



模擬機飛訓系統與飛安管理之研究

空軍備役上校 吳育騰 空軍備役中校 郝立仁

提 要

- 一、如何避免發生飛機失事，本軍飛行教育與訓練單位深負重任，舉凡部隊作戰訓練及學校教育訓練，均為重要關鍵所在，在我國各軍事單位，各作戰飛行聯隊及空軍官校飛行指揮部為重點訓練基地與單位。探討目前在世界各國所發生之飛安事故，原因除了機體結構及天候因素等不可抗拒因素外，針對線上飛行人員之飛行操作，藉由模擬機飛訓系統；包括離到場程序、地面與空中緊急操作程序、異常空中火警及發動機熄火失效等處置熟練度，亦為降低人為因素關鍵所在。
- 二、管理體系，顧名思義，這個體系就是圍繞安全為核心進行管理而建立起來的。既然稱之為管理，那麼它和一般的管理學的理論是有共同性的。安全管理體系也反映了計畫，組織，人事、領導和控制五項管理基本職能。建立安全管理系統的四個基本步驟：1.建立有效的安全組織。2.建立安全管理政策與目標體系。3.建立安全監督系統。4.培養和建立安全文化氛圍。
- 三、據Greg Anderson(Safety 24/7)的說法，對安全承諾會經過四個層級的演進：第一級－在方便時員工會遵守，第二級－在必要時員工會遵守，第三級－員工本身和他們的家屬都相信它，第四級－相信它不只是為了自身和家屬的利益，也是為了隊友的利益。為了達成第四級，必須提倡安全文化，而且能藉由管理安全的開始而有效提倡之。因此，必須經由以任務為基礎的風險評估來認識這些危害，並由執行該任務的人員驅動。在一個強固的安全文化中，當觀察到有危害時，每一個人都有責任大聲說出來，當觀察到有風險的行為時，應採取必要行動，以便排除及降低此類危害之風險。此外，當觀察到良好的行為時，必須給予表揚和獎勵。
- 四、本文研究者應用資料探勘技術瞭解飛安事故形成因素，係以網路搜索引擎(Google)經查詢關鍵詞「飛安」所得出之部分資料集(Datasets) 進行彙整，並藉由中研院所開發之成熟中文斷詞系統(CKIP)之詞頻統計程式，依斷詞標記進行量詞分析、機率值分析及Entropy分析，用以精進模擬機功能，並探討模擬機與飛安之關聯規則與航空飛行未來之發展契機。本文主要內容，包括：(1)航空模擬機教育訓練暨作戰訓練模擬機系統之近代探索，(2)各國飛安事故診斷之話題資訊檢索，(3)資料探勘關聯

規則找尋，(4)前瞻未來與後續展望。最後提出研究者個人的一些看法。

五、我們往往在錯誤產生、肇因明確要追究責任時，常在問「誰該負責？」小組與督察考核官的專業制度，就是從自我本身做起，並延續到週遭的人、事、物成為「該誰負責！」「一切安全、要我安全、我要安全！」如何要？自己就是自己的考核官，也不允許同仁犯錯，因為他人的錯誤會影響到整體的安全與我的安全，怎可等閒視之，怎可視而不見，怎可視為這是飛安官、主官(管)與修護專業的責任？現今應是「人人都是督察考核官」，從自我本身開始考核專業能力與安全管理的落實，進而對組員、單位、環境與相關的標準作業程序，都能一把關考核。

關鍵詞：飛機失事、資料探勘技術、飛航安全裕度、標準作業程序、CKIP，Entropy，關聯規則。

前言

每一次飛安事故發生，似乎並未使我們的飛航安全獲得全面改善，軍方、民航局、航空公司、學術界也常見改善飛安的努力，但成果似乎不甚明顯。這一切說明了傳統上慣用的思考與方法已經不敷所需，應該是到了需要重新建立新思維的時候了。¹當航空界體認到人為因素乃是失事肇因之一，²飛航事故發生前的徵兆預測及事故後之肇因診斷與分析，若能結合資料探勘技術，當是決策資訊部門所樂觀其成的未來發展趨勢。³

針對各國近年來所發生之一連串飛安事故，除了飛機本體因機型老舊於飛行期間造成機體解體或因極地氣候所造成之擾亂氣流等不可抗拒因素外，一般失事肇因主要歸納於當時飛行人員技術不佳且無法緊急應變處置，遂引發無法估計災損之飛安事故。隨著航空運輸量大增，航空事故日益頻繁，飛安開始成為頗受重視的一門系統科學。時至今日，將飛航安全定義為：「各種技術與資源，經過整合，以求在運作飛航系統時免於事故發生」，已為多數人所接受。全力作好風險管理工作，使它不是口號，而是一種歷久不衰

1 飛安新思維，(科學月刊，民國86年1月，第29卷第10期)頁802～804。<http://vm.nthu.edu.tw/science/shows/flysecurity/index1.html>

2 國際民航組織飛機事故之定義：飛機失事(aircraft accident)(ICAO 附約 13)從有人在飛機上意圖飛行開始，至機上所有人離開飛機為止，任何飛機相關運作產生之下列情況，謂之失事。1.飛機上的任何人員死亡或重傷。2.由於直接接觸飛機的任何部分造成之死亡或重傷，包括因飛機機件掉落所造成之傷害。3.飛機噴射氣流造成之死亡或重傷。中華民國空軍國內外飛機失事定義比較2011年05月12日<http://air.mnd.gov.tw/Publish.aspx?cnid=1726&p=12861&Level=3>

3 夏筱明，航空噴射發動機監控診斷系統之發展與飛安之關係，(2012年，航空科技與飛航安全學術研討會論文摘要集)，頁18。



的優良安全文化，使飛安管理邁向零失事、零傷亡的目標。⁴

研究者將透過現行網路搜索引擎(如Google)，特針對飛航事故議題進行廣泛收集，俟形成數百筆資料檔，以構成所謂之資料集(Datasets)遂進行彙整與研究。此資料集將藉由中研院所開發之中文斷詞系統(CKIP)之詞頻統計程式來進行量詞分析、機率值分析Entropy亂度分析，用以探討與預測飛安之關聯規則。

研究者近期從事模擬機之操作與修護工程，於模擬機的功能整合與後續研發之窒礙因素略有所知與研究興趣，並將根據個人工作實務經驗及與中科院技術人員意見交換與簡報心得，藉由質化性研究，期能尋獲更多有關未來模擬機功能研改之發展趨勢。本文主要內容，包括：(1)模擬機教育訓練暨作戰訓練系統之近代探索，(2)各國飛安事故診斷之話題資訊檢索，(3)資料探勘關聯規則找尋及預測，(4)前瞻未來與後續展望。最後針對本國模擬機現況發展，提出一些作者的看法與建議及未來研究方向。⁵

模擬機與飛安事故分析

空中接近及隔離不足情事，經調查多屬溝通協調不足或人為操作疏失等因素。飛行員於執行飛行任務時應密切保持守聽狀態，

一旦發生航機接近或有隔離不足顧慮時，應主動詢問戰、航管管制單位，並於接獲通知需要進行變換動作時始可執行。建立飛安管理措施及緊急狀況處理，預知風險和危害評估，了解事故處理機制，藉由模擬機的特性：強化自我檢查與程序操作訓練，減少各種錯誤及人為疏失。

1.落實自我檢查就是最佳的預防措施，所以要依模擬機檢查程序的落實。使飛行前的檢查與安全說明，飛行中的安全注意事項，飛行後的檢查與復原，遇問題立即改善，並做好紀錄。

2.加強教育訓練：依飛行操作程序，教導飛行員正確的操作觀念與安全注意事項的知識，如戰術科目第一次飛行前，一定要加強程序與安全程序的熟練，了解正確操作與緊急狀況產生的原因，以及緊急狀況產生時操作程序的熟練，如此便可防範於未然，並將飛安事故減至最小。⁶

目前官校模擬機籌建目的主要考量在於使軍官養成教育期間，具備基本儀器操控、離到場程序、飛機性能體驗、地面與空中緊急操作程序、異常起火及發動機熄火失效等程序之應變作為，並逐漸依作業進度增加航管訓練課目；飛行部隊飛安高道德標準必須從單位、個人、文化與組織等各層面點滴落實，並改革相關演訓方法，以務實的方法訓

4 Mecham, M., Antopilot Go-Around Key to CAL Crash, Aviation Week & Space Technology, (May 1994.), p.31

5 督察長室五月第二週考核宣導資料，落實組員資源管理，嚴格防範空中接近，(飛地安全月刊，2013年4月，第498期)，頁49-50。

6 McKenna, T.J., "Airline study human factors' role in boosting efficiency of mechanics", Aviation Week & Space Technology. New York: Vol.136, Iss. 4; Jan 1992; p. 54, pgs2.

