

出國報告(類別：實習)

# 新加坡民航學院「航空人為因素訓練」 出國報告書

服務機關：民用航空局飛航服務總臺  
臺北近場管制塔臺

姓名職稱：林秀鐘 主任管制員

派赴國家：新加坡

出國期間：102年3月3日至3月9日

報告日期：102年4月17日

# 「航空人為因素訓練」出國報告書

## 目次

壹、目的 .....	2
貳、行程紀要及課程安排.....	3
參、研習課程內容 .....	6
肆、心得與建議.....	31
伍、附件 .....	33

## 壹、目的

飛安事件的分析中，人為因素佔了蠻大的比例，雖然我們知道「只要是人就不可能不犯錯」，然而飛航安全是性命攸關的課題，實在不容許有任何疏失；因此，如何降低人為疏失、預防飛安事件，是所有航空從業人員共通的課題。

此行參加新加坡民航學院「航空人為因素訓練」研習課程，即希望透過人因理論的學習，了解人為疏失的產生過程，找出有效的控管機制，降低人為疏失、提升飛航服務水準。

## 貳、行程紀要及課程安排

### 一、行程紀要

#### (一)行程表

日期	行程內容	備註
3月3日	啟程：台灣 → 新加坡	搭乘中華航空編號753班機，於中午12:30分抵達
3月4日-3月8日	新加坡民航學院課程研習	
3月9日	回程：新加坡 → 台灣	搭乘中華航空編號754班機，於下午18:10分抵達

#### (二)環境介紹

新加坡民航學院(SINGAPORE AVIATION ACADEMY，簡稱 SAA)坐落於新加坡東北角的樟宜村，即新加坡樟宜機場西北方，離市區有一段距離，考量此次訓練期間僅 5 天，因此入宿附近的樟宜村酒店(Changi Village Hotel)以減少舟車勞頓。而樟宜村為新加坡濱海觀光勝地，以潔淨沙灘及優美海岸著稱，雖無捷運連接，但公車路線眾多、交通尚稱方便；距離學院不遠處的樟宜村小吃中心(Food



Centre)，正好位於學院與樟宜村酒店之間，馬來美食或中式料理一應俱全，對每日往返於學院與酒店的我，著實省卻不少用餐的困擾。

## 二、 課程安排

### (一) 講師簡介

本次研習課程講師 Irene Low 為華裔新加坡人，英國倫敦大學學院人因工程學碩士、主修人為因素及人機互動，以擅長人為因素的專業著稱，對於人為因素在飛航管理方面的應用亦具有豐富的實務經驗；目前於新加坡開設心理諮商診所，係新加坡民航局及新加坡民航學院特約顧問，並與英國國家飛航服務中心及部分中東國家的航管單位維持合作關係，是位資深的人因顧問。

100 年 12 月本局民航人員訓練所曾與新加坡民航學院合作，假航訓所辦理開設為期 1 週的「實務在職訓練教官、人為因素暨團隊資源管理」課程，Irene Low 即為當時的主要講師。

### (二) 班級成員

此次研習課程適合各類飛航服務人員，因此學員的組成頗具多樣性。新加坡當地管制員共 6 位，含航路管制員 4 位、塔臺管制員 2 位，雖然都是第一線的管制員，但資歷深淺不一，有年資達 11 年的資深人員、也有剛拿到程序管制執照(航路非雷達)才幾個月的菜鳥；4 名外籍學員中，塞席爾及烏干達同學負責安全查核業務、愛沙尼亞同學則是負責人事的專員(非飛航管制員)，來自臺灣的我主要負責訓練業務，共計 10 人(有 2 位缺席)。

### (三) 課程表

1. 3月4日--Introduction to Human Factors
  - (1) Definition of Human Factor
  - (2) Human Information Processing
  - (3) Acquisition of Skill and Competence
2. 3月5日--Understanding Human Performance
  - (1) Multitasking & Mental workload
  - (2) Human Strength and Weaknesses

- (3) Circadian, Shiftwork & Fatigue
  - (4) Stress and Performance, Critical Incident Stress
  - (5) Managing Stress
3. 3月6日--Operational and Safety Performance in ATM
- (1) The Nature of Human Error
  - (2) Understanding Human Error
  - (3) Teamwork in ATM
  - (4) Basic Concepts of Threat and Error Management
4. 3月7日--Human in System
- (1) Communication in ATC
  - (2) Basic Ergonomics Principles in ATM
  - (3) Function Allocation and System design
  - (4) Automation in ATM
  - (5) Impact of Automation and New Innovations on ATCOs
5. 3月8日--Managing Human Factors Issues
- (1) Applying Human Factors in ATS
  - (2) Categories of HF Issue/Impact
  - (3) Case Studies
  - (4) Safety Culture

## 叁、研習課程內容

### 一、「人為因素」介紹

取一張紙畫上兩個相距約10公分的黑點，遮住右眼、用左眼注視右邊的黑點，將紙片由遠慢慢貼近眼前，原本可同時看到的左邊黑點，勢將逐漸看不到；反之亦然。這種看不到點的距離即是視線的盲點。這是課程第一天Irene Low帶領我們做的盲點測試活動，讓我們認知生理上有所謂的視覺盲點，自然也有心理上、行為上的盲點。

當人類的行為受限於個人的盲點時，可能聽而不聞、視而不見或自以為是，以致行為表現潛伏著危險因子，出現錯誤的行為。日常生活中的錯誤行為，不見得會釀成風險，甚至讓人莞爾一笑，但管制時如果出現錯誤行為，則可能導致嚴重後果。因此，心理學、生理學、社會科學、人因工程學等等，無不絞盡腦汁探究防範人為疏失，希望找出科學的方法及工具，使人類行為能力更加提升。

#### (一) 定義(Definition of Human Factor)

而人為因素Human Factor (簡稱人因HF)，就是指人與系統、環境、工作、機器及他人間的互動，及各項事物對人類行為、能力、限制的影響。飛航服務中有關人為因素研究的目的，主要為使航管系統的設計符合人類能力及限制，進而提升安全係數、預防飛安事件。

#### (二) SHEL model

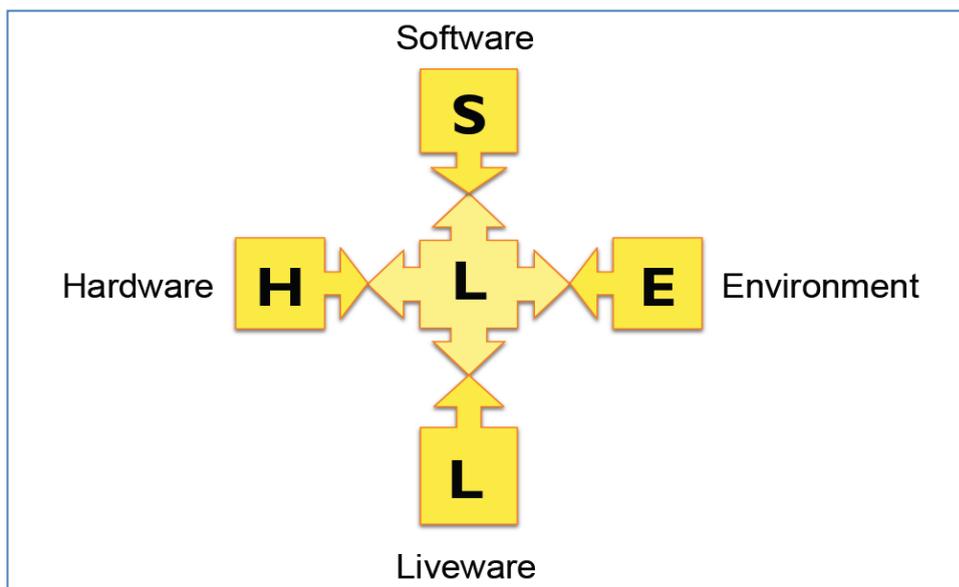
講到人為因素，就不能不提SHEL model。

SHEL model 有時稱為SHELL model，係依據傳統的“人—機器—環境”系統發展而來，探討人與飛航服務系統中S、H、E、L等4個元件的互動行為，為ICAO分析人因影響飛航服務的主要工具。SHEL model的名稱來自於其4個元件的英文字首：

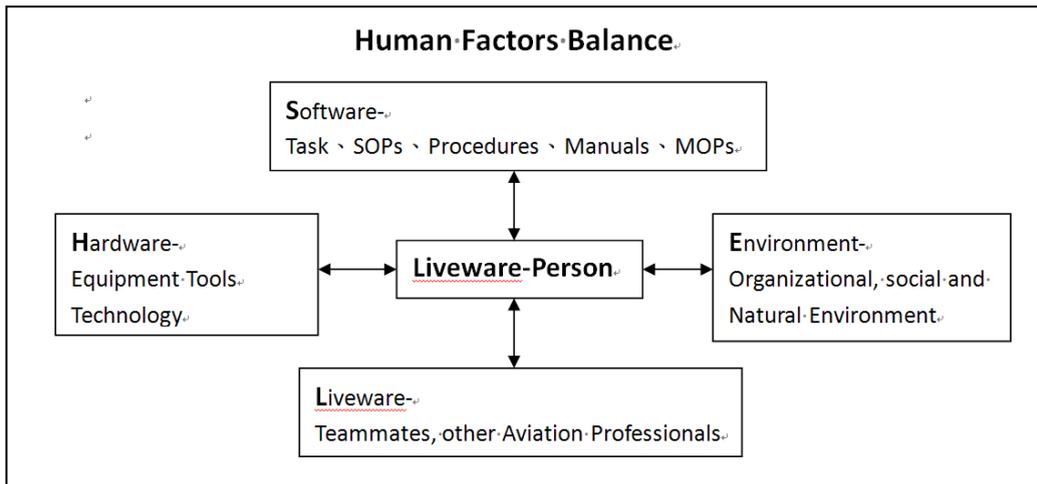
1. S(Software)-軟體。以航管角度而言，指的是作業規定、業務手冊、操作手冊、程序、規則、規章、檢查表、技令及協議書等軟體文件。這些文件的時效性、準確性、完備性、可行性及表達方式須有良好的設計，讓管制員便於使用，才能安全且有效的運作。
2. H(Hardware)-硬體。指的是裝備、工具及機器，包含實體管制環境、管制室、工作站、視覺顯示、聲音效果、顯示器擺設、面板配置及其他人類工程學的設計。早先人們提到人因時，最常考慮的是人與機器之間的相互作用，例如工作

