心，離圓心越遠，錯誤越容易被發生，找出與身心運作模式相左的部分，透過改變其設計或程序使運作的過程能達到相互符合，是最具有價值也是人為因素的精神所在。

不過，其中有一個非常重要的觀點是，若將你身處其中，在一樣的身心狀態及環境條件下，是否會犯一樣的錯誤？

二、人為因素的探討

人為疏失，是生命自然的一部份，雖然不討人喜歡，但時不時的會在四處發生。澳洲國家運輸調查局以這樣的理念作為整個課程的開序。

因個人的失誤而造成風險的增加，可以是不安全行為，或動作失誤，這樣的風險可能與一些情境下的因素有關，其可大略分為：

(一) 自身狀況 (local condition)

例如自身或環境具迫切性的行為影響因素，有可以稱作本身的危機或本身的威脅，常見的有個人因素，知識、技能或經驗不足、工作需求、人際環境、工作場域、生理限制或天氣狀況等。

(二) 風險管控 (risk control)

風險管理通常是組織用來衡量或確保安全作為，以防範被疏漏的風險導致危機之控管手法。但風險管理的好與壞可以是「防範」，也可以是「阻礙」，常見的風險管控措施為設備、硬體設施、程序、訓練與評估以及人員管理等，其中風險的管控還可以分為防治型與改正型，防治行常見有程序、訓練、清單、限制裝置及督導等，而改正型的通常較屬於實體應用型的設施、系統或工具，例如飛機的失速警告、近地警告、個人的防護裝備、緊急逃生出口或緊急照明燈等。

(三) 組織影響 (organizational influence)

組織影響實際上較不具體且抽象，通常只的是建立、維持或其他影響組織運作有效性的風線管控，可舉例如組織架構及人員，資源管理，風險管理，變動管理，溝通與協調，監控與審查等機制。

(四) 個人行為 (individual action)

令人遺憾地，過去的航空史上充滿了事故和悲慘的損失，每一個故事每一個損失，都是一個能使飛航安全更再提升一點點的機會，前提是如果人們記取教訓，是種無法避免的沉默成本。無論如何，自 1950 末至今，降低事故率的努力已經產生了前所未有的安全水平，現在在商業航空公司中飛行的安全性要比駕駛汽車甚至穿過繁忙的紐約市街道更安全。儘管在約一個世紀前人類的第一次飛行以來，航空事故率大幅度地下降，但在航空事故上付出的金錢成本，甚至生命卻在不斷上升，因此，對民航或軍用航空器而言降低事故率仍然能有近一步更有努力空間的新價值與意義。

過去數十年縱使在飛安上已有許多創新與改善，但一個非常根本的問題仍然沒有被解答：「為何事故還是會發生？」答案可能並不像人們所想像的那樣直接了當。過去，人們可能往往是歸咎於飛機的事故造成了人員的損傷，也就是說，這飛機本質上是不可靠的，兩者相較之下，機械上是不安全的，而事實上，以現代的航空環境來說，我們看到的是完全相反的結果。

現在看來，有些人認為，組員本身比他們飛行的飛機更危險，估計有很大一部份的事故，可以歸咎於人為的疏失。但是就算如此，不暇思索地甚至草率地將其作為結論，歸咎錯誤就是人為疏失，責難、懲處或使人背負罪名，這樣的作為比較起跟病人說你就是病了，而沒有找出根本的原因，然後定義病理這種淺深度的做法沒有什麼不同，對整個事件的風險與安全性的改善並不會有所幫助，反而可能造成負面的效果，文明的社會可以表現得更更有同理心，就像開始的觀點所述，若將另一個或另一群人身處其中，在一樣的身心狀態及環境條件下，是否會犯一樣的錯誤？

三、生理與心理對行為的影響

我們過去常看到的許許多多有趣，令人產生的錯視圖片，這些種情形的產生，必須從人眼的能力範圍、眼球的構造以及眼球成像到被大腦接收的過程等開始探討，其中當然包括正常人眼可接受光譜的範圍，我們人類可視範圍因眼球構造的關係，在哪個視覺角度外會造成無法正確成像的盲區，使觀察者以看到認為是正確解讀的影像，作出錯誤的判斷。航空的錯視案例，對跑道下滑角與距地高度錯視的判斷，圖 4，或暗夜中對跑道距離有如黑洞的錯視並不少見的。人類大腦對會自動利用眼動的線索 (oculomotor cues)，如雙眼的聚合 (convergence)、眼調節 (accommodation)、圖片線索 (pictorial cues)、運動線索 (movement - produced cues)、雙眼視差 (binocular disparity) 等幫助重建立體感，有如俗稱腦補的作用，但也因其功能的關係反而在某些條件下容易造成錯視，圖 5 中，左側與右側的方塊實際面積與大腦自動補完後的認知面積，很明顯是一種錯視。

