

報告（類別：訓練）

## 參訓台北 IATA 訓練中心『航空人為 因素課程』學習心得報告

服務機關：交通部民用航空局、中華航空公司、星宇航空公司

姓名職稱：林久平 飛航標準組 技士  
高全有 企業安全室 管理師  
麥筱笏 企業安全室 課長

派赴國家：台灣

課程期間：112 年 6 月 12 日至 112 年 6 月 16 日

報告日期：112 年 7 月

## 目錄

壹、摘要.....	1
貳、目的.....	2
參、上課過程.....	3
一、課程相關資訊.....	3
二、師資、學員介紹及課程配當.....	3
三、課程內容.....	5
(一)人為因素的含意.....	5
(二)航空人為因素、管理和組織.....	8
(三)航空作業中的人員表現.....	12
(四)疲勞及壓力.....	13
(五)人類資訊處理(Human Information Processing , HIP).....	15
(六)操作性決策(Operational Decision Making).....	15
(七)人為錯誤.....	17
(八)威脅及錯誤管理.....	18
(九)飛機駕駛艙及航空交通管制之資源管理訓練.....	19
(十)自動化、標準作業程序及檢查表.....	21
四、案例分析 (分組討論).....	25
(一)案例一：.....	25
(二)案例二：.....	26
(三)案例三：.....	27
(四)案例四：.....	27
肆、心得報告.....	28
伍、建議事項.....	30
陸、課程剪影.....	31

## 壹、摘要

飛安基金會推出了「航空人為因素」課程訓練計畫，旨在提升台灣航空運輸業的競爭力和安全性。該課程涵蓋了航空人為因素的定義、概念、歷史、管理和組織方法。同時，學員將深入瞭解航空作業中人的表現，包括情緒管理、認知處理和決策能力等方面，並學習如何有效管理疲勞和壓力，以確保航空安全。

課程還專注於人為錯誤和威脅管理，特別是在飛行操作、空中交通管制和機務作業等方面的應用。此外，學員還將了解組員資源管理、工作場所自動化和設計標準操作程序和檢查清單的方法。

通過參與這個培訓課程，學員將獲得針對航空人為因素的全面概述，並學習如何應用所學於實際安全調查活動，以提高航空作業的效率和安全性。飛安基金會致力於提供專業培訓，以推動航空業的發展並持續提升水平。

## 貳、目的

為了提升台灣航空運輸業的競爭力及安全性，台灣飛安基金會推出了「航空人為因素訓練」課程計畫，希望學員透過這個課程來了解人的行為與表現，探討人為因素對飛行操作的影響與管理，以提升航空安全。

今年，飛安基金會派遣三位民航業相關從業人員，分別為交通部民航局飛航標準組技士林久平、中華航空企業安全室安全部管理師高全有及星宇航空企業安全室航空保安組課長麥筱笏，前往台北國際航空運輸協會 (IATA) 訓練中心接受此課程的培訓，並提供學費補助。此次亦為飛安基金會首次送訓學員至台北 IATA 訓練中心，免除學員舟車勞頓之苦。這個措施旨在讓學員們透過學習，了解人為因素對飛安事件的影響，並在事件調查及改善措施提出方面有所幫助。

台灣的航空運輸業不斷發展，國際航空運輸協會(IATA)對台灣的實力也給予了高度的評價。由於台灣無法加入國際民航組織(ICAO)，因此台北 IATA 訓練中心的設立成為台灣民航業跟國際接軌的橋樑。除了台北之外，亞洲地區還有新加坡、香港、北京和上海等地也設有 IATA 訓練中心。

人因分析課程的目的在於讓學員學習人為因素分析及分類方法，能有系統地蒐集、分析、統計和歸類事故中人為因素之資料，以期找出人為疏失方面之重點改善及趨勢，並提出相關建議及預防改正措施，確保作業程序執行之有效性及正確性，提高作業安全性及減少因人為錯誤而引發事件之可能性，藉以增進作業人員之安全、避免危害產生及提升作業績效。例如，這個課程可以協助事件調查員或稽核員，在執行職務時納入航空人為因素的影響，找出真正的原因並提出改善建議，以預防人因所導致的危害或事故產生。

透過這個課程，學員們可以在不必負擔高昂的學費的情況下，參與 IATA 訓練中心所提供的專業課程，並學習最新的航空安全技術和知識。飛安基金會表示，這個舉措是為了讓學員們能夠更好地理解人為因素對航空安全的影響，並以此為基礎，提出改善措施，確保航空運輸業的安全和可靠性。此外，飛安基金會也希望透過這個計畫，鼓勵更多的民航業者參與這個課程，提高整個台灣航空運輸業的安全水平和國際競爭力。

除了人因分析課程之外，IATA 訓練中心還提供了許多其他的專業課程，例如航空安全管理與品質管理、航空網路安全、貨運運輸、機坪作業管理等等。這些課程都是由全球頂尖的專家和學者所設計和教授，並且符合國際民航組織(ICAO)的要求和標準。通過參加這些課程，學員們可以獲得最新的知識和技能，提高自己的職業素質和競爭力。

## 參、上課過程

### 一、課程相關資訊

上課地點位於臺北市松山區南京東路五段 343 號 8 樓之 3 的 IATA 訓練中心，上課期間為自 112 年 6 月 12 日(星期一)至 6 月 16 日(星期五)，共計 5 天。每天的課程安排為上午 9 時開始，下午 5 時結束。本課程的講師是 Rasul Razak 先生。

本課程的教學方式主要是講師口頭講解並使用簡報內容。透過引用相關案例和情境，有助於學員更深入理解理論和模型的實際內容。上課期間，學員可以直接向講師提問或反映任何問題。講師也會隨機點名學員回答問題。在講解相關內容後，講師會指定討論題目，要求學員組成小組進行討論。學員需要將討論結果以簡報的 PowerPoint 檔案格式通過電子郵件提交給講師進行評分。課程的最後兩天，講師將針對各組的回答情況進行討論和解說。最後一天，將進行課程內容的筆試測驗。

### 二、師資、學員介紹及課程配當

#### • 師資介紹

本次負責教授「意外事件調查分析訓練班」的講師為 Rasul Razak。他在馬來西亞航空擔任了 35 年以上的職務，從機務工程師到機種專業教師，再到安全主管。自 2006 年起至今擔任 IATA Associate Instructor，根據需求在 IATA 培訓中心和航空公司現場進行安全、品質管理、查核員培訓、事故調查和人因工程方面的課程。

#### • 學員自我介紹

上課前老師請大家自我介紹，藉此了解彼此的背景。本班共有 6 位同學，其中汶萊有 1 位，台灣有 5 位。

唯一的外籍學員 Ampuan Hamid 來自汶萊殼牌(Shell)石油公司，擁有獨立的直升機隊，負責運送該公司的人員至外海油田工作。Ampuan Hamid 在該公司擔任資深航管主管的職位，負責人員教育訓練及航空安全事宜。

其餘的同學大多數來自各航空公司。其中，來自台灣的 5 位同學分別是星宇航空企安室的麥筱筵課長、蔡易霖課長和宮翎豈資深飛安督導，中華航空企安室的高全有管理師，以及民航局飛航標準組的林久平技士。

• 課程配當表

Day 1	
Module 1	Course introduction
Module 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Introduction to aviation Human Factors <ul style="list-style-type: none"> <li>■ The difference between Human Factors and human performance</li> <li>■ The history and disciplines of aviation Human Factors</li> <li>■ The SHELL model of applied Human Factors</li> </ul> </li> </ul>
Day 2	
Module 3	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Human Factors, management and organizations Accident causation in complex systems <ul style="list-style-type: none"> <li>■ The “organizational accident”</li> <li>■ Concept of defenses explained in depth</li> <li>■ The Reason model</li> </ul> </li> </ul>
Module 4	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Human performance in aviation operations <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Workload in aviation operations and the importance of its management</li> </ul> </li> </ul>
Day 3	
Module 5	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Fatigue and Stress <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Causes, symptoms and effect of fatigue</li> <li>■ Fatigue Risk Management System</li> <li>■ Stress and its effects on operational performance</li> </ul> </li> </ul>
Module 6	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Human information processing <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Information processing and safety</li> <li>■ Influences on perception</li> </ul> </li> </ul>
Module 7	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Operational decision making <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Types of decision making</li> <li>■ The importance of cues</li> </ul> </li> </ul>
Day 4	
Module 8	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Human Error <ul style="list-style-type: none"> <li>■ A frequent dilemma</li> <li>■ The traditional view of error management</li> <li>■ The contemporary view of error management</li> </ul> </li> </ul>
Module 9	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Threat and error management (TEM) <ul style="list-style-type: none"> <li>■ The components of the TEM model</li> </ul> </li> </ul>
Module 10	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Resource Management Training <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Historical perspective</li> </ul> </li> </ul>

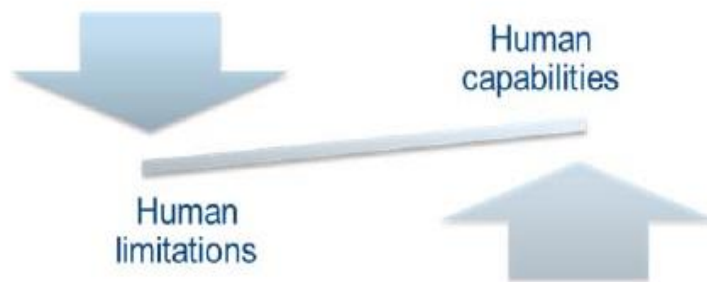
	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ The objective of resource management training in aviation</li> </ul>
Module 11	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Automation, Standard Operating Procedures (SOPs) and Checklists <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Implications of automation in aviation</li> <li>■ Automation in the flight desk and in air traffic management (ATM)</li> <li>■ The importance of SOPs</li> <li>■ Design of standard operational procedures</li> <li>■ Factors in procedural deviations</li> </ul> </li> </ul>
Day 5	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Exercise 1 to Exercise 4 Review and Discussion</li> <li>● Course Contents Review</li> <li>● Examination (1 hour)</li> </ul>

