

空軍導入作業風險 管理機制建構飛航 安全預防模式之研究

✎陳國勝

摘 要

鑑於飛行任務作業，均具有複雜、多樣化的特性，且含有潛在的危險，所以空軍自2000年推動飛航作業風險管理制度，迄今已逾9年，此制度推動是否對飛航安全有所幫助，對於飛安失事預防是否有所貢獻，深值探究。

因此，本研究從風險管理政策導入現況，針對空軍各階層工作者，藉由問卷調查，分析其對於飛航安全之風險控管作為，並彙整過去各項飛安事故調查統計分析與國內、外相關風險管理文獻，據以建構空軍影響飛航安全模式，從實證分析中得出，空軍需仰賴高專業空勤與地勤人員，從組織制度上予以規範，讓每位成員均按其標準作業程序、步驟、要領進行各項飛航作業，方能消弭各項危安因素，進而降低飛地安全風險，強化空軍整體戰力。

關鍵字：作業風險管理。

壹、研究背景與動機

「飛行安全」是空軍管理工作的核心目標，空軍飛航史有紀錄之45¹年來無不竭盡所能，在尋找消弭影響飛安因素的方法，但並未有較突出的成效，直到1999年試行「風險管理」理念，首度獲得「零失事率」的傑出表現。「風險管理」是從建立「飛安文化」內涵著手的管理模式，是觀念紮根的工作，能使全體官兵透過危險識別、風險評估、風險控制、決策、執行、監督與檢討等具體作為，有效掌握任務與計畫風險，並依程序、步驟、要領，使作業或任務得以安全有效完成，進而達成提昇整體戰力之目標。

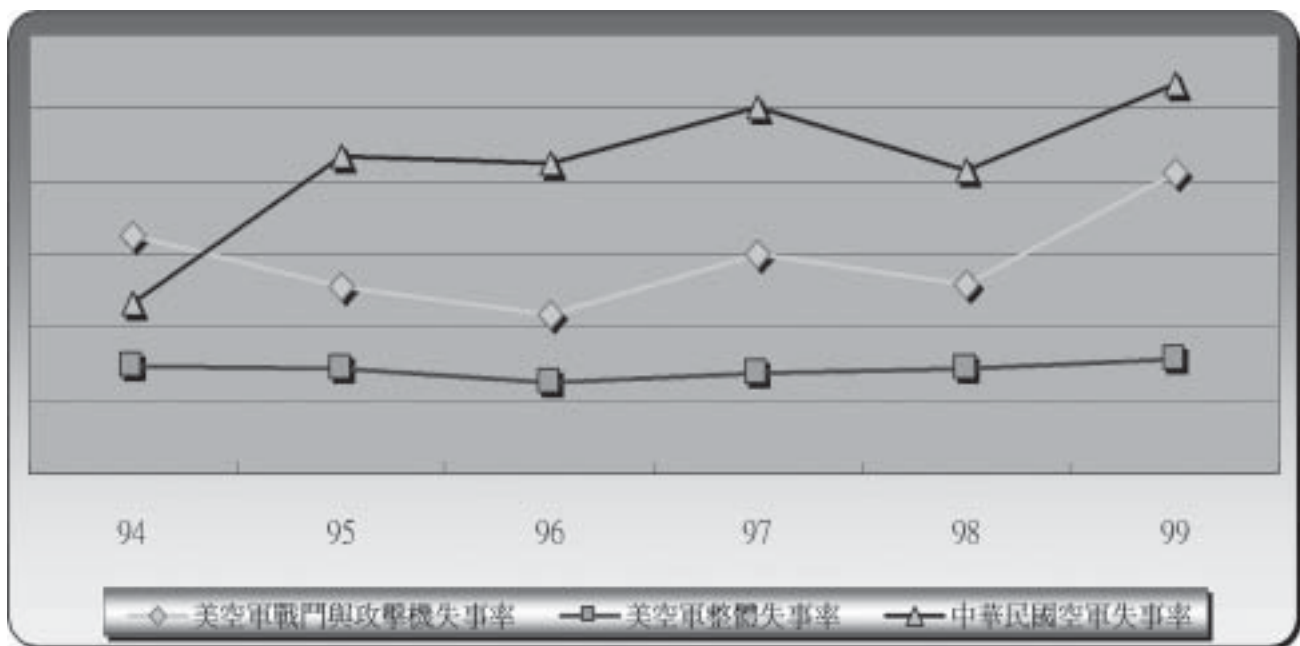
參考國外文獻，美國波音公司對歷次失事事件調查中歸納出一個論點，失事事件的發生往往不是單一的偶發事件，相反的它是由一連串的原因環環相扣，逐漸演變而成的。其原因則與航員、航務操作、航管、航站管理、氣象、飛機設

