



飛 航 安 全

影響飛航安全之研究

空軍士官長 葉莉亭

提 要

根據國際航空運輸協會統計，「2010年航空公司失事率，160萬個航班僅有1次意外事故」。我國在2001至2010年間，發生在國內及我國籍航空器發生在國外之飛航事故總共計60件，其中35件為國籍民用航空運輸業飛機飛航事故，次數最多；其餘25件則發生於國籍普通航空業航空器、公務航空器、超輕型載具及外籍航空器等之事故，相較之下，我國民航失事率顯著偏高許多，這表示國內飛航安全情況需更進一步改善。

飛航安全事故的發生大多由人為疏失所造成，人為因素是飛航安全最大之威脅。依過去經驗顯示60%以上飛航安全事故均是人為因素。因此，有必要深入探討人為因素在目前環境及組織中與飛航安全之關聯。

關鍵詞：人為因素、環境因素、機械因素。

壹、前言

由於航空器的問世，縮短了時間和空間的距離，也改變了地緣的關係。如今卻變成我們日常生活中最重要的交通工具之一，進而航空事業乃脫穎而出，成為二十世紀人類文明最重要成就之一。飛機縮短時間限制及空間阻隔，也改變了人們的生活習慣以及對空間與時間的概念，更顛覆傳統生活方式與工作模式。在該事業蓬勃發展的同時，許多技術、原理及系統要整合在一起、彼此相容。事實上，這已是折衷後的成果。因此，發生飛航事故發生也許就令人不意外，就機械因素而言是如此、環境及人為因素亦復如此。

飛航安全是現代國際社會發展指標之一，也是維繫國家形象。在探究飛航事故發生過程中，不難發現許多事故皆由幾個環節相互影響所造成，飛航安全相關理論



與文獻亦提出此類研究與論點，為防止類似的情況再度發生，行政院飛航安全委員會(Aviation Safety Council)、交通部民用航空局(Civil Aeronautics Administration Ministry of Transportation and Communications, CAA)、國際航空運輸協會(International Air Transportation Association, IATA)國際民航組織(International Civil Aviation Organization, ICAO)、美國聯邦航空局(Federal Aviation Administration, FAA)及美國航空運輸協會(Air Transport Association Of American, ATA)曾提出解決方案，就潛在風險加以事前改善、預防，以將風險降到最低。

本研究首先發掘影響飛航安全問題之因素，從蒐集國內外著名飛航安全問題發生之模式，最後提出解決有關飛航安全問題策略方案與建議，進而降低飛航安全事件。

貳、文獻回顧

各類飛航安全事件的發生，肇因大多於一連串的疏失所造成如骨牌效應理論或乳酪理論。本研究就較著名飛航安全理論及飛航安全事件分類，藉此瞭解影響飛航安全主要之層面，與其影響方式為何及預防策略之意涵。

一、航空失事理論分析與應用：

(一) 骨牌效應理論(Domino Sequence Theory)：Heinrich(1931年)認為飛航安全事故發生係因人、機、任務、管理及環境等五者間失調而產生異常狀況，而導致失事的發生；預防之道即在排除先前失事原因(抽掉骨牌)，使失誤停止而不致連環效應，終致重大事故(張有恆，2005年)。該原理主要是追溯整個事故發生的過程，分析所有可能造成失事的原因，再謀求解決或改善之道，以防止類似事故之再度發生。

(二) 乳酪理論：由Reason(1990年)所提，其以每片乳酪形容不同層級的飛航安全預防措施，不幸的是每個預防措施皆具漏洞，在誤發生時，光線便會穿過每片乳酪，危險會突破預防措施，當每片乳酪因光線穿透而串聯起來時，代表預防措施的不足以致無法阻止錯誤，而使事故發生。該理論之預防方法便在於將導致事故中之一的錯誤移走，以防範錯誤串聯而導致失事(張有恆，2005年)。^{【註1】}

(三) 冰山理論(Iceberg Theory)：佛洛伊德(Sigmund Freud, Austria 1856-1939)

