



Taiwanese American Aeronautics and Space Association

## 從品質管制的角度研討飛安之改善

吳爾融博士  
7/29/1998

### 一. 簡介

飛航安全 (Air Traffic Safety) 的問題如同生產工廠的品質管制 (Quality Control) 問題，可以分為兩個層面來研討：經管 (Managemental) 層面與技術 (Technical) 層面。經管層面可包括 (1.1) 訓練 - 含蓋教育及再教育 (Continuing Education)，(1.2) 訓練後的考核，(1.3) 操作錯誤的統計與分析，(1.4) 獎勵與懲處。至於技術層面則可包括 (2.1) 機器 - 各種硬體 (Hardware) 諸如儀器 (Instruments) 及工具 (Tools) 等的使用，及 (2.2) 通訊 (Communication Communication)。本文僅就上述這幾點詳加解釋於後，希望能對台灣飛安的提昇有所幫助。

### 二. 從經管層面分項討論

(1.1) 訓練：此項包括訓練課程的規劃及受訓人員的生活安排，雖然這些都是通常事務 (Routine)。特別在此要提出的是師資的審核與要求。一般說來，飛機出售商都會供給必需的飛行駕駛、維修及航管等訓練以及定時的再教育。購機者應該有權或從合同上要求審核師資以便選擇優秀的指導員 (Instructors)。大家都知道，好的老師才能調教出好的學生，在飛行教育上更是如此，老師必須有足夠的實際經驗，能夠現身說法，教導學生培養處理緊急事故的應變能力。例如美國大部份的優良航管指導員 (Air Traffic Control Instructor) 本身皆具有飛行經驗。雖然現在飛行訓練都使用電腦引導的模擬器 (Fly Simulator)，但為什麼不幸的事故仍然一再發生呢？其原因是再好的機器仍不能代替真人的口授心傳。在千鈞一髮之際，如何化繁為簡去應付最緊急的事件，以及如何養成一種細心處事的習慣，這

些優良的品質只能借好的老師之傳授才能得到。所以在訓練的項目裏，要非常重視師資的審核，即使是花些金錢和時間也應在所不惜。

(1.2) 受訓後的考核：這一項目很重要，但卻常被輕視，或者根本被忽略。受訓人員一般均需要通過考試才能拿到結訓證書 (Certificate)，但通過考試並不代表受訓者能完全消化吸收所接受的訓練，因考試的時間有限，不可能測試每樣重要的項目或課題，而且訓練機構爲了完成自己的任務，有時不會窮追不捨地去要求受訓者真正完成嚴格的測驗。所以在受訓完後，必需不斷地進行考核的工作，以確保受訓人員真正吸收消化所學的東西。考核工作最好雇用公司外的專業人員來進行實地實務測驗 (On Site Examination)，此外，爲了鼓勵未來受訓人員努力學習，可以訂定獎勵及處分的公平規則。此規則將另外詳述於後 (請見1.4節)。

(1.3) 操作錯誤的統計與分析：任何一種運作系統 (Operating System) 都不可能維持恆常 (Consistency) 的狀態，換句話說，都會有偏離所希望的正常狀況之情形發生。以生產系統來說，就是產品的尺寸與品質會有偏差，而就飛行安全的品質管制系統來說，則是會有錯誤乃至事故發生。對付這些不想要的失誤之方法，就是利用統計方法來控制運作系統，使失誤維持在可以容忍的範圍之內，以免發生不可收拾的大錯。對飛安系統來說，更要做到防止可造成大災難 (Disaster) 的失誤之發生。一般說來，飛行運作系統的錯誤有百分七十以上是人爲的錯誤，其中機械方面的錯誤，如果依製造廠商的規定做檢查與維修，應該都可以避免嚴重情況的發生。人爲的錯誤常因疲勞與忽略所造成，尤其是由忽略所造成的習慣性小錯誤很可能導致大錯誤。

現舉一個很可能發生在通訊 (Communication) 上的錯誤 (技術層面的通訊問題，在後面會詳加敘述)，即是航管人員 (Air Traffic Controller, ATC) 與飛行員 (Pilot) 的模糊對話。例如飛機採用依儀器降落 (Instrument Landing) 或所謂的自動降落時，一定要有適當的高度，此高度因地型與跑道而定。當航管員告訴飛行員依儀器降落的高度是1500呎 (比方說)，飛行員可能因上述的忽略性毛病，而不用肯定的語句，“我的高度是1500呎，準備進行降落”，代之以“行了，我要下來了”來回答航管員。此時飛行員可能沒有真正查過儀表來確定高度，而憑自己

經常降落此機場的“感覺”來答覆航管員。如果航管員能夠細心察覺此對話的毛病，則會“緊迫盯人”，要求飛行員，“請讀你的高度表”，如此很可能免除了飛機下降發現跑道不夠長而需把飛機拉起重飛（Go Around）的大錯。如果就航管員與飛行員的對話作統計分析，一定可以發現有很多類似的“小錯誤”。有些小錯誤具有鑄成大錯的可能性，而且很多小錯誤已成為習慣性。經過統計分析，可以將這些小錯誤分類，並找出發生的頻率及時間性，再以統計的方法找出控制的方案來加以管制，這樣就比較容易避免產生不幸的大錯。

