

人為因素與 飛航安全

■ 鄭永安

單純因機械故障而造成重大空難已不多見，大部分的空難都與人為疏失有關，如何減少疏失及避免因此造成致命的事故，是提升飛航安全的核心。

人為因素

依據全球飛安統計，超過 7 成的飛航事故與人為因素有關。我國飛安統計也顯示，事故主因近 7 成與飛行員有關，若包含其他如維修人員、管制員及組織管理因素，則約有 8 成涉及人為因素。

舉凡飛行員、空服員、管制員、維修員、地勤人員等航空從業人員在工作時，影響其決策與行為的所有因素，都是人為因素的探討範圍，涵蓋的領域包括人因工程、航空生理學、認知心理學、行為學、社會心理學、管理學等。

高安全風險的產業，如核電廠、石化業、運輸業等都會特別重視人為因素。航空業自不例外，透過系統化的資料蒐集與研究，了解基層人員工作時的生理心理特性與限制，作業環境的影響，工具、設備、操作程序的適用性，以及作業人員彼此間的互動關係等，來提高工作效率，並消弭人為疏失的產生，以增進飛航安全。

人為因素的類別

1972 年，英國愛德華 (E. Edward) 教授提出 SHELL (S: software, H: hardware, E: environment, L: liveware) 觀念模式，運用人本身的限制與狀態，以及人與軟體、硬體、環境、其他人員的互動關係來描述人為因素。當這些因素與人未能相互配合或因素本身有缺陷時，就可能產生人為疏失。

在 SHELL 模式中，人本身的限制與狀態方面處於居中的位置，是最重要且最有彈性的元素。但人也有許多限



人為因素包括人本身的限制與狀態，人與軟體、人與硬體、工作環境，以及其他作業人員間的互動。

制與差異，像身體可承受的力量、肌力極限、對外界物理條件如溫度與壓力的承受力、資訊的處理能力等。另外，人在工作時若處於不佳的生理心理狀態，如疲勞、身體不適、時間壓力、情緒低落等，也容易增加犯錯的機率。

人與軟體的關係方面，軟體包括了操作程序、檢查卡、航圖、儀表顯示介面、電腦軟體等。當軟體內容有標示不清、錯誤、不完整或使用上不方便、不人性化時，就容易產生人為疏失。

人與硬體的關係方面，許多人為疏失是來自不良的硬體設計。例如，舊型飛機的起落架手柄與襟翼手柄有相似的形狀、大小，且排列在一起。起飛後，飛行員原本要收起落架以減少阻力，卻誤收襟翼造成升力減少而發生事故。新型飛機的設計則把兩手柄放在不同的位置，起落架手柄的握把外形就像輪子，襟翼手柄則像機翼。

人與環境的關係方面，飛行時外界環境對飛行員的影響是最早受到注意的。例如，噪音會影響飛行員通話，因此要使用耳機；高空空氣稀薄、壓力低、溫度低，因此要有加壓與空調系統；亂流、雷雨、冰雹、火山灰等狀況除了會影響外界的能見度外，也會增加飛機操作的難度；機場場面的設備如燈光、標線、標誌等，也會影響飛行員對航機位置的判斷。

人與人之間的關係方面，是人為因素中最重要的一環。飛行員要完成一趟任務，必須與其他人員互動，除了飛行員彼此間的相處外，還包括與簽派員、維修員、地

勤人員、空服員、管制員等的互動。人與人之間的溝通合作，往往是事故的最終防線，若能發揮團隊合作的功能，則比較能克服其他因素所造成的危害。相反地，若無法維持良好的互動，也可能犯下致命的錯誤。

人為疏失

人為疏失是指基層人員在工作時未能達成組織要求的標準或預期的結果，常見的疏失包括技術操作錯誤、決策錯誤與知覺感官錯誤。

以飛行員而言，技術操作錯誤是指在執行操作動作如查閱手冊，執行檢查，輸入電腦，操作駕駛桿、控制桿或電門等過程中所犯的錯誤，通常與注意力不集中、遺忘或記錯、技術不純熟或習慣不良等有關。

決策錯誤指飛行員依其所受的訓練、學識、經驗等判斷所面臨的狀況，經邏輯推理、思考與評估解決方案後，採取的行動仍無法解決問題。決策錯誤通常與資訊不充分或知識及經驗不足有關。

知覺感官錯誤指飛行員因感官器官本身的限制或功能受到影響，造成感官器官接收到的訊息與實際狀況有異或不精確，進而做出錯誤的決策或操作。例如，飛行員受環境、天氣或黑夜影響而產生視錯覺，因而誤判航機高度。

