



Taiwanese American Aeronautics and Space Association

華航大園空難研究

吳彌高

7/5/1998

(一) 簡介

提昇飛航安全是全民的願望，更是政府和航空業努力的目標。很不幸地華航於今年二月在桃園大園發生國內航空史上最慘重的空難，此次空難失事過程與1994華航名古屋的空難事件有很多雷同之處，國人在驚愕之餘，都想知道是什麼原因造成的？台灣飛安問題癥結在那裏？要解開錯綜複雜之謎，對任何相關的疑點，皆應慎重且周密地找出證據和答案，進而研討出解決的辦法來，政府再以嚴格執行方式來確定其政策之落實，如此方能根本解決飛安問題。筆者謹以過去數年在飛航機械控制系統之設計和分析的工作經驗，再依民航局公佈的失事班機之飛航記錄，對失事可能原因作出一番探討，希望能有助於找出真正失事原因，更期望對台灣飛安之改進有所幫助。

(二) 華航名古屋空難事件之檢討

因華航這兩次空難皆為空中巴士（Air Bus）A300型客機且失事過程頗為相似，因此首先讓我們回顧1994年4月的名古屋空難事件。經過兩年多的調查，日本的空難調查委員會（Japanese Air Accident Investigation Commission）於1996年7月16日公佈十二條失事相關因素，其中最主要的因素為自動駕駛（Auto-Pilot）的重飛模式（Go-Around Mode）和手操作的控制桿（Control Column）之升降舵（Elevator）相互對抗，也就是國人最近常聽到的“人機對抗”現象。

值得一提的是除華航名古屋空難事件是由上述的人機對抗造成的外，法國航空公司1991年之A310事故亦是起因於人機對抗效應，然而法航於重飛過程中經歷三次

的失速卻都化險為夷，很幸運地沒墜機。空中巴士原先設計是：當飛機利用自動降落（Auto Landing），在高度1500呎以下，外力是不能解除自動駕駛的。但自從華航名古屋空難和其它事故頻頻發生後，空中巴士乃一改過去的堅持，連續兩次修正其飛航模式，從1500呎降到400呎，並於1997年3月最後修正為，在任何高度，只要飛機駕駛員施力達到控制桿的設定推力（Push, 45磅）或拉力（Pull, 100磅），就能解除自動駕駛。在此筆者要特別提醒的是解除自動駕駛之最好方法還是按上裝在控制舵（Control Wheel）上的開關鈕（On/Off Switch）。

基於空中巴士在飛航模式設計的修正作大幅度的轉彎，在同年的九月，美國民航局（FAA）為著安全起見，發佈一則適航條款（Airworthiness Directive, AD），要求按裝這種模式的飛機必須每隔十八月檢查一次，以確保控制桿之力能解除自動駕駛，免除駕駛員的困擾。適航條款是具有命令式的條款，每個航空公司必須遵守，否則不能營業。

（三）華航大園空難事件之分析

依據台灣民航局公佈的華航CI676班機飛航記錄器（Flight Data Recorder, FDR）之進場航程（Flight Profile），我們可以把它分成三階段來作分析研究（請參考附圖）：第一階段是飛機的進場（Approach），第二階段是從重飛（Go-Around）動作開始到失速（Stall）、失控，第三階段則為從飛機的失速到撞擊地面為止。

A. 第一階段 - 飛機的進場

從公佈資料顯示，該機是利用自動導航降落系統（Instrument Landing System, ILS），在朦朧的小雨中試圖降落桃園國際機場。依一般正常操作程序，駕駛員應一面準備降落，一面調整高度儀（Altimeter），來配合機場的水平高度（Elevation），然後再按左右方位無線信號鈕（Localizer Beam）和滑翔無線信號鈕（Glide Slope Beam），以便能攔截機場所發出的下滑訊號，在同時，駕駛員還應特別注意在下滑過程中是否經過外標誌（Outer Marker）和內標誌（Middle/Inner Marker），是否經過這兩個標誌不但可從儀表查知，也有聲音訊號來提醒駕駛員。