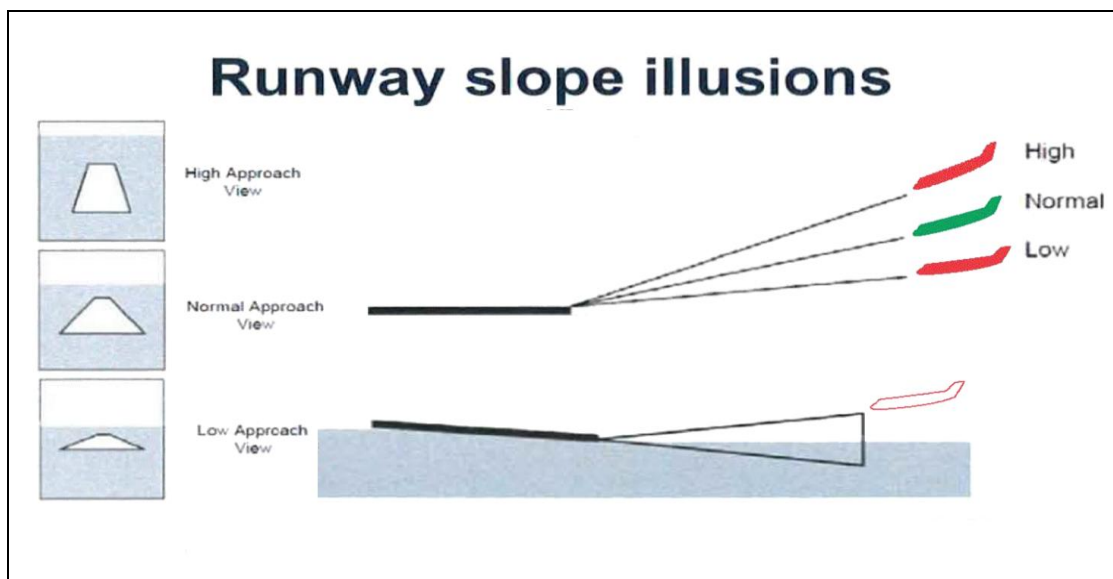


圖 4、跑道下滑角的錯視

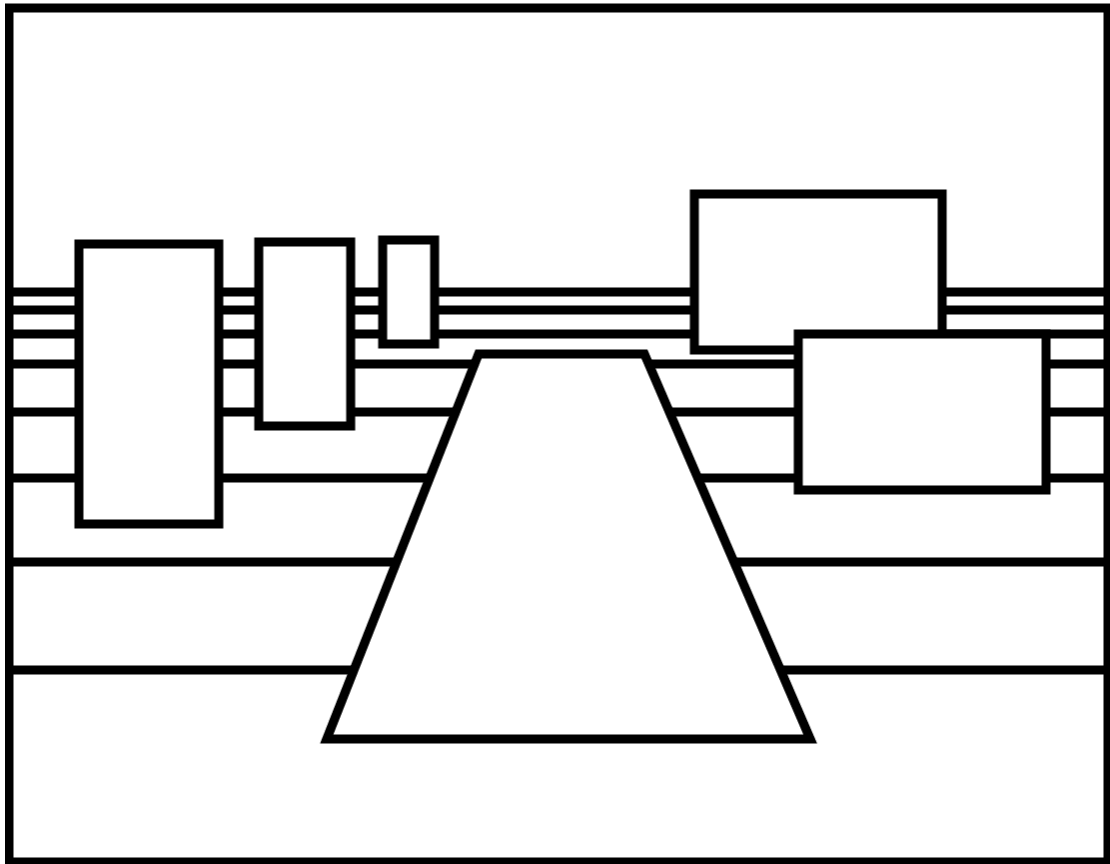


圖 5、方塊大小與距離的錯視

圖 6，是一個人類接收訊息的流程，人腦是個資訊處理的媒介，每天全感官地盡可能擷取各種資料、然後試圖全面性地感受並內化解讀成為資訊，以作為我們決策的基礎，然後去執行一項動作。大腦資料的處理，並非只有被動的接收、儲存及使用訊息，而是一個動態的過程，尤其在建構我們所見到的與我們所記得的影像，其實常有相當大的差異。