練、評估、培植戰力，才能讓誠實信條真正深植人心。⁷惟部隊模擬機籌建目的主要考量除上述學校教學有關航管程序之熟悉外，另更要求飛行部隊官兵熟悉戰管程序、作戰想定規劃及足以應付平時訓量之相關演訓規劃。

研究本國整體模擬機之籌建規劃若能廣續結合既有之飛行訓練構想，除強化學校與部隊間在現有各自模擬機機種訓練科目不足之處與教育訓練共識建立之外，再逐次增加各類造成飛安事故之重點訓練課目(如：飛行員對飛行認知偏差校正、飛行員與塔台人員溝通方式之建立等特定項目集)，研究者將透過各國對飛安事故之相關報導、期刊及飛機失事報告等進行資訊檢索，以現有資料探勘技術歸納出有用之知識庫，並導入中研院所開發之中文斷詞系統(CKIP)之詞頻統計程式，依量詞分析、機率值分析及Entropy亂度分析，用以探討與預測模擬機功能未來發展趨勢與飛安之關聯規則，俾供後續本國模擬機系統更新之參考運用。

針對第82次F-16型機系統安全會議返國報告，⁸得出2012年美軍F-16型機失事，區分A至E級等五類事件(如表1及圖1至圖5)。

表1. 失事分級A至E

損失總額 \ 級別	A	B	C	D	E
≥ 200萬美金	V				
≤ 200萬美金 及 ≥ 50萬美金		V			
≤ 50萬美金 及 ≥ 5萬美金			V		
≤ 5萬美金 及 ≥ 2萬美金				V	
≤ 2萬美金					V

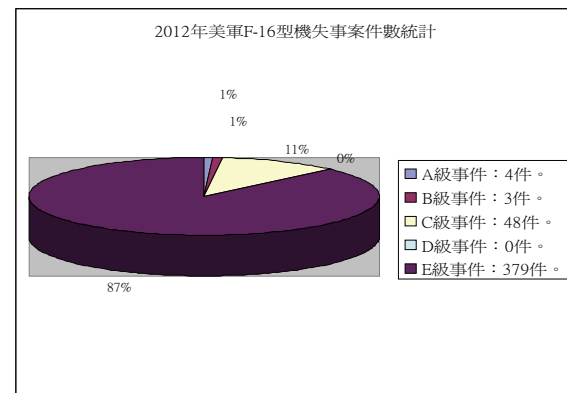


圖1. 2012年美軍F-16型機失事統計圖

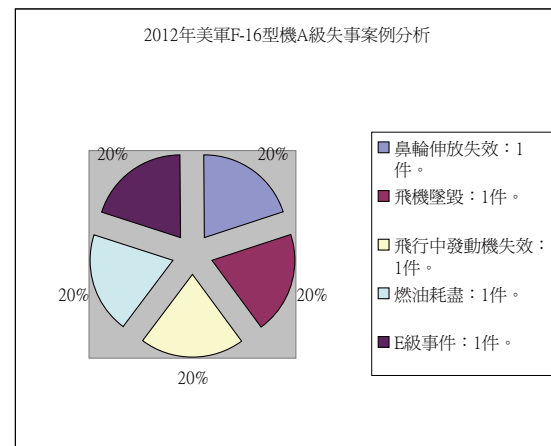


圖2. 2012年美軍F-16型機A級失事案例

7 Russell B.Miller著，黃淑芬譯，恪守誠實信條，(國防譯粹，第39卷第05期，民國101年5月)，頁70-75。

8 第82次F-16型機系統安全會議返國報告，(飛地安全月刊，2013年，4月，第498期)，頁28-33。

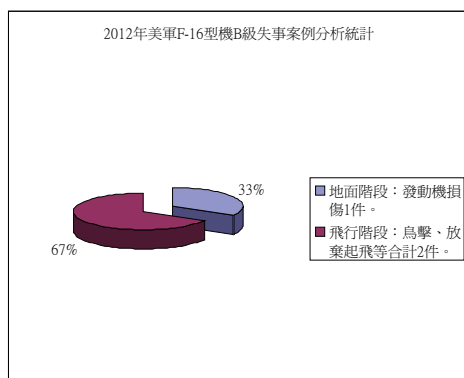


圖3. 2012年美軍F-16型機B級失事案例

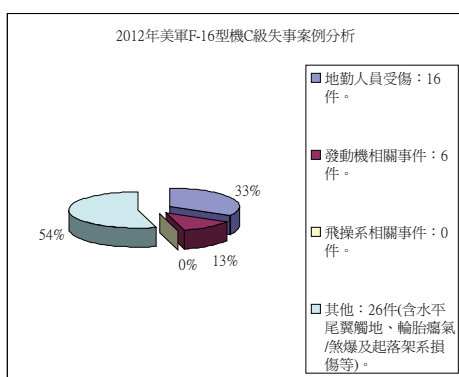


圖4 2012年美軍F-16型機C級失事案例

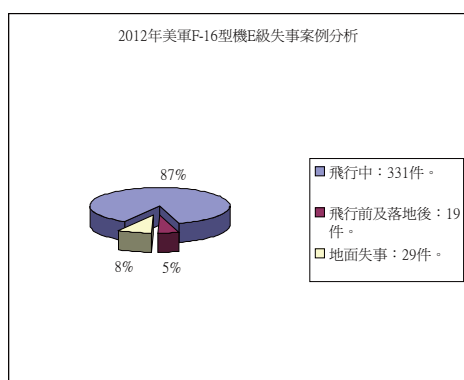


圖5. 2012年美軍F-16型機E級失事案例

何謂「資料探勘技術」，由於我們沒有太多時間去找尋諸如科學資料、市場資料、醫學資料及財務資料等。2007年國際民航組織(ICAO)要求各會員國建置並實施國家民用航空安全計劃(State Safety Program ,SSP)，期使民航主管機關的安全管理，由「法規」為基礎的規範管理，逐漸轉向「績效」為基礎的監督管理。⁹因此，我們必須找出方法途徑可用以自動化地去分析資料、分類資料及分群資料，並擇要描述、自動化檢索，並將未來趨勢及異常標示出來。針對飛安事故探討，研究者亦想藉由數學學理之探討來找到我們所需要的知識庫，包括時間、事件項目、飛行員及地點等屬性資料，期提供給決策者參考運用之智慧(如圖6)。¹⁰

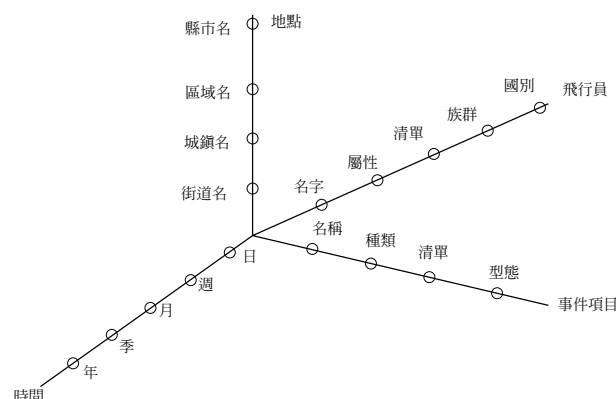


圖6. 模組化飛安查詢：一個星網模式

星網模型可基於多維飛安事件之相關數據資料庫所建構而成，並提供給使用者查詢。星網模型係由圖形之中心點起始，並逐

9 民航局，交通部民航局積極建置國家民用航空安全計畫，(台北，飛行安全基金會，第67期，民國101年1月31日)，頁4。

10 Jiawei Han, Micheline Kamber, Data Mining concepts and techniques, 1th Edition, Morgan Kaufmann(2001)。

步產生各維度之輻射線，其中的每一行代表一個維度概念層次。每個概念抽象層次可示之為一個腳印。這些代表的粒度可使用線上分析處理OLAP(Online Analytical Processing)來進行操作，如向上彙總(Roll up)、向下鑽取(Drill Down)、切片與切塊(Slice & Dice)、旋轉(Pivot)、橫向鑽取(Drill Across)、穿透鑽取(Drill Through)等技術組成。這項軟體技術促使分析、管理或執行人員，可藉由多角度方式，將資訊進行快速、一致及交互性之存取，進而深入瞭解資料。其中「維度(Dimension)」概念，可解讀為觀察世界之客觀角度(即層次關係)，可算為一種高層次型態劃分原理，此層次關係，有時相當複雜，透過OLAP，任一實體所內含之多項屬性，皆可轉化成多維度資料，遂而進行分析比較與運用。¹¹

研究者藉由探究OLAP，於軍方決策支援或多維度環境下，滿足特定之飛安查詢與報表需求目標。透過Google搜尋引擎查詢「飛安」等相關辭彙，蒐集多篇有關飛安報導，並藉由中研院所開發並進行改版過之中文斷詞系統(CKIP)詞頻統計程式來進行量詞分析、機率值分析Entropy亂度分析，用以探討目前學者專家談論飛安主要話題為何，並作為預測飛安之關聯規則。有關飛安失事特性資料之輸出，包括「餅圖(pie charts)」、「柱狀圖(bar charts)」、「曲線(curves)」、「多維資料立方體(multidimensional data cubes)」

及「多維表(multidimensional tables)(含交叉表)」。¹²針對文字描述將以生成關係圖或以規則形式呈現(即特徵法則)，其中伴隨彼此間之差異及轉換論述。

研究者從諸多學者針對飛安論述獲悉，由於國內外(包括國際民航組織、美國軍方、國內民航單位與本軍)對飛機失事(Aircraft Accident)定義均有不同解釋，其中尤以國際民航組織最為通用：係指從有人在機上意圖飛行，至機上所有人離開，任何機上運作，造成有人死亡或受傷、機體遭受損壞或結構失效等情況，謂之失事。現有美國NTSB、加拿大TSB、英國AAIB、澳洲BASI等均採此定義。我國民航局尚添增嚴重意外及調查事項定義，並將事件區分四個等級，即「失事事件、意外事件(無人傷亡)、危險事件(未造成失事或意外)及一般事件(指一般民航運作違規事件)」。¹³此外，包括國內各航空公司歷年來失事次、飛行小時數、死傷人數與每十萬個小時失事率等均列為重要參考資料。根據全球不同的民航失事統計資料，我們發現幾乎均以百萬次數離場次數為計算單位，推算造成飛安事故，通常來自「起飛、最初爬升、最後進場及落地」等階段。我們從波音飛機公司由1960年至1996年全球商用噴射客機的失事階段分析中發現「起飛與進場落地」是最危險階段，也是最需要「禱告」之關鍵所在。在起飛、爬升、進場及落地等四階段，雖僅占全飛行時數6%，然卻有