計性能與維修等7大類的業務有關。這也驗證飛安事件發生，可能是從諸端不起眼原因產生，從失事最後原因去探討，僅能治標，若要治本得從影響飛航安全因素，據以釐清其相關與因果關係，再全面性導入飛航作業風險管理，俾使飛安預防得以全面完善。

從我國空軍與美軍空軍軍機自1994至1999年失事比較中（如圖1），發現我空軍軍機失

事率高於美軍許多，美軍何以比我國空軍失事率低？其主要原因係美國空軍自1994年推動軍事飛航「作業風險管理」（Operational Risk Management, ORM）機制所致²。因此，空軍自1999年起推動並建立起作業風險管理制度，此制度推動對飛航安全影響程度為何，如何據以建構飛安失事預防模式，係本研究之研究動機。

圖1 我國空軍與美軍失事率³趨勢比較圖



資料來源：陳肇敏（2006），「從空軍建立風險管理機制探討提昇飛航安全之作法」，台灣大學管理學院碩士論文

貳、研究目的

飛行對人類而言是一項複雜的活動，由於需考慮天候環境及人為因素等種種情況，常因而導

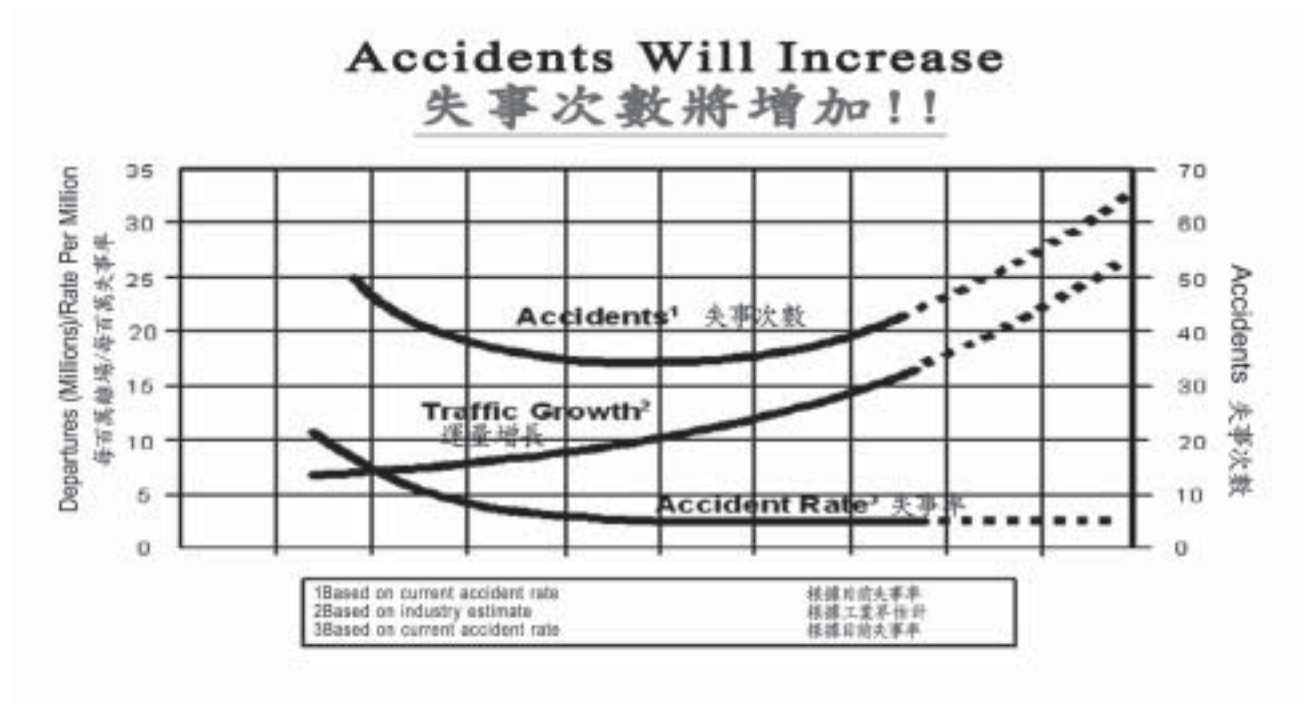
致發生一些致命的疏忽，根據1992~2001年10年來全球重大空難失事統計，台灣地區每百萬飛行時數平均失事率（1.50）相較於全球每百萬飛行時數平均失事率（0.66）達2.27倍，我國飛安水準亟待提昇（張有恆，2005），航空飛行安全策