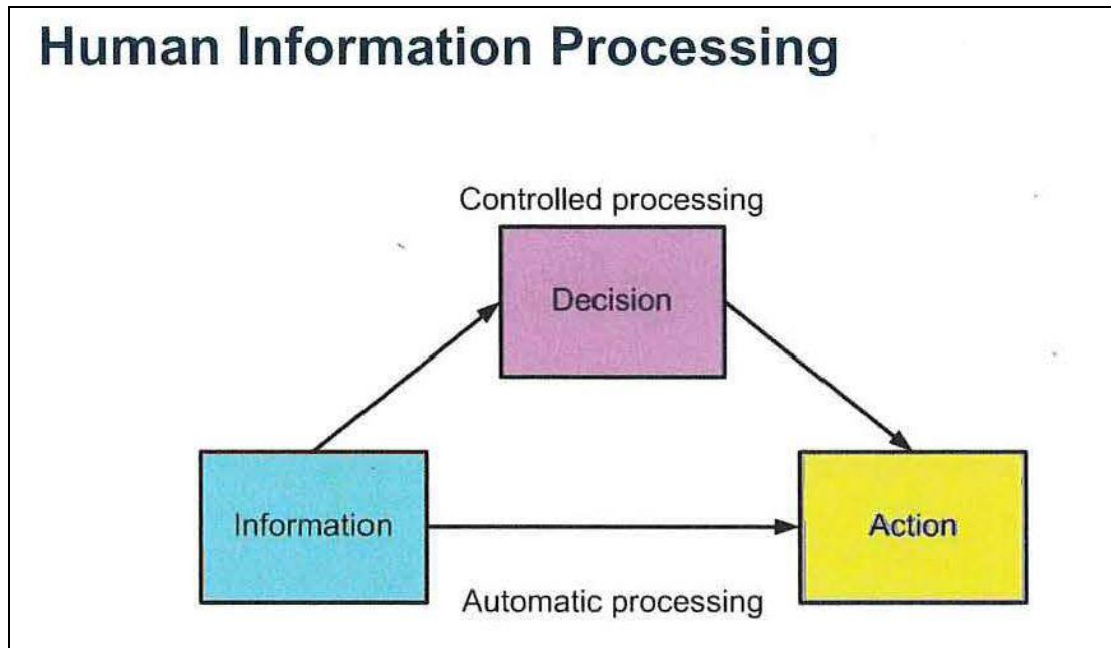


圖 6、人類的資訊處理過程

記憶是件有趣的事情，其實我們人的記憶模式與電算機世界的記憶體在某些架構層面上是一樣的，人的記憶系統，可以分為感官記憶（sensory memory）、短期記憶（short-term memory）以及長期記憶（long-term memory）。人類的感官記憶，主要可以分為聽覺記憶（echoic）以及圖像記憶（iconic），負責處理接收到的感官刺激，其持續能力是相當的短暫地，幾乎為幾分之一秒至數秒不等。短期記憶，又稱工作記憶，可同時處理多個不同片段的記憶，約可持續數十秒，是訊息處理的中間站，若不加以處理即會消失，又稱初始記憶（primary memory），短期記憶的正確性，會隨著時間的長度增加反比的曲線下滑。長期記憶（long-term memory），可想而知是所有記憶能力裡可維持最長久的，長期記憶通常有 3 種特性，具語意性（semantic），有情境（episodic），並能有邏輯的發展為做事情的知識之程序（procedural），例如我們所使用的語言、技能、觀念等，我們在長期記憶裡翻掏的，是以關聯性組成類似網絡的架構，以線索或配對等種複合方式作相關性的鏈結，且會逐漸

選擇性地篩簡且弱化 (graceful degradation)，圖 7。

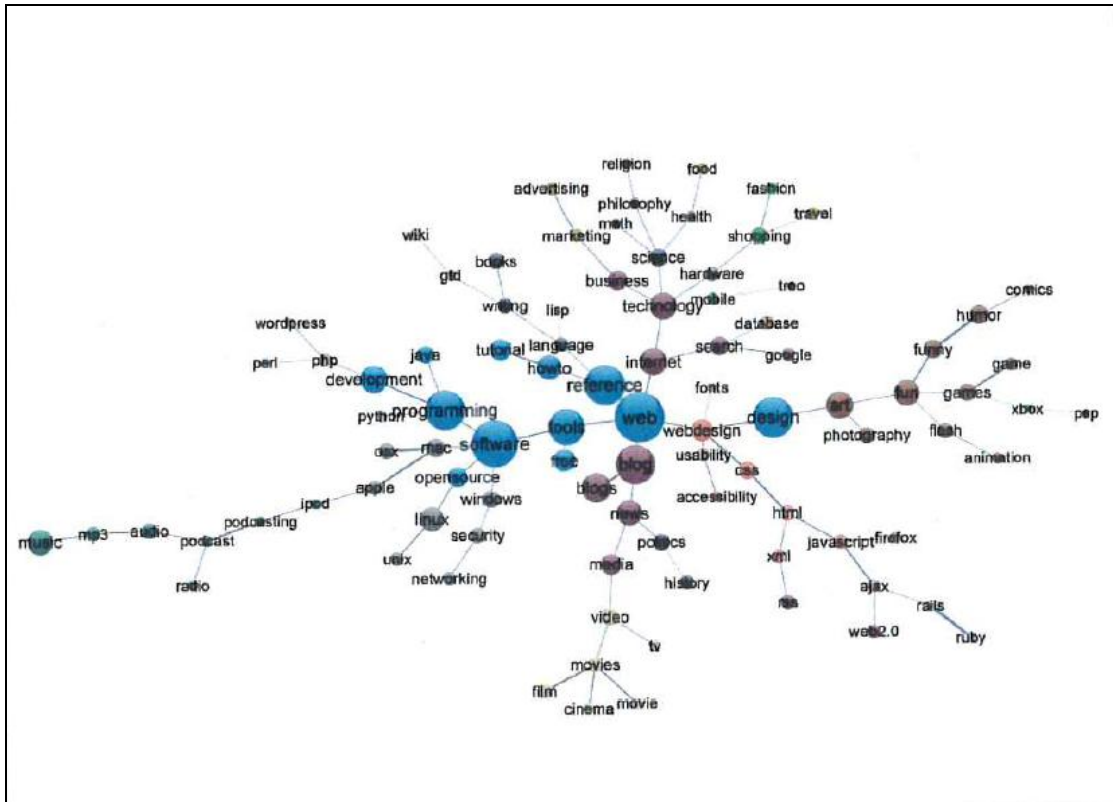


圖 7、認知記憶鏈結的網絡

但記憶在某些時候並不可靠的，舉一個例子，有一場對撞的車禍，請目擊證人在記憶中試圖將一個景象作表達，依據同一個主題但提出三種些微敘述方式的不同的說法，可能得到的答案會有所不同，例如說出兩輛車是以多快的速度對撞？兩輛車相撞變形時速度是多快？有看見噴飛的玻璃嗎？透過思考以上記憶中的景象，分別將其質化或量化的過程，因為我們問題建構的方式略有不同，所以記憶被刺激的路徑也會有所不一，記憶的重建也是一種動態的過程，而並非單一而被動的反芻記憶，當然這過程也會受擷取事件資訊當下，大腦的感官被什麼所吸引，在注意力上的影響，也是因人而異的。