### 三、課程內容

#### (一)人為因素的含意

##### 1.航空人為因素導論

航空人為因素是航空領域中重要且不可忽視的概念。在此領域中，人的表現 (Human performance) 指的是能力和限制對航空運行安全和效率的影響。而人為因素 (Human Factors) 則是一個透過人文科學和系統工程整合的領域，旨在最佳化人與其活動之間的關係，並改善工作場所。



圖：人的表現(Human performance)

航空人為因素起源於人體工程學的研究，旨在提高工作環境中人員的效率。然而，過去的研究忽略了人的限制，將人類能力擴展到極限，使人適應機器。自 1970 年代以來，航空人為因素的研究已超越了操作設計，考慮到了物理工作環境、文件記錄、訓練和安全調查等因素。

航空人為因素的發展可追溯到相關重要事件，如 1975 年的 IATA 人為因素伊斯坦布爾會議、1976 年的 FAA/NASA 航空安全報告系統(ASRS)和 1988 年的國

際民航組織飛行安全和人的因素方案。1990 年代被稱為航空人為因素的「黃金時代」，產出了 CRM/TRM、安全報告程序、自動化、原因模型、跨文化問題、TEM、LOSA/NOSS 等概念。

如今，航空人為因素已成為航空業的核心學科，並整合到設計、訓練、操作和安全中，成為安全管理系統的一部分，以確保航空運行的安全和效率。

## 2.人為因素學科

人為因素學科涉及四個核心領域，分別為人體工程學(Ergonomics)、生理學(Physiology)、心理學(Psychology，包括社會心理學和組織心理學)，以及系統安全(System safety)。這些領域的相關內容說明如下：

人體工程學方面關注的是設計顯示和控制系統，包括動態和靜態顯示器，以及諮詢、警示和警告功能(Advisory, Caution and Warning)的設計和方式。諮詢、警示和警告系統需要遵循設計原則，以提醒操作人員注意狀況並指導適當的行動；顏色編碼在諮詢、警示和警告中扮演重要角色，用於區分不同情況和優先處理次序。

生理學方面考慮到疲勞、壓力和生物節律對操作人員的身體狀態和表現的影響，時差問題與跨時區旅行相關，可能導致疲勞和調整困難。

社會心理學和組織心理學則關注小組和組織在封閉環境中的表現，包括團隊合作、溝通、決策和領導等方面。

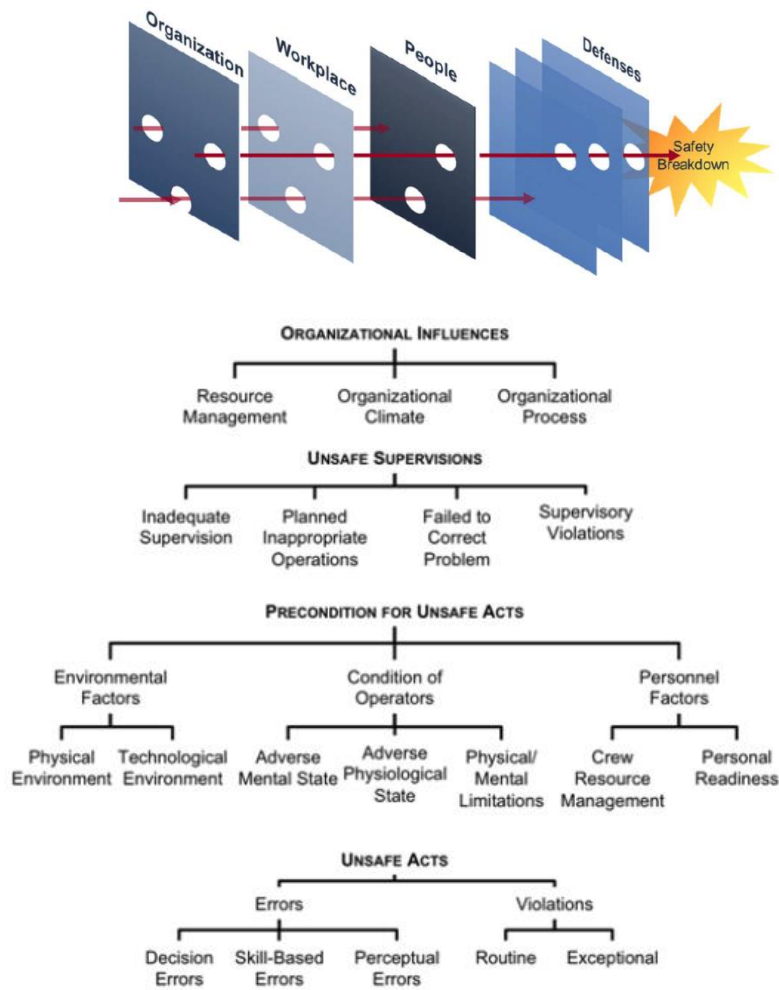
系統安全考慮噪音、溫度、壓力、振動和照明等因素對操作人員的影響。這些核心領域共同協助我們理解和最佳化航空系統中人為因素的作用。

## 3.人為因素分析和分類系統(HFACS)

人為因素分析和分類系統(Human Factors Analysis and Classification System，簡稱 HFACS)是由 Scott Shappell 和 Doug Wiegmann 博士開發的工具，用於航空事故中人為因素的調查和分析。該系統基於 James Reason 的瑞士奶酪模型，提供調查、培訓和預防工具。HFACS 將不安全行為分為無意的錯誤和故意違規，同時考慮環境、經營者和人事因素。該系統關注不安全監管和組織影響，包括監管不當、操作不當和組織文化。



## The reason model



圖：HFACS 系統

從認知心理學(Cognitive Psychology)的角度來看，經營決策可以區分為傳統的規範性決策和認知的自然主義決策。不論從傳統觀點還是認知角度來看，人類在安全方面的貢獻都是關注人的因素。在安全管理方法中，傳統觀點認為透過技術和培訓可以預防所有操作事件，然而認知角度認為無法完全預測所有事件的發生。

系統安全是航空工程學科中的一個領域，其關注點在於如何將安全納入航空系統的設計中。在航空領域中，干預措施的優先順序分為四個步驟(Four-step precedence of interventions)。這些步驟包括設計風險最小化(Design for minimum risk)、結合安全裝置(Incorporate safety devices)、提供警告裝置(Provide warning devices)以及制定程序和培訓(Develop procedures and training)。

總結來說，人為因素分析和分類系統(HFACS)提供了一個分析人為因素並預防事故的工具，同時考慮到環境、經營者、人事因素、不安全監管和組織影響。

在航空領域中，人類對安全的貢獻至關重要，而安全管理方法和系統安全也扮演著關鍵的角色。透過遵循優先順序中的四個步驟，我們可以降低風險並確保航空系統的安全性。

#### 4.SHELL 模型

航空領域中，人為因素的介入措施可以利用 SHELL 模型進行分類和理解。以下是對 SHELL 模型各個要素的解釋：

- (1) Liveware：人類是 SHELL 模型的核心要素，包括與人體相關的因素，如身體特徵、生理需求、感覺系統、訊息處理，以及環境和組織問題。
- (2) Liveware – Hardware：這指的是符合人體工程學的傳統界面，例如機組人員座椅設計、顯示器和控制設備。引入先進駕駛艙重新定位了該界面的重要性。
- (3) Liveware – Software：這涉及到人員和系統的非物理方面，包括程序、手冊、清單和符號等。事故調查後，相關問題往往變得顯而易見，例如清單的濫用和不遵守標準作業程序(SOP)。
- (4) Liveware – Environment：這分為自然環境和組織環境。自然環境包括氣壓、溫度、振動、噪音和照明等因素。組織環境則包括資源分配、責任和責任的定義，以及高層管理對安全管理的重視。
- (5) Liveware – Liveware：這強調了社會心理學的影響，包括組員資源管理(CRM)、線上導向飛行訓練(LOFT)和團隊資源管理(TRM)等。

#### SHELL model



在人為因素和安全調查中，我們可以使用檢查清單(Checklist)來根據 SHELL 模型的各個要素進行分類和評估。航空是一個複雜的社會技術系統，其中涉及多個相互作用的元素。航空系統包括飛行器、人員、程序、技術和環境等方面的組成部分，並受到社會、文化、經濟和政治等因素的影響。

#### (二)航空人為因素、管理和組織

## 1.社會技術系統

航空業是一個典型的複雜社會技術系統(Socio-technical systems)，其目標是提供服務並擁有精心設計的安全防禦措施。這些系統需要精確協調大量的人員和技術要素，以實現服務目標。透過事故因果模型，我們可以了解事故的多重因素和相互作用，從而改進航空業的安全性。