檯面的高度、席位的活動空間、適合人體工學的座椅或適合使用者操作的人機介面等，這是最容易被注意到的一環，因為它直接影響人體感官的舒適性，然而由於人類均有適應硬體不協調的本能，當硬體設計未臻理想時，反而不容易察覺硬體設計缺陷對人因的影響。

3. E(Environment) -環境。此介面涉及個人與內部、外部環境之間的關係，如管制時的天氣、地形、地障等外部環境，工作場所的燈光、溫度、噪音及濕度等實際環境，單位組織的工作文化、工作倫理、安全文化等內部氛圍。個人在這些條件的影響下，即可能產生管制作為的變化而不自知。
4. L(Liveware)- 人。含同單位/不同單位的管制員、在職訓練學員、教官、督導、上司、航電人員、駕駛員及其他參與人員等，主要著重於管制作為中人與人之間的團隊關係，如領導、合作、協調和個性的相互作用，以及團隊因素對人的行為和能力產生的作用。包括管理階層與第一線作業人員的關係，也屬於此介面的範圍。



5. SHEL model的中心方塊L(Liveware)係與上述各項元件互動的主體。這個方塊的邊緣不像其他方塊是簡單的直綫，這是由於影響個人行為能力的因素很多，如：身體因素、生理因素、心理因素及社會心理因素等等，不像其他要件具有高度的標準化程度，因此無法與其工作環境中的各種因素完美配合。而為了避免那些影響個人行為能力的不利因素，就必須了解S、H、E、L各個方塊與中心L方塊之間的不規則效應，使系統中的其他組成部分與個人謹慎配合、取得平衡。



## 二、 人類資訊處理(Human Information Processing)

人類資訊處理(Human Information Processing，簡稱HIP)大致分為5個步驟：

(一) 注意力 Attention - 人對環境、想法、記憶或相關事物的專注力。

1. 注意力受個人生活習慣、文化背景、工作環境等因素影響，以致本能地對周遭訊息過濾、選擇、區隔，產生下一階段的訊息處理。就像媽媽們對嬰兒的哭聲特別敏感、管制員對航空方面的消息特別關心，人們對熟悉的、明顯的、特殊的、不尋常的、重要的或優先的訊息不自主地會投注較多的注意力。
2. 當同時執行多項任務時，會將注意力分配給不同的任務，而由於人的注意力是有限的，分配給次要任務的注意力相對較少，當主要任務較為艱難或複雜時，次要任務的品質可能就會降低、延誤，甚至兩者皆有。
3. 這裡也提到警戒(Vigilance)及警覺(Alertness)的不同。外在環境無明顯變化時保持的注意力稱為警戒，察覺環境變化適時因應的注意力稱為警覺。管制事件不一定發生在高航行量時段，即由於不同情境的注意力不同，並非低航行量就沒有風險。

注意力 Attention	外在 刺激	工作性質	風險
警戒Vigilance	無	等待事情發生。 如：單調地監視航情	長時間、低航情時 容易失去警戒
警覺Alertness	有	須提高警覺處理航情	航行量大、複雜度 高時無法全盤掌握

(二) 感知 Perception - 人們對於感官所得及對此資訊的運用

1. 感知是基於經驗或知識學習而來的一種能力，人們藉此簡化或降低訊息量以加速工作流程，當訊息不足或混淆時，這樣的處理程序可能較為有效，但也容易產生幻覺或偏見。
2. 工作環境的燈光、焦距、對比、顏色等視覺效果，或管制資料顯示的字型、字體、間距、行距等等，都是視覺方面的刺激，管制員由眼睛接收訊息傳遞至腦中做出適當反應。
3. 認知(Recognition)是根據記憶中類似經驗比較(Comparison)事件/物體的變化加以識別，當識別的選擇性增加時，發生錯誤的機率也就提高。

這節課程，老師帶領我們練習一個有趣的活動，要我們分別唸出下列兩組單字的顏色：

RED PINK BLACK RED BROWN BLUE GREEN ORANGE BLACK

RED PINK BLACK RED BROWN BLUE GREEN ORANGE BLACK

第1組單字大家都唸得十分流暢，練習第2組時就忍不住想直接唸出單字來!

這個練習讓我們警覺到人的行為受既有經驗之影響實在深遠，許多錯誤其實都來自人對資訊處理的錯誤而產生。

### (三) 情境意識 Situation Awareness(簡稱SA) – 察覺周遭發生的事情

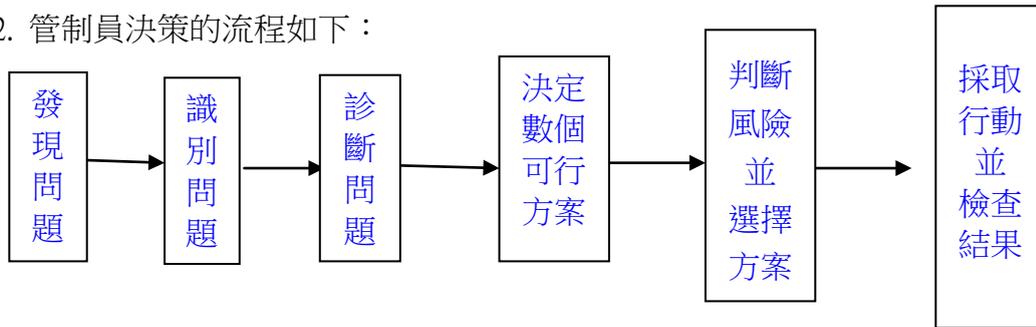
1. SA是根據過去經驗融合目前條件及實際情境建構的心理藍圖，從現實環境取得相關指標以預測未來。大致可分為  
感知(Perception)→理解(Comprehension)→推測(Projection) 3階段。  
管制員依航情狀態、過去經驗、目前狀況及現實條件(如時間、空間、優先順序、達成目標等)，做出完成任務的規劃，如有養成SA的習慣，就能保持警覺不易疏漏。
2. 當航情複雜、忙碌且壓力大時，要擁有並維持SA是有困難的，需藉由團隊成員間的有效溝通來維持SA。因此當察覺到團隊成員出現「Loss of SA」的徵兆時，如連續性小錯誤、集中於少數航機的管制、重複出現「Standby、Say Again」字眼、白日夢/凍結/驚慌之行為等等，就應該提出疑問立即提醒。
3. 課程中亦提到如何避免「Loss of SA」的發生及如何從「Loss of SA」中恢復，包括隨時檢視螢幕、核對相關航情、尋求工作團隊支援、檢視工作量、關心其他同事工作狀況、了解相關限制條件等，對管制作業均有實質的建議

(四) 決策 Decision Making - 從不同選項中做出可產生預期結果之抉擇的過程

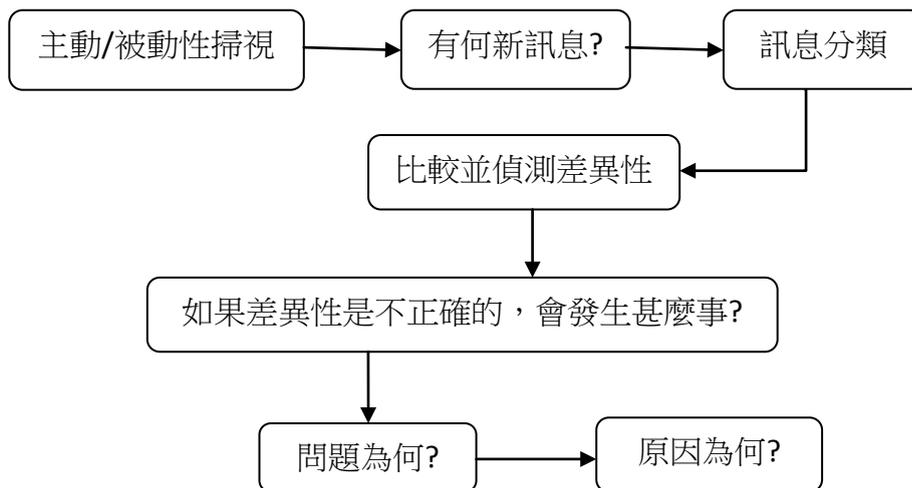
1. 決策過程通常包含3項要素：

- (1) 標準Criteria - 決策者評估各項方案的準則；
- (2) 方案Alternative - 經考慮後由不同方案中做出決定；
- (3) 因果信念Cause and Effect Beliefs - 由上述2項要素連結而成，通常是參考模式、理論、假設、信念、選擇特性而來。

2. 管制員決策的流程如下：



從診斷問題到選擇方案的過程又可細分為：



3. 決策的偏見常源自於

- (1) 經常性Frequency bias - 推測事情應如往常一樣
- (2) 聯結性Association bias - 邏輯性地聯想事情應如何發生
- (3) 預期性Expectation bias-選擇經驗中最熟悉的解決方式、預期有相同結果
- (4) 確認Confirmation bias - 尋求佐證以確認抉擇無誤
- (5) 團體思維Group think bias - 以多數人意見為決策來達成團體一致性。

*這是風險較高的決策方式!!*

4. 決策也受判斷影響，如有哪些工作必須進行、那些因素獲選項必須同時考量、使用那些設備、職務、健康狀態及疲勞等級，判斷不佳使錯誤訊息傳遞的機率

升高，增加再次發生判斷不佳的可能，當判斷不佳的連鎖效應發生時，安全管控的機制即跟著降低，這種效應持續越久，就有可能導致事件發生。

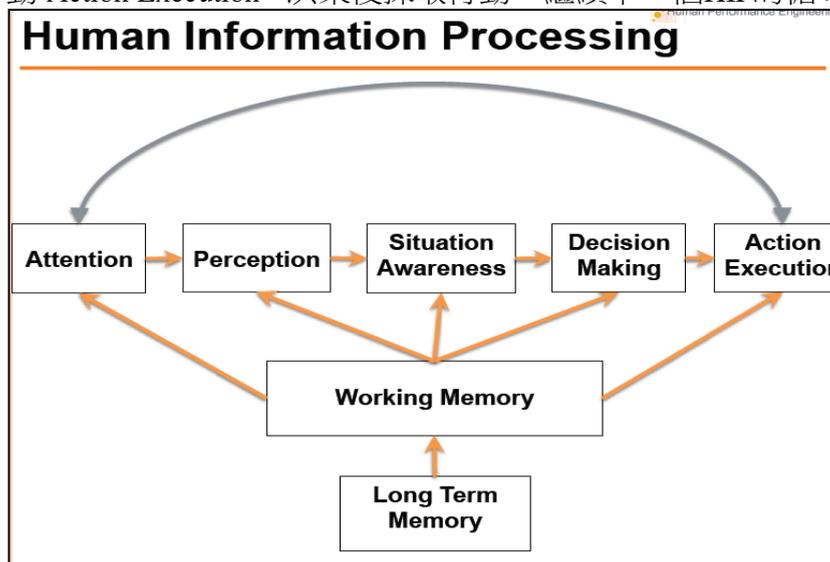
5. 「態度」(Attitudinal Factors)也是影響決策的一個重要因素，包括對風險意識及安全意識的態度、對工作及責任的態度。人因理論將人們做決定時的態度特徵分為5種類型：