注意力，是我們的思維能夠以一個程序或形式，使被傳達的資訊得

以被理解的能力，圖 8。注意力就像是大腦資料處理的管理員，用來防止大腦工作負荷過重，辨識事件是危機還是機會，或調整資訊來源的特定刺激因子。過於密集、過於稀疏的資訊，刺激性太低，心理狀態低落或疲勞都會限制注意力的能力。對於資訊未被正確解讀、對訊息內容沒有認知、分心、不能保持專心等都是注意力脫離（disengagement of attention）常見的狀況，注意力脫離會導致對訊息傳達的感知能力，但其實注意力脫離是一種正常的自然現象，重點在於從注意力上脫離後，需要多久的時間才能重新銜接回原先專注的事物上，是注意力上值得探討的課題。

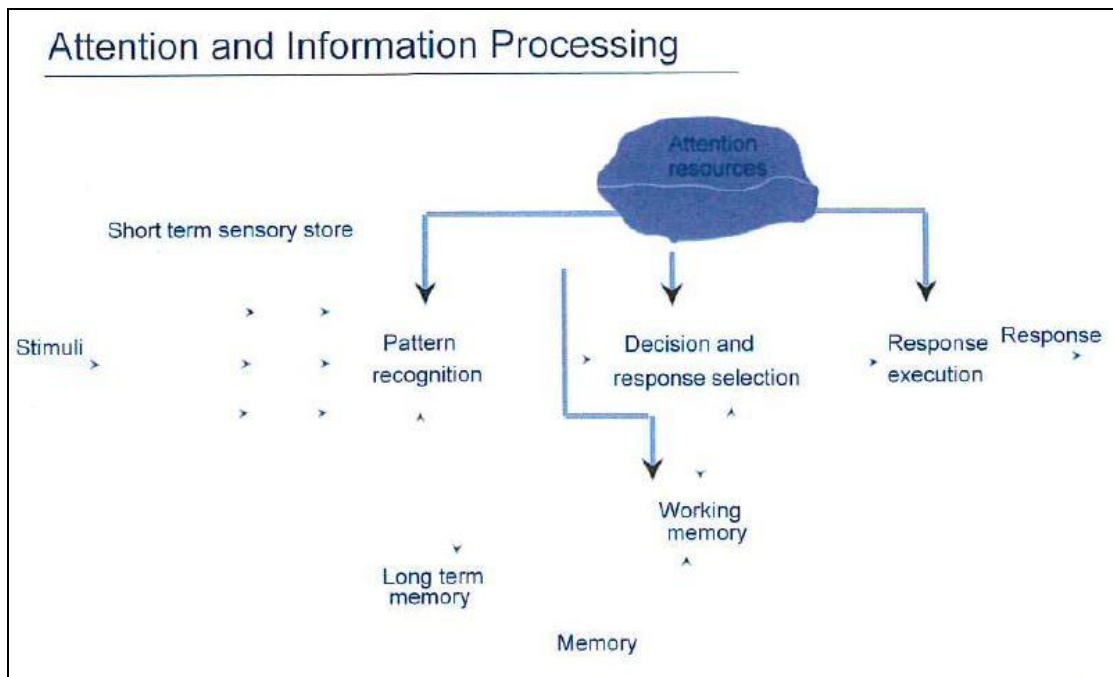


圖 8、人類的注意力與資訊處理過程

注意力可分為選擇性注意力、專注性注意力以及分散性注意力。

(一) 選擇性注意力 (selective attention)

是指能夠調整環境中特定的信息來源，減少資訊的來源數量，放大

特定重要的資訊，過程會有效的減少焦慮。可以有效率的大範圍掃描獲取有效資訊，但也因選擇性注意力並非獲取全面性完整的資訊，盡可能的將獲取的資訊整合，但必須確保選擇時不會漏了另一個可能也是關鍵的資訊。在使用選擇性注意力後，人們可以記得較多的事件特徵，較容易回想起事件當下如何判斷及決策的經過。

(二) 專注性注意力 (focused attention)

將注意力的配額都投注在小範圍的事物，聚焦在特定資訊來源上，並減少資訊來源的數量，甚至將外界其他可能有競爭性的資訊都隔離屏除，是專注性注意力常見的狀態。專注性注意的盲點容易出現在選擇的資訊是否為關鍵資訊。使用專注性注意力，在事件過後較不易回想當下的認知與決策的過程。

(三) 分散性注意力 (divided attention)

在同一個時間內，注意力可以分散於多處執行多項工作。將注意力分散於同時執行多項工作較容易對資訊的來源有足夠的認知或判斷能力，必須避免操作方法或流程同質性較高之容易混淆、難度太高的工作，並試圖盡量減少工作的數量及種類，若非必要不從事多工作業 (multitask)，如果必要執行注意力分散性較高的工作，善用自動化的管理或系統協助工作的完成。

在不同的情境下，依據個人本身的狀態，可能使用不同的注意力模式，為避免週期性或不可避免的「情境與注意力模式不恰當」，所以我們會透過人員、系統自動化(automation)或人機分工的方法，來協助我們將注意力搭接至較正確的模式，以及將注意力耗費至當下最需要的地方，減少無效注意力所造成的加速疲勞(fatigue)，有效的達到情境識別(situational awareness)，注意力的模式探討的不是是非性(correctness)，而是適當性(appropriateness)。