註1 張有恆，《飛航安全管理》(華泰文化發行)，2005年，頁24-25。



最著名的主張是「冰山理論」，他認為一個人的人格有意識的部分只是冰山的一角，是露出水面上的尖頂，而人的心理行為中，最大部分是沉潛在水面下巨大的底部，是肉眼看不見的。正因為這個隱藏部分是看不見的，所以決定人的非理性行為。^{【註2】}美國學者海明威(Ernest Miller Hemingway)，在「午後之死」(Death in the Afternoon)一書中所提出的「水底下部分占整座冰山的八分之七，凡是你知道的東西都能刪去；刪去水底的部分，適足以強化你的冰山」。^{【註3】}藉由影響深遠的冰山理論所示，將整體飛航安全表現以冰山來比喻的話，各類飛航安全事件的發生，僅僅只是冰山之一角(表象)而已。因此，並不適宜將飛航安全事件作為航空公司飛航安全評量之唯一指標(例如僅以失事率來衡量各公司之飛航安全表現)。真正的飛航安全管理重點應在於：尋求評量飛航安全成效之適當方式，以發掘改善重點以及具體改善方式(張國政，2005)。^{【註4】}

(四) 航空失事錯誤鏈理論模型：

由布蘭博士(Dr. Blame)所提出，他認為重大飛航安全事故的發生是由一連串的危險事件所形成，而造成這些危險事件的來源共可分成七大類：

1. 組員(Crew)
2. 航務操作(Flight operations)
3. 飛機設計和性能(Airplane Design/Performance)
4. 飛機維修(Airplane Maintenance)
5. 飛航管制(Aircraft Traffic Control)
6. 航站管理(Airport Management)
7. 氣象(Weather Information)等因素所造成。

由於飛航安全重大事故的發生是由這七大類事件所環環相扣而形成的錯誤鏈。Dr. Blame認為只要打破其中一個(或一個以上)鏈環就可避免重大事故的發生，進而達到風險管理的目的。

(五) 小結：根據以上飛航安全理論，可以歸納出，飛航事故的產生是由許多的因子交互作用造成，非由單一因子造成；如人為疏失只是冰山一角，在重大的失事或意外事件背後，其實隱藏著更多潛在的問題，這些事件的前兆，就如同水面下的冰山一樣，佔有極大的比例，卻難以被察覺，在現有的體制中，

註2 <http://www.wretch.cc/blog/buddhall/14976236> (檢索日期2013年8月1日)

註3 <http://tw.myblog.yahoo.com/heartofdarkness-conrad/article?mid=1906> (檢索日期2013年8月1日)

註4 張國政，《航空運輸專論》(交通部民用航空局發行)，2005年。



表1 人為因素理論

時間	學者	人為因素理論
1999	Anne Isaac	便曾定義飛航管制的軟體、硬體、人為及環境等四個層面彼此間之關係，並就「人」(管制員)、「人/人」、「人/軟體」(管制員/程序)、「人/硬體」(管制員/設備)、「人/環境」(管制員/其他因素)等介面關係探討管制人為作業疏失，及可能造成疏失的工作型態為何。
2004	黃國智	美國國家運輸安全委員會(National Transportation Safety Board, NTSB)曾對21件肇因於飛航組員失誤事件，結果發現有90%組員失誤，是程序、行為或決心下達有關。換言之，失誤及造成發生前臨界時段，飛航組員未能遵守操作規定或缺乏安全顧慮。
2005	王明揚	就我國飛航管制案件而言，人為肇因佔七成以上，針對2001年所發生的國內飛行員與飛航管制人員溝通用語失誤之案例分析，可能產生的溝通問題，結果發現「飛行員的預期心理」、「聆聽與覆誦未確實執行」、「飛航管制術語之誤解」、「分心」、「不完整的覆誦」等失誤，乃屬最易發生之溝通失誤
2005	張國政	關於人為因素之研究，愈來愈多文獻認為人為疏失僅非由個人操作不當所引起，故逐漸著重於探討人與其他介面之關係及影響作用，特別是「人/人」介面和「人/機」介面。涉及飛航管制案件增減之變動因素眾多，如業務量、航情之複雜度、作業程序改變、新型航空器、新空用裝備、突發事件、獎懲政策、通報制度、要求重點等。
2008	李倫文	以「決策判斷錯誤」、「組員資源管理」、「技術環境」及「組織運作」在HFACS架構中發生率最高；HFACS的每一較高層級變項，多數可預測較低層級變項，預測解釋力均介於5%至14%之間；再以勝算比(odds ratio)分析，同樣發現「高層級變項出現比高層級變項不出現，對低層級變項出現的機率介於2.842至8.49倍之間」。
2011	李文進	飛行決策錯誤是造成航空意外的重要因素，且更進一步的發現HFACS各層級變項對層級一「決策錯誤」具有跨層級的直接影響效果及可能的間接影響效果。