略也應加強檢討⁴。

根據波音公司對全球商用噴射客機的事故統計，自1970年以來，每百萬離場⁵（起飛）次數失事率雖已降至一固定常數，但隨著航空業蓬勃發展，離場（起飛）次數大幅增加，總失事數也

因此暴增；未來的離場（起飛），也將從1996年的16 百萬次，至2015 年的30 百萬次（圖2）。因此，積極改善飛航安全已是全世界面臨的重要課題。

圖2 波音公司全球失事統計與預測



資料來源：Hasson J. (1997)，“Boeing’s Safety Assessment Process for Commercial Airplane Designs”。

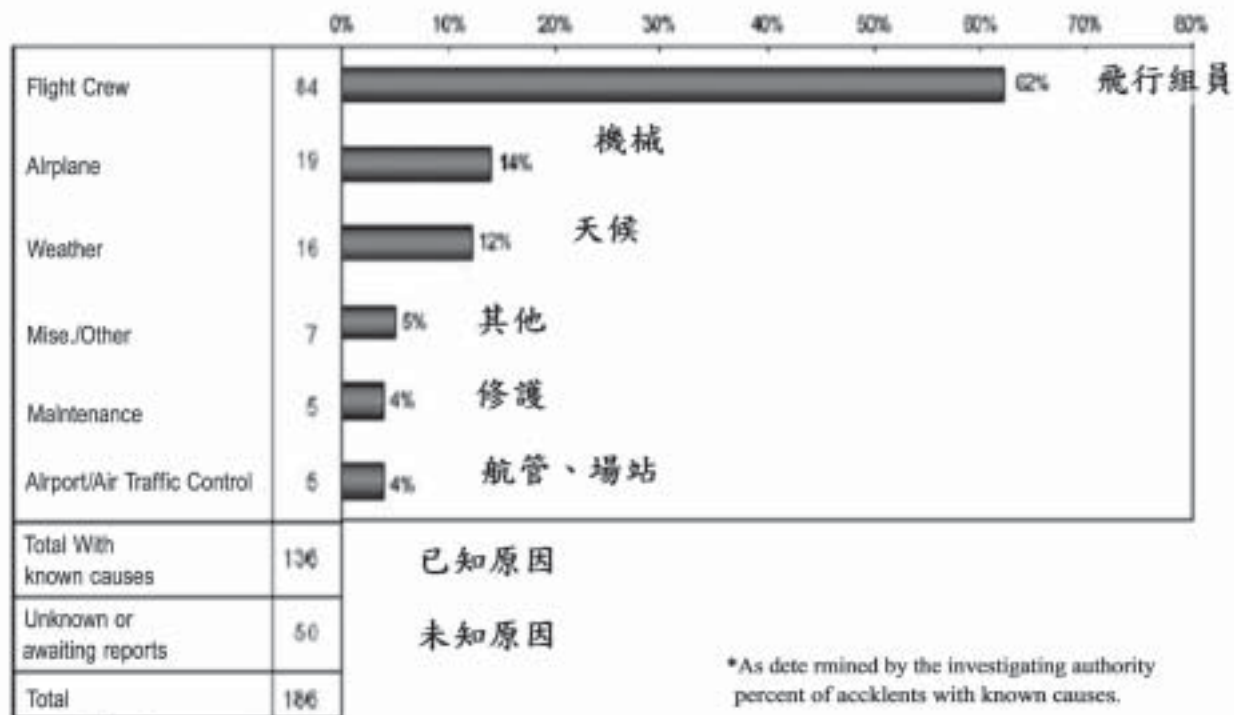
波音公司亦統計1994至2003年全球航空全毀失事案件數共186件（如圖3），其失事主要肇因中與空勤人員有關計有84件、飛機機械因素有19件、天氣因素有16件、其他7件、場面航管5件、維修5件、其他原因不明或尚待查證有50件，成功大學航太研究所陸鵬舉教授所主持的「國籍航