資料亦顯示出，該機的飛航高度一直比正常高度大約高出一千呎左右，雖然航程約有五哩長，飛行時間約一分鐘，但是該機皆未曾進到它的門檻（Threshold）裡面。在這個航程之中為何駕駛員和副駕駛員兩人都沒有發覺進場高度偏高呢？他們為何亦沒有警覺是否經過內外兩個標誌呢？也許是他們沒把高度儀調整（Setting）準確，也許是儀器對海平面不夠敏感（因為飛機進入跑道前是從外海進場的）。同時在這段時間內，為何塔台的航管員（Air Traffic Controller, ATC）也沒有發出警告？據自由時報3月3日報導說“飛機在高度3000`時，航管員曾告知高度偏高，但該機似乎未聽到”，但從塔台與飛機的對話（AC/ATC Communication Transcript）並無此記錄。另外機場發出的攔截信號是否準確（No Fault Signal）？從飛安的角度來看，我們要質疑駕駛員是否依照正規的降落程序（Procedures）？航管員是依照進場的程序來引導飛機進入跑道？這些有關飛安的問題必須一條一條審慎地仔細檢討。

B. 第二階段 - 從重飛到失速

造成空難的三大要件是人、飛機和週邊的環境，其中人（即駕駛員）牽涉最廣。每位飛行員都曉得飛機的起飛（Take Off）和降落（Landing）是整個飛行過程中最關鍵之所在，而其中的重飛（Go Around）更是最危險的動作，這次華航CI 676從進場到距離跑道半哩時，駕駛員發覺高度有誤，乃決定重飛。根據飛航記錄器（FDR）顯示，在20時4分50秒時解除自動駕駛，加速油門，收起起落架（Landing Gear），伸展襟翼（Extend Flap）完成重飛動作。

重飛動作含蓋很多系統的運作功能，從機翼前方的板翼（Slat）到機尾的水平平衡儀（Horizontal Stabilizer）的運作，從飛機的滾轉（Roll）到上仰（Pitch Up）的爬昇，環環相扣。一般飛航的高仰角度竄昇有兩種主要方法造成：1. 從重飛動作的自動駕駛提昇水平平衡儀，2. 駕駛員手控地拉上控制桿（Control Column），使升降舵（Elevator）提昇。

為探討此階段失事因果，除了檢查飛航記錄器（FDR）上的飛航過程外，更重要的是須查知駕駛員的操作步驟。根據航空和太空科技周刊（Aviation and Space Technology Week）的報導，這架裝有美國聯訊公司的萬用飛航資料記錄器（Alli

ed Signal Universal Flight Data Recorder) 的空中巴士飛機，並沒有顯現出有自動加速油門 (Auto-Throttle) 的徵兆，因此駕駛員可能沒按上重飛控制鈕。當飛機撞擊地面前，飛機呈不平衡狀態 (Not Full State of the Aircraft Trim)，筆者認為可能是當自動駕駛解掉後，飛行員在驚慌之下，也解掉很多自動飛航系統，因而導致飛機呈不平衡的完全人為操作 (Manual Operation) 境界。

從重飛動作到飛機呈高仰角度、左右大幅度擺盪、很不穩定地竄升到2751呎之高空而失速，總共發掉26秒鐘。此段時間內之飛行，是整個空難事件研討的重點。民航局或調查小組應該再從黑盒子 (FDR) 裡面，仔細尋找更多的資料，包括重飛動作的相關資料及駕駛員的操作步驟，它的竄升高仰角度是起因於自動駕駛的重飛模式或是飛行員手控的控制桿提高升降舵呢？或是兩者雙管齊下運作造成的？或是重飛模式的設計有瑕疵？或是駕駛員按錯了不該按的電鈕 (Switches) 等等？根據筆者判斷，“人機對抗”的因素，並不在此階段發生，因自動駕駛可能早就解除了。