類型	特質	口頭禪
反權威型 Anti-authority attitude	自負、對共事的夥伴不太信任或不太尊重	「不要告訴我怎麼做!」
豪邁型 Macho attitude	過度自信、相信自己都知道答案，而且一定行得通	「沒問題，我做給你看!」
刀槍不入型 Invulnerability	相信自己決不會做出錯誤的決定或發生事件	「那不會發生在我身上」
衝動型 Impulsive attitude	不常做決定也不太有信心做決定，尚無能力於適當時機分析決策	「我必須行動，沒時間等了!」
屈服型 Resignation	低自信、經驗不足	「怎麼用?我就知道它行不通，我拿它沒辦法」

6. 由於管制員的決策是多重任務(Multi-task)及多重需求(Multi-demand)的組合，須面對多變化及富有彈性的複雜環境，無效的決策多來自於不正確的判斷依據、考慮不周全、未尋求更佳方案或使用了不正確的因果資訊。課堂上因此提出管制員做決策時的「SAFE」口訣：

- (1) S - Search 尋求所有的資訊
- (2) A - Assess 估算事實
- (3) F - Fix 確認問題
- (4) E - Evaluate 評量行為

- (五) 採取行動 Action Execution - 決策後採取行動，繼續下一個HIP的循環。



(六) HIF的5個步驟，都是根據工作記憶(Working Memory)及長期記憶(Long Term Memory)而來。

1. 工作記憶(Working Memory) - 雖屬短暫記憶，卻與所謂的短期記憶(Short Term Memory)不同。短期記憶僅能記憶1秒至1~2分鐘，工作記憶則是儲存及提取短期記憶的訊息，以激發長期記憶的運作。工作記憶的容量有限、容易衰減，且常受外在因素影響，例如分心、干擾、壓力、疲勞、心理負荷等。

EABAWMAIVSOCA

在這我們練習了一個遊戲，老師出示一行英文字母：

要我們記下曾出現的字母，想當然而開頭的幾個字母大家都記下了，其次是最後的字母，最不容易記得的就是中間的字母。這是工作記憶的「First in, Last out」、「Last in, last out」、「Standing out」規則。

2. 長期記憶(Long Term Memory) - 長期記憶是永久性的儲存，供長時間使用，容量無限大、不易衰減。當工作記憶是有用的、熟悉的、易懂的、有意義的，經過組織及分析後與經驗結合後，就有可能轉化為長期記憶。

以上述遊戲為例，老師將英文字母重新組合：

EABAWMAIVSOCA

→ ICAOEVABMWSAA

因為工作背景的緣故使我們對這些字母特別熟悉，自然容易記住；但對非航空從業人員而言，它們仍舊不具任何意義、一樣是不容易記誦。這就是長期記憶的作用。

課程中也建議運用記憶術(Mnemonics)來提高長期記憶的保存能力，如離合詩(Acrostic，各行首字母、尾字母或其他特定處的字母，組合成詞句的一種詩體)，航機緊急狀況協助時常用的「ASSIST」就是一個例子。

<b>ASSIST</b>	
<b><u>A</u>cknowledge</b>	Acknowledge the call; get the squawk
<b><u>S</u>eparate</b>	Separate the aircraft from other traffic. Give it room to maneuver
<b><u>S</u>ilence</b>	Provide separate frequency where possible - this prevents unnecessary clutter for the pilots
<b><u>I</u>nform</b>	Inform those who need to know and those who can help; inform others as appropriate

<u>Support</u>	the pilots in any way possible - Start to think of alternative routings, etc.
<u>Time</u>	Give the pilots time to collect their thoughts, don't harass them for information. Time produces good decisions

### 三、人為表現(Human Performance)

人為表現是對於議定原則之執行績效，包含準確性、效率及完整性。每個人都希望表現出最佳狀態，卻往往事與願違，因此了解影響人為表現的因素及如何影響，就顯得十分重要。影響人為表現的項目約可分為五大項：

#### (一) 多重任務及心智負荷(Multitasking and Mental Workload)

1. 「多重任務」Multitasking - 指一心多用的能力，不論是外觀行為或心理層面，有時是時間共享、有時是任務交替。

日常生活中「一心多用」的情形比比皆是，一邊聽音樂一邊讀書、一邊唱歌一邊跳舞，大家都有類似經驗；執行管制業務時，可能是一邊發許可一邊操作指令、一邊計算湊數一邊聽教官諄諄教誨，可能須同時監看、聆聽、檢查螢幕、取得資訊、思考、發話及執行等等。而由於人的能力有限，降低干擾並提升效率，對執行多重任務而言是非常重要的。

朗讀或傾聽他人說話可能使「多重任務」受到干擾或分神，尤其容易將聽到的文字或數字不自覺地頒發給駕駛員或輸入系統湊，例如剛接到鄰區協調某航機航向240交管、下一秒鐘另一個席位來詢問另架航機之航向時、可能就脫口而出說成「240」。

影響「多重任務」效率的因素，包括：

- (1) 混淆Confusion - 性質相似的任務容易產生混淆。例如：航向、高度、速度同為3位數的數字，很可能發生誤植；而研究也發現110與100、220與200、330與300、320與230這些數字是非常容易產生混淆的。
  - (2) 合作 Co-operation - 兩項任務整合為一。例如：夜間席位合併時，須執行的作業可能因項目增加而漏失。
  - (3) 競爭Competition - 執行的多項任務間產生競爭性。例如：複雜性或急迫性的任務均需高度關切、專心處理，無形中壓縮了處理其他任務的時間。
2. 「心智負荷」Mental Workload -

「心智負荷」包含兩種心理狀態，一為對「任務」所知覺到須付出的「心智

努力」(mental effort)，二為任務對「自己」的困難度。「多重任務」的數量及難度所產生的「心智負荷」因人而異，了解「心智負荷」進而管理「心智負荷」，以便發展適當的因應對策，如：預先規劃、任務管理、作業流程、資源分配、處理順序及團隊資源管理。

3. 不同情境與不同管制任務之組合時，人為表現分為技術性(Skill-based)、規範性(Rule-based)、知識性(Knowledge-based)三個層面。

工作情境 管制方式	例行性的、 可預期的	熟悉的、 須訓練的	新奇的、 困難的、危險的
大部分是自動的	技術性： 如裝備、指令		
有意識或自動的		規範性： 如程序、規定	
大部分是有意識的			知識性：如應變 程序、緊急狀況

## (二) 人的優點與缺點(Human Strengths and Weakness)

1. 人與自動化之特性比較：

	人類	自動化
優點	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 能很快找到適合自己的模式</li> <li>■ 能吸收新知並調整適應</li> <li>■ 學習能力強</li> <li>■ 從大量資料中找到自己需要的資訊</li> <li>■ 有儲存「長期記憶」的無限潛能</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 工作記憶容量大</li> <li>■ 工作記憶持續性長</li> <li>■ 記憶處理方式較為可信</li> <li>■ 可同時處理多項事務</li> <li>■ 零失誤</li> </ul>
缺點	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 「工作記憶」儲存空間小且容易衰退</li> <li>■ 「長期記憶」運作不穩定</li> <li>■ 無法有效地同時處理事情</li> <li>■ 容易受外在情境因素影響而犯錯</li> <li>■ 不善於監控</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 整合能力有限</li> <li>■ 僅能簡單地樣板配對</li> <li>■ 長期記憶有限</li> <li>■ 學習能力有限</li> <li>■ 適應力差</li> </ul>

2. 人與自動化之表現能力比較：

人	自動化
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 能從吵雜的背景過濾或偵測出不明顯的刺激</li> <li>■ 能從多樣化的情境中找出特定模式</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 偵測範圍超越人類所及</li> <li>■ 能依預設功能持續監控，尤其是罕見的事件</li> <li>■ 能大量運算或測量</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 可由通則或因果關係推理出真相或特徵</li> <li>■ 工作量大增時，能專注於重要的任務</li> <li>■ 能調整體能適應環境變化</li> <li>■ 能記得原則性及相關對策</li> <li>■ 可從一般通則推論出相關邏輯</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 能依預設功能處理大量資料</li> <li>■ 能同時執行多項任務</li> <li>■ 能正確地儲存大量資訊</li> <li>■ 能精確地回復大量細部資訊</li> <li>■ 能周而復始、長時間維持例行運作</li> <li>■ 能對特定信號快速且持續地反應</li> <li>■ 能充分發揮效能</li> </ul>
--	---

3. 人與自動化在許多表現是互補的，對照前一章節提到三種層面的人為表現，人與自動化已有不同的分工方式：

- (1) 技術性(Skill-based Performance) - 許多例行性、規律性的工作，已交自動化裝備執行，例如起飛報的派發、氣象報的更新等，已由原先人工派發或抄寫轉為自動化，管制員對工作的進行或完成，幾乎沒有感覺。
- (2) 法規性(Rules-based Performance) - 必須由人與自動化裝備分工合作。自動化裝備偵測訊息後提出建議，有時自動化裝備直接執行動作、人被告知然後配合其他作為，如TCAS RA，以自動化為主、人為輔；有時自動化裝備提出資訊，人參考相關資訊在做決策，如航管自動化系統各種告警訊息，管制員分析後再決定採取的措施。
- (3) 知識性(Knowledge-based Performance) - 這個層面的工作變化性大，需要人負責判斷，有時參考自動化裝備提供的資訊，有時自動化裝備無法提供資訊，例如頒發起降許可、引導航向、高度指示等，必須由人決定對策。

### (三) 生理時鐘、值班及疲勞度(Circadian、Shiftwork and Fatigue)

人的生理機能依規律的生理時鐘擺動，時而充滿活力、時而昏昏欲睡。晨間，可體松(Cortisol)啟動了清醒與警覺的機制，使人在白天尖峰時段精神奕奕；夜間，由於褪黑激素(Melatonin)的作用，使人變得愛睡覺。