11 明雲青，線上分析處理(OLAP)，2013年4月27日，http://www.digitimes.com.tw/tw/dt/n/shwnws.asp?CnID=10&cat=55&id=0000123627_5VH7B0SG1AKQW98UJXAR7&ct=2



70% 以上之失事可能性，故謂之「安全窗(the window of safety)」。當平安飛離安全窗，飛行安全指數也相對增加。針對飛安，軍方採用飛行時數為計量單位，每十萬小時或一萬小時為推估指標。在進行失事率比較時，一般若考量飛行時數，則短航程飛機會比長航程飛機失事率高。故國內因屬短程飛行居多，與國外失事率比較時，則失事率會比預期高。¹²

接續研究者將利用中研院研發之中文斷詞系統(CKIP)來處理有關飛安之文章，如：「飛航管制員看飛航安全」、¹³「以飛行員的立場看飛安」、¹⁴「從航空公司觀點看飛安」、¹⁵「從心理學的角度看飛航安全」、¹⁶「從航空工程理論談飛航安全」、¹⁷「飛安新思維」，¹⁸透過上述等六個面向進一步探討飛安議題。

飛安管理改善重點項目

安全管理體系，顧名思義，這個體系就是圍繞安全為核心進行管理而建立起來的。既然稱之為管理，那麼它和一般的管理學的

理論是有共性的。安全管理體系也反映了計畫，組織，人事、領導和控制五項管理基本職能。建立安全管理系統的四個基本步驟：¹⁹

一、建立有效的安全組織。安全管理體系的建立和實施必需是自上而下地推行，所以有效的安全組織是必需的。明確規定各級安全管理機構和負責人的工作職責和權利；制定應急回應計畫和預案，配備必要的安全管理和事故調查設備、設施，建立暢通的資訊渠道。加強責任體系建設…實現安全的關鍵在於落實責任，發生問題的教訓也恰恰在於責任落空。這就是管理學上講的組織職能。

二、建立安全管理政策與目標體系。制定盡可能細化和量化的安全目標，完善安全政策(《航空安全手冊》是很好的參照資料)、規定和工作程式。建立各個部門溝通和協作的渠道，建立獨立的安全審計和監督過程。這體現了管理中計畫的職能。

三、建立安全監督系統。建立風險評估(可接受、可容忍和不可接受的風險梯度)和風險控制程式，建立及時可靠並具有反饋功

12 Konica , Last Updated Time:2011-05-12, “國內外飛機失事定義比較”，2013年4月27日 <http://air.mnd.gov.tw/Publish.aspx?cnid=1726&p=12861&Level=3>

13 黃國智，飛航管制員看飛航安全，2010年6月22日，<http://210.60.224.4/ct/content/1998/00100346/0010.htm>。

14 李中堅，以飛行員的立場看飛安，2013年4月27日，<http://210.60.224.4/ct/content/1998/00100346/0009.htm>

15 何慶生，從航空公司觀點看飛安，2013年4月27日，<http://210.60.224.4/ct/content/1998/00100346/0008.htm>。

16 葉怡玉，從心理學的角度看飛航安全，2013年4月27日，<http://210.60.224.4/ct/content/1998/00100346/0006.htm>。

17 宛同，從航空工程理論談飛航安全，2013年4月27日，<http://210.60.224.4/ct/content/1998/00100346/0006.htm>。

18 景鴻鑫，“飛安新思維”，2013年4月27日，<http://210.60.224.4/ct/content/1998/00100346/0005.htm>

19 參照民航局飛行標準司發布的資訊通告AC-121/123。

能的安全資訊系統，制定安全管理系統的檔體系。這就是管理學上講的控制職能。

四、培養和建立安全文化氛圍。這一步驟是整個SMS中最靈活、最簡單(也可能是最困難的)和最有效的步驟，而且這一步驟要貫穿整個體系。安全的落實不僅僅在於條條框框的規章制度和工作程式，更重要的是員工的責任心。SMS的主動的安全管理特徵就是體現在員工的自下而上的主動報告中。尤其對於與安全最近的一線員工，他們可以憑藉直覺和經驗發現設備的異常(聲音、氣味等蛛絲馬跡)和安全隱患。而員工的責任心來自於教育、企業文化和領導合適的激勵。員工的不滿將導致責任心缺失，這本身就是安全隱患。可見，員工的責任心是把“雙刃劍”，如何發揮員工主動積極性和創造力就是屬於管理學中人事和領導職能的範疇了。²⁰

在1970年代，美國損失控制協會發起者波得(Frank. E. Bird)另外提出了一套損失骨牌理論。他認為導致損失(包括人員傷害和財務損失)的基本原因是管理的缺失(如圖7)。另外，更深一層思考，有關不安全環境之機械設備設施等硬體之完善與否，其根本乃脫離不了管理的範疇，可見安全之本，事在人為分述如下：²¹

一、不健全的組織管理

所以我們要加强健全的組織管理，設置

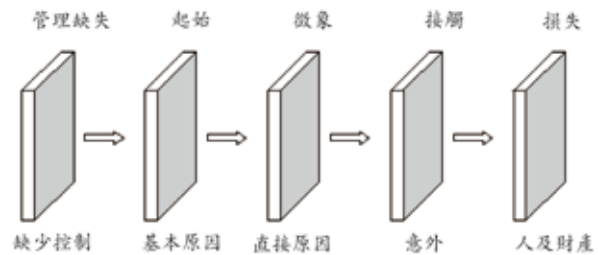


圖7 Frank. E. Bird 損失骨牌理論模型

資料來源：戴基福，談企業安全管理與安全文化

<http://www.fengtay.org.tw/paper.asp?num=386>

相關的安全衛生委員。訂定各種安全守則。定期開會檢討，讓大家集思廣益，創造更安全的環境。遇問題立即回報，適時解決。並做好各種紀錄報告，加強錯誤與疏失的宣導。持續的計畫、執行、檢討、改善，以期達到應有的成效。

二、不安全的操作環境

不適當的警告裝置。不適當的支撐或防護。不良的照明或通風。不良的內務環境與擁擠的工作場所。有缺陷的工具或設備。噪音過大。火災、爆炸或輻射暴露的危險。

三、不安全的做事行為

未經授權而操作機器。不適當的操作速度或使用機器。不適當的置放設備。未適時警告同事或確實清除地面的外物。修理轉動中的設備，未使用防護用具或站在不適當的位置。使用有缺陷的設備或無效的安全裝置。使用含酒精的飲料，使用藥物。²²

20 王慶伍，飛行模擬機訓練中心安全管理體系的建立實施，(中華民國航空協會，2010年1月13日)，http://www.csoca.org/index.php?option=com_content&task=view&id=17937&Itemid=65，參照民航局飛行標準司發布的資訊通告AC-121/123。

21 洪培元，由不安全行為談職業災害之防止，(工業安全衛生月刊，2006年12月)，頁54-55。

22 賴俊甫，勞工安全與職災預防，http://www.or.com.tw/mz/down_mz_7/down_mz_7-44.htm

宣揚此種安全文化不能單靠部隊指揮官一個人，本軍必須將領導統御的範疇向下推展，藉此形成一種對飛行單位安全理念的認同感，避免將其侷限於隊長辦公室內而令不出門的窘境。要維持一個安全的作業環境，單位內部要有高昂的士氣，而且主官與部屬都覺得自在。安全是根深蒂固的，而且員工不但遵守並且相信下列各項：²³

- 1.基地的工作安全系統。
- 2.所有失事和意外事件皆可避免。
- 3.所有人員的受傷皆可避免。
- 4.對環境的傷害是不負責任且不能容忍。
- 5.安全包括：飛安、地安、人安與環境良好的管理。
- 6.安全促進業務與人員的活動。
- 7.我們必須將風險降低至合理可行的程度。
- 8.我們必須有效地積極管理變革。
- 9.所有管理階層都要為安全績效負責。
- 10.一位好領導者也是一位好的安全領導者。
- 11.每一個人都能成為一個好的安全領導者。

安全文化塑造分為「管理和組織性因素」、「促進行動」和「個人因素」三類。

「管理和組織性因素」包括對組織的正面貢

獻、管理階層的重視和決心、推行策略、參與和授權設計等，用以建立培養主動積極安全文化的政策和推動步驟。「促進行動」包括有執行和誘因、溝通和訓練；乃是公司藉由教育、訓練、推廣和宣導，將管理階層對安全文化的要求，傳達至基層員工，以建立基層員工和管理階層溝通的管道，並提升基層員工的參與和認同感。「個人因素」指的是認同感和認知，旨在積極充實員工對於安全的認知，進而建立同事彼此間的安全行為規範，甚至影響所有員工的行為和表現，²⁴具體行動分析如下：

1.教育訓練方面

(1)重視工作紀律與團隊榮譽的品德訓練課題。

(2)不斷的複訓與疏失宣導。

(3)成立維修訓練技術小組，將所有潛在的技術進行教育與評估改良作業，以提昇教育訓練的品質與成效。

(4)確實熟記民航局所制定之飛安口訣。

2.軟／硬體方面

(1)維修裝備機具的定時保養、檢修，保持最佳維修工作所需之能量。

(2)維修作業廠所的規劃設計、作業動線、空間利用，必須符合安全守則與人因運用。

(3)充分運用維修管理資源，確實做好溝

23 Jonathan K. Stripling, 黃德春譯，目標零失事——一種安全文化，(台北，飛行安全基金會，第70期，101年10月31日)，頁30。

24 Moorman, W. R., "Airlines are adopting complex software solutions to streamline their maintenance departments", Air Transport World. Cleveland: Vol.41, Iss. 1; Jan 2004; p.54