亦無法透過強制報告系統來蒐集到這些潛伏性的飛航安全資訊。

二、影響飛行失事的五大因素：國際空運協會(IATA)在其2005年的安全報告中把影響飛行失事的因素概分為：人為(Human Factors)、機械(Technical Factors)、環境(Environment Factors)、組織(Organization Factors)及其他無法歸類肇因或資料不足(Insufficient Factors)的等五大類因素，各類別再細分代碼分別說明，敘述造成航空意外事件或失事的主要肇因(aviation incident/accident causes)，簡稱HOTEL。從行政院飛航安全委員會(Aviation Safety Council)，統計資料來看，約有七成的飛航安全事件是由人為因素所造成，而機械因素則佔約二成，其他的因素(如天候環境)共佔約一成。隨著航空運輸日漸繁忙，預計飛航管制的問題也將會日漸增加，所有的因素中，以人為因素最難掌握，最能改進的為機械因素，影響飛航安全的因素分述如后。

(一)人為因素：航空界於1975年由荷蘭皇家航空(KLM Royal Dutch Airlines)的



Capt. Frank Hawking揭開航空人為因素的新頁，尤其是在1977年3月27日荷航編號4805班機(KLM4805)與泛美航空公司(Pan American World Airways)編號1736班機(PAM1736)於卡納利群島(Tenerife)洛羅狄奧機場(Los Rodes)地面相撞，機上多達583員死亡的慘劇，這場空難至今還是死傷最慘重的空難，也是在美國911事件發生前總傷亡人數最多的飛航安全事件。從此「人為因素」即成為航空界所探討的重點。綜整人為因素理論，如表1所示。

- (二) 環境因素(Environment Factors):係指天候環境因素包括有低空風切(Low Level Wind Shear, LLWS)、雷雨、雷擊、晴空亂流、颱風、低能見度等不良天候所組成。發生在較大尺度內的穩定天氣現象(如颱風)較易預防而不致危及飛航安全。但小尺度短暫、突變的天氣因素仍需駕駛員對其充分瞭解並進行應變訓練，以增加事故處置能力。現代飛機可全天候飛行，但是惡劣天氣情況，如其他顯著危害天氣如航空器結冰(Aircraft Icing)、亂流(Turbulence)、雷暴雨(Thunderstorm)引發下爆氣流(Downburst)和低空風切(Low-Level Wind Shear)、濃霧(Heavy Fog)所引起的低能見度(Low Visibility)等，可能會引起飛機機械或通信導航問題(李彌，2003年)。
- (三) 機械因素(Technical)：指機器故障或是設備及航空軟硬體技術上的設計不當之因素所造成飛航安全事故。機械因素包括了發動機、機體結構(鏽蝕及疲勞)、次系統及航電裝置等，相關飛航事故少部份係由設計不良造成，大部份則是因維修不當所致(張國政，2005年)。
- (四) 組織(Organization Factors)：包括管理方面與飛航組員操作有關的組織環境。
- (五) 其他無法歸類肇因或資料不足(Insufficient Factors)。

參、影響飛航安全之因素

一、影響飛航安全之因素：

飛安事故發生的原因，大致可歸納成幾大類：1. 人為錯誤；2. 儀器機械故障；3. 惡劣天候及其造成的風切(Wind Shear)，翼面結冰；4. 機場障礙；5. 鳥擊；6. 人為破壞。其中人為錯誤約佔所有事故的73%。^{【註5】}自1990年至1999年間飛航安全事件資料相較來看，主要肇事原因之發生比率以飛行組員之人為疏失仍為主因，且其比率高達65%左右，所以人為因素一直為航機肇事之

註5 <http://www.taasa-web.org/airplanesafety.htm>(檢索日期2013年8月1日)



最主要因素；雖然人類的技術已能製造出性能良好之飛機，但是從業人員，包含維修人員、航管人員、飛行員等，仍扮演著讓飛機安全運作的重要角色，也同時扮演著不安全的因素，導致失事與意外事件之發生。因此，人為因素之探討與人為錯誤之避免，在飛航安全研究之領域中便扮演著不可或缺的角色（汪進財，2001年）。