心智活動最活躍的時段是7~11時及18~22時，身體能量的高峰時段則是9~13時及17~21時，由此可知身心最佳狀態的時段是9~11時、18~21時。而研究也發現，去除所有的天然光源後，人們的生理時鐘逐漸變成25小時的運作模式，因為遲睡較提早睡來得簡單。因此，有關調整時差的方式，專家建議以延後每天睡覺時間的方式來進行。

飛航服務是全天性的工作，意味著管制員必須面對日夜班交替的值班型態。由於夜間工作必須推翻身體本能的生理時鐘，值班工作容易打亂生理時鐘，以致睡眠品質變差、體溫調節功能不佳、增加心血管疾病罹患率等問題，進而影響行為表現、飲食習慣及社交生活。因此管制員必須克服睡眠不足(Sleep Loss)及疲勞 (Fatigue)

兩大問題，才能妥善處理值班工作。

有關睡眠不足(Sleep Loss)及疲勞 (Fatigue)可能衍生之問題及班務管理方式如下:

	問題	班務管理
睡眠不足 Sleep Loss	無法及時反應、反應時間變長變慢、膠著於特定的任務或工作、減少溝通、效率降低、活動力變差、情緒變差、可能有突發奇想或高難度的作法、	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 食用碳水化合物有助於下夜班後的睡眠</li> <li>■ 睡覺前4~6小時內，避免飲用含咖啡因或刺激性飲料、避免吸菸或攝取含尼古丁產品</li> <li>■ 累了就上床睡覺</li> <li>■ 運動及休閒活動能促進睡眠</li> <li>■ 不值夜班時，盡量睡足9小時、每天維持一段完整的睡眠時間</li> <li>■ 就寢時間勿超過清晨3點、起床時間勿超過上午11點</li> </ul>
疲勞 Fatigue	警戒心降低、短暫打盹、記憶障礙、喪失情境意識、選擇較無效率或成功率極低的作為	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 蛋白質食物有助於提高警覺性，避免油炸、速食、多油、高碳水化合物食品</li> <li>■ 凌晨1~5點之間避免進食</li> <li>■ 夜班前小睡一下、夜班時抽空小睡10~30分鐘可降低疲勞</li> <li>■ 每半小時就稍事休息，或在光亮處活動幾分鐘；休息時做些伸展動作，促進血液循環、放鬆緊繃的部位</li> </ul>

#### (四) 壓力與表現 (Stress and Performance)

1. 壓力是指工作要求與處理能力之間的不協調。可能源於工作本身、角色定位、升遷制度或組織政策。工作時的壓力來源有二，
  - (1) 人際關係，與上司、督導、同事及部屬的關係；
  - (2) 個人因素，如疲勞、焦慮、樂觀/悲觀、忍受度、性格。
2. 壓力對人為表現的影響如下：
  - (1) 對事情的看法趨於狹隘
  - (2) 對訊息的吸收能力有限、漫無組織地檢視
  - (3) 聽力不佳
  - (4) 不成熟的假設
  - (5) 堅持己見
  - (6) 監控計畫時產生失誤
  - (7) 只解決簡單的問題

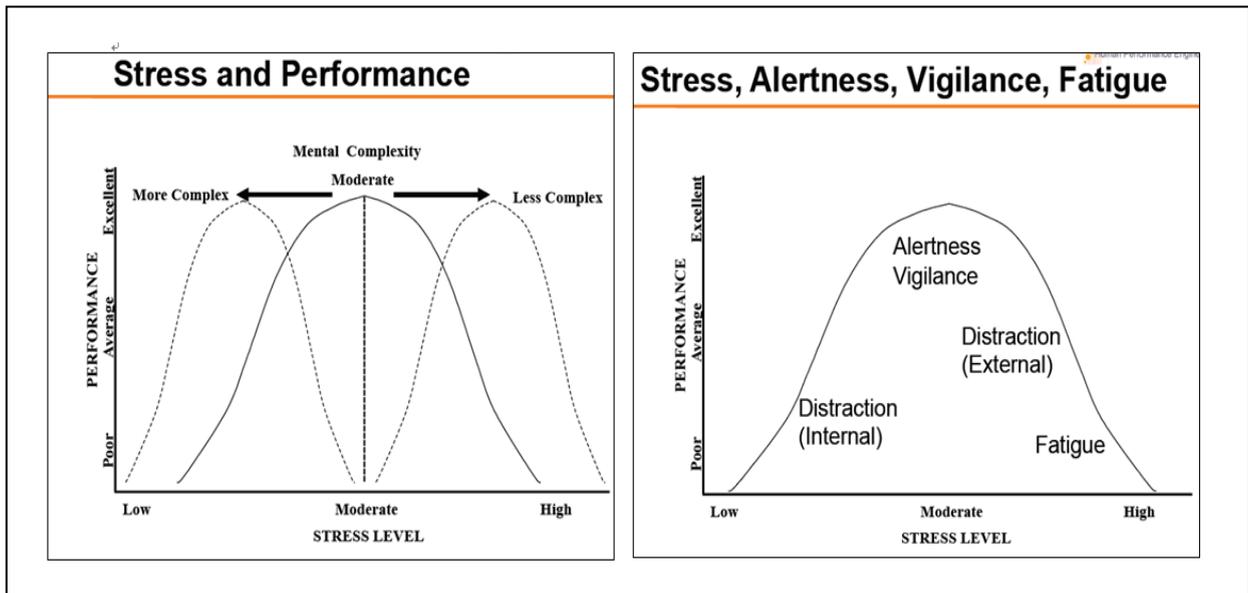
(8) 退化

進一步則可能出現酗酒、煙癮變大、飲食過量或/厭食、嗜睡、容易疲倦、缺乏活力、易怒、無法專注等情形。

3. 壓力的徵兆

壓力與反應	身體反應	情緒反應
工作壓力	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 神情緊張</li> <li>■ 神經質的舉止</li> <li>■ 呼吸急促/心跳加快</li> <li>■ 口吃/結巴</li> <li>■ 臉色蒼白/漲紅、冒汗</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 易怒、暴怒</li> <li>■ 挑釁、</li> <li>■ 焦慮、神經質、恐慌</li> <li>■ 高度警戒</li> <li>■ 害怕不安</li> </ul>
健康壓力	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 睡眠障礙</li> <li>■ 長期疲勞</li> <li>■ 背痛、頭痛</li> <li>■ 飲食問題</li> <li>■ 頭暈</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 易怒、挑釁</li> <li>■ 行為改變</li> <li>■ 情緒不穩、悲傷</li> <li>■ 退縮、順從</li> <li>■ 無情、厭煩</li> </ul>

4. 壓力與人為表現的關係曲線如下:



適度的壓力可能提升人為表現，壓力太高或太低則人為表現不佳，因此監控工作量及焦慮情形以妥善調整，才能使壓力與人為表現取得平衡。

(五) 危機事故壓力處理(Critical Incident Stress Management, CISM)

危機事故(Critical Incident)指使個人陷入重大痛苦、甚至導致個人日常應對機制失調之情境。危機事故壓力(Critical Incident Stress)則是描述個人遭受到任何形式的外在創傷事件後，所表現出的下列典型反應：

危急事件壓力反應(Critical Incident Stress Reaction)			
生理的Physical	情緒的Emotional	認知的Cognitive	行為的Behavioral
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 盜汗</li> <li>■ 呼吸急促</li> <li>■ 心跳加速</li> <li>■ 睡眠障礙</li> <li>■ 嘔吐</li> <li>■ 肌肉顫抖</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 情緒性驚嚇</li> <li>■ 生氣、恐懼、悲痛</li> <li>■ 憂鬱、無助</li> <li>■ 情緒不穩、煩躁</li> <li>■ 罪惡感</li> <li>■ 不確定感</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 專注問題</li> <li>■ 注意力不集中</li> <li>■ 記憶力變差</li> <li>■ 混亂</li> <li>■ 夢魘重現</li> <li>■ 影像插入</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 酗酒</li> <li>■ 反社會行為</li> <li>■ 對環境高度警戒</li> <li>■ 退縮、逃避</li> <li>■ 無法休息</li> <li>■ 行動式抗議</li> </ul>

任何人面臨危急事件帶來的極大壓力時，會出現注意力無法集中、無法分辨優先順序、混亂等情形；約86%的人在24小時內開始經歷生理的、認知的及情緒的反應；22%的人在事後6個月至1年間仍持續有類似症候；約4%的人出現創傷後壓力失序之危機。

危機事故壓力處理(Critical Incident Stress Management, 簡稱CISM) 則是對危機事故中的個人提供系統性協助，協助心理癒合，避免出現創傷後壓力心理障礙症等症狀。常用的方式有三：

1. 紓壓 Defusing - 較常採用的方式。事故本身僅影響1~2人，採一對一或一對二的方式進行，常用於管制事件或非航空類的個人事件。
2. 解說 Debriefing - 影響範圍較廣，可能是整個團隊、整個班務或全單位的人員，以團體方式進行斡旋，常用於重大的航空事件或事故，或可能重創全體人員的事件。
3. 解散 Demobilization - 藉由危機處理指引，提供管理壓力的方法與技巧，使個人可以回復正規生活，達到心理復健的效果。