通協調、工作交接與團隊合作。

3. 作業程序方面

(1) 各單位必須確實建立標準作業程序，落實維修紀錄之完整性。

(2) 必須及時更新標準作業程序之修訂、抽換作業細則等資訊，維持標準作業程序之準確性。

(3) 維修作業前之工作提示與指導支援。

(4) 做好維修品質檢驗與稽核工作。

4. 資料分析與運用方面

(1) 分享飛安資訊與專業技術，避免潛在危險，落實飛航安全工作。

(2) 藉由飛安事件的個案探討，補充實務作業所需的情境察覺警示、研發、修正改進維修作業之專業能力。

(3) 維修品質能力的追蹤與紀錄，提供維修資源管理所需之資料，提供數據分析與教育訓練之參考。²⁵

另需投入更多地面學科時數，加強飛行人員飛安知識的課程發展，從飛行失事案例吸取經驗的研討會，或是有關飛行組員倫理議題的討論，均有助於形塑極為重要的飛安思想與理念—此正為飛行幹部之所需。即便是飛行前任務提示的基本內容，亦應強化飛安作為。除了飛行的課目操作、天氣資料、助導航裝備、航戰管管制、靶訊飛航公告以及警急處置等內容之外，應加強重要的飛行安全分析，包括基本安全事項與可能遭

遇的安全威脅狀況假設，並藉由資深經驗豐富的飛行教官和任務組員的帶領與指導，以強化飛行任務安全保障之遂行。建立此一流程雖已不錯，但仍需要有人督促。根據Greg Anderson(Safety 24/7)的說法，對安全承諾會經過四個層級的演進：第一級—在方便時員工會遵守，第二級—在必要時員工會遵守，第三級—員工本身和他們的家屬都相信它，第四級—相信它不只是為了自身和家屬的利益，也是為了隊友的利益。為了達成第四級，必須提倡安全文化，而且能藉由管理安全的開始而有效提倡之。因此，必須經由以任務為基礎的風險評估來認識這些危害，並由執行該任務的人員驅動之。在一個強固的安全文化中，當觀察到有危害時，每一個人都有責任大聲說出來，當觀察到有風險的行為時，應採取必要行動，以便排除及降低此類危害之風險。此外，當觀察到良好的行為時，必須給予表揚和獎勵。²⁶

展望外來，本軍飛安教育必須擴大且調整教學計畫，俾利在養成一名飛行軍官的飛行專業生涯期間，提供更多的傳承機會，此一專業本職學能的養成，大多在飛行換訓的各項學術科訓練期間。現在的飛安計畫作為應重新導向至一種更著重於領導作為的方式。本軍飛行安全作為亦有其多年的努力成果，「一切安全、要我安全、我要安全。」形塑安全文化，讓單位建立安全概念，落實

25 交通部民用航空局，飛安宣導資料，<http://www.caa.gov.tw/big5/content/index.asp?sno=6>

26 onathan K. Stripling, 黃德春譯，目標零失事—一種安全文化，(台北，飛行安全基金會，第70期，民國101年10月31日)，頁31。

成為一種生活工作的方式。本此精神應建立一種理想作為就是「安全停飛」(safety stand down)，此舉長期以來被稱為「安全旁若無事」(safety stand around)意指某飛行單位在某一天停止其所有飛行訓練，運用該日進行安全教育，「安全停飛」亦稱「暫停作業」(operational pause)，可藉由資深飛行領隊人員，與資淺飛行人員之間的小組討論方式，成為飛行單位飛行領導計畫重要的一環。同樣的作法一推廣至基、修大地勤軍士官兵人員的經驗傳承方面。以往各單位均強調本身的專業知識與技術，而安全的教育與經驗傳承往往居於次要的角色，如今應將其轉化為核心價值與課程，而深植每位同仁的內心並肯定安全文化的首要工作。²⁷運用上述的飛安管理概念，檢視「資料探勘技術」與飛安管理之關聯分別敘述如下：

資料探勘技術與分析

研究者藉由國科會所支持之個別型計畫「台語語法結構樹建置」(主要工作為語文斷詞及自動標記)²⁸及中研院所開發之中文斷詞系統(CKIP)(主要工作為詞頻統計程式)²⁹，並依量詞分析、機率值分析、Entropy亂度分析、POS(parts of speech)之tagging(標記)，得出結果(如圖8至圖13)。



圖8. sample_tag：一個樣本及詞性標記

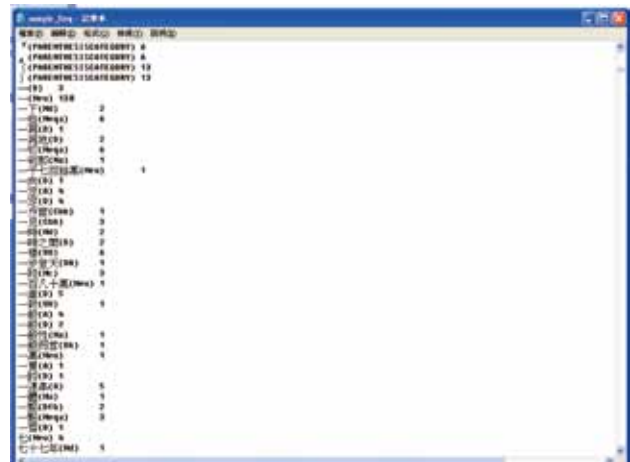


圖9. sample_freq：一個樣本及詞頻統計

- 27 Geoffrey J Meel著，洋黎中譯，新一代航空失事預防之道，(國防譯粹，第39卷第08期，民國101年8月)，頁74-78。
- 28 台語文斷詞、詞性標示系統，國科會計畫，2013年4月27日，<http://ip194097.ntcu.edu.tw/TGB/tagging/tagging.asp>
- 29 中文斷詞系統，中研院資訊科學所詞庫小組，2013年4月27日，<http://ckipsvr.iis.sinica.edu.tw/>



圖10.文章的文字檔



圖11.擷取未知詞過程



圖12. 包含未知詞的斷詞標記結果

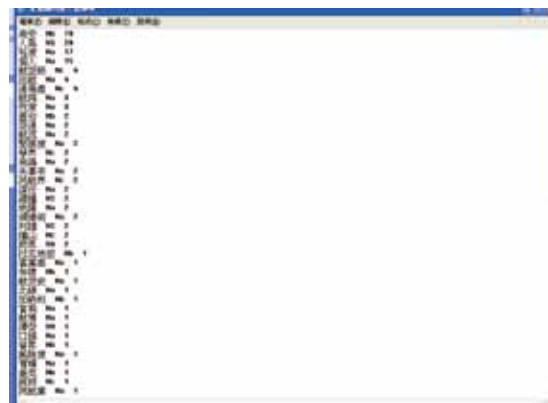


圖13. 未知詞列表

研究者找出Unigram、Bigram及Trigram等機率值及得出Entropy(如圖14)。³⁰

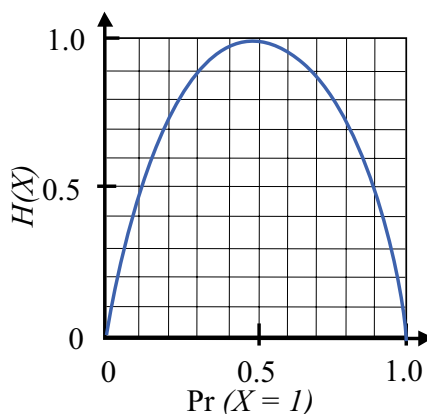


圖14. 二元Entropy圖形

Entropy係用來表示資訊量之基本單位，其公式如下：

$$\text{Entropy} = \sum p(x) \times \log_2 1/p(x) \quad (1)$$

本研究係尋找出6份和飛安相關之文章，利用詞頻率計算挑選出三個不同大小辭彙相關詞屬性。再利用Entropy選出幾個詞屬性，Entropy在量測精確度時，採用公式是所有分到同一個群集(cluster)數量之比例，如下列公式j為同一個群集

30 Binary entropy plot.svg, 2013年5月1日, [http://en.wikipedia.org/wiki/Entropy_\(information_theory\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Entropy_(information_theory))

$$p_{ij} = \frac{n_{ij}}{\sum_{i=1}^m n_{ij}}$$

針對資訊不確定而言，Entropy可想像成熱量，熱量越高，未知程度愈高。每個群集Entropy公式為

$$H_j = -\sum_{i=1}^m p_{ij} \log p_{ij}$$

若使用在僅單一類別下，Entropy為0(如死亡)，因為非常確定。如果所有類別都有相等機率可去分類，則Entropy最高。所有群集資料量之Entropy，依比重加總，即可獲得以某單一屬性進行群集時所得到資訊之不確定量。若計算Entropy值低表相對穩定，群集結果較佳。³¹

由於此套軟體CKIP仍有缺憾，需經研究者自行整理後，再將資料進行分析、刪除與取代，否則需另研發程式以自動化來處

表2. Unigram辭彙資料

Unigram	出現次數	機率值 p(x)	1/p(x)	log ₂ 1/ p(x)	p(x) x log ₂ 1/ p(x)
者(Na)	15	0.21	4.67	2.22	0.48
該(Nes)	14	0.20	5.00	2.32	0.46
靠(VJ)	8	0.11	8.75	3.13	0.36
takeoff(FW)	4	0.06	17.50	4.13	0.24
家(Nf)	4	0.06	17.50	4.13	0.24
近(Nes)	4	0.06	17.50	4.13	0.24
Pressure(FW)	2	0.03	35.00	5.13	0.15
runway(FW)	2	0.03	35.00	5.13	0.15