### (1) 社會技術系統中的事故

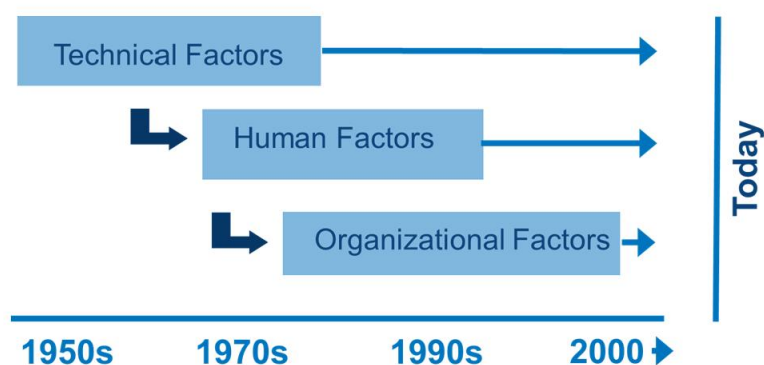
事故是多個促成因素的結合，每個促成因素都是必要的，單獨因素不能足以突破系統的防禦機制。重大設備故障或操作人員錯誤是促成或觸發事故的因素。此外，在管理領域中存在人為決策不足的問題也是事故的起因。

### (2) 事故因果研究(歷史方法)

過去的事故因果研究主要聚焦於操作人員的不安全行為以及符合法規要求與否，將失敗歸咎於未能安全執行。然而，隨著時間的推移，人們開始關注技術因素、人為因素和組織因素在事故中的作用。

### (3) 事故因果研究思維的演變：

- 1) 技術因素：在 1950 年代至今，對事故因果的關注主要集中在技術因素上。
- 2) 人為因素：在 1970 年代至今，人為因素成為事故因果研究中的重要領域。
- 3) 組織因素：在 1980 年代至今，組織因素開始受到越來越多的關注。這包括組織文化、管理結構和流程，以及對安全管理的重視程度。

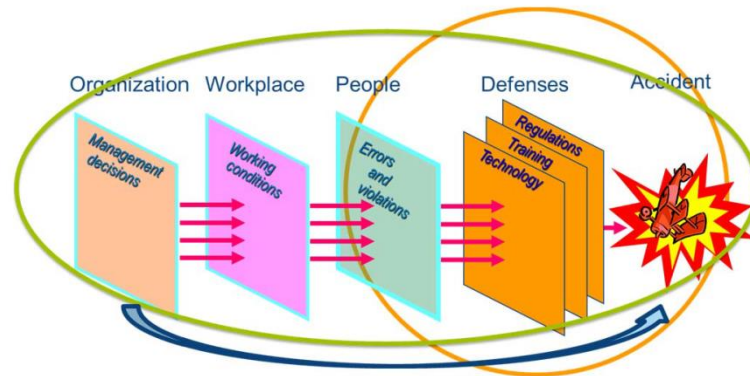


### (4) 事故通常是組織、工作場所、人員和防禦機制之間相互作用的結果：

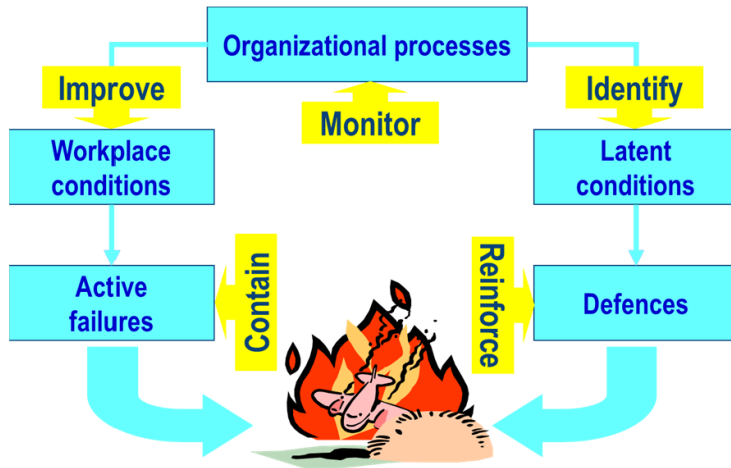
- 1) 組織：組織的管理決策對事故有直接影響。包括安全政策、資源分配、風險管理和執行策略等因素。
- 2) 工作場所：工作條件直接影響人員的效能。這包括工作環境、工時安排、工具和設備的可用性，以及工作負荷管理等因素。
- 3) 人員：錯誤和違規行為可能導致事故。人員的知識、技能、經驗、培訓和遵守程序等因素對事故發生的可能性有著重要影響。

- 4) 防禦機制：法規、培訓和技術等資源用於保護組織在服務交付過程中遇到的危險。這些機制包括標準操作程序(SOP)、檢查清單、安全設備和監測系統等，用於預防事故或減輕其後果。
- (5) 在進行事故因果研究時，以下幾點需要考慮：

## The organizational accident



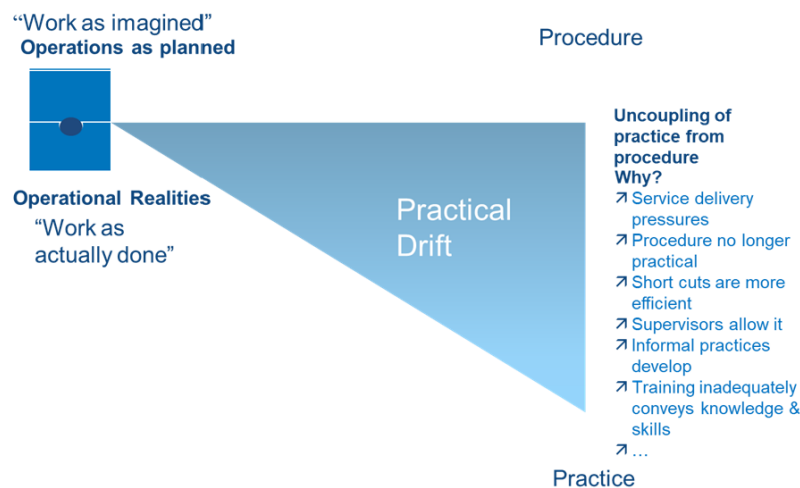
- 1) 監控組織流程：包括政策制定、規劃、溝通、資源分配、監督和預算等活動，這些是組織對事故有一定程度的直接控制權的領域。這些流程的有效性和適切性對於預防事故至關重要。
- 2) 識別潛在因素：這些因素包括設備和設施的狀況，以及偏差的常態化，它們是事故發生之前存在於系統中的條件，並由觸發因素顯示出來。識別和評估這些潛在因素可以幫助預防事故的發生。
- 3) 加強防禦措施：組織需要提供技術、法規和培訓等資源，以保護組織在提供服務過程中面臨的危險。組織需要提供技術、法規和培訓等資源，以保護組織在提供服務過程中面臨的危險。這些防禦措施包括安全設備、檢查清單、執行標準作業程序(SOP)等，用於預防事故或減輕其後果。
- 4) 改善工作場所條件：這包括人員的穩定性、資格和經驗以及士氣等因素，直接影響航空工作場所人員的效能。提供適當的工作環境、培訓機會和支援措施可以提高人員的工作表現和注意力。
- 5) 包容主動失誤：這指的是飛行員、飛航管制員、維修工程師、機場工作人員等的行動或不行動對系統造成的即時不利影響。在事故因果研究中，需要考慮到人為失誤的可能性，並找出改進措施，例如培訓和監控程序，以減少這些主動失誤的發生。



## 2.文化及航空安全

文化在航空安全中扮演重要角色，可分為國家、組織/企業和專業文化。組織/企業文化在工作場所建立可接受行為的範疇，對操作人員的安全報告產生深遠影響。有效的安全報告是實現安全文化的重要指標，具備提供準確訊息、願意進行報告、建立責任制、具有靈活性和學習能力的特徵。組織在組織和訊息管理方面有三種選擇：隱藏訊息、限制訊息和重視訊息。

安全報告對蒐集安全數據並改善操作相當重要。實際操作與計劃之間的偏離 (Practical Drift) 可能是由於服務壓力、不實用的程序、效率優先、主管允許、非正式的慣例或做法和培訓不足等原因引起的。成功的安全報告需要滿足報告者的願意、擁有知識和訊息、具備靈活性、擁有學習能力和建立責任制。



提供有效的安全報告需要進行報告者的培訓，簡化報告要求，提供及時且易於獲取的資訊回饋，同時保護報告者的身份，並解決報告中的問題。安全報告管理包括報告的撰寫、儲存、分析和資訊交流。

安全報告的最終目標是提供關於重塑操作的資訊 (Information to “re-engineer” operations)，其中包括建立新的防禦措施、引入額外的防禦措施以及軟性和硬性的防禦措施。安全報告計劃可以是強制性、自願性或保密性的，具體視情況而定。

### (三)航空作業中的人員表現

#### 1.工作負荷：

在航空業中，工作負荷(workload)對於人員表現具有重要影響，過高或過低的工作負荷可能導致操作錯誤。工作負荷指的是在特定時間內需要完成的工作量，而任務負荷(taskload)則是預期在指定時間內完成的工作量。任務負荷通常是明確的，但工作負荷則更具主觀性。組織會明確定義要執行的具體任務，包括工作量、完成時間及可用時間等，不同的人對於應對工作負荷的能力也會有所差異。

工作負荷可以從兩個方面加以說明，分別是超載(Overload)和低載(Underload)。超載指的是任務的心理和身體需求超過專業人員所能提供的能力，這導致表現下降。超載情況可能是逐漸發生的，也可能是幾乎即時的，而航空業的所有專業人員都可能受到超載的影響。低載則是指任務的心理和身體需求低於維持專業人員投入的所必需的水平，導致缺乏足夠的刺激來保持警覺，出現注意力不足、無聊和缺乏關注等情況。低載的情境包括夜班和低任務負荷等。

管理工作負荷的目標是實現超載和低載之間的平衡，這涉及多個因素，包括經驗、培訓、程序、完成任務所需的時間、自動化和工作時間表等。透過適當的工作負荷管理，可以確保人類在航空業中能夠保持高效且安全的表現。