人為的估計錯誤與風險可能在任一航空器之上有關，所以在調整航空公司的安全表現所應具有的處置上，以提升其安全的水平。因此，有必要深入探討人為因素在目前組織中與飛航安全相關之角色。

- (一)何謂人為因素：人為因素為集合眾多專業領域的學問，其議題內容涵蓋心理學、生理學、工程學、人因科技、人體測量學等等範疇，牽涉範圍甚廣；另人為因素亦為現代科技發展的重要科學，研究人類行為、認知及生物特性等，並將研究成果具體應用於工作環境或介面設計、行為評估、操作技巧及維修作業等，透過有效的任務分配、工作規劃，讓工作變的更安全及效率，滿足組織或團隊的需求。【註6】簡言之，就是透過了解人類的行為特性、生理、心理等知識，設法讓工作與科技、環境間達到最完美的結合。
- (二)何謂人為疏失：人性行為無法掌控的，並要預期航空、海運以及鐵路等環境下所可能發生的人為疏失，實際上是非常困難的一件事情，這其中牽涉到眾多的變數與考量，諸如個體的行為特色、特定組織的特性等，僅有極少量的課題是較容易控制的。【註7】然儘管如此，從過去的許多研究成果看來，利用系統性的觀點去探究了解人為疏失，藉此提出必要的改進措施與解套辦法用於防範未然，降低日後系統可能導致的風險與失效，這些努力也確實收到不錯的成果。【註8】近幾年來，這樣的觀念漸漸被發掘重視，已經有許多的航空安全研究的文獻指出這樣的不合理處，並試圖開始將注意的問題擴展到整個組織。【註9】犯錯是人類行為一部分，更不能期待人類永遠不犯錯境界。以民航機飛行員言，飛機飛航受限於時間、速度與空間影響，如面對一般狀況情

註6 Christensen, J. M., Topmiller, D. A., & Gill, R. T. (1988). Human factors definitions revisited. *Human Factors Society Bulletin*, 31, 7-8.

註7 Rasmussen, J. (1990). Human error and the problem of causality in analysis of accidents. In D. E. Broadbent, J. T. Reason, & A. Baddeley (Eds.), *Proceedings of the Royal Society Discussion Meeting* (pp. 449-462). Oxford, UK: Clarendon Press.

註8 Grabowski, M., & Roberts, K. H. (1996). Human and organizational error in large scale systems. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, 26, 2-16.

註9 Dekker, S. W. A. (2001a). The disembodiment of data in the analysis of human factors accidents. *Human Factors and Aerospace Safety*, 1, 39-57.



表2 人為疏失模式

類別	人為疏失模式
技術基礎的錯誤	在作業中非故意疏失，大多發生於不斷重複環境，此種大多疏忽或遺忘。疏忽是因注意力不能集中所引起，遺忘主要是記憶失效，即不知道、不察覺心理負荷所產生錯誤失誤或動作。
規則基礎的錯誤	當操作人員要應用儲存規則來解決問題，由於推論、判斷錯誤或作業上失誤，大部分發生於誤用規則或運用錯誤規則。例如民航機飛行員與飛航管制員使用錯誤通話術語造成意外。
知識基礎的錯誤	當操作人員嘗試解決從未發生或不熟悉情況，由於操作人員缺乏相關知識，使得認知產生錯誤，因而產生錯誤行為。此行為錯誤大多發生於偏見與自信，針對此類作業錯誤，需提高操作人員專業知識來降低作業疏失。

資料來源：Reason, 1990, Human Error, Cambridge University Press, New York, USA.

境下，只需把平日訓練及基本技術便足以應付，遇到高難度或緊急突發狀況情境下，規定與技術均無法解決時，此時，僅靠思考與飛航知識，從安全前提下化解危機，這也是民航機飛行員與其他行業不同之處。根據Reason(1990年)「知識模式架構」(Skill Rule Knowledge, SRK)架構，將人為疏失模式(General Error Model)分為三類：「技術基礎的錯誤」(Skill based error)、「規則基礎的錯誤」(Rule based error)與「知識基礎的錯誤」(Knowledge based error)，分述如后：

二、操作者次標準狀況：是調查操作者身心狀況，操作者身心狀況不良時，便可影響表現。心理方面負面因素如疲勞、過度自信與狀況警覺喪失；生理方面負面因素如生病、生理不適與藥物影響亦會造成失常。【註10】