該(D)	2	0.03	35.00	5.13	0.15
Communication (FW)	1	0.01	70.00	6.13	0.09
Destruction (FW)	1	0.01	70.00	6.13	0.09
Ground(FW)	1	0.01	70.00	6.13	0.09
Human(FW)	1	0.01	70.00	6.13	0.09
Pitch(FW)	1	0.01	70.00	6.13	0.09
Roll(FW)	1	0.01	70.00	6.13	0.09
Safety(FW)	1	0.01	70.00	6.13	0.09
Standby(FW)	1	0.01	70.00	6.13	0.09
Structure(FW)	1	0.01	70.00	6.13	0.09
flight(FW)	1	0.01	70.00	6.13	0.09
machine(FW)	1	0.01	70.00	6.13	0.09
亂(VH)	1	0.01	70.00	6.13	0.09
家(Nc)	1	0.01	70.00	6.13	0.09
近(Da)	1	0.01	70.00	6.13	0.09
近(VJ)	1	0.01	70.00	6.13	0.09
	70				3.76
					Entropy=3.76

理。經研究者分析發現：許多專家學者探討飛安，他們不僅瞭解飛行對飛行員的重要性，也知道國家培養一位飛行員之不易，當然針對飛行員本身對自我的要求亦甚高，如何確保飛安，提振飛行員士氣，請透過數據資料來瞭解。研究者將先行刪除標點符號及出現次數少的辭彙(如出現1次、2次及3次等)，並保留較易瞭解辭彙(包括辭彙出現1次至239次)，再進行單字辭Unigram (含中、英文)、雙字辭Bigram (含中、英文)及三字辭

31 薛茗方、李宜桓，“網頁內容探勘實作—以「動作電影」與「喜劇電影」為例”，2013年5月1日，<http://toro.kh.usc.edu.tw/example/97mining/paper5/mining.html>

Trigram (含中、英文)分析與說明，研究限制僅單字辭Unigram、雙字辭Bigram及三字辭Trigram，至於四字辭彙以上，非本研究探討範圍。本研究立案假定為中英文辭彙，故針對數據資料亦不再探討。目前中研院將中、英文辭彙標記(Tagging)，律定有39個，有關飛安文章之標記(如DE、VA、SHI等)，本研究暫不列入探討。有關Unigram辭彙資料(如表2)：

分析說明：研究者利用公式(1)得出Unigram辭彙資料之Entropy數值3.76，代表專家學者針對飛安意見集中在地面滑行階段(Ground)、起飛階段(takeoff)、家庭(家)、跑道(runway)、機體結構(Structure)、飛行階段(flight)、人為因素(Human)及機械因素(machine)等。有關Bigram辭彙資料(如表3)：

表3. Bigram辭彙資料

Bigram	出現次數	機率 p(x)	1/p(x)	log2 1/p(x)	p(x) x log2 1/p(x)
系統(Na)	65	0.10	9.80	3.29	0.34
程序(Na)	37	0.06	17.22	4.11	0.24
航管(Na)	35	0.05	18.20	4.19	0.23
維修(VC)	31	0.05	20.55	4.36	0.21
風險(Na)	29	0.05	21.97	4.46	0.20
人為(VG)	28	0.04	22.75	4.51	0.20
空中(Nc)	20	0.03	31.85	4.99	0.16
航機(Na)	19	0.03	33.53	5.07	0.15
管理(Na)	18	0.03	35.39	5.15	0.15
裕度(Na)	17	0.03	37.47	5.23	0.14
技術(Na)	16	0.03	39.81	5.32	0.13
跑道(Na)	13	0.02	49.00	5.61	0.11
預防(VE)	13	0.02	49.00	5.61	0.11
分析(VC)	12	0.02	53.08	5.73	0.11
判斷(VE)	12	0.02	53.08	5.73	0.11

塔台(Na)	11	0.02	57.91	5.86	0.10
天氣(Na)	11	0.02	57.91	5.86	0.10
機械(Na)	11	0.02	57.91	5.86	0.10
正確(VH)	11	0.02	57.91	5.86	0.10
調查(VE)	9	0.01	70.78	6.15	0.09
通訊(Na)	9	0.01	70.78	6.15	0.09
隔離(VC)	9	0.01	70.78	6.15	0.09
電腦(Na)	9	0.01	70.78	6.15	0.09
人因(Na)	8	0.01	79.63	6.32	0.08
分析(Na)	8	0.01	79.63	6.32	0.08
結構(Na)	8	0.01	79.63	6.32	0.08
裝備(Na)	8	0.01	79.63	6.32	0.08
討論(VE)	8	0.01	79.63	6.32	0.08
認知(VJ)	8	0.01	79.63	6.32	0.08
議題(Na)	8	0.01	79.63	6.32	0.08
資訊(Na)	8	0.01	79.63	6.32	0.08
階段(Na)	8	0.01	79.63	6.32	0.08
隨時(D)	8	0.01	79.63	6.32	0.08
雷達(Na)	8	0.01	79.63	6.32	0.08
地面(Nc)	7	0.01	91.00	6.51	0.07
培訓(VC)	7	0.01	91.00	6.51	0.07
引擎(Na)	6	0.01	106.17	6.73	0.06
機艙(Na)	6	0.01	106.17	6.73	0.06
檢查(VE)	6	0.01	106.17	6.73	0.06
監控(VC)	6	0.01	106.17	6.73	0.06
緊急(VH)	6	0.01	106.17	6.73	0.06
進場(VA)	6	0.01	106.17	6.73	0.06
推力(Na)	5	0.01	127.40	6.99	0.05
紀律(Na)	5	0.01	127.40	6.99	0.05
落地(VA)	5	0.01	127.40	6.99	0.05
起降(VA)	5	0.01	127.40	6.99	0.05
干擾(Na)	4	0.01	159.25	7.32	0.05
滑行(VA)	4	0.01	159.25	7.32	0.05
硬體(Na)	4	0.01	159.25	7.32	0.05
體檢(Na)	4	0.01	159.25	7.32	0.05
儀器(Na)	3	0.00	212.33	7.73	0.04
儀表(Na)	3	0.00	212.33	7.73	0.04
疲勞(VH)	3	0.00	212.33	7.73	0.04
亂流(Na)	2	0.00	318.50	8.32	0.03
天候(Na)	2	0.00	318.50	8.32	0.03

飛鳥(Na)	2	0.00	318.50	8.32	0.03
上床(VA)	1	0.00	637.00	9.32	0.01
失速(VH)	1	0.00	637.00	9.32	0.01
航線(Na)	1	0.00	637.00	9.32	0.01
637					5.37
					Entropy=5.37

分析說明：研究者利用公式(1)得出Bigram辭彙資料之Entropy數值5.37，代表專家學者針對飛安意見集中在於系統組件、程序驗證、航管塔台、機體維修、空中航行、跑道滑行、機體結構、天候因素、飛鳥干擾、睡眠品質、飛機失速、航線規劃、人為及機械因素等。有關Trigram辭彙資料(如表4)：

表4. Trigram辭彙資料

Trigram	出現次數	機率值 $p(x)$	$1/p(x)$	$\log_2 1/p(x)$	$p(x) \times \log_2 1/p(x)$
飛行員(Na)	87	0.32	3.14	1.65	0.53
航空器(Na)	43	0.16	6.35	2.67	0.42
管制員(Na)	24	0.09	11.38	3.51	0.31
駕駛員(Na)	15	0.05	18.20	4.19	0.23
心理學(Na)	12	0.04	22.75	4.51	0.20
研討會(Na)	10	0.04	27.30	4.77	0.17
無線電(Na)	9	0.03	30.33	4.92	0.16
交通部(Nc)	7	0.03	39.00	5.29	0.14
民航局(Nc)	7	0.03	39.00	5.29	0.14
負荷量(Na)	6	0.02	45.50	5.51	0.12
一連串(A)	5	0.02	54.60	5.77	0.11
動力學(Na)	5	0.02	54.60	5.77	0.11
整體性(Na)	4	0.01	68.25	6.09	0.09
發動機(Na)	4	0.01	68.25	6.09	0.09
自動化(VHC)	4	0.01	68.25	6.09	0.09
航空局(Nc)	4	0.01	68.25	6.09	0.09
航空界(Nc)	4	0.01	68.25	6.09	0.09

進場處(Nc)	4	0.01	68.25	6.09	0.09
做不到(VC)	2	0.01	136.50	7.09	0.05
注意力(Na)	2	0.01	136.50	7.09	0.05
能見度(Na)	2	0.01	136.50	7.09	0.05
規劃出(VC)	2	0.01	136.50	7.09	0.05
一剎那(Na)	1	0.00	273.00	8.09	0.03
剎那間(Nd)	1	0.00	273.00	8.09	0.03
加拿大(Nc)	1	0.00	273.00	8.09	0.03
升阻力(Na)	1	0.00	273.00	8.09	0.03
可能性(Na)	1	0.00	273.00	8.09	0.03
技巧性(Na)	1	0.00	273.00	8.09	0.03
標準化(VHC)	1	0.00	273.00	8.09	0.03
模擬器(Na)	1	0.00	273.00	8.09	0.03
螺絲釘(Na)	1	0.00	273.00	8.09	0.03
規劃好(VC)	1	0.00	273.00	8.09	0.03
電腦化(VHC)	1	0.00	273.00	8.09	0.03
273					3.69
					Entropy=3.69