空器飛安事故模型建立及預測之研究」報告中指出，波音公司的統計方法是建立錯誤鏈並將之排名，若能將排名愈前者（表示最常發生弊端）改正，則飛安情況即可獲得最大改善，這種改正錯誤鏈的方法稱之為「失事預防策略」。

圖3 波音公司針對1994-2003年國際民航失事原因統計圖

Accidents by Primary Cause*

Hull Loss • Worldwide Commercial Jet Fleet - 1994 through 2003



資料來源：Hasson J. (1997)， “ Boeing ’ s Safety Assessment Process for Commercial Airplane Designs ”。

從以上統計中，我們得知飛安事故發生通常並非單一肇因或單一個人疏失所產生，然而相較於世界航空、國籍航空，我空軍戰機之失事率高出許多，以2003年為例軍機失事率每十萬小時為2.63次，國籍航空民航機失事率則為0.19次，使我們不禁懷疑是何種因素讓失事率高居不下，還是現有飛航安全制度組織文化需通盤性檢討。

故本研究主要目的可歸納成下列四點：

- 一、整理國內外飛航安全之相關文獻，藉以瞭解探究影響飛航安全因素及飛安預防之作為。
- 二、透過問卷調查方式，經由量化統計實證分析，試以建構影響飛航安全防制模式，俾提昇飛行失事預防成效。並藉由風險管理及失事預防的概念與作為，將空軍飛行失事的機

率降低至最小，甚至期以達成「零」失事率為目標，俾確保飛行人員與武器裝備安全，以維護空軍戰力之完整。

- 三、影響飛航安全因素繁多，因此本研究亦針對主要控制變數（因素分析萃取後特定因子）做深度探討與瞭解，特別是在政府預算資源有限下，無法全面滿足各項風險因素預防作業，如何透過作業風險辨識、確認、評估、控制、預防與檢討等步驟策略，以經濟且有效飛安預防作為，俾降低危安因素之肇生。
- 四、本研究另一個主要目的是在說明空軍導入風險管理機制已近9年來，對飛機失事預防成效，並進而分析其缺失與罅隙，提出相關改進建議，俾利空軍飛航安全。

參、文獻探討

本研究依空軍最新飛安失事事件案例報告（1至3級事件）進行統計分析，從中指出人為因素為發生飛安事件最主要之肇因，並藉由「人為因素」等4大構面據以設計問卷，期深入研析飛航安全事故成因，俾作為軍機失事預防與風險管理的參考，茲就飛航作業風險管理、飛機失事預防政策等文獻探討加以要述。

一、飛航作業風險管理

飛航作業風險管理源起，係因美軍自1985年起每十萬小時A級飛行失事率並無法有效降低，而損耗金額卻不斷攀升，遂於1994年導入作業風險管理，並於1998年7月1日頒布實施，因而在

2000年，有效地將A級飛行失事率由每年30件降低為20件，同時人員自殺率也下降了50%，並在2006年會計年度中，開創A級飛行失事率最低的佳績，不僅在失事事件中飛機折損的架數最少，並且僅有一件飛行死亡事件⁶。

我國空軍有鑑於新式戰機亦面臨失事率無法有效降低的情形，遂於2000年3月令頒「空軍風險管理綱要計畫」，期借用美空軍作業風險管理方法，以謀求飛航安全管理之具體作法。

二、飛機失事預防之政策

為落實推行作業風險管理政策，對於飛行安全種種預防作為，空軍不遺餘力地要求與推行，不過仍有許多缺失及待改進之處。因此，為貫徹落實當前飛機失事預防政策，空軍特編訂「空軍飛行及地面安全教範」⁷，做為空軍官兵之執行依據。其重點在闡明飛行安全失事預防之目的在防患於未然，要細心體察洞燭機先，在事前採取妥適之措施，以消除可能造成失事之潛因，而失事調查則為藉事後檢討改進，防止不幸事件再度發生，故事先之預防尤重於事後之改進。

由於影響飛行安全因素甚多，安全教範中特別要求各級長官應予重視，並親自督導執行。亦要求各級單位務必結合現行各項飛安預防及失事調查工作現況，與前瞻未來任務及作業需求，據以律定各單位對飛行安全教育、檢查、預防作為及失事調查等作業執行重點。在事前妥慎擬訂「飛機失事預防計畫」，並對所屬有關人員實施教育訓練，期使飛行意外事件降至最低程度，以確保人員及裝備武器之安全，有效提昇空軍整體

