

淺論認知科學中的 “並發任務管理”和“前瞻記憶” ——飛行訓練的新領域

毛青彪

前言

認知科學是“對人類思考、語言以及大腦所進行的科學研究，亦即有關人類心智的科學研究”（陳學志譯，2004）。1950年代後期認知科學開始有所謂的認知革命（cognitive revolution），而認知科學在人類記憶和認知歷程的研究所採取的科學方法所得到的結果，對當今的航空安全也有著重要的意義。

近幾年，美國航空太空總署的Ames研究中心發表很多有關“接近同時多工任務管理”或稱為“並發任務管理”（concurrent task management），和“前瞻記憶”（prospective memory）等和認知科學相關的專題研究。蒂斯慕克（Dismukes）認為飛行員無意間遺忘原來要做的座艙動作，源自於很難有效的掌控並發任務管理。航空公司的飛行運作手冊（Flight Operation Manual）所要求飛行員做的通常只考慮到線性環境，手冊裡所寫的並無法和真實環境相符，航空公司也很少提供接近真實環境、天氣、空地勤人員與航管環境不停且斷續干擾的實況互動，同時又加上飛行員面臨生產班表壓力等的動態（Dynamic）飛行情境訓練。

與認知資源有關的種類

從認知資源的角度來看，飛行員在實際飛行環境面臨的狀況可歸納為四大類（Dismukes）：

* 原來在執行的動作或程序被打斷或注意力被外界事物吸引。這些新的刺激如果涉及較複雜的新的程序和動作，尤其必須使用語言或記住新記憶需求時，不可避免地容易發生錯誤（Ashcraft, 2002）。我們都知道，好天氣滑行在熟悉機場是件較輕鬆的工作。但如果因為航管或航路狀況要求改變，監控飛行員在執行監控任務下，同時必須

在飛行導航電腦（FMC）上更改整條航路，在腦認知資源上的需求相對升高。如果這時候再有新的外部需求干擾原來已被提高的認知負荷下，原來的監控任務或正在同時進行的飛行導航電腦的航路修改發生失誤或遺忘該執行的動作機會將大大提高。

* 座艙當時應執行的動作無法按照飛行運作手冊（FOM）所訂的內容依序執行。實際飛行運作時，因外部人員配合或環境因素導致輪到該做的動作或程序必須延後。整體運作作業是無法完全停下來等到完成輪到的動作執行完畢方進行下一個動作，這是不現實也不實際。蒂斯慕克特別提到，因為在滑行階段和進場階段通常所有的程序或動作都是連貫無間斷，在做完各階段串連的該執行動作後，飛行員因為整個注意力都被連續動作的要求佔據，是不可能再有多餘的裕量去將所有原來已完成的動作再重新檢查一遍。譬如，襟翼放下到起飛襟翼位置是滑行前的動作。但在冰雪天氣下，航空公司要求飛行員滑行時必須保持襟翼收上，等到進跑道起飛前，方將襟翼放下到起飛需求位置。如果航空公司在正常起飛前檢查單中沒有重複檢查或以其他明確如檢查單的方式提醒飛行員再度執行這項檢查，僅僅依靠飛行員用記憶的認知功能做為防禦，失誤的發生是不可避免。

* 無預期突然新加的外來要求。飛行員在順著飛行運作手冊的規定順序運作中，常常會突然收到座艙以外環境新的要求或改變原來要求。例如在洛杉磯進場時，進場管制員在允許你下降到8,000英尺時，外加一條要求你通過10,000英尺時做通過報告。監控飛行員此時必須將這項額外要求加到他原本已非常忙碌和高度認知資源要求的正常工作中。在實際通過10,000前的幾分鐘間，飛行員需要將這要求“記住”在記憶裡。這報告高度的要求有點

像“新的干擾”，同時它也是“延遲待執行”動作，它們對腦認知的有限資源是新增的負荷，失誤或遺忘的發生以老天爺給的人類原來的有限認知能力設計而言是不容易避免。

* 多項必須執行的動作同時交叉存在。“多項動作交叉存在”(Tasks Interleaved)是工作人員在執行多項同時存在的動作時，必須暫時放下在原來在做動作上的注意力，轉而去完成幾下新的被需要做的動作，再將剛做幾下的動作放下，重新將注意力轉回到原來做但未完成動作上。在飛行中類似的情況經常存在，例如我們在進場下降中，航管管制員有時會要求飛行員保持最可能大速度進場，同時管制員告訴飛行員和他飛行軌跡可能有影響的其他航機相對位置，並要求保持對該機的目視隔離；同時管制員也提供飛行員前方進場中的飛機位置給他參考。飛行員同時之間被給予多個狀況，他必須在保持正常下降進場準備減速建立各種落地外型 and 攔截導航航道的同時，將他們的注意力不斷的在不同動作或工作之間轉換：保持進場計畫；攔截航道；建立外型；對外搜尋被告知的飛機位置；調整速度等等。因為飛行員非常專注在完成“多項動作交叉存在”，相信很多飛行員都會有經驗，當降落停妥飛機後，座艙長進來告訴機長：您忘記在10,000英尺給我們“降落準備”的訊號。尷尬嗎？

案例研究

蒂斯慕克等人(Dismukes, Berman, and Loukopoulos)就認知裡的“並發任務管理”(concurrent task management)，和“前瞻記憶”(prospective memory)提供許多專文，其中的一個案例如下：