## 四、人為疏失(Human Error)

### (一) 定義 Definition

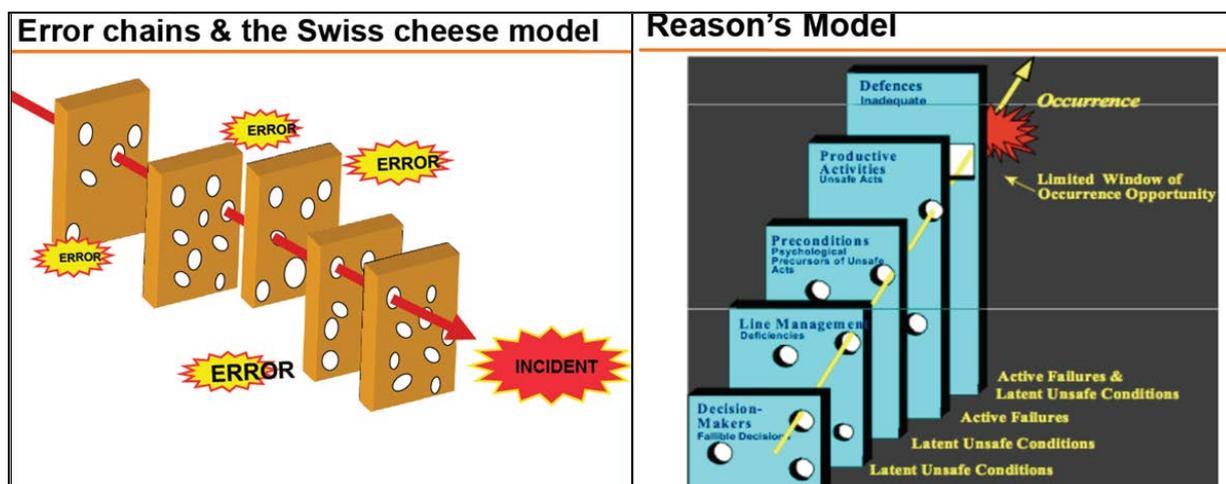
人為疏失(Human Error) - 係指導致結果偏離個人意向或情境需求的一種作為(或不作為)。強調的是非故意(not intentional)的錯誤，若是蓄意性偏離規定/程序則不能稱為人為疏失，而屬於「未按規定作業non-compliance」。

根據1994年Kirwan的研究報告，不同類別的工作發生人為疏失的機率統計如下：

工作類別	發生機率
1.簡單、經常性、壓力小	1/1000
2.複雜但熟悉、中等壓力	1/100
3.複雜且不熟悉、具有相當程度的壓力	1/10
4.高複雜度、時間緊迫、不常執行、壓力極大	30%~100%

以飛航管制的複雜度及壓力而言，大概是落在第3項或第4項，發生錯誤的機率不可謂不高，是否出現錯誤就一定造成嚴重後果，其實不然，大部分的錯誤都在未形成損害前被及時攔截，少數未被攔截的錯誤才會釀成事件。

James Reason在「危機管理」一書曾提到起司理論(Cheese Model)，意指每片起司的空隙是發酵製程的自然現象，正如沒有一個人或單位是完美無缺的，若把數片起司垂直疊立在一起，雖然這些起司片各有不同的漏洞空隙，但只要不是各個起司片的漏洞空隙剛好湊成一條線，光線是無法從第一片貫穿到最後一片的。以此為例，發生錯誤是人之常情象，如果這幾片起司代表不同的個人或層級，只要各自的錯誤不是正巧發生，那麼不幸的事件就不會發生；也就是說，只要某一個人或層級能夠發揮應有的功能，發揮防阻功效，不幸事件自然也無法發生了。



(二) 人為疏失(Human Error)可分為四種：

1. 誤解 Mistakes - 想法正確、計畫錯誤。

可能因HIP(Human Information Processing)偏見作用、訊息複雜、診斷錯誤、誤判形勢導致計畫錯誤、知識不足、過於自信，或者觀念正確但引據失當等等，以致發生錯誤。誤解通常隱含「判斷錯誤」(Judgement Error)的因素，包括做了不該做的事、沒有作為、做得不夠、做太多、太早行動、太晚行動，通常是因為對籠統的事情錯誤評估。例如知道這兩架航機有潛在衝突、需要引導避讓，卻因為判斷不佳、帶的航向仍舊無法解開衝突。

2. 失誤 Slips - 想法正確、計畫正確，但未依計畫實施。

屬例行性或經常做的事物，平常應該都能應付自如，一時之間卻沒做出正確反應。例如想著待會兒航向200引導航機避讓航情、這時航機請求爬升高度、結果脫口指示爬高飛航空層200。

3. 疏忽 Lapses - 沒有想法、沒有計畫。

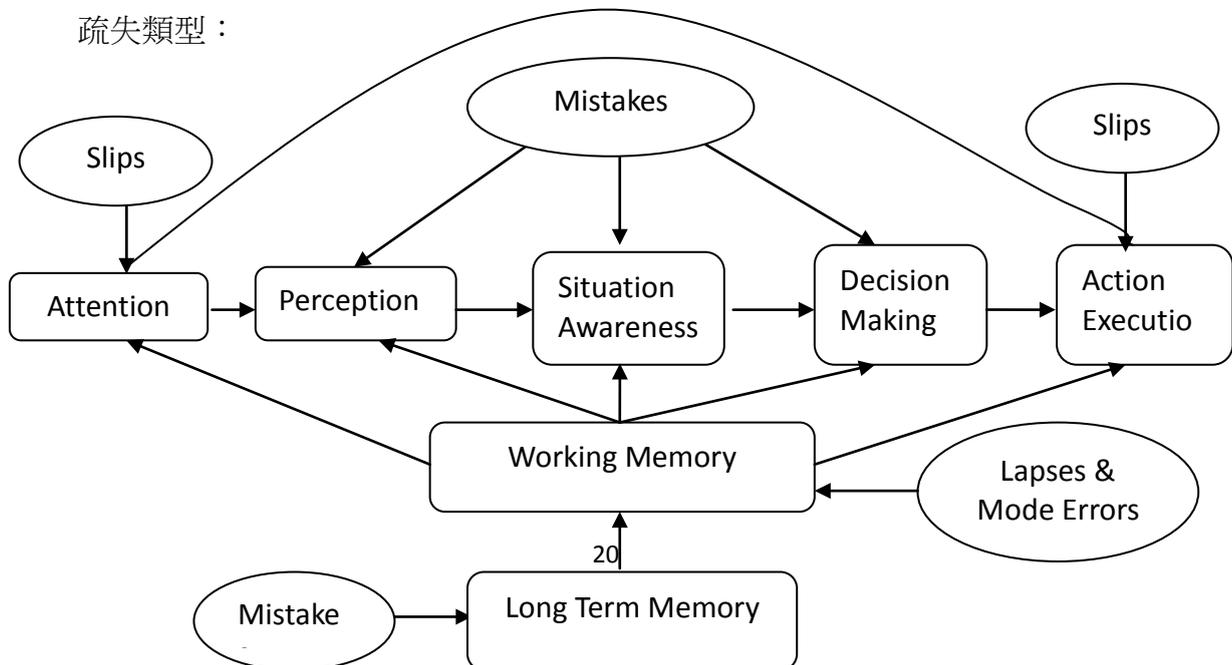
由於忘記、分神、干擾、打岔或工作過度等因素，出現思想放空、省略、不專心等行為，以致未能即時反應，是難以偵測、難以預防的人為疏失。例如忘記已交管出去的航機與剛進管的航機有潛在衝突、即指示進管航機下降高度以致隔離不足。

4. 模式錯誤 Mode Errors - 想法錯誤、因此計畫錯誤。

將既有模式套在不適當情境以致產生錯誤，可能是記憶錯誤或引用不當，尤其系統轉移或程序變更時最容易發生。例如桃園國際機場兩條跑道，由05/23、06/24更名為05L/23R、05R/23L，更名初期幾乎大家都有唸錯跑道的經驗。

(三) 人為疏失與人類訊息處理 (Human Information Process, HIP)

1. 將人為疏失的類型套用到人類處理訊息流程圖，可以明白看出不同階段產生的疏失類型：



2. 各種錯誤類型之分析：

	知識、技術、態度	顯著性及察覺度	可能措施
誤解 Mistakes	習慣不佳 技能知識不足或錯誤 缺乏經驗	不明顯、 不易察覺	訓練 TRM 技能查核
失誤 Slips		明顯、易察覺	系統設計、任務分工
疏忽 Lapses		非常不明顯、 非常不易察覺	訓練、TRM 增進記憶的工具
模式錯誤 Mode Errors	明瞭且熟悉科技運作 方式	中等	有效的螢幕設計

(1) 引起人為疏失的行為表現方式

- 外在因素：航情量、工作團隊、工作場所設計、自動化設計、周遭環境、組織政策。
- 內在因素：個人因素、工作量、職務分配、駕駛員與管制員的溝通、時間、班型、訓練與經驗。

(2) 引起人為疏失的作業方式

- 業務：犯錯的時候這個人正在做甚麼？如交管、協調、輸入指令、席位交接……。
- 裝備：當時使用甚麼裝備？雷達顯示器、滑鼠、管制條、切換裝備……。
- 資訊：錯誤資訊的內容是甚麼？飛航空層、航向、速度……。

(四) 錯誤管理(Error Management)

指將人為疏失引發之事件及後果降至最低的方法。共分三個階段：

1. 避免錯誤Avoid Error - 此階段是錯誤不讓發生。由預防錯誤著手，降低錯誤發生的頻率及可能性，如列入接班簡報、使用檢查表、查核、制定標準作業程序、使用標準術語等。
2. 攔截錯誤Trap Error - 此階段係雖然發生錯誤，但以第2道、第3道…防線加以攔阻，在產生嚴重後果之前加以導正。如檢查確認、覆誦/聆聽、澄清疑問、從錯誤中自覺、確認溝通內容等。

3. 減輕後果Mitigate Consequence – 發生錯誤且產生嚴重後果時，應立即採取行動降低損害。此時須從三方面著手，包括工作團隊、領導階層、權責釐清。要預防此情形發生，正本清源的方式應是於決策時預留備案、想好解法。

(五) 人為疏失與訓練(Human Error and Training)

飛安事件中約有10%與訓練有關，尤其上席位的第2小時起及剛接班的前10分鐘內，是教官注意力明顯下降的時段。而訓練是嘗試犯錯也容易犯錯的過程，由於學員缺乏經驗、反應慢、技巧與記憶明顯不足、無法妥善應付多重任務的工作，教官須保持高度警戒、隨時監控，才能及時處理。然而這不是人的強項，因此教官必須：

1. 審慎拿捏介入管制的時機。
2. 維持情境意識，常與他人分享。
3. 依學員經驗能力安排工作量。

如學員的熟練度及訓練程度、目前訓練階段的教學方式、讓學員了解可能接手的狀況、監控學員的工作量。

4. 航情繁忙時可能限制學員上席位的時間，以避免疲勞、壓力及挫敗感。

茲以下表說明不同訓練階段的引導方式：

	訓練模式	學員犯錯時之作為
初期(或新人)	示範、說明	插入、接管
中期(或已持有執照者)	詢問、檢查	告知正確的措施
後期(或有資深者)	監控、暗示	如果安全許可→讓學員處理