#### 2.航空作業相關的特定人為因素問題涵蓋以下部分：

- (1) 在視覺錯覺方面，包括地形坡度和跑道坡度的視覺錯覺，可能導致操作人員對於坡度的感知與實際情況相比過高或過低。
- (2) 空間迷失感是指持續旋轉可能使人無法感受到轉彎的存在，加速時會產生上升或俯仰的感覺，而減速則可能產生下降或俯仰的感覺。
- (3) 噪音問題方面，任何不受歡迎的聲音都可能對聽力產生影響，改變血壓和心率，並引起頭痛和疲勞。此外，噪音也對溝通造成影響，航空業工作場所常被形容為「噪音工廠」，在減少噪音的策略中需要考慮成本效益和隔音措施對燃油消耗的影響。
- (4) 溫度對於人體的舒適度具有限制性，成功調節體溫取決於環境溫度和空氣流速(風寒效應)。在高於攝氏 30 度的環境溫度下超過 3 小時會降低人體的耐受度，同時，當皮膚溫度低於攝氏 18 度時，手部的靈巧性也會下降。噴射客機常處於低濕度環境，可能引起不適和脫水現象。
- (5) 壓力方面，如果機艙發生快速減壓，就有可能導致缺氧。在海拔 35,000 英

- 尺時，有效意識時間（Time of Useful Consciousness，TUC）約為 33 至 54 秒；而在海拔 40,000 英尺時，TUC 約為 16 至 27 秒。因此，為了確保飛行員能夠在發生快速減壓時及時戴上氧氣面罩，設計對應機制是至關重要的。
- (6) 照明問題中，眩光(Glare)指的是一種會引起不適的視覺狀態，降低對重要物體的辨識能力。眩光可能由光線的密度和極端對比引起，為了防止眩光，可以安裝補充照明或遮陽板。
  - (7) 振動問題指的是通過身體和振動結構之間的直接接觸傳遞的擺動運動。振動可能會影響視力，干擾神經肌肉控制，並導致疲勞。因此，在設計階段，減少振動是一項重要任務。這可以通過採取適當的減振措施和改善結構設計來實現。

#### (四)疲勞及壓力

疲勞和壓力對於航空業人員的表現具有顯著影響，因此被視為導致安全問題的原因之一。其中，疲勞被視為一種結果，其原因涵蓋了多種因素，包括睡眠和清醒狀態、休息質量以及任務要求等。了解睡眠生物學和警覺信號的重要性有助於理解疲勞的產生機制。此外，工作負荷也是決定疲勞程度的主要因素之一，因此，在工作計劃中應該重視工作負荷與睡眠之間的相互關係。

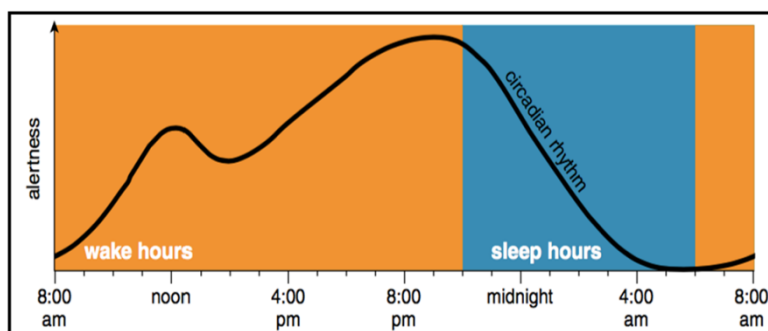
##### 1.疲勞的徵兆與影響

疲勞是航空業中常見的狀態，對身體、情緒和心理都有明顯的影響。身體上的徵兆包括想睡覺、點頭打瞌睡、眼皮沉重、揉眼睛、打呵欠等；情緒上可能表現為易怒、缺乏動力、疲憊無力、缺乏活力、沉默寡言和內向等；心理上的徵兆則包括犯錯、難以做決策、注意力不集中、溝通困難、記憶力減退和反應時間延遲等。

疲勞與警覺度密切相關，疲勞加重會導致警覺度下降，這是航空人員疲勞管理的基礎。不僅飛行員，維修人員、調度員、售票員、行李處理員和地勤人員等也都受到影響。

在航空業中，疲勞的重要性尤為突出，它可能導致以下問題：忘記或忽略正常的檢查和程序、回歸到舊習慣、忽略或遺失連續工作任務的元素、對單一任務過度關注並降低警覺度、常規任務執行不準確或遺忘、心理動作表現不正確、忽略設備故障的症狀，以及對運營事件的記憶不準確等。

## Circadian rhythms



### 2. 疲勞管理

疲勞管理在航空業中扮演著極其重要的角色。航空業是一個 24 小時運作的行業，但人類並非為應對航空業典型的工作條件而設計。航空業具有一些獨特的特點，包括常規的夜班工作、輪班工作、不規律的工作時間表、長時間工作日、早期報到時間、減少的睡眠機會和離開基地休息等。

疲勞風險管理系統(Fatigue Risk Management System, FRMS)是一種基於實證的安全管理方法，專為航空業而設計。它提供了一種解決疲勞問題的替代方法，不僅僅依賴於傳統的勤務時間限制。FRMS 基於實驗室和工作場所(如駕駛艙和航空交通管制中心)的科學研究成果，並應用了現有的基於證據的思維，以促進培訓和安全。

國際民航組織(International Civil Aviation Organization, ICAO)制定了 FRMS 的框架和標準，其中包括 FRMS 政策和文件、風險管理過程、保證過程以及相關的推廣過程。ICAO 的 FRMS 標準已納入了傳統的勤務時間限制，並制定了相應的指導資料，如《FRMS 規範手冊》(文件 9966)。

### 3. 壓力管理

壓力是對於具有威脅性或具挑戰性情境的反應，包括身體的警戒狀態和對情緒或身體威脅的反應。壓力是生物性的自然反應，可以是積極的，激發行動的條件，但一旦超過臨界點，就會變成負面的影響。外部壓力源包括環境因素，例如溫度、噪音、擁擠等，而心理社會壓力源包括工作衝突、時間壓力、低滿意度等。

管理壓力可以從組織層面和個人層面進行。在組織層面，領導力、流程規劃、培訓等方面都能夠幫助管理壓力。每個人對於壓力的反應各有不同，因為壓力是個體所決定的，因此重要的是了解個體是否能夠控制壓力，或個體能否掌控壓力。在組織層面上，透過領導力、流程、工作組織、訊息系統以及培訓等方面，可以幫助管理壓力；而在個人層面上，識別壓力並學習應對壓力的技巧也是非常重要

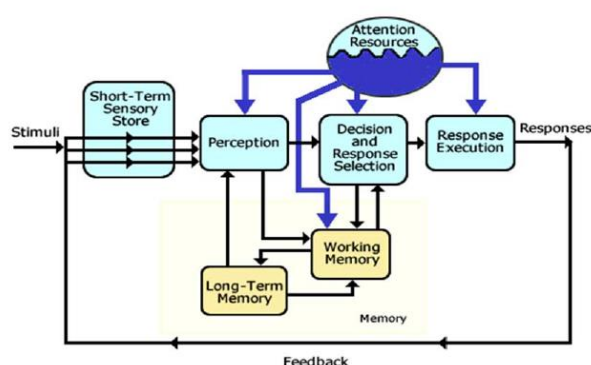


的。

## (五)人類資訊處理

人類資訊處理(Human Information Processing, HIP)是指對人類感官輸入進行詳細說明、儲存、恢復和使用的過程。這個過程讓人們能夠察覺及理解情境、理解及記住經驗、與他人溝通以及控制行為。人類在資訊處理中扮演著主動的角色，HIP 與整體人類表現和運作決策有關。理解資訊處理是與安全相關的重要人因議題，因為資訊處理不足已經導致許多航空事故。資訊處理的起點是知覺，類似於電腦中的大腦。大腦就像一個「黑盒子」，接收輸入，對輸入進行內部處理，並提供表現和行動作為輸出。

### How information is processed



記憶是我們保留有關經驗的資訊的能力，它包括獲取、記錄和編碼資訊，以及儲存和檢索資訊。記憶對於學習至關重要。短期記憶(Short-Term Memory, STM)也被稱為工作記憶，它具有有限的容量，大約能夠記住7個左右的元素(加減2個)。我們可以將這些元素結合成「組塊」(chunks)，以擴大我們的容量。長期記憶(Long-Term Memory, LTM)具有無限的大小和儲存時間，它儲存了語義訊息和程序性訊息，這些訊息永遠不會被遺忘。

## (六)操作性決策(Operational Decision Making)

### 1. 決策類型

決策是資訊處理的關鍵產出。在多個選擇中做出決策時，受到以下因素的影響：可用的選擇相關資訊、做出選擇的時間限制以及與選擇相關的不確定性水平，決策類型如下：

- (1) 規範性決策(Normative)：基於規則進行決策。
- (2) 規範指導性決策(Prescriptive)：基於決策輔助工具進行決策，規範指導性決策要求取得並處理所需的所有資訊，以得出最好或最優的決策，其中

兩個例子是 DECIDE 和 FORDEC。

## Decide

- **D** Define the problem
- **E** Establish the criteria
- **C** Consider all the alternatives
- **I** Identify the best alternative
- **D** Develop an implement a plan of action
- **E** Evaluate and monitor the solution and feedback when necessary

## Fordec

- **F** Facts
- **O** Options
- **R** Risks and benefits
- **D** Decision
- **E** Execution
- **C** Cross check