戰力。

飛行安全管理工作之唯一目的為防止任何飛機失事，由於影響飛安事件因素甚多，舉凡主官督導管理、任務性質、任務派遣、飛行人員操作技術、本職學識、經驗、士氣、生理、心理、飛機及裝備等情況、修維護人員學識技術、品德、基地設施、場站工作、停機線維護及補給、飛航支援等等，均與飛行安全有關，故飛安工作所涉

及範圍十分廣泛。

本研究以飛機失事預防政策前後，進行成對樣本檢定（如圖4），分析指出，空軍飛機失事次數在預防政策執行前後確有顯著差異，就發生次數分析而言，長期呈下降之趨勢（如圖5），以上分析結果，強化了對於「飛行安全」、「作業風險管理」與「失事預防政策」等研究架構之設定。

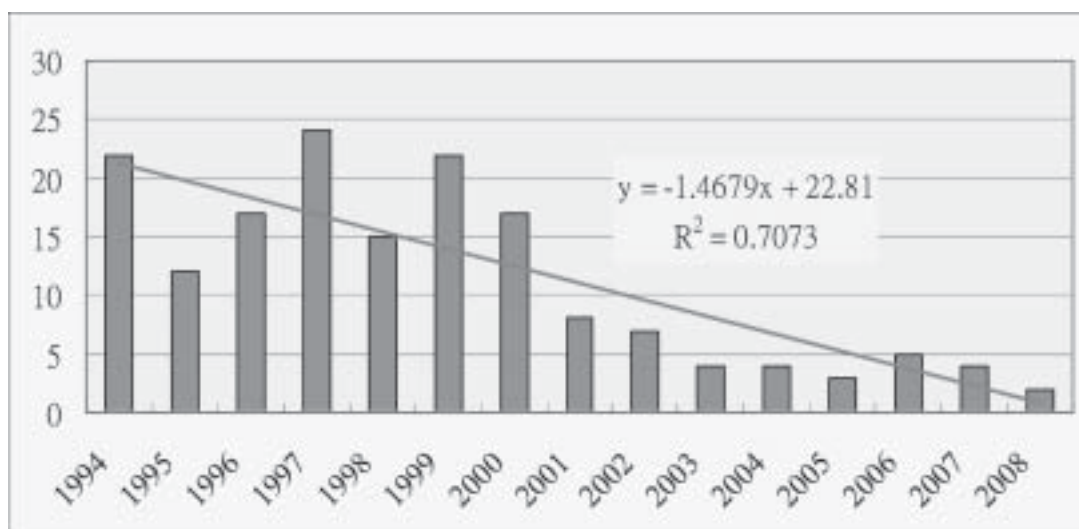
圖4 空軍1、2、3級飛行失事率成對樣本檢定

成對樣本檢定

	成對變數差異					t	自由度	顯著性（雙尾）
	平均數	標準差	平均數的標準誤	差異的 95%信賴區間				
				下界	上界			
成對 1 前 - 後	12.28571	5.40723	2.04374	7.28486	17.28656	6.011	6	0.001

資料來源：本研究整理

圖5 空軍失事預防政策迴歸分析



資料來源：本研究整理

肆、理論模式建構

本文研究架構理論來自於國際空運協會（IATA）所律定構面為基礎，區分成人為、機械、環境、組織等因素，而影響飛航安全因素之探討可分為個體（微觀）與總體（宏觀）研究的領域，亦指個體層次變數與群體層次變數，在個體微觀方面則以（SHELL model）運用最為廣泛；總體宏觀領域上則以組織及制度與個體互動關係。因為一飛航失事原因可能涵蓋兩種以上因素，此以英國曼徹斯特大學Dr.Reason 所提出的乳酪理論為代表。