談到疲勞，形式上可以分為肌肉上的身體疲勞(physical fatigue)、意識上的精神疲勞(mental fatigue)以及情緒上的心理疲勞(emotional fatigue)，這些疲勞可以彼此獨立或同時存在，受個人的睡眠品質、習慣等內在因素以及藥物、酒精或咖啡因尼古丁等外攝物質等因子影響，當然還應亦是影響疲勞的一大因子。疲勞，是一個影響力強大隱形的殺手，對人的記憶力、注意力、警覺性、反應時間、情境識別、決策(decision making)及狀況處置都有影響的能力。

情境識別的過程裡，注意力在中間扮演著很重要的媒介，而操作者自身是否具有足夠的知識與技能，以及系統是否能有效的供給訊息，更是這一整個過程的基石，足以在每一個事件裡，辨識當下正在發生什麼事，是過去發了什麼事而導致，接下來又可能會有什麼事發生。

我們將識別的過程視作一組會發亮的燈泡電路，若有效的情境識別是通了電會發亮的燈炮，注意力是導通電流的線路，知識與技能是電力的來源，系統的訊息與協助就像是保險絲或繼電器般的提供著導通的迴路間的狀態訊息；縱使可能當下注意力的線阻，不是最佳

的狀態，但一個簡單的迴路，注意力容易導通情境的燈點亮，刺激視覺感官被察覺；但錯綜複雜的線路，需要大量的知識與技能，以有足夠的電流及電壓驅動負載，這樣的狀態下，心智負荷（mental workload）受載大，對於決策相對也較有影響。執行一作業所需時間（time require），以及執行該作業可使用時間（time available），將此比值定義為時間壓力（time pressure）為目前學者將心智負荷簡單地量化並定義的方法。在一個決策背後，當事人要盡可能的考慮整個事件的始末枝節，才不容易有決策錯誤的發生，但決策難度，容易在壓力（stress）下體現，壓力是一種超過穩定範圍所造成的擠壓，使事物將擠壓的力透過轉換成為另一種平衡的狀態，轉換的型態可以是位移、加速或其他的改變，在各類科學都有不同壓力的形態存在，時間壓力是人類身心理常見的壓力表現形態。適當的壓力可以維持系統有效率且正常的運作，過小或過大的壓力都不是理想的系統運作狀態，圖 9。

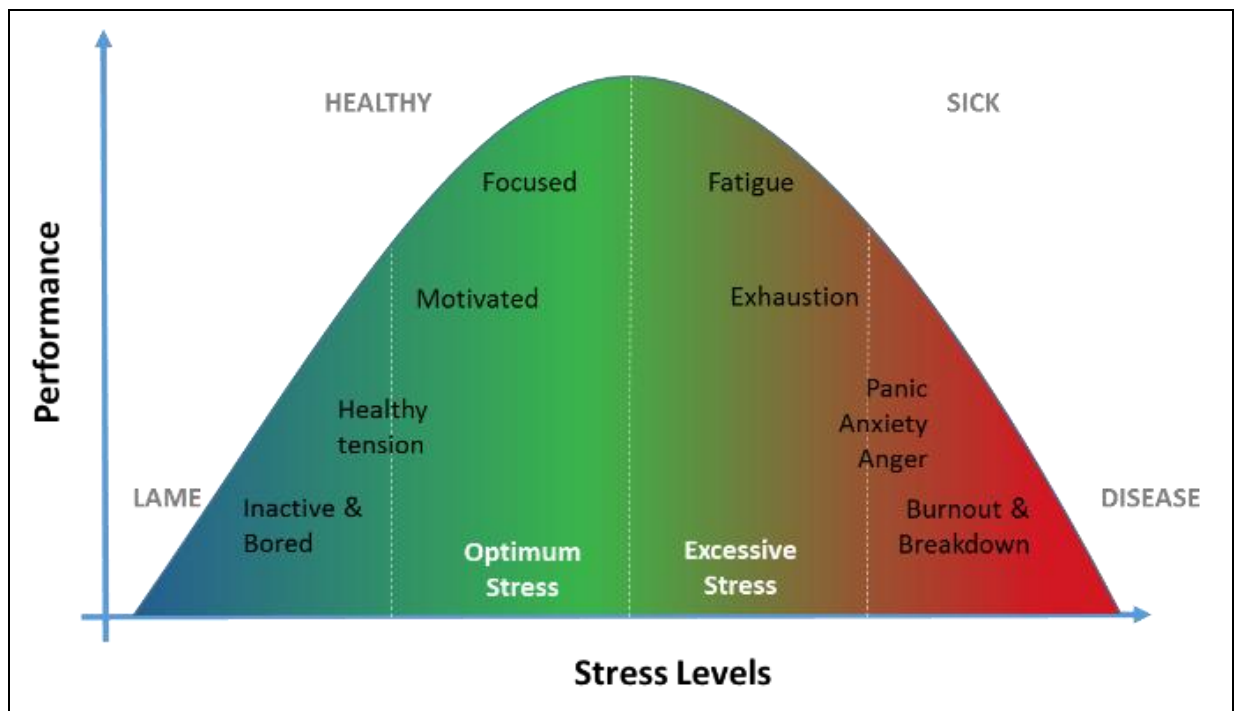


圖 9、葉杜二氏法則

決策的方法廣義來說，可以分為兩種，捷思型思考（heuristic thinking）模式與衡量型思考（compensatory thinking）模式。捷思型思考模式，指的是經由過去的經驗及下意識外速地對目標情境或事物作定義或反應，例如視覺腦補，人類大腦習慣將容易辨識為有系列或關聯性的圖像，自動作特徵相似性的規則串接，也許大腦幫圖像在時間軸上做了排序，也許大腦在一系列的圖像刺激後，自動的創造不存在圖像，為接下來可能產生的圖像做了可能性的預測，如圖 10 所示，在黑底正上方由左至右，看似是一個人是在做一連串有關聯性的跳躍動作分解圖，但再與黑底圖裡的人對照比較後，會發現其實兩區塊人物的動作是一樣的，但周遭環境設定裡的圖像脈絡（figure context）有些不同，大腦對圖像信息的解讀走向也可能不同。這一類的腦補行為，並不可恥，而是生物的正常反射動作，為的是作狀況識別，確認「Am I in danger?」作預先反應的準備，但資訊的不足或不正確，容易造成錯誤的腦補；衡量型決策則相反地緩慢透過資料蒐集、觀察分析及評估後，有意識的以相較之下較精準的過程作出決策。但這兩這之間其實並沒有絕對的劃分領域，衡量型思考以某種層面上來看，是以大量且精小的捷思型思考堆疊而成。決策的模式，探討的也並非是非性，和注意力一樣，探討適當性。