分析說明：研究者利用公式(1)得出Bigram辭彙資料之Entropy數值3.69，代表專家學者針對飛安意見集中於飛行員精神狀態、航空器優劣、管制員帶飛狀況、無線電通聯、發動機性能、能見度、飛機升阻力、飛行技巧、模擬器訓練及航行規劃是否允當等。

資料探勘與飛安管理

經過資料探勘技術我們得出Unigram、Bigram及Trigram等辭彙資料，其表格中得到的Entropy數值中以Unigram及Trigram最低，分別是3.76及3.69代表穩定度、確定性高於Bigram之數值5.37。針對所收集到的Unigram辭彙，學者專家談飛安及關切話題，主要

集中評估於地面滑行階段(Ground)、起飛階段(takeoff)及飛行階段(flight)等時間點最易出意外；針對人為因素(Human)、機體結構(Structure)及機械因素(machine)等項次，經評定為常發生飛安事故之肇因，然而就起飛前飛行員與家庭(家)間之關係優劣及滑行跑道(runway)是否仍保持在高安全係數狀態，亦是不容忽視之課題。

從國際間軍民航的飛安趨勢來看，欲真正落實飛安管理與事件預防，必須從整體飛安系統的釐清與改善做起。所以一個安全管理系統要發揮作用，管理系統必須與日常活動連結，一個有效的安全管理系統不只減少錯誤、促進安全與規範，更是透過開啟溝通管道，與致使安全與規範成為組織中所有階層的最高圭臬，激發組織文化的轉變。針對所收集到的Bigram辭彙，學者專家談飛安及關切話題，主要集中飛行員於擔任飛行是否確按「系統組件技令」實施操作，並飛行全程是否依「程序」、「步驟」、「要領」等實施驗證，飛行航程是否與塔台航管人員保持密切構聯；針對修(維)護人員而言，於飛機出場前是否做好「機體維修」、「跑滑道清理」，針對「飛機失速」問題是否進行完整「機體結構檢整」及「驅離飛鳥干擾」措施；於飛行任務前，飛行員是否具備「充足的睡眠品質」及「完善的航線規劃」；另評斷容易肇生意外，不排除「空中航行、天候、人為及機械」等主、客觀因素。各級部隊長均三令五申要求按「程序、步驟、要領」SOP的規範執行安全工作，法令規章是死的，但人是活的，要活用準則。藉由人性

化的管理與帶動人心的領導，更重要的是一種自我認知的調整，方能活化準則的效能，達到事半功倍的效果。

針對所收集到的Trigram辭彙，學者專家談飛安及關切話題，主要集中於飛行員當時之「精神狀態」是否良好？「飛航裝備」是否處於低風險程度？當時「管制員帶飛狀況」是否靈光？針對「無線電通聯」是否暢通？「發動機性能」是否故障？飛行天候「能見度」是否良好？「飛機升阻力」是否處於正常與平衡狀態？執行「飛行」技巧是否允當？「模擬器訓練」是否通過檢測？「航行規劃」是否週詳與允當等？安全管理體系的建立和實施過程中注意的事項：

一、注重安全管理體系的系統性，以風險管理為核心：系統運行時，風險來自於：
1.設備和環境對人員(訓練人員和維護人員)的傷害
2.人員和環境對設備的損壞；環境(內、外環境)對人員和設備的傷害和損壞
3.管理本身對於設備和人員的傷害和損壞。這一條最容易忽略，因為“只緣身在此山中”。在實施風險管理過程中，要從系統的角度分析真正的危險源，並以此制定正確的措施。

二、樹立“持續安全”理念，在安全管理體系中始終把風險管理形成閉環管理：
1.遵循事前/事後查明安全危害
2.保證實施和維持可接受的水平所必需的補救措施
3.對達到的安全水平進行持續監督和定期評估
4.識別-評價-控制-監控-評估的順序能夠清晰地辨別出風險源以及措施的有效性，做到“有頭有尾”，而不是“虎頭蛇尾”。³²

三、管理規章和工作流程的可執行性和



效率：在安全管理體系中制定的管理規章和 workflows 不僅要正確(正確與否有待實踐的檢驗)，而且要有可執行性和效率。制定清晰明瞭、「簡約而不簡單」，人性化的規章和流程。

四、構建良好的安全文化。³³所謂安全文化就是一種工作態度與生活方式的整體表現，好的生活習慣就是工作紀律的基石，就是工作紀律的根本，落實在「程序、步驟、要領」就是自我檢查與教育訓練。

(一)落實自我檢查就是最佳的預防措施，所以要依法規做好各項定期檢查與保養計畫，使用前的檢查與安全說明，使用中的安全注意事項，使用後的檢查與復原，遇問題立即改善，並做好紀錄。

(二)加強教育訓練：依各項工作給予正確的操作觀念與安全注意事項的知識，如第一次上工或上實習，一定要加強法規與安全教育知識，了解正確操作與災害產生的原因，以及災害產生的應變措施，如此便可防範於未然，並將災害減至最小。³⁴

「模擬機飛訓系統」的緊急程序模擬，就是型塑安全文化的具體作為，安全文化作

用於改進人員安全的行為，但它是如何建立形成的呢？這方面有許多機構及人員提出了各種的模式學說，我們在此仍介紹國際原子能機構的安全文化模型。就架構而言，安全文化塑造分為「管理和組織性因素」、「促進行動」和「個人因素」三類。「管理和組織性因素」包括對組織的正面貢獻、管理階層的重視和決心、推行策略、參與和授權設計等，用以建立培養主動積極安全文化的政策和推動步驟。「促進行動」包括有執行和誘因、溝通和訓練；乃是公司藉由教育、訓練、推廣和宣導，將管理階層對安全文化的要求，傳達至基層員工，以建立基層員工和管理階層溝通的管道，並提升基層員工的參與和認同感。「個人因素」指的是認同感和認知，旨在積極充實員工對於安全的認知，進而建立同事彼此間的安全行為規範，甚至影響所有員工的行為和表現。³⁵安全管理系統設計最重要的元素之一是第一線員工的參與，因為他們最清楚作業上安全/規範的間隙與風險在哪裡。³⁶

飛安管理是本軍在各項戰演訓任務執行中的重點工作，亦是航空事業發展的要因，

32 張德江，注重質量效益確保持續安全 促進民航事業科學發展，2010年01月14日，人民日報，<http://kxfz.people.com.cn/BIG5/135093/10763835.html>

33 唐子富，安全文化與安全管理，2005年3月22日核能安全文化國際研討會紀實，<http://www.taipower.com.tw/TaipowerWeb/upload/files/24/SC-190.pdf>

34 McKenna, T.J., "Airline study human factors' role in boosting efficiency of mechanics", (Aviation Week & Space Technology. New York: Vol.136, Iss. 4; Jan 1992); p 54, .

35 Moorman, W. R., "Airlines are adopting complex software solutions to streamline their maintenance departments", Air Transport World. Cleveland: Vol.41, Iss. 1; Jan 2004; p.54

36 孟磊譯，文化上的期許，(中華民國台灣飛行安全基金會，飛行安全季刊，第65期，民國100年7月31日)，頁21。

為了改善飛安保障值勤人員生命與軍事裝備財產的安全，世界各國空軍與民航公司，無不極力發展維修資源管理，因此有組員資源管理CRM和維修資源管理MRM，都是指一般維修的預防性工作，經由過去歷史累計的案例，將常犯的錯誤操作和人為疏失加以訓練，藉以提升維護人員與飛航組員間的專業知識、安全警覺與緊急應變的能力，使大家都能做好預防措施，避免重複犯錯。因此維修資源管理就借重訓練與提醒系統，加強各項維護作業的安全，因為只要是人都會犯錯，所以業界要透過不斷的嚴格訓練、重實務、勤宣導、免疏失與團隊合作，時時做好各種標準作業程序與疏失宣導，才能減少犯錯，使工作更安全、更有效率，因此藉由各種飛安問題而發展出許多預防的方法，例如：MRM、CRM、MEDA、HF…等都是我國和國際民航組織要求航空相關人員，應具備的人為表現之知識。所有航空人員，如航空器駕駛員、簽派員、飛航管制員、飛航機械員和地面機械員…等都應確實做好實務訓練，並落實在工作中，藉以確保飛航安全，雖然僅採取短期的訓練，然而經由數據證實，人員傷亡及地面意外事件已顯著減少。³⁷

從上述，吾人可以大致瞭解安全文化的許多因素與安全管理密不可分。雖然企業安全文化通常為企業內許多因素造成的結果，包括企業內已建立對安全之信念，工作的實

施及態度。但深入探討可以看出安全文化係建立在良好的安全管理上。事實上企業安全管理是企業安全文化的一種形成的表現。也可以說企業安全要達到優異的成績，須經由二個系統的配合。其一為正規或正式的方法步驟，它就是安全管理；另一則為非正規的系統，即企業從業人員對此方面的重視價值觀，它就是安全文化。即安全工作要有優異的表現，除了要有良好的安全政策、計畫、教育訓練，風險評估，計畫實施及考評稽核等管理外，尚須企業從業人員重視安全，視安全為一種重要的價值著手。³⁸ 而安全文化中最大的考驗就是人為疏失。

所謂人為疏失：是指人們無意中所犯的一種不安全行為，往往造成人員或裝備的損傷，甚至造成重大意外事故，如失誤、錯誤、瑕疵、違規、裝備損壞及人員傷亡的意外事故(INCIDENT & ACCIDENTS)。(如表5)這些疏失又可分兩類，一為顯性疏失，會有立即影響的動作，如裝錯、接錯或操作錯誤。另一隱性疏失會有延遲的影響，如材質不良、腐蝕、預力、震動或裝錯。³⁹

一切疏失的產生，意外的來臨都是乘隙而入，都是一連串失去警覺心、注意力或某盲點而造成起司效應或事故之鏈，所以凡事提高警覺、謹慎小心、預防為重。人為疏失的防範作業程序，包含發現、調查評估、檢討改善、歸檔與回饋。發現問題可以是自我

37 飛安基金會，2008年全球飛安相關事件報告，(飛行安全季刊，56期，2009年2月4日)，5-8頁。

38 戴基福，談企業安全管理與安全文化，<http://www.fengtay.org.tw/paper.asp?num=386>

39 Moorman, W. R., "Airlines are adopting complex software solutions to streamline their maintenance departments", (Air Transport World. Cleveland: Vol.41, Iss. 1; Jan 2004); p.54.