- (3) 自然決策(Naturalistic)：基於專家如何做出決策，自然決策是基於專家決策者的經驗，例如消防員、軍事人員、空中交通管制員和飛行員等。
- (4) 基於識別的決策(Recognition-Primed Decision, RPD)：專家擁有一系列例子或案例，根據環境中的線索識別相似性，選擇「最相似」的案例，這種決策方法中，專家通常通過猜測行動的合理性以及想像從選擇中產生的行動是否合理來做出決策，經驗在這種決策方法中有著重要作用。

## 2. 偏見

偏見是一個通用的術語，用來描述人類思維中的偏差，它很難被消除，並會導致感知失真、不準確的判斷或不合邏輯的解釋。偏見是指你認為是正確的原因，實際上卻是錯誤的根源。

在日常生活中，我們經常會遇到各種常見的偏見。其中，群體偏見(Bandwagon bias)指的是因為其他許多人這樣做，所以我們也跟隨行動(群體思維)。確認偏見

(Confirmation bias)則是指尋找證據或線索，以證實自己已有的預設觀念或假設。另一個常見的偏見是可得性偏見(Availability bias)，即使用最近可得的資訊來做判斷或決策。

在實際操作中，有兩種偏見占主導地位。可得性偏見是指使用最容易想到的解釋來解釋情況，可能會忽略或忽視矛盾的線索。時間壓力和高任務工作量都有助於可得性偏見的產生。另一種偏見是確認偏見，即在面對明顯的情況變化時，仍然堅持執行原始計劃的傾向，特別是在接近結束時。

### (七)人為錯誤

人為錯誤在航空領域中是一個常見的問題，尤其在航空事故中，有 70% 的事故是由操作性錯誤引起的。對於這個問題，存在著兩種可能的觀點，一種是將操作性錯誤視為事故的直接原因，另一種是將操作性錯誤視為問題的結果。

將操作性錯誤視為原因時，我們會考慮一些因素，例如失去情境意識、違反程序、不遵守規範、不當處理等。這些操作性錯誤被視為操作人員的「選擇」，即將錯誤視為一種選擇，這種觀點常常是調查的結論。

另一方面，將操作性錯誤視為結果時，我們會考慮更深層次的因素，如技術的適當性、程序的定義、操作環境和組織環境等。這些操作性錯誤被視為更深層問題的症狀，調查的起點。操作性錯誤的兩種觀點對於理解和預防人為錯誤都有其價值，但需要綜合考慮系統層面和操作層面的因素，以提高操作的安全性和效率。

傳統觀點認為操作性錯誤主要由不可靠的操作人員引起，他們稱之為「壞蘋果」。為了防止這些人對航空系統的安全性造成影響，提出了三個支柱。首先是加強程序及填補監管漏洞、過度規範程序和監管及減少人員操作的範圍。其次是引入技術，例如機器監控或取代人員。然而，這些方法可能會導致錯誤轉移到技術層面，並未解決人為錯誤的根本問題。第三個支柱是取代「壞蘋果」，即降職或懲罰表現不佳的操作人員。雖然這種方法容易實施，但只解決表面問題，未能解決根本問題。

安全調查的目的是找出「不專業」行為的證據，揭示「錯誤」決策和偏離書面指導的情況，並將責任歸咎於表現不佳的操作人員。然而，將調查結果僅歸結為一個根本或主要原因可能過於簡化，因為事故發生往往涉及多個因素的相互作用，選擇在何處停止進一步尋找根本原因是一個重要的決策。

當代觀點認為航空系統並非絕對安全，而是依靠人們在壓力和不確定性下的

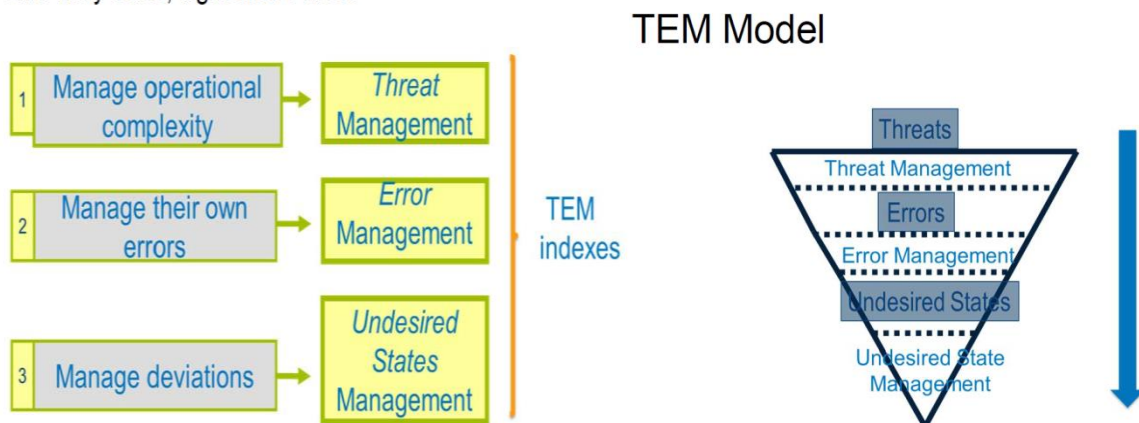
「即興思考」來創造安全。他們認為複雜系統中的操作性錯誤與操作環境的特徵密切相關。當代觀點將操作性錯誤視為安全調查的起點，並關注以下問題：技術、程序以及操作環境的確定性或不確定性。這些問題提供了了解操作環境中存在問題的視角。

安全調查的目的是首先確定當時操作人員所知的事實，構建出他們的「內在本能」觀點，並確定操作情境的樣貌。其次，該調查旨在瞭解事實感知與實際情況之間的差異。另外，安全調查的結果並不僅僅關乎個人，也不依賴於加強監管和程序。相反地，它們謹慎對待引入新技術，並專注處理組織決策、操作條件和技術特點等因素。

### (八)威脅及錯誤管理

威脅與錯誤管理(Threat and Error Management, TEM)是指在航空飛行操作中，外部因素增加了操作的複雜性，這些威脅不是由飛行員的錯誤引起，而是需要飛行員管理以維持安全。威脅包括環境威脅、飛機威脅和航空公司威脅；錯誤則是指與期望不符的偏差，包括操作錯誤、程序錯誤和通訊錯誤。TEM 的目的是識別、評估和管理威脅和錯誤，確保飛行操作的安全，提高對危險因素的識別能力並採取相應措施維持飛行安全。

• On a daily basis, flight crews must



#### 1. TEM 在航空交通管制(ATC)中是重要的概念

威脅是指航空交通管制員(ATCO)無法影響的事件，這些事件增加了操作的複雜性，需要被管理以維持安全餘地。威脅包括航空交通管制員無法直接控制的外部因素，如天氣變化、交通流量增加或航空器技術問題等，它們對飛行操作產生潛在風險。另一方面，錯誤是由航空交通管制員的行動或不作為導致偏離組織或個人期望的情況。這些錯誤包括設備操作錯誤、程序錯誤和通訊錯誤。航空交通管制員需要識別、評估和管理這些錯誤，以確保航空交通的安全運作。



## 2. 處理客艙外部威脅

在正常飛行期間，客艙組員需要處理來自客艙外部威脅，這些威脅增加了客艙作業的複雜性，並構成安全風險。這些威脅包括時間壓力、飛機空中轉降、駕駛艙事件、飛行員失誤/失能、維修或地勤人員的錯誤、飛機問題以及乘客問題等。客艙組員需要識別這些威脅，並採取相應的措施，以確保客艙作業的安全。他們需要適應這些外部因素，並適時應對，以確保客艙作業的順利運行和乘客的安全。同時，組織需要提供適當的培訓和支援，以確保客艙組員能夠應對各種情況，確保飛行安全。

在錯誤方面，客艙組員的行動或不作為可能導致與組織或客艙組員本身的意圖或期望有所偏差。這些錯誤包括程序錯誤、溝通錯誤和技能不足。程序錯誤可能涉及錯誤的程序執行或操作步驟的疏漏。溝通錯誤可能包括不清晰的口頭溝通或訊息傳遞的錯誤。技能不足可能影響客艙組員在特定情況下的操作能力。

### (九)飛機駕駛艙及航空交通管制之資源管理訓練

#### 1.航空資源管理訓練

飛機駕駛艙及航空交通管制的資源管理培訓是航空業中重要的培訓領域。這些培訓通常以人為本，介入人為因素，包括組員資源管理(CRM)、團隊資源管理(TRM)、維修資源管理(MRM)和簽派資源管理(DRM)等。這些培訓的直接目標是提升團隊的表現，終極目標則是避免操作上的錯誤發生。

然而，我們需要注意的是航空團隊的表現受到組織背景的影響，其中包括組織的願景、價值觀、公司和專業文化，以及角色和責任定義等。這些因素在航空業中扮演著重要的角色，並對團隊的運作和表現產生深遠的影響。因此，在培訓和發展計劃中，組織應該重視這些因素，並確保它們與人為因素培訓的目標和原則相一致，以確保團隊能夠以高效、安全和合作的方式運作。

## 2.組員資源管理(CRM)

組員資源管理(CRM)是一種應用人為因素的訓練，其直接目標是發展航空機組人員的知識、技能和態度，以有效管理可用資源，提升團隊合作，並最終達到管理飛機駕駛艙和客艙中的操作錯誤，確保飛行安全的目標。

### (1) 簡要歷史：

在 1970 年代，由於一些引人注目的事故，人們開始關注飛行組員的技術和技能之外的事。同時，人們也對訊息處理方面提出了質疑，認為機長在判斷和決策方面存在不足之處。在這段時間內，開始關注團隊合作和機長領導能力，並引入了「資源管理」的概念，將商業管理談判實踐應用於飛機駕駛艙環境中。