表3 操作者次標準狀況

類別	操作者次標準狀況
操作者次標準行為	是指溝通、協調、團隊合作和操作者是否身心與心理方面均調整到可以應付狀況。溝通與協調是航空公司飛行員在飛航中非常重要的一部份，溝通包括飛航管制員對話與機務、空服人員、運務人員溝通。
不安全督導	不安全督導包括：不當督導、計畫性不當操作、未能改善問題與督導下的違規。督導角色也是達到成功關鍵之一，無論在那一階層，督導者必須提供指導、訓練與發揮指導力，適時激發同仁鬥志，妥善安排人力，若發現問題立即解決，俾利第一線操作者更有能力去執行工作。
組織影響	管理者決策直接影響督導行為與第一線操作者狀況和表現，組織資源管理、作業流程都可影響航空公司飛行員，如資源管理包括人力資源管理設備、管理者人力政策與設備更新及維修能力均可活化組織提升整體效率。

資料來源：李文進〈飛安事件調查與預防〉，《空軍學術月刊》，627期，2012年，4月。

註10 李文進〈飛安事件調查與預防〉，《空軍學術月刊》，627期，2012年，4月。



三、回報概念之重要：

- (一)人為疏失：重罰並無法完全杜絕飛航安全事件的發生，換句話說，處罰大多僅對於故意性的行為遏止有所幫助，對於非故意性的行為(如因疲勞而產生的疏失)非管理之原意亦較無直接助益。
- (二)主動回報概念：自願報告以及主動提報概念之發展，包括美國由美國國家航空暨太空總署(National Aeronautics and Space Administration, NASA)負責執行的自動語音辨識系統(Aviation Safety Reporting System, ASRS)自願報告系統、加拿大運輸安全委員會(Transportation Safety Board of Canada, TSBC)的Securitas系統以及英國(Confidential Human Factor Incident Reporting Programme, CHIRP)系統等等，皆是參考上述概念發展而成的。

肆、影響飛航安全之策進

- 一、主動發掘飛航安全盲點：依照航空失事理論分析，最初往往肇於各類為主，次因多重錯誤互為因果，最後造成飛航安全事件。依照民航局過去飛航安全調查資料顯示，人為因素佔60%至80%，顯見人為因素為影響飛航安全最大宗案件。環顧各國已不再侷限於失事調查、飛航紀錄分析或法規命令修改等消極作為，而採取積極作為作法，從系統面、制度面，透過教育訓練、風險分析、及早辨識不良趨勢及肇因。目前我國民用航空法(Civil Aviation Law)採用此概念，於第112條「航空器違規之處罰」之1條「主動提出尚未發覺之違規之處罰之減輕或免除」規定：「對於…未發覺之違規，主動向民航局提出者，民航局得視其情節輕重，減輕或免除其處罰」。在建立制度同時，於執行面亦逐漸於航空界中引領主動提報之風氣及共識，對主動發掘飛航安全盲點及積極檢討成效尚稱穩定良好。【註11】

二、建置成民航飛航安全自願報告系統：

- (一)人為因素分類：行政院飛航安全委員會於1998年參考國際民用航空法及配合我國情建置成民航飛航安全自願報告系統(Taiwan Confidential Aviation safety REporting System, TACARE)，對象為全體航空從業人員，並設立免責條款以鼓勵回報措施，並將事件編碼區分為「人為因素」、「環境因素」與「機械因素」三大類36項，其中人為因素分為四類：
 - 1. 飛航組員方面有明顯危害飛航安全因素：技術上的錯誤、認知錯誤及違規

註11 交通部民用航空局，《航空運輸專論》(交通部民用航空局發行)，2012年，頁108-109。



等。

2. 飛航組員有不利飛航安全之前兆因素：如心情不好、身體不適、勉強工作、組員溝通不良、學養不足等。
3. 不利飛航安全的督導方式：如督導不當、督導部門違規營運計畫不妥等。
4. 不良的組織文化：資源管理不當、組織氣氛不對、組織運作不佳等。【註12】