MD-82的組員起飛前忘記開啟空速管加溫電源。起飛中，速度指示不正常，機長決定放棄起飛。因速度超過放棄起飛決定速度，飛機衝出跑道。

空速管加溫電門的開啟是在這個公司的“啟動引擎檢查表”裡，另外在“起飛前檢查”也有要求飛行員檢查座艙內有無非常態指示燈亮著(MD-82空速管加溫電源沒開啟時，會有黃色指示燈提醒飛行員)。

兩位飛行員皆非常資深。資深表示經驗豐富，但又不按照SOP作業，會是甚麼原因讓組員表現如此？是“漫不經心”？還是“自滿心態”？

認為，如果沿這個思維走的話，那是誤導找出問題的真正方向也輕忽類似這種事件的複雜度。他們認為想要找出可能原因，必須對座艙工作細項詳細分析，同時瞭解當

時飛行員工作的內外環境，並找出在特定時刻的座艙工作細項所可能占用的人類認知處理能力，以及所有這些認知處理運作在當時特殊環境下所可能發生的失誤。

他們研究發生在美國1987-2001間，被歸類為飛行組員失誤的27件航空公司的重大失事中，其中有5件是因為飛行員沒有執行或忽略該做的程序。類似的情況在他們的研究中顯示不是只有飛行員會犯的失誤。1991年洛杉磯國際機場，塔台管制員許可一架民航機降落，但她忘記讓在跑道頭的一架區間機起飛。在目光和塵霾中，兩架飛機相撞造成34位民眾喪生。其他的專業人員，如醫院外科手術後遺忘物品在病人身內；醫護人員在病房發放錯藥物。詹姆斯瑞昇(James Reason)在2002年的研究裡，認為在高度專業人員執行的高風險性作業環境中，沒有執行或忽略該做的程序或該有的動作佔到所有失誤種類的最大百分比。這麼多的例子讓我們瞭解到，就算是熟練的專家也是一定會犯錯誤。

回到飛行環境下，我們知道飛機在地面準備和滑行到起飛前的短短時間裡，駕駛艙的飛行員必須完成很多座艙內外性質差異很大的同時多工不同需求。這架MD-82的飛行員當天遇到的狀況是下雪結冰天氣。飛行員的額外工作是飛機要做由地面人員在機體上的除冰動作和除完冰後，飛行員目視檢查機翼表面是否沒有冰雪。外加上因為結冰天候，飛機襟翼要延遲到起飛前方能展開。而為了節省油料，該公司的程序要求飛行員將兩具引擎中的第二具延後到起飛前開啟。對有經驗的組員而言，這些並不是什麼特別多的工作負荷，只不過我們人類天生自然會對當下來到眼前的該處理項目習慣性地做出反應，常常因此忘掉前面原來記著要做的動作。每天，駕駛艙裡的組員面對的就是：多項動作交叉存在的程序；延遲某項動作但同時執行另一項作業；處理不預期來自於外在環境給予的新狀況，與其同時還得保持所有未作項目在記憶中。

結語

航空管理和航空安全裡最迷人之處是許多航空相關研究不斷推陳出新。近五十年對人類有關於認知能力和限制的探索，漸漸地在過去十年間逐步的外溢(Spill over)到航空界。明顯的這些對航空事故從認知研究角度切入的金石之言，對人為因素(Human Factors)和人為失誤(Human Errors)提供更多科學化和合理化的解釋。在航空先進社群或國家之間推波助瀾的結果，擴大我們對人類自己能力限制的瞭解，2005或2006年間，更開始漸漸有

許多新的書面理論在航空界裡嶄露頭角，如Erik Holnagel和David Woods等人的“Resilience Engineering and Safety Assessment”，或者如MIT的Nancy Leveson主張的“Engineering a Safer World”。

認知科學在航空界裡的研究，筆者個人以為最重要提供給我們的是：以科學的證據，將不幸發生的意外和失事事件的原因，從習慣性怪罪或指責第一線工作飛行員不努力做好專業工作的說法或情緒化攻擊工作人員，但解決不了困局的糾纏狀況下，轉到客觀且理性的“尋找有效控制或降低潛在威脅”的安全管理系統所期望的專業管理作為。

只有站在巨人肩膀上方能遠眺未來。這裡的“巨人”就是已發生或存在的專業研究或理論。當我們開始“站在”巨人肩膀上時，自己也成為下一個別人可依靠的小巨人。人類社會在逐步愈來愈高，愈來愈多的巨人們群聚遠眺未來時，我們的未來方是可靠的。希望將來台灣的民航天空不再是“你做錯…，而是更多的”我們將會如何如何

改進訓練；我們將會改善法規；我們將會更注重改變對第一線工作人員的支援。✈

參考文件：

“Investigating Human Error”，Barry Strauch

“Managing the Risks of Organizational Accidents”，James Reason

“The Limits of Expertise”，Dismukes, Berman & Loukopoulos

NASA Aeronautic Centre “<http://www.aeronautics.nasa.gov>”

“Human Factors for Transport Safety Investigators” ATSB 2014

“Resilience Engineering”，Erik Holnagel, David Woods and Nancy Leveson

“Engineering a Safer World”，Nancy Leveson

“認知心理學”陳學志主譯 2004 學富文化