隨著時間的推移，CRM 得到了進一步的發展。最初是一個自願計劃，但在 1990 年代，越來越多的民航機構開始要求強制培訓。CRM 的應用範圍也擴展到航空業的大多數專業，不再僅限於飛機駕駛艙。此外，國際民航組織提出了人為因素培訓的要求，包括人類表現培訓和威脅與錯誤管理(TEM)培訓。

### (2) 訓練內容及目的：

CRM 培訓的典型內容包括團隊合作、溝通、監控和交叉檢查、領導力等。一般的 CRM 架構包括初始培訓、運營商特定培訓及定期培訓。初始培訓涵蓋基礎內容，運營商特定培訓則根據機型和操作角色進行訓練，定期培訓則在一定的時間段內複習初始課程的內容。

CRM 的目的是在增強機組人員的團隊合作和溝通能力，以應對各種操作情境。它是一種培訓策略，旨在幫助飛行組員進行錯誤管理，學習如何識別和解決問題。

## 3.自組員資源管理(CRM)延伸至團隊資源管理(TRM)

團隊資源管理 (TRM) 是從原始的駕駛艙/客艙組員資源管理培訓演變而來的項目。其目的是透過最佳利用所有可用資源 (人員、設備和訊息)，改善空中導航服務提供者 (ANSPs) 的操作安全性和效率。TRM 的主要目標是減少或最小化團隊合作錯誤對航空交通管理系統運作的影響。

TRM 培訓的典型內容包括團隊合作、團隊角色、領導力、錯誤管理、溝通、情境感知、決策、壓力管理以及新自動化的影響。此外，TRM 的好處包括減少團隊合作相關事件、提高任務效率、改善人員資源的利用、提高航管團隊合作的連續性和穩定性、提高作為更大且更高效團隊的一部分的工作感受，以及增加工作滿意度。

## (十)自動化、標準作業程序及檢查表

### 1.航空自動化

#### (1) 航空工作場所自動化的概念：

在航空領域中，飛機駕駛艙自動化將原本由人員執行的任務分配給機械設備，包括警告及提示系統替代人類的監控及決策。引進航空工作場所自動化有四個主要原因，包含技術可用性的增長、消除操作錯誤來源、提升經濟效益以及減輕工作負荷。隨著自動化元件的不斷發展，它們逐漸被引入工作場所，並與非自動化元件共同使用，以逐步提高工作效率。

#### (2) 自動化設計方法：

自動化設計方法可以以技術為中心或以人為中心。技術為中心的設計方法是隨著時間的推移，新的自動化技術被逐漸引入並應用於工作場所。這種方法將工作場所視為不同系統的匯聚點，並提升各個系統和相關的顯示和控制。設計者的關注點在於確保設備安裝在指定的空間內，並期望人類能夠適應這些技術。

相比之下，以人為中心的設計方法將人類置於技術引入的核心。這種方法將工作場所系統和操作者的需求進行集成，並考慮到基本的人類表現。它透過整合不同的技術組件，評估技術組件與操作者之間的界面，並將技術組件和操作者的需求整合成一個功能實體。在這種方法中，技術被調整以適應人類的需求，而不是讓人類去適應技術。

自動化設計方法可以逐漸引入新的自動化技術，也可以以人為中心地將人類需求納入設計考量。選擇適當的設計方法可以確保自動化系統在航空工作場所中的有效運作。

#### (3) 自動化相關問題及關注事項：

- 1) 系統狀態認知：操作者需要瞭解自動化系統的能力和在特定操作情況下的表現，以確保對系統狀態有所認知。
- 2) 介面設計：自動化系統應該能夠輕鬆適應不斷變化的操作條件，良好的介面設計能提供方便的操作環境。
- 3) 回歸手動控制：即使在沒有電腦支援的情況下，操作者仍需要保持處理技術的能力，以便在需要時能夠回歸手動控制。
- 4) 自動化引起的團隊協調變化：自動化可能會對團隊協調產生影響，觀察到的人類行為 vs. 「隱藏的」自動化行為。
- 5) 過度依賴：操作者可能會因為過度依賴自動化系統而不願意接管控制權。
- 6) 不信任：操作者對於情況的評估可能與自動化系統的評估存在差異。
- 7) 模式混淆和模式誤用：自動化系統提供多種模式，但它們之間可能存在微妙的差異，容易造成混淆和誤用。

8) 易發生嚴重錯誤：自動化系統可能忽略小錯誤，但同時也為發生重大錯誤創造機會。

#### (4) 飛機駕駛艙自動化：

飛機駕駛艙自動化的重要特點包括玻璃駕駛艙設計、飛機駕駛艙中顯示器的內容是由電腦產生，飛行員與飛機之間的控制和資訊傳輸是透過自動化系統進行。自動化設計的前提是人類和電腦正常運作，但問題通常出現在人類和電腦在操作環境中的介面處。

飛機駕駛艙自動化的關鍵領域有四個：飛行管理系統(FMS)的重要性、FMS和操作錯誤的性質、飛行員的模式認知以及飛行艙自動化和飛行員的協調。

#### (5) 飛行管理系統(FMS)：

FMS 是飛機駕駛艙自動化的核心，其徹底改變了資訊傳輸方式，成為飛行組員與飛機進行基本交流的核心。它連接著處理飛機飛行路徑的各種電腦系統，並且可以透過鍵盤或直接在模式控制面板上下指令進行編程。

FMS 對操作錯誤的影響是它可能將操作錯誤的後果被延遲以後才會出現，資料輸入是在飛行之前進行的。這意味著資料輸入錯誤可能在飛行進行了許多小時後才被發現，這樣一來，飛行組員可能會很難將幾個小時前的輸入錯誤與目前的情況聯繫起來。

機組人員的飛行模式意識對於航班的安全至關重要。飛行模式指示器(FMA)被用來顯示當前的飛行模式，然而，它也存在一些限制。這些限制包括多種模式選項、可用模式數量眾多以及模式之間存在微小差異等。此外，模式訊息的清晰度和變更也可能會弱化機組人員對正確模式的認識。這可能會導致機組人員對當前的飛行模式缺乏清晰的理解和意識，增加了操作失誤的風險，從而對航班的安全構成威脅。因此，機組人員需要對 FMA 進行充分的培訓和了解，以確保對當前飛行模式的正確理解和運用。



#### (6) 飛行員模式認知：



### 1) 飛行模式指示器(Flight Mode Annunciator, FMA)

FMA 是用來顯示飛行模式狀態的工具，其中包括多個可供選擇的模式、可用的模式數量、模式之間的細微差異以及訊息的清晰度和模式變更所帶來的困難。這些因素都會影響飛行員對正確模式的認知。

### 2) 模式認知和操作錯誤

根據操作經驗的結果顯示，飛行員往往不會頻繁查看 FMA，也不會口頭表達模式的變化。一項於 2003 年的實地研究顯示，有 40% 的 FMA 模式轉換沒有被查看。而且，只有 6% 的 FMA 模式變化在飛行員查看 FMA 後，才通知另一飛行員。這些結果表明，機組人員對於 FMA 的模式變化可能存在意識不足的問題。

### 3) 機組人員協調

在航班中，機組人員需要協調進行各種各樣的任務，並確保航班的安全和順利進行。然而，這些任務卻存在一些區別。飛行員執行的功能通常是可以觀察到的，例如操縱飛機和維持航向。而自動化執行的功能則更隱藏，很難進行觀察和監控。此外，機組人員之間的口頭溝通也相對較少，這可能會增加溝通錯誤和操作失誤的風險。因此，機組人員需要學習如何有效地協調和溝通，以確保航班的安全和順利進行。

## (7) 承諾及現實：

在駕駛艙中，自動化系統的引入旨在減少飛行員在特定飛行階段執行某些任務所需的工作量，減輕他們重複、單調或無意義的任務負擔，並在例行任務中支援飛行員的決策製定。然而，實際上自動化系統並不能完全消除錯誤和工作負荷，相反，它改變了錯誤和工作負荷的性質，以前由“執行”錯誤所引起的問題現在被由“思考”錯誤所取代。自動化減輕了工作負荷，但這只在工作負荷已經較低的情況下（在例行/正常情況下）有效。而在異常情況下，自動化反而增加了工作負荷。此外，自動化不能替代飛行員的工作，只是改變了他們的工作性質。因此，飛行員需要學習如何適應自動化系統，以確保駕駛艙的安全和順利進行。

## (8) 航空交通管制自動化(Automation in Air Traffic Management, ATM)：

現今的 ATM 系統支援管制員的自動化，包括雷達資料處理、電子資訊顯示器、電子航班標示條(Electronic flight strips)、Mode S 航空下行參數 (Mode S down-linked airborne parameters)、短期衝突警示(Short Term Conflict Alert)和中期衝突偵測(Medium Term Conflict Detection)等。此外，還有進離場管理、基於時間的隔離支援工具、航空訊息處理系統和航空訊息管理等工具。這些技術和工具的引入，可以提高管制員的效率和準確性，同時減少人為錯誤的風險。

ATM 中的自動化帶來多項好處，包括安全性、效率、容量、環境和乘客舒適度，然而，也存在一些問題。例如，對操作需求的理解未反映在技術採購和設計

中；技術設計缺乏充分關注人類表現；引入技術後角色、責任和問責的定義；人 - 技術界面；技術故障的計劃（回歸手動操作）；培訓重點 - 如何操作和理解技術。這些問題需要得到關注和解決，以確保航管自動化系統的有效運行和安全性。