除了通訊外，其他硬體方面（如機械與儀器），軟體方面（如行李登記，輸送及機場安全檢查）等等，均可利用統計方法，建立錯誤模式（Error Patterns）及發生頻率而制定控制方案（Control Charts）。

（1.4）獎勵與懲罰：飛安事關寶貴的人命，大錯依法律處置，即使是小錯也應有適當的處分。對於沒犯錯者更應獎勵。美國有很多公司，尤其是有服務單位者，如汽車之出售商，均在陳列室或公眾易見的地方，排掛優秀的服務員工之相片，如每月的模範技士（Mechanic of the month），最佳技士就是讓顧客滿意者，而讓顧客滿意最重要的是不患錯，Don't screw up。公平的肯定可以激發榮譽感，適當的獎勵，如獎金或休假，可以鼓舞士氣。這樣一來員工的工作效率提高及顧客的肯定，都將是必然的。

### 三. 就技術層面來研討

（2.1）飛機的硬體與飛行技術：一般說來，飛機失事純因機械故障所造成的機率很低，約7%。機械故障以致失事常發生於惡劣的環境，例如遇到大風雪（Icing Problem）或強烈的亂流（Turbulent Flow）等，這些惡劣環境對飛機的影響，很難於實驗室裏模擬而設計出有效的應變設施來。所以為避免此類的事務發生應著重發展優越的預先警告系統，且訓練飛行員不要輕易冒險，盡先離開危險的航線。

除了上述的特殊情況，一般的操作與維修，必需嚴格依照飛機失事的統計資料，以便瞭解那一型飛機有那些毛病，如材料疲勞及設計上的毛病。並藉此總結出維修的附加規定，如增加檢查或修護的頻率及降低預期的使用年限。

(2.2) 通訊：通訊包括飛行員與航管員的對話及飛機給控制塔台 (Control Tower) 的信號，例如閃亮信號燈。通訊在飛行安全上具有相當的重要性，因為飛機失事很多發生於起飛與降落時刻，且人為的錯誤亦常發生於起飛與降落時的通訊程序。通訊錯誤可分為違規的錯誤、疏忽的錯誤及無知的錯誤。違規的錯誤當然是沒有依照正常的規則 (Regulations) 行事，例如使用自動降落儀器降落時，沒有依照規定的步驟進行。疏忽的錯誤是因習慣性而忽略正常步驟的錯誤，這類錯誤經常發生，前面提到飛行員與航管員對話的毛病就是最常見的例子，現再加以敘述：飛行員與航管員對話的毛病出在以含蓋性的語句代替肯定性的語句，最常聽到的英語句 “Roger” 即常被無意地誤用，其本意是 “接到並了解傳來的信息”，絕對不是 “Yes” 的代語，如果航管員給飛行員降落的方向、高度與速度之指令 (Instruction)，而對方回答 “Roger”，並不表示飛行員即依指令進行降落，航管員應該要求飛行員 “肯定確認 (Confirm) 以確定飛機依照指令降落。無知的錯誤則是自以為是的錯誤，其發生率較低，例如飛行員以自己常與熟悉的塔台員聯絡的習慣語句跟生疏的塔台員聯絡，因為此航管員不了解，如果有需要此航管員幫忙處理之緊急情況，則會發生問題。

另外飛機的信號燈也是可利用於促進通訊的工具。例如飛機在跑道慢行 (Taxiing) 或等待進入起飛跑道時，在與塔台對話時，飛行員同時可閃爍信號燈，以讓塔台能夠迅速知道此飛機的位置。尤其是在晚上，塔台不易分辨眾多飛機的標誌，瞬時的閃爍信號會有很大的幫助。

通訊上的錯誤是人為錯誤的集中點。飛行員與航管員能夠了解共同的語言，使用肯定的語句可以讓錯誤降到最低程度。雙方更進一步，互相敬重，最好是航管員也有飛行經驗，彼此更加了解面對緊急狀況的心理狀態，能夠在緊要關頭，經由快速對話化險為夷。平時也因彼此的友善及敬重而使運作更為協和與順暢。

#### 四. 結論

我們從經管與技術兩個層面分析了飛安問題之所在，並提出了改善的方法。問題與解答都交集在一個重點，就是 “人”。需要好的師資，培養好的人材，建立好

的運作系統。有了好的人材，更需要好的士氣（Morale）。簡言之，從人與制度著手，才能找出問題的癥結，經由人與制度的改善與配合才能建立一個優良的飛安系統。另外，也不要忘記，航太工業是一個高科技工業，新的知識與新的工具不斷地在發展，吸收新的知識與選用新的工具也是使飛安系統保持國際水準的重要課題。

---

作者簡介：吳爾融，台大機械系學士，美國哥倫比亞大學工程博士。曾服務於航太工業，Allied-Signal/AiResearch，現從事汽車工業組件設計與分析。