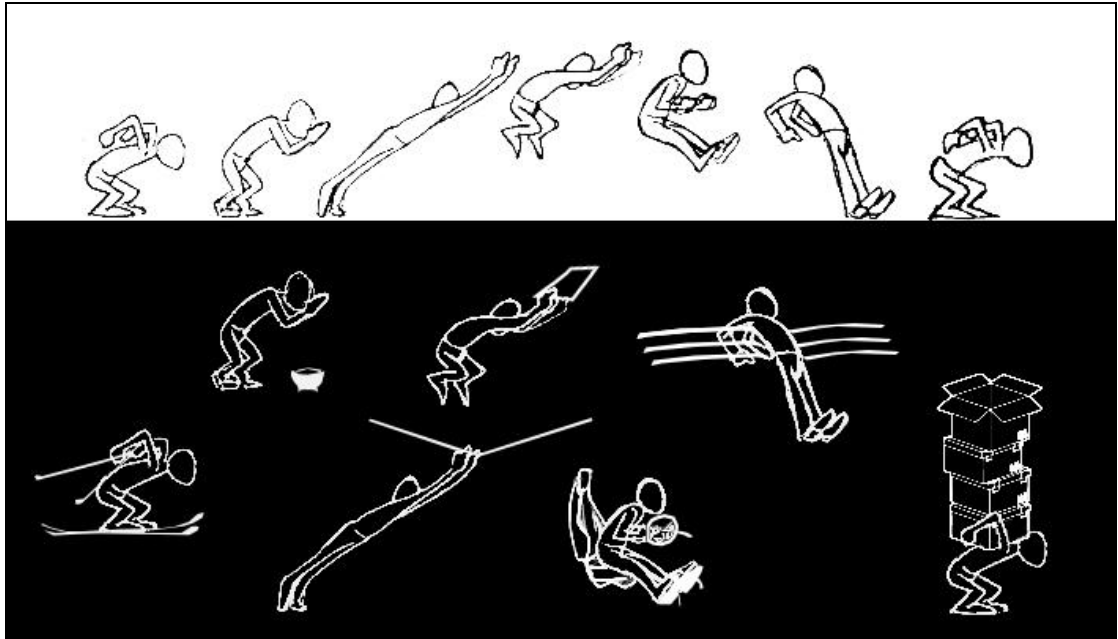


圖 10、大腦對圖像的想像預測

在有時間條件的情境下，決策的順序便有著輕重緩急，例如飛航操作時所使用的快速參考手冊（quick reference handbook），雖然在不同的機型裡，但通常本著相同的概念，當航機發生「非正常狀況的處理優先順序（non-normal condition priority）」為，緊急（emergency）程序 > 正常（normal）程序 > 不正常（abnormal）程序，圖 11，為的是優先處理反應時間較少的緊急狀況，使航機脫離危險後，保持航機到達正常且可操控的狀態，爭取更多得以處理後續較沒有立即危險，但需更多時間與空間執行系統失效釐清、分析及評估的後續決策。