一、乳酪理論（Cheese Theory）

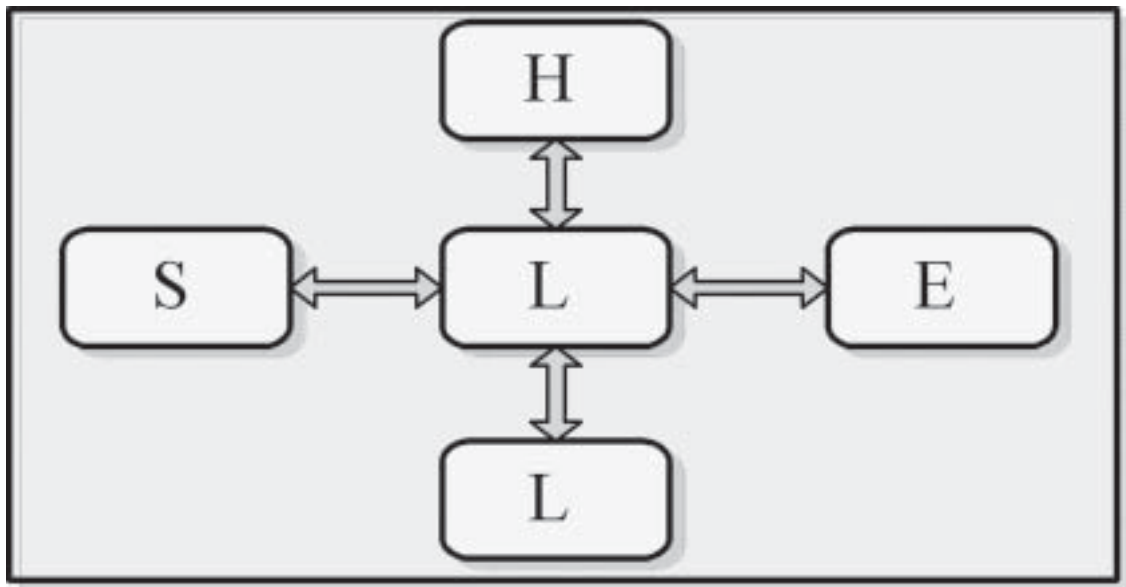
英國學者James Reason於1990年提出乳酪理

論來解釋飛安事故發生原因的連鎖關係，即每一乳酪代表一事件，每一片乳酪都是有洞的，代表每一環節所可能產生的失誤，當一項失誤發生時，光線可穿過該片乳酪，如果第二片乳酪的位置正好吻合，光線就穿過第二片乳酪，當許多片的乳酪剛好形成串連關係，光線完全穿過，表示事故終於形成；預防之道就在於設法移動乳酪，以阻斷光線的穿透（Reason，1997）⁸。

二、SHELL模式

1972年英國Edward教授發現所有飛安事故發生原因，不外乎由人（livewires）、硬體（hardware）、軟體（software）、環境（environment）等四項因素所構成的。其中亦以人為中心，而形成彼此主要與次要交互關係（如圖6）。