## 五、 團隊資源管理(Team Resource Management, TRM)

(一) 定義Definition

團隊資源管理(Team Resource Management, 簡稱TRM)，是指有效運用所有人員、設備、資訊等可用資源，以達成飛航服務最高水準的安全與效率。

飛航服務的TRM係由FAA的CRM(Cockpit Resource Management 駕駛艙資源管理)衍伸而來。CRM係改進航空飛行安全設計之一套程序及訓練系統，主要集中於機組人員間人與人的溝通、領導力及決策能力，用以減少人為疏失產生之嚴重後果，最早用於美國國家航空暨太空總署的訓練，後為許多航空引用。而由於許多航空的意外均屬人為疏失，CRM因此廣泛應用於不同的領域。

TRM一詞原用於醫療體系的臨床實務，強調整合各領域專業醫療人才與資源、

提供病人全方位的醫療照護與安全的就醫環境。套用於飛航服務體系後，強調的亦是團隊的溝通、了解情況、解決問題、共同決定。

## (二) 團隊(Team)與團隊合作(Team Work)

### 1. 好的團隊應具有下列條件：

- (1) 了解團對角色的本質
- (2) 好的溝通
- (3) 對自己或其他狀況都能維持警覺
- (4) 了解做決定的策略及成員個別差異
- (5) 能體會不同領導風格，且領導者與跟隨者都能支持
- (6) 能識別各種壓力來源

### 2. 好的團隊合作應該是：

- (1) 鼓勵回饋以進一步澄清現況
- (2) 確定團員間沒有任何誤解：含潛在衝突與解決方案、如不採取行動則衝突發生機率有多少
- (3) 支持他人的管理方式 (除非是非常危險)
- (4) 尊重個人的長處及缺點
- (5) 以非判斷性的方式提出疑問
- (6) 讚美好的行為

### 3. 航管團隊的特色

- (1) 有自己的組織及規範，團隊精神、團隊文化及運作規則十分強勢，新成員往往容易受到傷害。
- (2) 以經驗及能力建立階級
- (3) 順從團隊風格及嗜好、
- (4) 支援性強、有時則過於依賴
- (5) 成員對團隊的改變不太清楚
- (6) 某些錯誤或不好作為不見得會被提出來

### 4. 管制員身處其中，面對團隊壓力的處理方式為：

- (1) 知道我如何執行→知道團隊如何運作
- (2) 知道自己的極限→了解我的同事
- (3) 知道實際的規則與程序→知道團隊的潛規則及程序
- (4) 有疑慮時提出疑問
- (5) 通報問題

- 報告錯誤對改善系統安全是必要的!
- 通報管制事件並非背叛、而是專業

### (三) 領導者與追隨者(Leadership & Followership)

#### 1. 領導者Leadership

領導者須負起責任，通常是資深、有經驗或有專門技術者。而航管的領導者還必須是：

- (1) 天生具有領導特質
- (2) 能處理自己與他人的壓力
- (3) 擅長於解決衝突
- (4) 擅長決策與溝通技巧
- (5) 能夠承擔責任

#### 2. 追隨者Followership

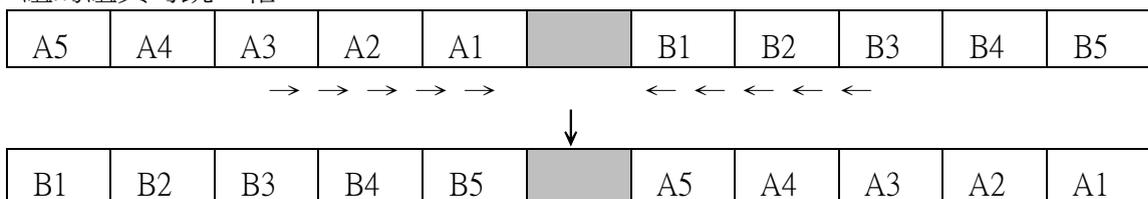
追隨者須願意合作、遵從他人建議、將個人喜好擺在第二順位、讓別人作決定、協助或支援他人。好的追隨者：

- (1) 不意味著盲目追隨
- (2) 仍保有自主性、對事情不確定時就說出來
- (3) 覺得有較佳方案時就大聲說出來
- (4) 事實行動(不太快也不太慢)
- (5) 不明瞭就提出問題
- (6) 對決定的事情不太確定、但當下又不適合提出問題，記下來稍後再詢問。

#### 3. 【練習活動】

領導者與追隨者的角色並非一成不變的，面對不同情況時領導者與追隨者可能變換角色，即使是同件事情，也可能因不同階段而角色更替。

這個課程老師帶領我們練習另一個活動：將所有成員分成2組，代號分別為A1~A5、B1~B5，於地上畫好11個方格，A、B兩組分兩邊排列，僅留中間1個空格，兩隊必須設法移動到另一端。移動原則是：一次走一格、或越過一名另一組的組員可跳一格。



當活動開始時，A1及B1扮演帶頭的角色領導組員解決問題，末端的A4、A5、

B4、B5因尚未輪到自己而較無參與感，隨後團隊的行動遇到阻礙，大家停下來討論解決方法，A4、A5、B4、B5因位於遠處觀察反而較能看出問題所在，於是指揮大家行動，最後圓滿完成任務。領導者的角色在成員中更替，有的人則扮演良好的追隨者，遵從、詢問、回饋。

除了領導者與追隨者的角色產生變化，我們也發現這項任務必須兩組合作、共同設法才能達成目標，就像管制工作，成員的目標一致，團隊的目標才能達成。例如航情繁忙時，單單在自己的管轄空域引導航機或頒發等待指示是不夠的，可能需要其他席位協助減速、或代管航機紓解無線電，甚而對外發布流量管理。

#### (四) 溝通Communication

##### 1. 良好的溝通應該是：

- (1) 清楚、不籠統
- (2) 表達意向
- (3) 能立即察覺溝通不清楚之處
- (4) 協調明確
- (5) 將失敗的溝通記錄下來，下席位後立即討論以避免變成大問題。

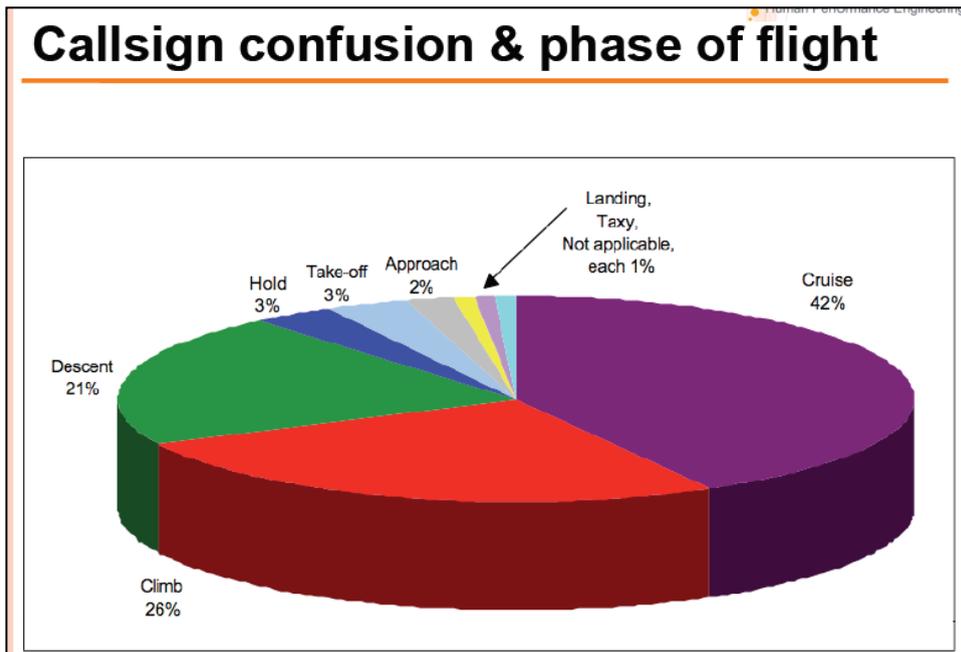
##### 2. 飛航管制中的溝通則代表：

- (1) 有效的溝通=正確接收訊息/指令+正確反應
- (2) 許多管制事件多半與溝通有關，重要的防禦機制就是「覆誦」及「聆聽」
- (3) 工作量高時，「覆誦」常常被遺漏，而「沉默」常被解釋為領知  
→「管制員沒有質疑我們的覆誦，所以……」

##### 3. 飛航管制的不良溝通常因為：

- (1) 預期心理(Expectation & Anticipation) – 誤聽或誤植。如前面提過的100與110、200與220、300與330等數字容易聽錯；或同為3位數的高度、航向、速度數值，也容易誤植。
- (2) 低工作量(Low Workload) – 低工作量常伴隨分心、鬆懈、低警戒、低警覺等情境意識的降低。統計數字也告訴我們，不少管制事是發生在低航行量的狀況。
- (3) 呼號混淆(Callsign Confusion) – 包括相似呼號、呼號不完整、沒有呼號。
  - 相似呼號可能造成航管許可被錯誤的航機抄收、覆誦，由於管制員未聽出覆誦航機的呼號，以致原本的航機駕駛員認為該許可不是他的而保持緘默。

- 以飛航狀態而言，巡航(Cruise)階段發生呼號混淆的機率最高。
- 以呼號混淆的類型而言，與呼號數字有關的約占84%、末2個數字相同



的約占41%、末1個數字相同的約占23%，其他尚有不同字母與數字組合之統計數字。

#### 4. 其他影響管制員溝通的原因還有：

- (1) 雷達資訊的干擾。駕駛員覆誦時檢視螢幕資訊，導致誤以為駕駛員的覆誦是正確的。
- (2) 駕駛員未對可疑的溝通提出澄清。研究發現，駕駛員寧可與組員討論管制員的發話內容，而不願意詢問管制員。
- (3) 未按規定使用標準術語。例如：因術語修改次數頻繁而誤用、術語過於瑣碎而冒險不用、看似無傷大雅以致養成習慣。
- (4) 駕駛員人為表現的考量。如遭遇緊急狀況或異常情形、缺氧、疲勞度、不同飛航狀態的工作量、溝通及術語、人為疏失、情境意識降等、混亂等等。

#### (五) 團隊情境意識(Team Situation Awareness)

TRM是透過團隊的運作，強化避免錯誤(Avoid Error)、攔截錯誤(Trap Error)、減輕後果(Mitigate Consequence)之功能。但以人類訊息處理(Human Information Processing)過程而言，注意力(Attention)及感知(Perception)均屬於行為個人的心路歷程，惟有靠團隊的情境意識(Situation Awareness)才能建立多道安全防線，進而決策(Decision Making)、採取行動(Action Execution)。