古云：「人非聖賢，孰能無過。」俗話說：「吃燒餅哪有不掉芝麻的。」只要是人，就可能犯錯。因此，重點不在錯誤

人與人之間的溝通合作，往往是事故的最終防線，若能發揮團隊合作的功能，則比較能克服其他因素所造成的危害。

本身，而是影響人員犯錯的因素，以及如何避免人為疏失衍生成嚴重的後果。

舉例來說，若航空公司在任務前沒有提供飛行員足夠的休息時間，或要求超時工作，再優秀的飛行員都可能因疲勞而犯錯。重視安全的公司不會認為飛行員犯錯後，處分是有效的改善策略，而是會進一步找出飛行員犯錯的根源並加以改善，如改善飛行員的排班制度，以避免或減輕疏失可能造成的嚴重後果。

前車之鑑

回顧航空發展史，人為因素造成的重大空難不勝枚舉，最著名的例子是發生於1977年3月27日，地點在北非外海西班牙屬地的特內里費島（Tenerife）機場。當地時間下午5時6分，荷蘭航空一架波音747型客機在跑道上起飛滾行時，撞上另一架正在跑道上滑行的泛美航空波音747型客機，造成583人死亡，是航空史上死亡人數最多的空難。

事故當日，大量飛機因主要機場接獲炸彈攻擊威脅，轉降於特內里費島機場，主滑行道停滿飛機，迫使主要機場開放後，飛機須使用跑道做為滑行道。

事故時，機場因大霧能見度不佳，管制員無法目視荷航與泛美的飛機，兩架飛機也無法目視對方。荷航機長因班機延誤急於離場，在未獲起飛許可下逕行起飛。其他兩位組員雖懷疑泛美飛機仍在跑道上滑行，然因溝通不良與礙於機長權威，未能成功阻止機長起飛。副駕駛員雖曾告知管制員該機正在起飛，但因表達不清，使得管制員誤解該機仍在跑道頭等待起飛。另一架泛美飛機則因誤解管制員的指示，尚未脫離跑道。

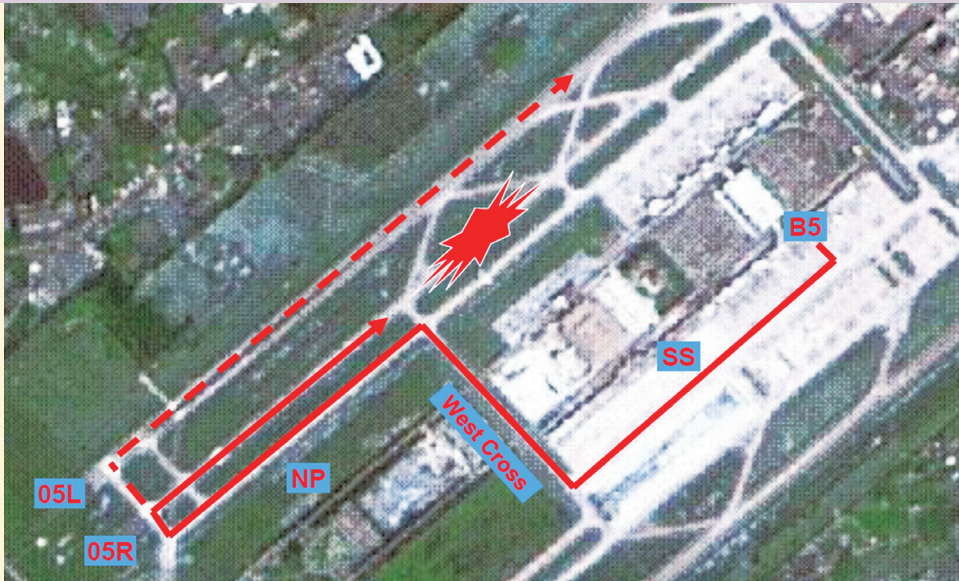
荷航飛機持續在跑道上滾行，當兩機接近時才看見對方，荷航飛機嘗試拉起機頭提早離地，泛美飛機加速左轉意圖脫離跑道，但荷航飛機機腹仍撞擊泛美飛機機背，終致事故發生。

這事故對航空界帶來的震撼，在於兩架運作正常的飛機與優秀的飛航組員，卻因天氣、時間壓力、溝通不良、機長領導方式等犯下致命錯誤，造成史上最嚴重的空難，而非傳統上認為飛行員技術不佳才會造成飛機失事。