表5 人為疏失省思分類表

大意	自滿大意、缺乏警覺心、緊急時忘了應有的程序與步驟。
分心	- 工作中與人聊天，或做白日夢，漫不經心，遇狀況來不及反應或操作錯誤。也有工作中突然有來電或其他事耽誤而分心，最容易犯錯，如感情問題、家庭不合或與人爭吵…等。 - 任何工作後不但要詳細檢查，而且要請人複檢。
疲勞	- 長期工作或熬夜的疲勞會造成精神不集中、打瞌睡，尤其是大夜班，在開車、拖機、降落或工作中，最容易出狀況，早點休息吧！注意自己和他人的各種疲勞徵候要有警覺，超過工作負荷或身心很累時，避免從事複雜的工作，並要勇於說不，以免造成錯誤，或因病輪班操勞過度而死亡。 - 慢性疲勞：常由生理病痛或精神壓力所導致。 - 急性疲勞：常因工作精疲力竭，潛伏時間較短，只要好好休息或睡一晚就好。 - 凡事要有規律的睡眠及運動才能擁有健康的身心。
人情	- 品質檢驗絕不可受人情、長官和好友的影響，會受影響的就沒資格當檢驗人員。如果受到好友和長官的壓力而將就之，或睜一眼閉一眼。就會造成如下的遺憾。 - 結果在風向不對試車而造成高震動，使性能降低，耗油、提早衰退…等，在DENT、NICK…和LEAK超限下也放飛，雖沒有造成意外，但已違反飛航安全的品質。
壓力	- 如婚姻壓力、工作壓力、求學壓力、生活壓力、身體壓力，當壓力超過時要把擔心、憂慮的事說出來，適時請求額外的協助，以免造成錯誤。。 - 壓力與情緒來時警覺性會降低。當達到生理與心理的極限時，便會造成很多問題產生。如注意力與記憶力減退，不但對資訊的處理產生偏差、對方向和視覺的處理產生偏差與錯覺。而且會影響知覺記憶力的貯存、會影響長短期記憶力的貯存。 - 所以要隨時了解人們的壓力與情緒，適時給予關懷、鼓勵和協助。
緊張、急、怕	- 是指人們感受到生理上與精神上的危險威脅時，所形成生理上和情緒上的緊張問題，此時最容易發脾氣，也最容易影響飛航安全的品質與效率。 - 個性太急，心情不好急著回家，兩架747，一架尚未離開跑道，在大霧中另一架同意進入跑道，未經放行隨即推大車衝場，因此造成相撞，成為死傷最慘。 - 飛機起飛，飛行員因脾氣暴躁突然心肌梗塞，而拉錯桿按錯鈕，年輕副駕駛明知又不敢說，因為他太凶了，結果造成摔飛機。 - 對於危險狀況，該說要說，該接手要接手，不要怕升不了官而聽從，千萬不要拿生命開玩笑。
環境	噪音、照明、溫度、陰雨、組織架構和薪資會影響人們的情緒與適應力。而情緒與壓力會直接影響人們的工作品質與效率
習慣	- 在維修或飛行操作習慣，有經驗的高手常因粗心大意，大而化之，或者自以為是而又死愛面子，終究會造成很多錯誤和人為疏失，所以要小心謹慎、用心、專心做好一切，凡事依手冊、確遵照。 - 沒經驗者常因不懂而犯錯，所以要隨時給予指導與提示。
錯覺	夜間飛行誤將道路燈光當作跑道燈，將雲層當作水平面，或對飛機姿態與空間位置產生幻覺，而造成判斷錯誤。
缺乏警覺	- 精神不振未能保持機警，參見上列分心。 - 警覺性是指有關精神狀態以及經過休息後對工作的敏捷性，這是認知的問題。 - 隨時想想如果意外發生時，可能會發生什麼事。 - 隨時看看你的工作，是否和現行的修改或修理相抵觸。 - 對於已完成的工作，應請相關專業人員檢查是否有任何問題，要謙虛不恥下問。 - 發現對方操作錯誤或裝錯，不論是否影響你升遷的老長官，一定要敢提醒、接手早。 - 如此就能打破一連串疏失之鏈與起可效應，建立穩固之安全網。
缺乏資源	工作時未能適時取得或使用適當工具、裝備和標準作業程序。所以需要適時訓練合格的人，合格的工具與裝備，以及合法的維修操作手冊。隨時把握重要資訊來源。
缺乏專業知識	- 相關手冊、工作程序、紀錄作業與電腦系統不熟 - 要充實基礎實務、維修實務和維修資源管理的技能與經驗以及飛行要領…等，所以要不間的訓練、宣導和工作前的任務提示與指導，才能避免重複性犯錯。 - 要使用合法的最新修訂的技術文件與合格的工具和設備，還要有良好的技術支援。 - 任何工作要隨時紀錄、簽名與蓋章，還要適時回報。 - 而且要不斷的重複各種專業訓練。

溝通不良	• 情緒會影響溝通，情緒不穩時，溝通往往會被扭曲，甚至造成各種衝突。因心情不但會影響人際關係和各種操作程序的疏忽，而且直接影響到工作品質與生產效率。 • 溝通不良容易積非成是，所以要使用記錄簿、工單等來交接工作，並多請教與討論找適當專業人員排除疑難，還要善解、包容發揮團隊精神。 • 印航航管員：請你向右轉，結果駕駛員朝左轉而發生意外。 駕駛員：右轉、朝040定位檢查 航管員、請向右轉； 駕駛員、知道 航管員、你正在左轉嗎；駕駛員、我們正在右轉 航管員、好！繼續左轉； 駕駛員、要左轉嗎？我們正在右轉 航管員、好…停頓…右轉、朝015 駕駛員、…唉呀…阿門…前後90秒。 • 曾有一架737飛機由副駕駛滾行操作時，偏向左邊，於是副駕駛立即使用方向舵控制滾行方向，同時機長也使用鼻輪轉向協助控制，後因機長說操作飛機副駕駛聽成我來操作飛機，使飛機瞬間無人操作，而偏離跑道，這時機長才決定放棄起飛，最後衝出跑道，沉入包雷灣中。
交接不清	• 任何工作要告一段落，如管線或組件不可裝一半，要拆就拆好，要裝就裝好，且務必裝好上扭力，打保險和測試，未完成的工作應掛上掛籤。 • 下班未完工作要交接清楚，尤其重大工作至少要有一小時的重疊工作，以免耗時、耗料又易疏失。
結語	• 以上所談都是造成錯誤與人為疏失的主因，所以每一個人都要一心一意、小心拆裝操作，凡事要如臨戰場般、謹慎小心、預防為重。事事多用心專心，用心就是專業，用心就是專家。 • 因為疏失會影響飛航安全與利潤，絕不可縱容，要追根究底，徹查清楚，防範未然。 • 遵守紀律、守規矩，經常訓練、複訓和宣導才能提升安全觀念與技能，降低人為疏失與潛在危機。 總之依民航局做好下列各項，就可避免人為疏失。 守紀律，莫取巧。按程序，交接好。依手冊，確遵照。合作無間飛安保。 航務篇：按程序，莫取巧。敢提醒、接手早。轉降安、重飛好。合作無間飛安保。

資料來源：李鈞發等著，維修資源管理(MRM)的整體規劃，(適航檢查員手冊，民用航空法規，中華民國民用航空局，2003)頁21-23。

提報、異常事件、資料分析、和自我督察…等，而事故的提報可以分人為因素、環境因素、技術因素與機械因素。隨時鼓勵員工以自由、坦承的態度，提報任何與人為因素或安全有關的資訊，將有益於建立安全的組織文化，確保當事人或協助調查人員不會受到不正當的懲罰與壓力。總之有良好的管理、訓練與宣導，有可靠的維修技術與飛行技能，再加上各單位的團隊合作，如此所形成的安全網，就能打破起司效應與疏失之鏈，才是最好的防範措施。⁴⁰

在各航空公司逐漸重視飛機地面事件的同時，飛機所有的地面準備工作，幾乎都需要靠空地勤作業來完成，若地勤同仁作業不慎，造成飛機所傷事件，輕則影響航班運作，重則造成飛機必須停飛維修，無法執行其後續之飛航任務。⁴¹本軍良好的工作紀律要透過經常的宣導與訓練，培養每一個人的品德與責任心，以及內心的良知良能，因為飛安是一種良心工作，所以要養成良好的工作態度與工作習慣。首先要依公司規定：注意服裝、儀容、禮節與謙虛的態度。培養用