## 2.標準作業程序(Standard Operating Procedures，SOP)

SOP 在營運管理中扮演著重要角色，它是營運管理對操作人員的指示，用來傳達管理層對操作方式的期望，一致性和操作邏輯可以在操作人員中建立尊重，促進遵從，並避免執行時的混亂。缺乏操作邏輯的不一致性會導致沮喪和操作人員的偏差。因此，在程序設計中，必須確保一致性和操作邏輯。

SOP 設計的四個 P 包括哲學、政策、程序和實踐：

- (1) 哲學代表管理層對操作方式的整體觀點，有時可能沒有清晰表述，哲學的兩個極端是「寬容度」和「束縛」，前者給予操作人員很大的自由裁量權，後者高度規範化，幾乎不給予自由裁量權。
- (2) 政策則是對組織對操作人員在操作、維護、培訓、權限行使和個人行為方面的廣泛規範。
- (3) 程序是操作人員執行的一系列動作，應該與政策保持一致。而實踐則指的是實際工作場所中發生的事情，包括飛機駕駛艙、客艙、維修棚廠、停機坪及空中交通管制設施。
- (4) 實踐部分，操作人員可以遵守程序或偏離程序，程序由管理層指定，而實踐則由操作人員自行擁有，最理想的情況是，程序和實踐應該是一致的，以確保操作的一致性和符合政策的執行。

偏離 SOP 可能因個人主義、自滿和沮喪等原因發生，也可能是因為 SOP 設計複雜或不足。為了防止偏離 SOP，必須進行反饋，並明確管理層指定何時可以接受偏差。在異常情況下，偏離程序有時是必要的，例如操作人員面臨無法預見的情況或在時間壓力下必須採取行動時。管理層應為操作人員提供指導方針和決策支持，確保偏差的風險最小化，以確保安全和有效的操作。

## 3.檢查表

檢查清單在人類與機器之間扮演著重要的角色，確保操作人員正確地配置設備以便使用。然而，清單設計中的漏洞可能導致清單的誤用或不使用。正常的檢查清單旨在幫助操作人員配置設備，提供有序的操作順序，增強團隊協作並合理分配工作負荷；異常和擴展檢查清單則用作記憶指南，確保採取所有關鍵行動，並在高工作量或壓力情況下增強團隊協調。

檢查清單有兩種常見的方法，一種是挑戰-驗證-回應，要求操作人員在進行每個步驟之前進行挑戰，確認進行該步驟的正確性，然後進行回應。這種方法提

供了錯誤檢查機制，可以減少操作失誤；另一種是呼叫-執行-回應，呼叫-執行-回應方法要求操作人員在執行每個步驟之前先被呼叫，然後執行該步驟，最後進行回應。這種方法容易忽略錯誤，因為操作人員可能會在執行步驟時忘記回應或回應不完整。此外，呼叫-執行-回應方法通常需要詳細的步驟說明，因此比挑戰-驗證-回應方法更耗時。在檢查清單的內容上，可以選擇包含所有設備配置項目或僅包含關鍵配置項目。如果清單包含所有設備配置項目，就會變得長而詳細，這可能會導致操作人員執行不佳。另一方面，如果清單僅包含關鍵配置項目，就較適合人類執行，因為操作人員可以更輕鬆地記住和執行這些關鍵步驟。

清單問題中，術語和控制名稱有多種解釋，可能導致操作人員對清單中的項目產生誤解。因此，清單回應應該描述項目所需的精確狀態或值，避免使用通用回應。同時，管理層應確保操作人員瞭解清單中的術語和控制名稱的含義，以確保操作的準確性和可靠性。此外，項目的順序也非常重要，最關鍵的項目應該靠近檢查清單的開始，以避免受到干擾和分心的影響。不關鍵的項目可能佔用時間，增加工作量並分散注意力。此外，重複出現的項目可能會引起過分強調，或者可能需要重新設置，例如襟翼、配平片等。因此，管理層應該優先考慮最關鍵的項目，以確保操作人員可以優先完成這些項目，提高操作效率和可靠性。

#### 四、案例分析 (分組討論)

在課程中，講師將上課人員分成兩組，學員透過分組討論，根據所學內容互相分享案例分析和心得經驗，以提升訓練成效。透過分析練習，學員得以了解事件發生的情境及可能肇因，該練習獲得多數學員正面的評價。各組將討論結果以簡報 PowerPoint 檔案格式以電子郵件方式寄予講師評分，講師在課程結束後針對各組答題情形進行討論及說明，進一步幫助學員加深理解，提升學習成效。

##### (一)案例一：

在本案中，學員們將分析一起關於 Cessna 310R 飛機起飛後不久的可控飛行撞地事故(CFIT)。該事故發生在加拿大薩斯喀徹溫省桑迪灣(Sandy Bay, Saskatchewan)。不幸的是，飛機上所有人員不幸喪生。調查揭示了一位飛行員在儀器飛行方面的能力不足，視力矯正需求以及可能的藥物影響，同時還考慮到夜間飛行條件下可能引發的視覺錯覺。

根據報告指出，該空難事件發生時，飛行員遭遇了低雲層和能見度不佳的天氣狀況，可能限制了他對周圍環境的觀察和視野。這種天氣條件下，飛行員可能無法準確感知地面和空中的障礙物，增加了飛行操作的困難性和風險。該飛行員在 Cessna 185 和 de Havilland Beaver(DHC-2)等單引擎飛機的飛行經驗上表現良好。然而，在 Cessna 310 的雙引擎飛機上的儀器飛行能力相對較弱，多次未能通過儀

器飛行測試，需要額外的飛行訓練後才成功通過測試。儘管存在飛行員的儀器飛行技能問題，但管理層和監管機構並未對其操作工作施加特殊限制。

飛行員的視力狀況也受到關注。他需要佩戴特定的雙焦點(bifocal)眼鏡，以補償因角膜移植手術和老花引起的視力問題。然而，使用雙焦點眼鏡在目視過程中可能存在問題，並且眼睛需要時間進行調整和適應。此外，檢測結果還顯示飛行員尿液中檢測到抗組織胺藥物，這些藥物可能對警覺度和判斷力產生影響。

在該事件中，飛機可能受到了視覺錯覺的影響。在夜間飛行和視覺條件不佳的情況下，可能發生了一種稱為「人體錯覺」(Somatogravic Illusion)的錯覺，使飛行員錯誤地認為飛機正在以高角度上升。這種錯覺可能導致飛行員對飛機的控制產生誤判。

根據案例的內容，學員將運用所學的 SHELL 模型對案例進行分析，以評估可能存在於事故中的界面不匹配情況。這項分析將包括對軟體界面、人員界面、硬體界面和環境界面的評估，以確定是否存在潛在的人機界面問題。透過這樣的分析，可以辨識出可能導致事故的界面問題，並針對這些問題提出改善系統設計和培訓過程的措施，以增加飛行操作的安全性。

## (二)案例二：

在這個練習中，學員們將討論以下 4 個段落中事故報告的簡短摘錄。對於每個摘錄(1-4)，辨識其中與組織事故相關的因素。

國家運輸安全委員會(NTSB)認定，這起事故的可能原因是洛杉磯航空交通設施管理方未能按照國家操作位置標準(National Operational Position Standards)的要求，實施相當的備援程序。同時，美國聯邦航空總署(FAA)的航空交通管制服務，未能為該設施提供足夠的政策指導和監督。這些疏失在洛杉磯航空交通管制塔台中創造了一個環境，使得當地的控制員 2(LC2)未能保持對航管狀況的警覺，導致不當的許可和隨後的碰撞。造成事故的原因是聯邦航空總署未能對航空交通管制系統提供有效的品質保證。

加拿大運輸部的空運分部(Air Carrier Branch of Transport Canada)指出，飛行員與管理層之間存在著溝通不足的問題。這個問題後來被公司的首席飛行員所察覺。公司期望機組人員在缺乏進一步監督的情況下執行任務，並盡可能地遵守已公布的時間表。一些飛行員每週工作六天，有時甚至在休息日也需要攜帶傳呼機。一些飛行員報告稱，他們感受到一種微妙但明顯的壓力，要求他們執行和完成飛行任務。首席飛行員未遵守規定的天氣限制，並為不遵守規定樹立了榜樣。

公司管理階層鼓勵飛行員提交目視飛行規則(VFR)的計劃，即使天氣可能不佳，因為使用 VFR 飛行可以在降落時節省時間和燃料。飛行員承認在仍處於儀器氣象條件(IMC)中時取消儀器飛行規則(IFR)飛行計劃，並經常在低於規定的天氣許可降落的條件下試圖進行降落。機組人員對於執行任何被管理層認為不符合公司最佳利益的行動感到擔憂。報告指出飛行員和管理層之間經常存在對立關係，並且這種情況經常導致人員辭職。

國家運輸安全委員會(NTSB)認定，這起事故的可能原因是航空公司和美國聯邦航空總署(FAA)未能為飛行員提供符合起飛延誤和機身結冰環境的程序、要求和標準，同時，飛行員在飛機除冰後，在暴露於降雪環境 35 分鐘後未確認飛機機翼上是否有結冰堆積就決定起飛，而在機翼上的積冰導致了飛機的失速和失控。

### (三)案例三：

在本案中，學員們將分析一起關於航班 471(機型：道格拉斯 DC-8)在從新德里跑道 28 進行儀表降落系統(ILS)進場時，因偏離跑道最終墜毀。學員將在案例研究中討論與人類訊息處理和決策有關的人為因素問題：

根據報告，當時正駕駛和副駕駛皆缺乏經驗，並且對這個特定的機場都不熟悉。事故發生時天色已黑，能見度因塵霾因素降至 1000 米。在進場前，一號引擎出現低油壓警告。當副駕駛呼叫進行緊急檢查表時，正駕駛選擇忽略這個要求，指示副駕駛只使用一號引擎的怠速推力繼續進場。副駕駛對引擎問題未再進一步評論。