我國也曾發生人為因素導致的重大空難。2000年10月31日晚間11時，中正機場（今桃園機場）正因颱風外圍環流影響而處於強風豪雨中，一架新加坡航空波音747型客機預計自05左跑道起飛，由於能見度不佳，飛航組員在滑行過程中提早右轉，進入與05左平行的05右跑道，機上3位飛航組員都未發覺。事故時，05右跑道中段正在進行跑道工程，停放許多重型機具，該機於起飛滾行時撞擊重型機具，機身爆炸起火後斷裂，造成機上83人死亡。

從人為因素的角度，這事故有許多影響飛航組員滑錯跑道的因素，包括飛航組員急於在颱風來襲前起飛的時間壓力，黑夜、強風、豪雨等造成能見度不佳，機場場面指示牌、滑行道中心線與中心線燈有瑕疵，管制員無法目視該機也未主動提供進一步協助，新航手冊中未載明低能見度滑行操作程序，以及未提供飛航組員低能見度滑行技巧訓練等。

任何飛航組員在上述因素影響下，都可能犯下相同的錯誤。因此，與其強調飛航組員的疏失，不如設法改變某些影響因素，才能真正避免類似事故再發生。例如，裝設機場場面雷達，使得管制員在低能見



新航 SQ006 班機提早右轉，進入跑道中段施工封閉的 05R 跑道，在起飛滾行過程中撞擊重型機具，造成航機爆炸起火。

度狀況下依然能夠掌握航機滑行的位置，或提供飛航組員低能見度滑行操作程序與訓練，使得組員能妥適進行滑行路徑規劃，在每個轉彎處加以確認與複查。

組員資源管理

1977 年特內里費島空難後，航空界學習到在一個多組員座艙中，飛航組員所遭遇的問題通常與操作技術無關，而與不良的團體決策、無效溝通、不當領導方式、不佳工作分配或資源管理不當等有關。傳統的飛行員訓練著重於飛行技術，偏重個人表現，鮮少提及在飛航安全中同樣重要的組員管理問題。有鑒於此，航空界發展出組員資源管理訓練，並成為每位民航駕駛員必修的課程，甚至擴展至管制員、維修人員、簽派員、空服員及管理階層。

組員資源管理訓練是教育組員在出任務時，如何有效運用所有可用資源，包括人力、硬體、軟體等，以提升工作績效並適時做出正確決策與操作。訓練的重點在於狀況警覺、團隊合作、領導、決策下達、溝通技巧等。

現今的組員資源管理理論已融入飛行員的標準作業程序與模擬機訓練中，不論是正常程序、緊急程序或是故障排除程序，都有明確的工作分配與標準用語，並藉由模擬機反覆練習。標準作業程序也包含飛行各階段應進行的任務提示與檢查，要求飛航組員間不論資歷，都應做到積極傾聽。在組員溝通過程中，應確認對方已接收到正確資訊，當某一飛行員連續錯誤回應兩次，或經提醒兩次仍未有回應時，則需考慮視該員已處於失能狀態，接手操作航機。

組織管理時代

在航空業發展過程中，1900 年代末期至 1960 年代晚期是技術革新時代，當時航機設計不佳與機械故障是主要的事故原因。隨著航太科技的進步，1950 年代後，機械問題所導致的事務率已顯著降低。1970 ~ 1990 年代中期是人為因素時代，人為疏失所導致的事務比率已顯著超過機械因素，使得航空界開始重視人為因素，進而發展出組員資源管理訓練。

航空界對安全的管理，已由事故後的檢討改善，提升為事先的預防與危害控管。



1970 年代後，組員間的團隊合作、有效溝通，以及有效利用所有資源，成為人為因素的發展重點。

1990 年代中期後是組織管理時代，研究人員發現，組織對人力、財務、軟硬體資源的投入與分配、對安全的重視、對營運績效的要求，以及內部的溝通與管理，才是造成基層人員犯錯的根源。至此，事故發生後不再只專注於基層人員的疏失，組織的安全管理也成為人為因素的探討範圍。

航空界對安全的管理，已由事故後的檢討改善，提升為事先的預防與危害控管，

即便如此，人為因素仍是提升飛安的核心議題。

鄭永安
飛航安全調查委員會

深度閱讀資料

何立己（民 87），黑盒子的祕密—航空安全人為因素剖析，AIRWAY 世界民航雜誌，台北。

張有恆（民 90），航空安全人為因素探討及案例分析，交通部民用航空局，台北。