1. 團隊情境意識之必要條件有三：
  - (1) 資料分享 - 有關系統、環境、其他團隊成員之資料。
  - (2) 認知分享 - 團隊的目標及其他目標或相關條件；以及採取的行動對航情、駕駛員有何影響。
  - (3) 規劃分享 - 所有成員對未來航情須採取之行動。
2. 發現團隊成員有情境意識降等情形時，應：
  - (1) 調整工作分配。
  - (2) 調整職務。
  - (3) 分擔部分工作，如無線電、與外單位之協調、通知督導或相關人員。
  - (4) 適時提供支援。
3. 預防團體情境意識降等的措施如下：
  - (1) 檢視溝通內容 - 包含無聲的、有聲的溝通，以及溝通間的回饋。
  - (2) 檢查作業程序的符合性。
  - (3) 自我檢查及交叉檢查 - 挑戰、回應及質疑。
  - (4) 監控分享的畫面(顯示器)。
  - (5) 交叉檢查工作量與錯誤管理 - 席位內部、相鄰席位之間、單位之間。
4. 建立管制員與駕駛員間之情境意識

許多飛安事件顯示，如果管制員與駕駛員能使對方了解自己狀況，可能會有較成功的結果。緊急狀況、天候不佳或天氣異常，或者駕駛員經驗不足、空間迷向、遭遇困難，這樣的情境意識尤其非常必要。

## 六、威脅與錯誤管理(Threat and Error Management, TEM)

TEM係美國德州大學有關人為因素與航空安全之研究、發展而出的理論，後被廣泛用於許多航空公司及民航組織。TEM提供一套實務性的風險管理架構，除用於瞭解與指導複雜環境中的人為表現，並提倡飛航安全文化。

### (一) TEM三要素

1. 威脅(Threat) - 係指超出管制員影響力之事件或錯誤，增加作業複雜度且必須加以處理才能符合安全。可能是預料中或出乎意料的、後果通常是潛伏的。
  - (1) 類別Categories：
    - 內在的Internal，如裝備、工作場所、其他管制員、程序。
    - 外在的External，如助航設施、空域結構、席位配置、機場跑滑道、其他

單位。

- 空中的Airborne，如駕駛員、航空器性能、無線電狀況、航行量。
- 環境的Environment，如天氣、地形地障。

(2) 管理方式Management

- 識別Identify(識別與說明，並與其他成員分享)
- 評估風險Assess Risk(評估嚴重性、可能性、曝光率)
- 行動Act(修正任務、尋求支援或取消作業)
- 監控Monitor

(分心Distraction、打岔Interruption、入神Preoccupation(DIPs)是妨礙監控作業的3個主因。例如：聊天容易造成分心、低頭工作影響監視航情的能力、掃視場面或雷達時只注意部分細節、不同工作項目間彼此互相干擾、長時間關注某件事情而忽略其他)。

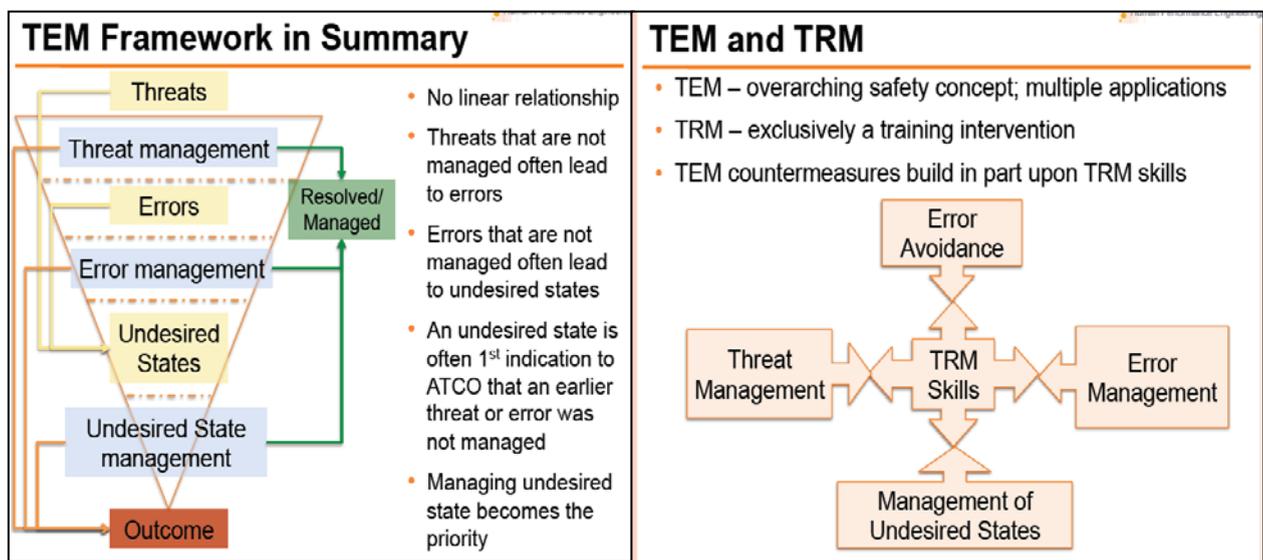
2. 錯誤(Error) - 指管制員的作為或不作為，以致結果偏離組織或管制員的意向。錯誤不處理或不當處理時，常會導致「不希望的情況(Undesired States)」，作業錯誤可能降低安全限度、增加「不希望的情況」的發生機率。錯誤通常源於威脅或錯誤鏈(Error Chain)的一環，但如果及時發現並妥善處理可能不會有事，而成為成功的範例。因此記錄錯誤如何被發現、被解決，對學習、訓練以及未來的設計都具有相當的參考價值。
3. 不希望的情況(Undesired States) - 係指非有意的情境下使航情瀕臨安全界限之情況，是正常作業狀態(Normal Operational State)與後果(Outcome)間之過渡階段。「不希望的情況」起因於威脅/錯誤之管理不當以致產生危害情形，只有很短的時間可以採取更正措施，通常是飛安事件或意外發生前一個階段。例如：航空器滑入不該進入的滑行道、該在停機坪等待卻後推了出來、該轉航向卻沒有轉、應該通過某個航點卻沒有通過等等。

(二) 【說明】

舉例來說，離場A航機與到場B航機，兩機儀航程序原本隔離沒有問題，可以各自爬升/下降。B航機由於避讓天氣而偏離航道，可能與A航機的離場航道交錯，此時雖然仍有隔離，但如不修改原先的指示高度，對管制員而言將有潛在風險(威脅)，須花較多的時間注意兩機關係之變化、增加作業複雜度；當管制員頒發航向引導A航機避讓，口誤成另一個航向且未聽出A航機的覆誦與原本計畫不同(錯誤)，以致A航機轉了一個非預期的航向(不希望的情況)，就有可能發生低於隔離的情形(後果)。

當B航機偏離航道造成威脅時，管制員立即更改指示高度，確保兩機有高度隔離，就是威脅管理；然而管制員不處理這個威脅，不一定就會產生問題，因為兩架航機距離尚遠，B航機可能一下子就躲完天氣回到正常航道、或者以兩機的爬升/下降性能即使航道交錯高度也沒問題；當然，也可能如果情況不變、威脅一直不去處理(錯誤)，就可能發生低於隔離(後果)。當管制員頒發許可口誤時(錯誤)，不一定會出現「不希望的情況」，可能於聆聽駕駛員覆誦時發現航向不對而予以更正、或相鄰席位聽到頒發的航向有問題而予以提醒(錯誤管理)，使管制員及時修正而避免了「不希望的情況」，像這樣有關「錯誤」的修正或補救，就非常有價值了。

### (三) TEM架構及TEM&TRM之關係



威脅、錯誤、不希望的情況三者間並不是直線關係，任何一項若沒有妥善處理，都可能直接產生後果(Outcome)，因此TEM提倡的是一種包羅萬象、應用廣泛的安全概念，也是TRM技巧的根本。

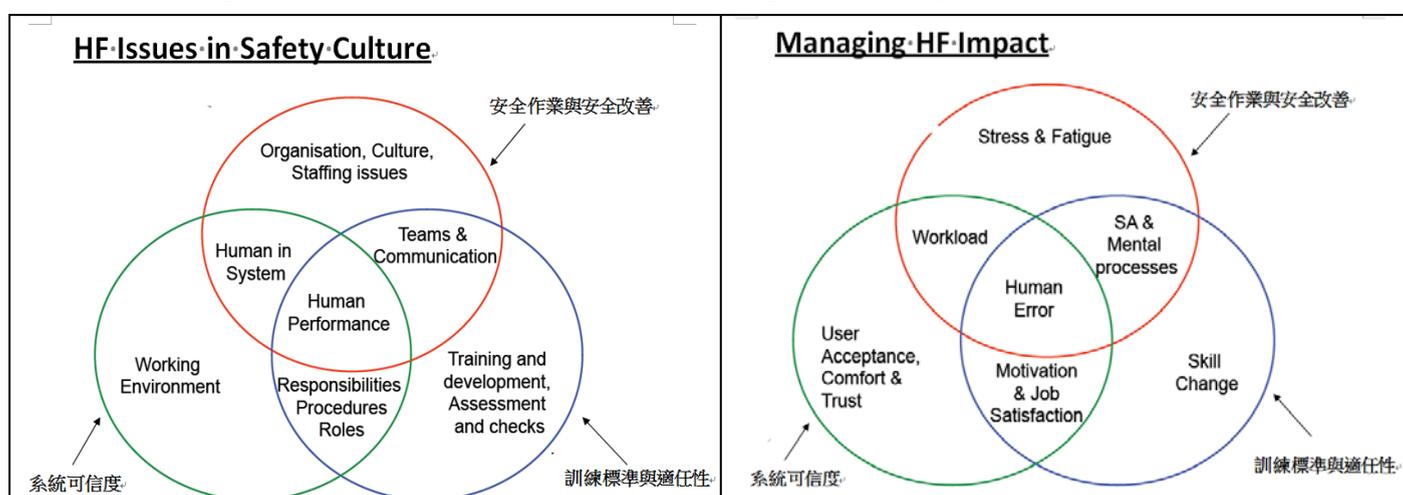
## 七、 安全文化(Safety Culture)