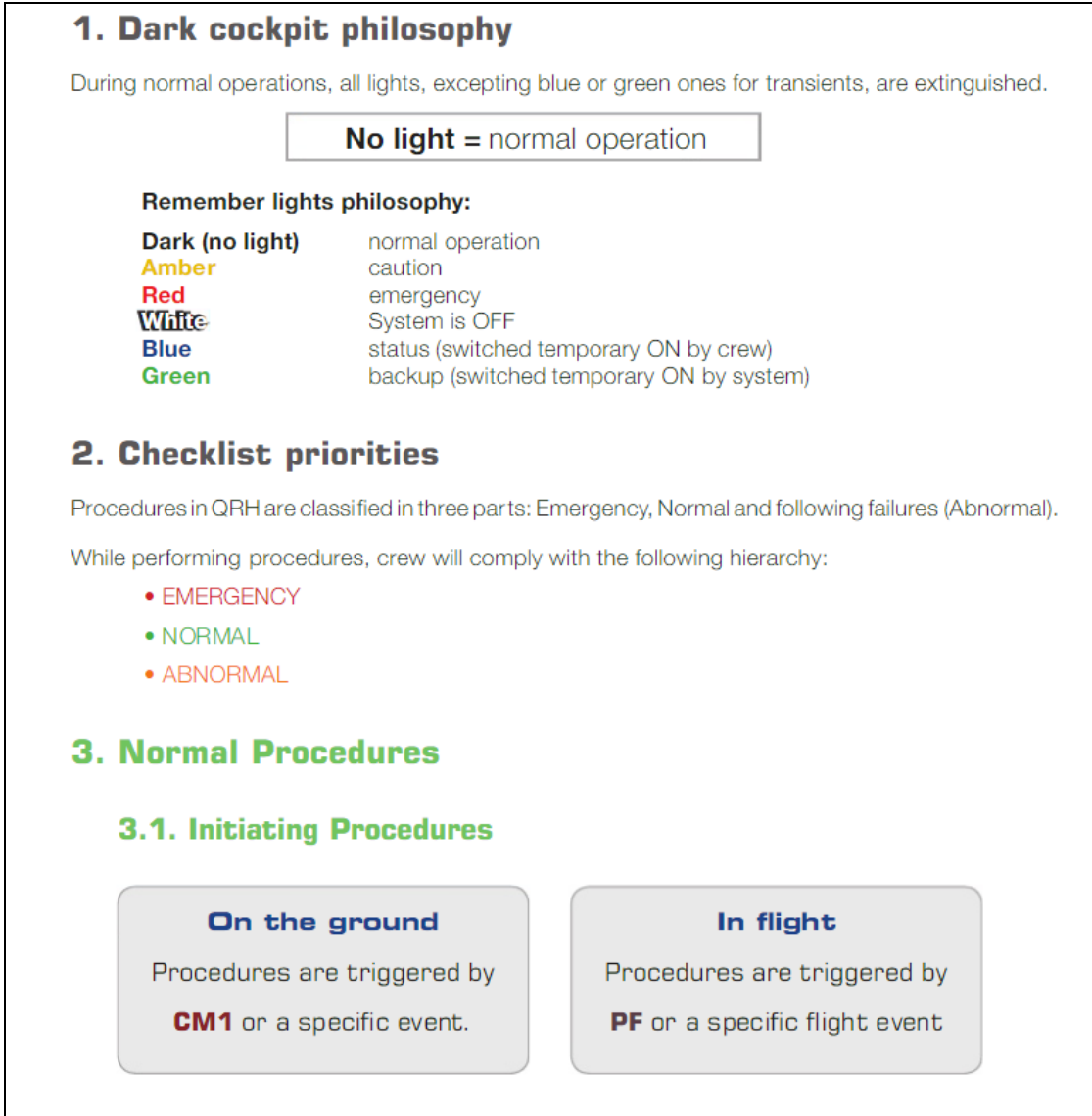


圖 11、快速參考手冊的處理優先順序方法介紹

人為因素探討人行為上的反應，也因為人類先天上的不足，需要透過自動化的工具或機器作為輔助，在人與機器之間，人因工程科學（Ergonomics）開始探討人機之間互動的介面，又稱人體工學。在希臘文裡，「Ergos」有工作之意，而「Nomos」則有自然、律法的意思，而在萬物在這自然的領域底下存在，就必符合、從順自然的法則，物競天擇，適者生存，達爾文以生物的角度切入進化論，解釋生物為適應環境的改變及生命的威脅而不斷進化，延續物種的生命力。而如本報告的開端所述，人類是自然的一部份，自然當然也

包含了人的錯誤，正因為人類有先天條件的限制，但人類生理上的進化速度可能目前遠不及人類大腦的智慧，也同樣的，一開始也是因為生存，人類開始懂得運用自然的材料，發明了工具，隨著時間的推進，工具也許改善了人類某部分的生活品質，但也可能帶來其他的問題，那些問題可以是小小不便利，也可能是可怕的災難。人們對工具的抱怨，堆積而成了使用者經驗(user experience, UX)，藉著以使用者為中心、生物性的測量學(Anthropometry)與生物力學(Biomechanics)等設計理論及原則，促進了工具的被進化，日漸改善的人與工具互動的模式，又稱使用者介面(user interface, UI)。

聞名於工業設計和互動設計領域的設計心理學大師，亦是開啟認知心理學的始祖唐納諾曼曾出版的大作「設計的心理學(中譯，原文為The design of everyday things)」，另有人譯作「人性化的產品設計如何改變世界」，書中主軸不外圍繞著產品的設計如何、為何出自於人性化，設計的目標除了將使用者可以使用、願意使用甚至需要使用的工具最佳化，另一個層面更探討使用者介面，不是強迫使用者改變自然的行為模式，去符合工具的使用方法，畢竟工具是被創造來解決問題，而非製造問題。現今的主流的設計理念，是以不超出自然、解決問題的需求範疇，卻能創造使用者更多額外價值的使用者經驗。好的設計，能夠改變這個世界。

工具的使用，包含歷經的整個過程，是必須被精密設計的，以自然的方式，彌補人類先天上的身心限制。兵學的鼻祖孫武曰：「工欲善其事必先利其器。」，不僅點出工具的重要性，「五事七計」中，道、天、地、將、法，指的是政治、天時、地利、將才、法制等亦需全面性的分析情勢，才得以正確作出決策，孫子強調：「故明君

賢將，所以動而勝人，成功出於眾者，先知也。」，必須「先知」已彼，「全知」情勢，才得「全策」以求「全勝」的運籌帷幄，正是企業組織內團隊資源管理（team resource management）中，有效的運用人力、設備或資訊等資源達到安全或及效率的操作系統架構。工具並不限定於實體的器具，凡是協助人有效的管理、溝通或協調分配的都是完善工事的器，人力資源管理（human resource management, HRM）、組員資源管理（crew resource management, CRM）、維修資源管理（maintenance resource management, MRM）等都是常見的組織資源管理系統，威脅與錯誤等風險，也是可以在可接受的範圍內透過有系統及邏輯的方法達到安全管理（safety management），圖 12。