圖6 SHELL 旋Model



資料來源：本研究整理

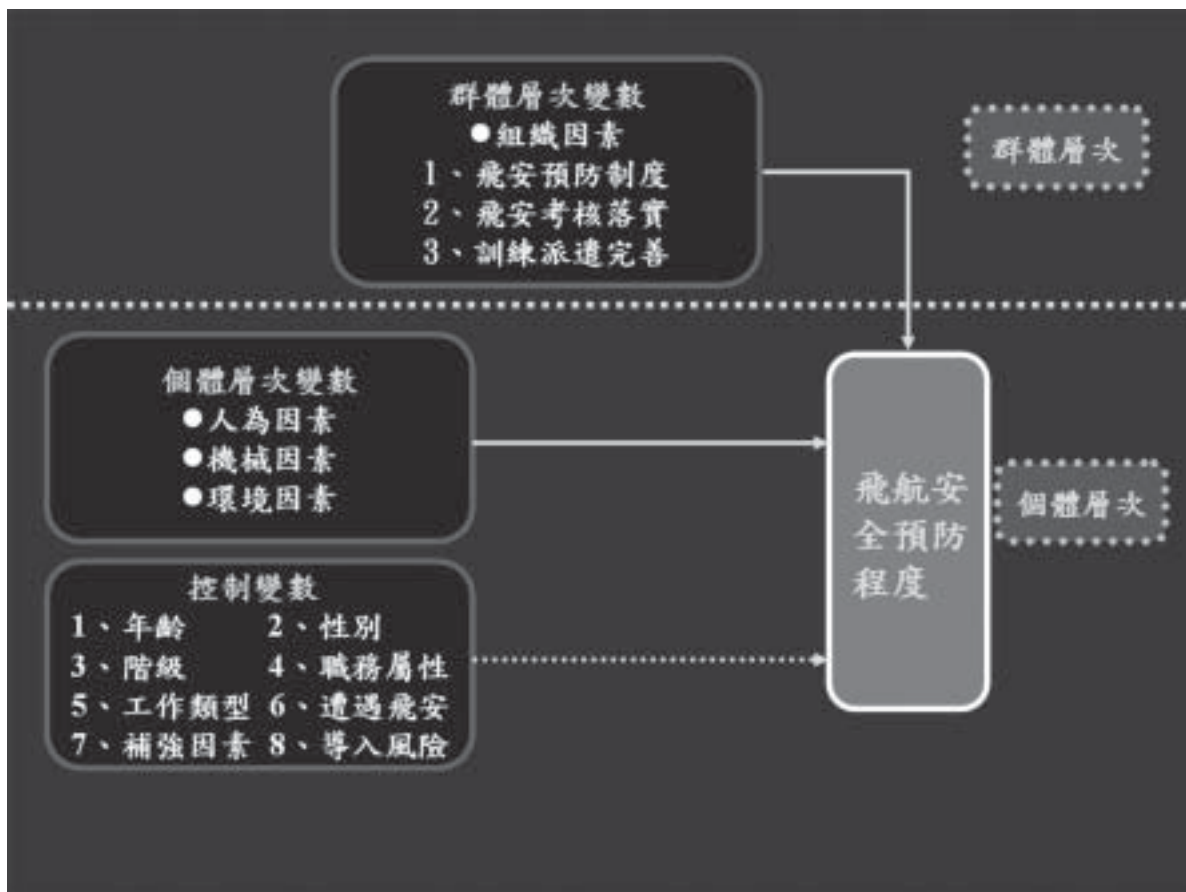
在個體層次方面，主要關係即是人與人（L-L）、人與硬體（L-H）、人與軟體（L-S）、人與環境（L-E）等關係，而次要關係即是硬體與軟體（H-S）、硬體與環境（H-E）、軟體與環境（S-E）等項目，Edward認為一切飛安事故的來源分類為這四種主要關係的一、二種以上組合，亦即個體的人為疏失是造成飛安事故的主因；在群體層面方面，則以組織

與制度代表上述主要關係與次要關係的交互項。

三、研究理論模式建構

依「空軍飛行及地面安全教範」、「空軍風險管理作業指導手冊」等文獻探討與SHELL理論模式（宏觀群體層次影響微觀個體層次）加以推論，本研究對飛安預防程度之理論架構（如圖7）。

圖7 研究理論架構



資料來源：本研究整理

伍、實證分析

本研究蒐集問卷資料運用統計分析方法進行實證研究，首先將樣本結構進行敘述統計分析，並運用探索性因素分析萃取因素後並對因素進行命名，再將命名後因素與基本類別變項進行One-way MANOVA分析探討其差異情況，最後再將

整體構面進行路徑分析，藉以掌握影響飛航安全關鍵因素，圍國防資源有限下，謀求最大飛安防制成效。

一、基本敘述統計

本次受訪飛航安全管理工作人員各項基本類別屬性分布狀況（如表1）。

表1 飛航管理工作人員基本類別變項表

年 齡	25歲（含）以下	129	8.21%	單 位	教準部	5	0.32%
	26-30歲	503	32.02%		保指部	17	1.08%
	31-35歲	490	31.19%		空軍官校	9	0.57%
	36歲（含）以上	449	28.58%		第四四三聯隊	139	8.80%
性 別	男	1427	92.66%		第四九九聯隊	178	11.27%
	女	113	7.34%		第四二七聯隊	141	8.92%
階 級	聘雇	6	0.38%		第四五五聯隊	197	12.47%
	士官長以下	736	46.82%		第四〇一聯隊	84	5.32%
	少中尉	142	9.03%		第四三九聯隊	284	17.97%
	上尉	223	14.19%		第七三七聯隊	172	10.89%
	少校	246	15.65%		松指部	158	10.00%
	中校(含)以上	219	13.93%		戰管聯隊	7	0.44%
	督導管理	340	21.51 %		氣象聯隊	13	0.82%
	督察或品管	155	9.80 %		通航資聯隊	14	0.89%
職務屬性	作業管制	116	7.34 %		後勤一指部	31	1.96%
	參謀規劃	251	15.88 %		後勤三指部	73	4.62%
	線上作業	677	42.82 %		測評戰研中心	17	1.08%
					戰術訓練中心	9	0.57%
工作類型	空勤	718	45.41 %	急需補強	人為因素防制	649	42.92%
	技勤	703	44.47 %		機械因素防制	311	20.57%
	基勤	29	1.83 %		環境因素防制	236	15.61%
	航管	5	0.32 %		組織因素防制	316	20.90%
	行政	69	4.36 %		是具成效	1017	73.43%
	其他	36	2.28 %		不具成效	368	26.57%
遭遇處安	曾遭遇或處理過	144	51.43%	導風入險具原成效因不具原因成	可評估飛安預防	584	54.43%
	未曾遭遇或處理	136	48.57%		可掌握飛安因素	489	45.57%
單位	司令部	6	0.38%		已有預防機制	95	25.00%
	作戰部	19	1.20%		無法全面完善	285	75.00%
	防空部	7	0.44%				