(二) 蒐集經驗與問題：強制報告系統所蒐集到的資訊多半屬於情節較為重大的飛航安全事件，這些飛航安全事件固然能提供我們許多寶貴的經驗，作為日後改善飛航安全的參考，亡羊補牢固然重要，防微杜漸才是根本的解決之道。根據美國工業安全之父Dr. H. W. Heinrich的事故數量金字塔理論(Accident Pyramid or Safety Triangle)，每1件重大失事案件背後，約有29件較不顯著的重大意外及300件未經報告的意外事件存在。由此可知，在重大的失事或意外事件背後，其實隱藏著更多潛在的問題，這些事件的前兆，就如同水面下的冰山一樣，佔有極大的比例，卻難以被察覺，因此若能以TACARE為管道，讓所有具價值的飛航安全訊息流通在整個航空領域之中，將可作為他山之石，供航空業的每一份子引以為鑑(飛航安全會，2012年)。

(三) 小結：由上述分析得知，「人為」因素主要包括了個人疏失、生理及心理狀況不佳、缺乏警覺性及不遵守規則等；「環境」因素則包含外在的一些危險誘因；「組織」因素之內容為管理、訓練、溝通等。近年來，事故發生之原因除人為疏失、機械故障外，組織問題也漸侵蝕飛航安全，因此組織文化逐漸受到重視。其中有關飛航管制之部分，乃被納入於「環境」因素，且與通訊航路衝突等歸為同一項目。

伍、結論

藉由民用航空業飛航安全事件發現，早期以機械因素所佔的比例最高，隨著科技快速的發展，機械及其他因素日漸減少，人為因素則逐年增加。隨著航空運輸日漸繁忙，預計飛航管制的問題也將會日漸增加，所有的因素中，以人為因素最難掌握，最能改進的為機械因素。

過去飛航參與單位(如民航局、航空公司、飛機製造廠、飛航管制等單位)重視技術層面，而忽略了人為因素所造成的影響，航空公司飛行員、地面場站工作人員、飛航管制單位經常在熟悉的環境下重複執行類似的任務，由於不段的重複，卻造

註12 行政院飛安會http://www.tacare.org.tw/tacare_ch/system_3.asp檢索日期2012年5月10日



成了心理鬆懈，忽略了風險因子。就以過去數起飛航安全事件案例中，以未能確實掌握天氣狀況、忽略週遭環境狀況、疏忽飛機所在位置或飛機無線電故障直接定向本場，以致發生重大飛危事件。由此可知，欲提升整體飛航安全之水準，必須從週遭因素之本質與其影響之關係加以釐清與改善，方能達到治本之功效，亦為飛航安全管理努力之方向。影響飛航安全的因素本研究結論分述如后：

- 一、飛航安全事件具變異之特性：難於事前即加以確認，飛航安全預防之功效，在於將危險因子潛藏於平時運作作業中之觀察，藉以發覺危險因子，有效地發掘所有導致疏失發生之可能原因。
- 二、建立風險管理機制：風險管理機制建立，航空器必須加裝「空中防撞系統」(Traffic Collision Avoidance System, TCAS)、「地面迫近警告系統」(Ground Proximity Warning System, GPWS)，定期風險評估、飛航資料分析，都是預防人為因素。而人為因素主要目的是包括解決工作上問題，通常是以「問題導向」而不是「學術導向」。這些理論淺顯易懂，不過用於飛航環境中解決飛航安全問題，仍待時間考驗。
- 三、飛航安全努力方向：航空運輸首重安全，飛航安全努力方向，早已從第一現作業人員行為取向，轉而對組織系統中人為因素探討，國際航空運輸協會、我國飛航安全委員會將人為因素分為四類，均深入探討人為因素。航空系統在政治與經濟環境中運作，改變這些因素可能會超出人為工作能力，但這些影響是非常重要的，管理人員應與重視。
- 四、防範飛航安全事件：安全是一項整體工作，而杜絕飛航安全事件根本之道，乃在於事先防範，最終之目的皆在提醒所有飛航安全參與者「預防」的重要性。此外，建議運用飛航安全事件案例進行討論，探討造成人為及環境因素之原因為何。另一方面，可參考國際民航組織或美國聯邦航空局先進訓練制度之訂定措施，就適合我國國情之部分截長補短，以使我國飛航管制作業得以與國際接軌。並藉由組織因素與系統因素之改善，也可降低人為疏失不錯之成效。不論是督導階層或執行引導任務層面之潛在風險均須加以預防，才可避免形成錯誤環節。

陸、參考文獻

一、一般書籍

1. 李彌，《航空運輸學》(航安海洋用品有限公司附設出版部)，2003年。
2. 田楚成，《交通部民航局》(民航人員企劃組編印)，2000年。
3. 周茂林譯，《美國國防部風險管理作業指南》(國防大學編印)，2007年12月。