在決策高度時，副駕駛看到了他認為是跑道的燈光，於是解除自動駕駛系統，繼續下降至低於最低下降高度。正駕駛也沒有進一步參考可視滑行坡度指示器(glide slope indication)或其他儀器，並誤認已抵達機場邊界。直到飛機下降至約 50 英尺時，副機長意識到他們並未在跑道上方。

隨後，副駕駛將三個引擎推至最大油門，稍做猶豫後，也將一號引擎推至最大油門。飛機的仰角增加，但在引擎發揮最大推力之前的 6 秒內，飛機已經發生了初始撞擊。事故發生時，起落架已放下，而襟翼仍處於完全展開的位置。

此外，該飛機過去曾出現一號引擎油壓警告的紀錄。然而，在維修人員進行最後的故障排除後，仍無法確定問題是否已成功解決。

### (四)案例四：

在這個案例中，學員將探討發現的人為因素。報告主要指出一架 B737-400 飛機在起飛後 15 分鐘出現煙味，導致主警告響起並斷開了 1 號發電機線路，最終

飛機返回原機場。維修人員進行調查後發現，1 號發電機控制器(GCU)損壞，且其中一塊印刷電路板(PCB)燒毀，而安裝在 GCU 中的燒毀的 PCB 是錯誤型號。調查顯示，GCU 是在起飛前 20 分鐘裝到飛機上的，並且由於時間緊迫，工程師沒有進行完整的操作和功能檢查。這個錯誤的 GCU 在不到三週前從電器工場修理完工後，發放到儲藏室。而電器工場技術人員在進行檢查時使用了錯誤的維修手冊，導致 GCU 安裝了錯誤型號的 PCB。

## 肆、心得報告

本次「航空人為因素訓練班」(Human Factors in Aviation)為台北 IATA 訓練中心主辦，提供專業師資和課程，讓台灣的民航業能夠與國際接軌，持續發展。IATA 是一個非營利、非政府組織，服務於全球近 120 個國家和 300 家航空公司。台灣的航空公司，如華航、華信、長榮和立榮等，都是 IATA 的會員，新成立的星宇航空也將申請成為會員。訓練中心的建立旨在提供北亞地區更多的教官，方便培訓相關人才，降低培訓成本，並更好地服務航空公司和機場等業界。

本次課程在台北市航空貨運承攬商業同業公會內的訓練教室進行授課。該教室設備完善，提供舒適的座位和良好的隔音效果，學員共有 6 人，每人都有足夠的空間。此外，每天都會提供小點心和茶水，考慮到學員的需求，非常細心周到。

這個授課地點靠近捷運南京三民站，對於來自台灣的同學來說，交通非常方便。對於來自中南部縣市或其他國家的同學，如果選擇住宿，附近有各種飯店、商務旅館、青年旅館和特色民宿可供選擇。然而，值得注意的是，台北的物價較高，預算有限的同學可能需要在網上比較價格以節省開支。

午餐由學生自行解決，但行政人員可以協助訂購中式餐點。此外，附近有許多商業辦公大樓以及傳統菜市場，因此有各種餐廳和小吃店，提供了彈性和便利的用餐選擇。學員可以根據自己的需求和喜好進行選擇。

授課講師不僅具備航空公司機務從業背景，還擔任該航空公司安全經理長達十三年，主導該公司內外部的 IOSA 查核及 SMS 相關維護和建置。此外，他也是經驗豐富的 IATA 講師，技巧純熟，在課堂上能深入淺出地講解航空人為因素的相關專業知識和概念，並結合自身豐富的實務經驗。他主要介紹了三種框架和模型，用於分析人為因素：

HFACS 是一種航空安全人為因素分析和歸類系統，旨在幫助分析航空事故和事件的根本原因。它是由美國航空心理學家 Wiegmann 和 Shappell 於 1990 年代根據 James Reason 的「顯性與隱性的人為失誤」理論模型發展而來。

HFACS 系統將人為因素分成四個層級，包括不安全的操作行為、不安全操作的前置狀況、不安全的督導和組織（管理）的影響。在每個層級中，HFACS 系統又細分為不同的子項目，以檢驗飛安事件中的人為因素。

SHELL 模型是另一個常用的人為因素模型，它由四個相互關聯的子系統組成：軟體（Software）、硬體（Hardware）、環境（Environment）、工作場所中的人員（Liveware）。SHELL 模型旨在分析和評估這些子系統之間的互動關係，包括人員與機器、軟體、其他人員和環境之間的關係，並提供對人為因素導致的錯誤和故障進行評估的方法。

最後，事故因果模型是一個更全面和詳細的模型，它不僅考慮了人為因素，還考慮了組織流程、潛在因素、防禦措施和工作場所條件等。它強調了組織管理和防禦措施的重要性，並認為事故的發生是由於多種因素的交互作用引起的。

這三個模型在航空人為因素領域中有重要的應用，它們提供了不同的框架和方法來分析和評估人為因素對事件和事故的影響。HFACS 模型關注人員的經驗和技能、操作和監督的重要性，以及組織文化和管理的影響；SHELL 模型關注系統和環境對人員行為和決策的影響，並提供了改進系統和環境的建議；事故因果模型更加全面和詳細，考慮了整個系統和組織的各個方面，可以幫助識別和預防事故的多種因素，並幫助改進組織管理和防禦措施。這些模型可以互相補充和應用，幫助我們更好地理解人為因素對航空運輸業的影響，並提供相應的改進措施。

授課講師是一位專業知識豐富且實際經驗豐富的人。他以幽默生動的方式進行授課，深入淺出地介紹了各種事故調查的方法，並分享了他在馬航的工作經驗，這些經驗非常豐富且實用。由於學員大多是現職人員，他們在飛行安全事故調查方面都有實務經驗，並且樂於分享。講師運用案例故事來闡述理論，讓學員充分理解理論的精髓，並能夠將其應用於實際工作中。

在課堂上，同學們根據自己在工作中遇到的問題積極提問。講師也提供了一些案例事件，讓我們進行分組討論和分析，從中找出人為錯誤。這樣的訓練促使我們思考，並加深對所學知識的印象。分組討論使得國際學員能夠相互分享調查技術和經驗，有效提升訓練成效。

此外，課程內容涵蓋了疲勞、危機管理、威脅、錯誤等議題。透過學習這些議題，我們可以更深入地理解人為因素對航空安全的影響，進一步提高對安全的警覺性。這次上課經驗讓我更加認識飛行安全的珍貴和難以量化性質，期待該課程能夠成為飛行安全持續發展的推動力，同時也有助於塑造高品質的飛行安全管理文化。

在航空人為因素課程中，我們學習了 HFACS 系統、CRM 和 SHELL 模型等專業術語。通過深入研究人為失誤與事故之間的關係，學習應對這些失誤和事故的方法，我們可以更好地預防事故和提升航空安全性。掌握 HFACS 系統能夠幫助我們分析航空事故中的人為因素，運用 CRM 技巧則有助於提高人員間的協調和溝通，進一步提升航空安全水平。

此外，感謝台北 IATA 訓練中心的建立，為台灣的航空業人士提供了高品質的教育資源。以往，台灣的航空業人士必須到國外參加培訓，耗費大量時間和資金。有了台北的訓練中心，台灣的航空業人士能夠在本地接受專業培訓，與國際接軌，持續提升業界水平。這不僅為個體學員提供了豐富的培訓機會，同時也為整個航空業界提供了人才儲備和培養的平台，確保行業的長期發展和可持續性。

## 伍、建議事項

航空從業人員需要積極參與人為因素相關的培訓課程，以了解人為因素對航空安全的影響，學習相應的應對策略和工具。同時，良好的溝通和團隊合作能力對於順利完成任務也非常重要。此外，重視安全文化、鼓勵報告安全事件和隱患、建立學習和改進的機制，都是營造積極安全文化的關鍵。參與事件調查和分析也是重要的學習機會，可以幫助理解事件的根本原因和背後的人為因素，並提供改進和預防措施，以避免類似事件再次發生。

為了幫助從業人員提升專業技能，了解新技術和航空器特性，參與培訓計劃和實地訓練，建議飛安基金會提供多元化的培訓機會，以滿足不同專業領域和層次的需求，包括航空安全管理、航空保安/資安、貨運運輸等領域的課程。透過持續學習和更新知識，從業人員能夠提高專業素質和適應能力，以應對航空業的變化和發展。

建議飛安基金會建立一個知識平台，促進從業人員之間的知識分享和交流，這可以是建立網路社群或線上論壇。這樣的平台能夠讓從業人員互相學習和分享經驗，促進行業內的合作和共同進步。

另外，飛安基金會可透過舉行國際性研討會、參與國際航空安全項目及交流等方式，積極促進與國際航空安全機構和組織的合作和交流。這將有助於獲取更多專業知識和經驗，同時也能夠分享台灣的航空安全成果和實踐。而台北 IATA 訓練中心除了航空人為因素訓練班外，還有其他安全管理系統及疲勞風險管理專班，其師資經驗豐富。建議計畫派員參加其他課程，以提升國內飛安教育的專業度。



## 陸、課程剪影



IATA 課程上課地點，在南京 IC 辦公大樓的 8 樓



航空貨運承攬商業同業公會大門



上課情況



本次飛安基金會贊助學員與講師合影



全體學員與講師合影

(左起：宮翎豈督導、麥筱筵課長、林久平技士、外籍學員 Ampuan Hamid、講師 Rasul Razak、蔡易霖課長和高全有管理師)