安全文化是安全在工作場所中被處理的方式，通常反映出「受雇人員關於安全的態度、信念、知覺和價值」，也是形成組織健康及安全管理的承諾、風格及效率。積極的安全文化係基於互信的溝通、分享有關安全重要性的認知及對預防措施有效性的信心。

安全文化可由情境、行為及心理三個層面探討。情境方面，反映在組織政策、作業程序、管理系統、及對事件的決策與能力；行為方面，反映在行為表現及安全相關作為，如初報、積極的安全對策、主動的安全改善作為；心理方面，則反映在

組織成員對安全的規範、價值觀、態度與認知，及管理者對安全的承諾與投入。

良好的安全文化包仰賴資深人員對安全承諾的管理、對不明確或明確的危害保持合理且彈性的態度與作業(Flexible culture)，使組織透過回報、監控及分析等機制(Reporting culture & Informed culture)持續學習(Learning culture)，並關心組織成員間共有的危害，任何與安全有關的措施均須考量組織成員對安全議題的態度及認知，否則即有可能失敗。另外，公正文化(Just culture)則鼓勵成員提供安全相關資訊之餘，也強調可接受與不可接受行為間之界線。當成員以經驗或訓練等因素採取不恰當的作法、疏忽或決策時，組織以不處分為前提，鼓勵成員自動報告；然而，如果錯誤的行為係由於嚴重疏忽、蓄意違規及破壞性行為等原因，則應有適當處分。學習。以飛航管制而言，這樣的公正文化是非常重要的，即所謂「誠實的錯誤Honest Mistakes」中學習，惟有這樣才能讓「承認錯誤」具有正向意義。



安全文化中，人因理論運用於三方面：安全作業與安全改善、訓練標準與適任性、系統可信度。透過各項機制發掘危安因子、降低人為因素的危害、避免人為疏失、提升人為表現，進而促進飛航安全。

## 肆、心得與建議

### 一、心得

最後一天的課程，老師以火車事故的案例，讓我們以分組方式分析各個面向的人因觀念。從案例中人為疏失的類型(誤解、失誤、疏忽、模式錯誤)、探討每個錯誤背後的訊息處理究竟哪裡出錯(注意力、感知、情境意識、決策、採取行動)，以及SHEL model各項元件互動的癥結。

透過這樣腦力激盪，讓我對人為因素的理論有比較清楚的輪廓，也較能理解一些看似不該發生的事件，其實人因理論裡都可以找到答案，例如航油量低、航情單純時發生的事件，以前覺得匪夷所思，如今總算知道這些錯誤真的是「事出必有因」。然而，並不是辨別出這個錯誤是Mistake、Slips、Lapses或Mode Error就足以沾沾自喜，重要的是能不能找到預防錯誤、減少錯誤的方法。

民國94年第16屆金曲獎頒獎典禮上，藝人王力宏錯聽最佳男演唱人得獎名字，跑上台領獎結果落得尷尬下台，多數的人認為這樣的錯誤無傷大雅，但如果是管制時發生錯誤呢？以本臺曾發生的案例來說，當事人已經非常注意相關的兩架航機，一個飛航空層160、一個飛航空層150，飛航空層160的航機絕對不能下高度，眼睛盯著飛航空層150的航機、等著航道交錯後指示飛航空層160的航機下降，卻在該機催促下降高度時，指示該機保持飛航空層160而口誤為飛航空層150，於是、低於最低隔離！

事情發生時，大家都覺得惋惜、不可思議，怎麼可能?! 然而，課堂之餘請教老師這個案例，才知道其實這是蠻普遍的失誤，因為一直盯著飛航空層150的目標航機，以至於發話時將盯著看的150唸了出來。老師也提出避免這種錯誤的小技巧，就是「要與哪架航機說話、就要盯著那架航機」，中斷其他航機訊息的干擾、減少資料誤植的機率。這個方法看似簡單，但試捫心自問，有多少人敢斬釘截鐵地說每次發話時一定口到、眼到？

執行管制作業時除了自身多加注意、避免可能的分心或干擾外，犯錯畢竟難免；TRM強調團結力量大、以團隊合作防堵個人錯誤，但這也僅是移動起司片使空隙不會連成一線；釜底抽薪之計，應是減少起司片的空隙以降低起司空隙連線的機會。而建立良好的安全文化，使團體成員對安全作業有共同體認，在風險因子出現徵兆時即予以識別、有效避免，才是人因管控的最佳境界。

## 二、建議

- (一) 於航管年度複訓或單位地區性複訓中納入有關人為因素的簡介課程。

人因課程並無艱深的理論分析，討論議題亦是日常作業常見的實例，返國後我曾經於單位的交接班簡報中分享上課心得，多數同仁亦覺得心有戚戚焉。而本總臺歷年來曾多次選派航管人員參加此項課程，建議可於航管年度複訓或單位地區性複訓中納入有關人為因素的簡介課程，使管制員對人因理論、尤其是人為疏失部分有較深入的認識，進而以人因理論進行案例研討，檢視管制事件發生原因及改善方式，讓管制員體認自身的盲點，凝聚對飛航安全的共識，相信應有助於發展良好的安全文化。

- (二) 以人因理論為架構，建立飛航管制單位內部有關管制事件中人為因素之資料庫。

本總臺於102年3月18日啟用「飛航管制事件資料庫網站」，提供飛航管制單位輸入、彙整、追蹤及查詢飛航管制事件資料之平台。人為疏失既為發生飛航管制事件之主要原因，建議飛航管制單位可參考網站資料，以人因理論為基礎，就管制事件中有關人為因素、人為疏失部分，建立屬於單位內部之資料庫，加以彙整分析，研擬因應對策，應能有效控管威脅因子、降低風險。

## 伍、附件

### 一、 講師介紹

#### **Irene Low MSc, BSc (Hons) Human Factors Consultant Human Performance Engineering LLP, Singapore**

##### **Project Role:**

Human Factors Expert

##### **Recent Relevant Experience:**

Irene is a highly committed Human Factors professional with sound theoretical knowledge of Human Factors, Psychology and its related disciplines. In addition, she has vast experience of practical application of Human Factors in all aspects of Air Traffic Management. She founded Human Performance Engineering LLP and has worked with some of the regional ANSPs, and regularly with CAAS and SAA. She has also worked with ATC professionals from the Middle East.

- Design, produce and deliver various types of Human Factors training courses for different aviation audiences (Controllers, Engineers, Pilots, Competency Examiners, Trainers, Managers and supervisors, Trainees), local and overseas. Topics include Human Performance, Stress and Fatigue management, Human Error management, Team Resource Management, Threat and Error Management, Human Factors in Safety Management, Human Factors in Accident Investigation.
- Generating interventions and solutions based on incident investigation, data collected and error trend analysis, improving controller performance as a means of reducing incident and error rate
- Producing leaflets and best practice documents on human performance (for e.g. maintaining alertness during night shift, stress, sleep and shift-working), human error, fatigue and other safety issues
- Investigating the impact of automation on skills and training requirements, mental workload and safety and recovery procedures.
- Highly skilled in various HF tools and performance assessment techniques. E.g., mental workload evaluation, human error analysis, situation awareness evaluation, eye movement tracking, visual search and scanning analysis. This also includes the various task analysis techniques for cognitive task performance, overt skilled performance, training needs and safety requirements analysis.
- Highly skilled in display screen equipment, workstation and automation control panel evaluation methods and design principles, as well as in conducting rapid prototyping, user and task modelling and real-time simulations for usability evaluation and design

**Key Qualifications:**

- MSc in Ergonomics (Human Factors/HCI option), with Distinction, University College London.
- B Soc. Sci. (Hons) Psychology. 2:1, National University of Singapore
- BA in Psychology and Statistics, National University of Singapore
- Qualified in all International Critical Incident Stress Foundation (ICISF) CISM interventions.
- Member of European Association for Aviation Psychology
- Member of the Ergonomics Society of Singapore.

**Other Relevant Information:**

- MSc research thesis on task analysis and mental workload modelling of air traffic controllers. (Industrial attachment with NATS)
- Low, I. (2003). Assessment of the impact on mental workload from advanced Air Traffic Management: A diagnostic tool. Paper was presented at the International Ergonomics Association XVth Triennial Congress and published in the Conference Proceedings
- Low, I & Donohoe, L. (2001). Methods for assessing ATC controllers' recovery from automation failure. In D. Harris (Ed.) Engineering Psychology and Cognitive Ergonomics: Volume Five - Aerospace and Transportation Systems. Aldershot: Ashgate, UK
- Low, I., Timmer, P., and Kilner, A., (1999) Are inconsistencies of outcome between predictive and descriptive mental workload techniques systematic? In Hanson, M.A.(Ed), Contemporary Ergonomics, London: Taylor and Francis.
- Was previously involved in Eurocontrol Human Performance Group and in NASA AMES/FAA workload modelling working group

## 二、學員名單

<b>No. 9 Human Factors in ATS Workshop</b>			
<b>04 Mar 2013 to 08 Mar 2013</b>			
<b>S/n</b>	<b>Country</b>	<b>Name</b>	<b>Organization</b>
1	Estonia	<b>Ms Ere Keerig-Kont</b> Personnel Specialist	Estonian Air Navigation Services
2	Seychelles	<b>Mancienne Louis Raoul</b> Senior Air Traffic Control Officer for Standards	Seychelles Civil Aviation Authority
3	Singapore	<b>Cheng Kar Way Jeremy</b> ATCO	Civil Aviation Authority of Singapore
4	Singapore	<b>Cheoh Wee Pin Simon</b> ATCO	Civil Aviation Authority of Singapore
5	Singapore	<b>Chung Sai Man</b> PATCO	Civil Aviation Authority of Singapore
6	Singapore	<b>How Wai Chee Alvin</b> ATCO	Civil Aviation Authority of Singapore
7	Singapore	<b>Ms Gan Jia Li</b> ATCO	Civil Aviation Authority of Singapore
8	Singapore	<b>Ng Zhen Hui</b> PATCO	Civil Aviation Authority of Singapore
9	Taiwan	<b>Mrs Lin, Shioh-Chung</b> Air Traffic Controller	Air Navigation & Weather Services C A A
10	Uganda	<b>Malinga Francis</b> Senior Air Traffic Management Officer / Head of Air Navigation Services	Civil Aviation Authority
11	Uganda	<b>Ms Atto Irene Lawoko</b> Principal Air Navigation Services Inspector	Civil Aviation Authority
12	Zambia	<b>Ms Audrey Chilabi</b> Aeronautical Mobile Service Operator (Communicator)	Civil Aviation Zambia