從飛航記錄器 (FDR) 知，在20時5分12秒上顯示出兩下警鈴聲 (Two Loud Rings)，媒體都說這是超速警鈴聲，但筆者懷疑它是警告駕駛員，飛機的仰角太大，有失速 (Stall) 的可能。若以波音 (前麥道) 飛機為例，如果仰角太大，有失速徵兆時，它的控制桿 (Control Column) 會震動以示警告。

C. 第三階段 - 從飛機的失速到撞擊地面

當飛機失速，停滯在2751呎高度，經過13秒鐘後才撞擊到地面，在這段航程中，飛機是以很大的俯角往下衝，在此我們要質疑的是飛機特別設計的安全系數 (Alpha Floor) 為何沒發生作用呢？同時駕駛員似乎沒有任何緊急應變措施。安全系數 (Alpha Floor) 是當飛機失速時，重新點燃 (Trigger) 引擎 (Engine)，加速引擎達到最大的衝力，以避免墜機發生。在此筆者認為若駕駛員能充分運用飛航手冊 (Flight Manual) 的步驟，以及飛機製造商所發佈的服務專案 (Service Bulletin, SB) 的緊急處理方案，應有充裕的時間把飛機從危險境界帶到平穩安全的飛航地步。

回顧名古屋事的失速高度約在1600呎，大園空難失速高度是2751呎，雖然同樣是類似的墜機現象，然而以這麼高的高度卻無法挽救飛機，避免墜機事故，真是非常的可惜！

（四）大園空難事件疑點總結

經上述分析檢討，我們可以歸納出下列之疑點供有關單位作參考，以利找出大園空難失事原因。

1. 桃園國際機場所發出的下滑信號是否準確（No Fault Signal）？
2. 飛機的自動導航降落系統（Instrument Landing System, ILS）功能是否出差錯？
3. 飛機的高度儀（Altimeter）是否故障？
4. 駕駛員是否將高度儀調整準確？
5. 當自動駕駛（Auto Pilot）被解除，駕駛員是否按上重飛（Go Around）的控制鈕？
6. 飛機呈高仰角度竄昇是何因素造成的？是由重飛的自動駕駛所致或是由手操作的控制桿（Control Column）提高昇降舵（Elevator）所致？
7. 飛機的左右擺盪是何因素造成的？是否因飛行員把自動平衡鈕（Auto Trim）解掉？
8. 從第5、6、7點來研判，在解除自動駕駛後，飛航是否進入由駕駛員之人為操作（Manual Operation）的境界？
9. 飛機特別設計的安全系數（Alpha Floor）是否發揮它的功能？
10. 飛機的進場（Approach）是否遵照正規的程序（Procedures）？
11. 航管員（ATC）是否遵照正規的程序來引導飛機進場？

這些疑點可利用黑盒子（FDR）、塔台通話記錄和座艙通話記錄的資料，再根據各種相關系統（System）直接或間接的方法，研判其根由，以免重蹈前車之鑑。

（五）大園空難事件之審思

從名古屋空難發生後，為避免類似的事故再發生，台灣、法國、日本和美國等國的民航局均分別發佈適航條款（Airworthiness Directive, AD），致使空中巴士公司發出服務專欄（Service Bulletin, SB）要求擁有空中巴士飛機的航空公司，必須執行它發出去的修正案。根據報導，台灣民航局向華航所發佈的各種修正案，華航都一一遵照實施，但大園空難事故還是發生，因此我們不得不質疑華航的“遵照實施”只是形式上的例行公事（Paper Work），政府的監督績效又在那裏？這不但是國人的疑問，更是我們的民意機關應該質詢的地方。

作者簡介：吳彌高，康乃狄克州立大學（U. of Connecticut）土木工程碩士，主修結構動力學，波音公司主任工程師，曾參與波音的廣體客機（MD-V11）、雙引擎客機（MD-90, MD-80）和美國空軍運輸機（C-17）的飛航機械控制系統之設計及結構分析。