4. 凌鳳儀著，《航空運輸管理概論》(文笙書局)，2000年。
5. 凌鳳儀、林信得編著，《航空運輸學》，(文笙書局)，1993年。
6. 張國政，《航空運輸專論》(交通部民用航空局發行)，2005年。
7. 張有恆，《飛航安全管理》(華泰文化發行)，2005年。
8. 張有恆，《交通政策分析》(華泰文化發行)，1998年。
9. 張有恆，《航空運輸學》(華泰文化發行)，2007年。
10. 顏進儒，《運輸學》(五南圖書出版股份有限公司)，2005年。
11. 鄭燦堂，《風險管理—理論與實務》(五南圖書出版股份有限公司)，2008年。

二、學術論文

1. 王明揚、蔡玟玲、徐翰、何立己，〈航管通話風險：溝通失效案例分析〉，《第三屆危機管理國際學術研討會》，2005年11月25日。
2. 汪進財〈航空公司飛安管理分析系統之建立〉，《行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告》2001年7月31日。
3. 戎凱、郭兆書，〈國家資源管理—從人為因素觀點探討改善台灣飛安的方法〉，《民航季刊第一卷第四期》，1999年12月，頁361-369。
4. 李倫文，〈飛航安全事件人為因素分析—HFACS之信度驗證與預測效果〉，《中華民國人因工程學會會議論文集》，2008年。
5. 李文進，〈人為因素理論應用於飛行決策失誤之路徑分析〉，《空軍學術月刊620期》，2011年2月。
6. 李文進〈飛安事件調查與預防〉，《空軍學術月刊》，627期，2012年，4月。
7. 黃國智，〈從飛航管理看航管系統現代化方向〉，《民航季刊》第一卷第二期，頁155-頁170，1999年6月。
8. 許尚華，〈由事故分析談人為因素對飛航安全之影響〉《航空安全研討會》，1994年6月，頁101-134。
9. 國家科學委員會，〈飛航安全與人為因素研討會論文集〉，《工程科技推廣中心》，2001年。
10. 馬休茲，〈美國飛航安全基金會〉(Mr. Stuart Matthews, the chairman of Flight Safety Foundation 51st IASS)，〈第51屆國際飛航安全年會論文集〉，1998年。
11. 陸鵬舉等，〈國籍航空器飛安事故模型建立及預測之研究〉，《國立成功大學航空太空研究所》，1996年3月。
12. 陳茅穎，〈飛航管制飛安風險因素之探究〉，《逢甲大學交通工程與管理學系碩士論文》，2006年。
13. 鄭振坤，〈飛安事故的軌跡與危機因數偵測〉，《中華民國第八屆運輸安全研討會》，2001年10月25日，頁466。

三、英文書籍

1. Anne Isaac, Bert Ruitenberg. "Air Traffic Control: Human Performance actor." Ashgate, Aldershot, Hampshire, UK, 1999.
2. Reason, J. T. (1990). Human error. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
3. Christensen, J. M., Topmiller, D. A., & Gill, R. T. (1988). Human factors definitions revisited. Human Factors Society Bulletin, 31, 7-8.
4. Rasmussen, J. (1990). Human error and the problem of causality in analysis of accidents. In D. E. Broadbent, J. T. Reason, & A. Baddeley (Eds.), Proceedings of the Royal Society Discussion Meeting (pp. 449-462). Oxford, UK: Clarendon Press.
5. Grabowski, M., & Roberts, K. H. (1996). Human and organizational error in large scale systems. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, 26, 2-16.
6. Dekker, S. W. A. (2001a). The disembodiment of data in the analysis of human factors accidents. Human Factors and Aerospace Safety, 1, 39-57.

四、參考網站

1. 中華民國交通部民用航空局網頁<http://www.caa.gov.tw>。
2. 中華民國交通部運輸研究所網頁<http://iot.gov.tw>。
3. 中華民國飛航管制協會網頁<http://www.rocatca.org.tw>。
4. 美國聯邦航空總局(FAA)網頁<http://www.faa.gov>。

作者簡介

空軍士官長 葉莉亭

學歷:空軍通校女士官83年班、開南大學空運管理所碩士，現職:空軍戰術管制中心士官長。