40 何立己，黑盒子的秘密—航空安全人為因素剖析，(AIRWAY 世界民航雜誌，民國87年3月)，頁33。

41 何立己，停機坪安全，(中華民國台灣飛行安全基金會，飛行安全季刊，第69期，民國101年7月31日)，頁7。



心專心、勤勞、努力、不計較、不比較的心胸，使人人主動負責，發揮同舟共濟與敬業樂群的精神。所以新進人員即應開始培養守法守紀的品德與良好的工作態度，落實公司的標準政策與標準作業程序，切勿以經驗來簡化步驟，經驗是用來輔助有效率的順利完成工作，而不是用來投機取巧。安全是不能妥協的，不能簡化步驟，千萬不要從慘痛的教訓中獲取經驗，這樣的代價太高了。良好的工作態度：就是要謙虛做好溝通與協調，要站在飛航安全與適航法規的立場，力求公平、公正與客觀的態度，善待一切，要知道利人就是利己，所以要養成好習慣與正確的認知如下所述：⁴²

一、有責任：要有工作意願、責任心與道德良知，盡力琢磨工作經驗與檢驗技巧，建立飛航與維修的基本知識。

二、找問題：要有觀察力與獨斷能力，隨時注意徵兆，檢查可疑與隱藏性的潛在危機。

三、有恆心：遇到真正問題要善盡告知的責任，要鍥而不捨，堅持到底，避免喪失掌握工作品質的契機。要站在飛航安全與適航法規的立場，去發掘潛在的問題，就事論事，協調溝通。

四、勤紀錄：要隨時紀錄維修狀況，並適時做成維修報告，避免因口語交接產生遺漏的缺點。

五、心情好：平時要多了解對方的心理

反應，盡力溝通協調，要以善解的態度和包容體諒的心情，多為對方設想，用關懷與鼓勵以免產生排斥的心理。

六、工作順：如果工作速度要快則方向要正確，尤其工單要清楚，工作要熟練，而且要按程序執行不可漏做，要掌握檢驗時機，例如發動機組裝和各種組件的拆裝，以免欲速則不達。

七、有愛心：要和諧而互相尊重，建立良好的長幼關係，發揮同舟共濟與敬業樂群的精神。

八、情緒好：力求公平、公正與客觀的立場，不可因個人的好惡，造成主觀的偏見。隨時注意員工的工作壓力與情緒，因為心情會影響工作品質與效率，所以凡事要善解、包容、知足、感恩。⁴³

飛航安全的的面向分析，模擬機飛訓系統是提升戰備整備達成任務的利器，也是節省戰備成本的良方。整個飛航安全體系中，各基地位於防範「飛行事故」意外發生的第一道防線上。唯有保持良好的規範制度與確遵規定執行，才能提供本軍戰演訓安全的保障，確保整體飛航環境的安全。從國際間與國內軍民航的飛安趨勢來看，欲真正落實「飛安零事故」之飛安管理與事件預防，必須從整體飛安系統的釐清、改善與重視模擬機訓練做起。因此，結合「風險管理」與「系統安全」，朝向以系統性的方法分析飛安資料實為本軍未來趨勢，也唯有如此方能

42 李鈞發、邱勤山、吳自雄，維修資源管理(MRM)的整體規劃，頁29。gary1126@ms28.hinet.net

43 洪培元，由不安全行為談職業災害之防止，(工業安全衛生月刊，2006年12月)，頁60-61。

防患未然。

結 論

本文係以探討目前在世界各國所發生之飛安事故，歸納原因除了機體結構及天候因素等不可抗拒因素外，針對飛行人員之線上飛行技術，包括離到場程序、地面與空中緊急操作程序、異常起火及發動機熄火失效等處置熟練度亦算為關鍵所在，研究未來如何精進地面之「模擬機」教育訓練，實為刻不容緩議題。確保飛安工作，除了相關專業技術層面的問題外，亦包含飛航系統的制度、管理、維修等。其所涵蓋的軟、硬體，是整體性而不可或缺的。針對「空中撞擊與墜機事件」防護作為：運用風險管理，妥擬高風險課目風險管控作為，完備突發狀況處置作業及安全規定，要求飛行員確依規劃航線及安全規定操作；針對技勤人員要求加強機務整備及完工複式檢驗，運用飛行前、中、後時機，加強飛機系統功能檢查；執行搜救任務，勿拘泥黃金72小時救援限制，考量起降區域天候標準、機務狀況、任務人員工作負荷及目標區環境等風險因素，避免因壓力過大勉力出勤。⁴⁴

針對「移訓與鳥擊干擾暨外物損傷事件」防護作為：加強進駐前外物預防措施，針對飛機滑行動線、機庫堡及大坪區域，落實外物撿拾作為；加強鳥禽作息與生態監測作為，適時調整飛訓時段及確遵始曉與終昏前後30分鐘停止起降；移防部隊加強機務

整備、進駐基地特性掌握及實施鳥類習性授課，重點於場面情況及威脅鳥類識別講解，降低外物事件發生率。主導本軍飛行現行安全規定的管理方式，雖在某些方面有效，但在探究飛行員判斷力與專業性則略嫌不足，導致潛在飛安危機肇因的發掘方面仍有待加強。本文所要探討與倡議的作法，係促使飛行領導作為更加貼近且更適合飛行單位的常態作業，將其飛行單位安全文化的掌控權，授予較低階層的幹部，人人擔負起維護飛行安全的重責大任。

以往常提到飛安理念是「人人都是飛安官」，但這只是一種理念與想法，缺乏實際的具體行為來落實；現今應是「人人都是督察考核官」，從自我本身開始考核專業能力與安全管理的落實，進而對組員、單位、環境與相關的標準作業程序，都能一把關考核。任何違反相關規定的人、事、物已不再只是聯隊長、大隊長、分隊長、飛安官、修護長的工作，因為我要安全，所以不安全的狀況都是影響我飛行任務的因素，藉由我發現不安全的狀況反應、回報與處置來保障我的飛行與我工作環境的安全。還記得官校教育我們的榮譽信條嗎？「我不欺騙、不偷竊、不作弊，同時也不允許同學做同樣的事。」飛安的要求已不容許我們有犯錯的機會。我不但自己做到，也要大聲說出請跟我一起做到！當面臨國軍組織人事精簡，人少事情沒少，如何再期盼過往層層保護的防火牆來保護組織的運作，就從今日開始，每

44 國防部空軍司令部督察長室，飛安電令，2013年5月2日。

位飛行教官念茲在茲：「結合我的飛行專業與督察的具體作為」，讓飛行安全的保障落實。人力不足及高流動率，所帶來的就是標準作業程序難以要求、訓練無法落實、安全觀念未能持續建立等，皆是推廣安全管理系統的一大挑戰。⁴⁵福特汽車公司創人Henry Ford曾說過：【Coming together is a beginning, Keeping together is progress, Working together is success】，確實任何事情想要成功，只有大家排除本位主義，團結合作才能獲致成功果實。飛行安全與飛安文化的建立更是如此，讓我們大家共勉共同努力。Safety and Security are everybodys job。⁴⁶隨著飛機系統、模擬機技術的進步，飛行員的所有工作，仍繫於在安全的環境與意識中操作飛機。如今應是該思考推行一套主動出擊策略的時刻，俾利因應新一代飛行作業的人為因素。

針對「模擬機」教育訓練作為：僅管學校與部隊均有模擬機之設置與既定成果效益，基於「為戰而訓」及「合成化戰場建構藍圖」，研究者建議強化現有學校模擬機之訓練場景規劃，將本軍各作戰聯隊之模擬機訓練平台三維立體衛照圖資予以整合，減低圖資採購浪費與不足問題，並藉由專屬網路線路予以構連，建立共通作業規範與作業平台。⁴⁷未來學校亦可導入擔任救援功能屬其他機種模擬機(如救災直昇機)之教育訓練，並搭配遭受鳥類襲擊、空中相撞等真實可能

發生情況之場景規劃，藉以強化飛行專業素養，形成所謂多機種與高仿真複雜環境，滿足多元教訓戰合一之整體學習效果。研究者藉由資料探勘技術瞭解學者專家們針對飛安事故之剖析及形成因素，並依斷詞標記進行量詞分析、機率值分析及Entropy分析，期歸納出有關飛安之重要議題，值得吾輩進行更加詳盡之研究與作為未來研究之發展方向。

作者簡介

吳育騰先生，空軍備役上校，空軍軍官學校66期(74年班)、國防大學戰爭學院(國防管理組)96年班、國立中山大學政治研究所碩士、國立中山大學政治學研究所博士班研究生。曾任飛行官、飛安官、情報官、飛行教官、區隊長、中隊長、模擬機訓組組長、國防大學空軍學院副講座、空軍官校兼任講師、空軍官校學員生指揮部上校指揮官、中正預校上校教育長、空軍官校督察室上校主任、作情處上校處長、空軍官校作情處上校處長。

郝立仁先生，空軍備役中校，中正理工學院資訊科學系53期(82年班)、美國喬治華盛頓大學工程管理研究所87年班、政治作戰學校語文訓練中心英儲班89年班、國防大學管理學院指參學院98年班、空軍航空技術學院教官班100年班。曾任資訊官、電戰參謀官、情報官、電戰教官、電腦硬體維護官。現就讀於國立成功大學資訊工程研究所博士班研究生。

45 周志賢，應用安全管理系統改善地勤安全，(台北，飛行安全基金會，第68期，101年3月30日)，頁4。

46 飛安基金會，飛安季刊失事預防一編者的話，(台北，飛行安全基金會，第68期，101年7月31日)，頁4。

47 吳姬正，“『合成化戰場之建構』基礎建設之規劃分析”，第21屆國防科技學術研討會資電優勢論壇簡報資料，2012年11月23日。