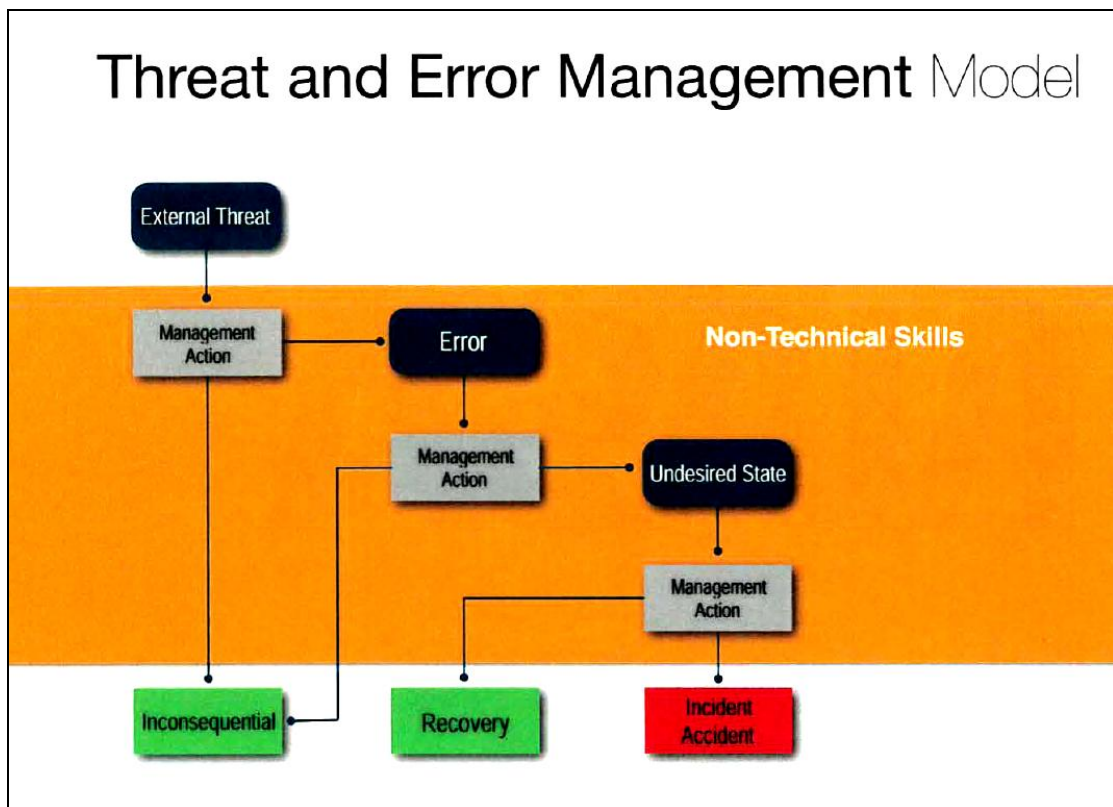


圖 12、威脅與錯誤管理模型

肆、結論

人為疏失，可以是無意的失誤，也有可能是有意的違規，一個事件的發生並非偶然，追尋探討著「如何犯錯」的我們，也可能有對「錯誤」的認知有迷思，甚是偏頗或謬見。能力最好的人，也可能犯著最嚴重的錯誤，其並非與當事人的能力有直接且簡單地與經驗多寡呈線性的關係，也與工作的難易度無直接且絕對的對應關係，當事人可能因操作工具、作業內容、操作環境、訓練或個人因素等特性，週期地的可能因上述因子，產生不同結果的錯誤，這之間有著系統性的關聯。個人的能力、努力及警覺性是最基本的，卻仍不足夠用以防範錯誤，導致嚴重意外的人為疏失，可能與我們日常生活中所見的錯誤是相同的，只是發生在不同的狀況條件下而已，探討人為的疏失，並不是一個調查事件的結論，而只是一個起始點，是什麼讓事件發生，才是最主要的問題根本所在。

提出起司理論的 James. T. Reason 曾說，錯誤（error）就像蚊子，你可以一隻一隻地消滅牠，但牠們仍會不斷的出現。他的意思是，如果你不找到滋生蠅蟲的溫床，進而將其清除，蚊蠅的問題是不會改善的。錯誤也是如此，是可以透過方法加以管控，在有效的風險控制範圍內讓錯誤盡可能的減少發生頻率，或有效的改變可能滋生錯誤溫床的條件與環境，杜絕發生的可能性，都是能有效改善錯誤被發生的方法。

明確的錯誤，常發生在最前線人員身上，通常反應時間較少也較具急迫性，相反的，那些造成設計、組織、訓練、維護上的失效，是長時間沉睡在系統裡，典型地由不當的管理或組織程序所產生的。舉報錯誤，也是一種能夠反映錯誤的有效方法，因為若身於不易被察覺的錯誤之中，將錯誤點出以防止憾事的發生是必要的，但也因這樣的行為常常被貼上洩密者、打小報告的標籤，對抗這樣無形的霸凌壓力往往需要很大的勇

氣與支持，因此建立「公正文化」(Just Culture)的管道是錯誤管理(error management)不可或缺的工具。系統性，或組織性的失效，並不是個人行為的不可靠，我們可以從個人的疏失著手找出錯誤點現象，再延伸至背後探討真正促使錯誤發生的系統性組織因素、情境或環境使然。人員與組織是兩大可以防範錯誤的主要成員，但水能載舟亦能覆舟，許多錯誤反映出了組織的問題，人的能力是有限度的，是不可改變的事實，也無法完全被消除，我們必須知道為什麼錯誤會被發生，透過改變其工作性質、程序、環境、情境等，彌補人類有限的的能力。

一個錯誤反映出一個事件或狀況，其即是一個增加風險的安全因素，安全因素會影響事故發生的可能性與嚴重性。Reason's model，指出一個事件的發生，必須歸咎於一連串的失誤或安全因素的產生，其中有一個安全因素不被發生，該事件便有可能不會發生，或有可能不會如此嚴重，也有可能其他的安全因素便不再存在了。從探討個人的身心、工具到團隊的系統運作，從科學、設計再到管理，在唯物論與唯心論間穿梭，這些都是前人的血淚，站在更前人的肩膀上累積下來的智慧，以人為中心的智慧。

世界主要先進國家的運輸安全調查單位，都以相同或相似的理論基礎發展各自的調查模型與方法，也各有相較下較技術純熟的部分。雖然人為因素的觀念已經被提出很久，也已有相當程度的研究及探討，但在調查上的應用，距離西方國家仍有進步的空間，期望在不久的將來人為因素的實務應用能發展出更有系統性的調查協助工具，使調查人員能更進一步在人為因素對事故調查的影響上有所貢獻。

伍、建議事項

建議與澳洲運輸安全局協調各項專業訓練，在經費許可下持續選擇合適課目送訓，利用受訓機會從中學習相關調查技術與知識，累積調查能量。