資料來源：本研究整理

綜合以上樣本結構分析結果可發現，從事各類工作者中，除空勤飛行人員外，技勤與行政人員居多；在年齡上以26至35歲及士官長以下為主；在職務屬性上以線上實地工作者為最多；有51.43%的人均曾經遭遇或處理過四級以上飛安事件；而在單位方面，均按各機場比例發放問卷，由此可知，研究對象均屬具一定飛航安全工作經驗之地勤人員或飛行空勤人員，對欲評估空軍導入風險管理後對飛安執行上之重點，均可藉由受訪對象長期執行飛安預防工作經驗與窒礙，量測以收實效。

二、信效度及因素分析

(一)信效度分析

本研究之問卷（Pilot study）係經空軍司令部督察、後勤、通資航等相關業管單位針對調查問卷內容及資料蒐集方式提供意見，據以修訂完成，故問項皆達其適切性及周延性。問卷經編碼後執行信（效）度分析，運用量表信度分析（Analysis of Reliability）之內在一致性信度法檢定，所謂信度（Reliability），乃是指受訪之各單位、各階層工作人員在回答相同或類似問題時，具有一致性及穩定性，即對個別問項之可信程度。

因此，本研究之問卷第一構面人為因素部分，其各變數求得其Cronbach's Alpha值均介於0.936—0.941之間，去除後之整體Cronbach's Alpha變化不大，故各題保留不予刪除，第一構面人為因素整體Alpha值為

0.940，顯示人為因素量表整體一致性是可以被接受的。在第二至四構面部分，其各變數求得其Cronbach's Alpha值均介於0.813—0.924之間，去除後之整體Cronbach's Alpha變化不大，故各題保留不予刪除，機械因素、環境因素與組織因素整體Alpha值分別為0.847、0.900與0.928，顯示機械因素、環境因素與組織因素整體量表一致性是可以被接受的。

在問卷效度（validity）方面，由於效度係指一種衡量尺度是否能夠測出研究者所想要衡量之事物的程度，就本研究而言即檢查飛安量表是否足以量測空軍飛安防制程度。透過上表因素分析可瞭解測量變項之因素負荷量（factor loading），皆大於0.4以上，且各縮減後因素之總累積解釋變異量達60%以上，顯示影響飛安因素量表各構面均有很好的效度衡量。

(二)因素分析

本研究整體量表係計有46項問項，為求進一步確立影響飛航安全因子分類，藉以縮減構面因素，據以建立飛安管理預防模式，故採用Charis Spearman（1904）所提出因素分析（factor analysis），針對各階層人員對本量表之反應，以主成分分析法（principal components analysis，PCA）將量表原四個構面46個因素重新分別萃取出相關因素，並以最大變異法（normalized var-imax）進行正交轉軸，使其各構面萃取後之因素間相互獨立而互不相關。

本研究各構面KMO檢定值均大於0.8，Kaiser（1974）指出一般而言大於0.7以上即可實施因素分析，而KMO值越大，作因素分析的效果亦越好。Bartlett球型檢定其P值為 $0.000 < 0.001$ 亦表示變數之相關矩陣並非

是單元矩陣，進行因素分析之效果為顯著的。

因此，本研究實施因子縮減，於人為因素構面中萃取出三個因素；機械、環境及組織因素分別萃取出一個因素（如表2）。

表2 飛航安全因素分析表

構面因素	項次	量 表 問 項	因 素 縮 減 命 名	特 徵 值	解 釋 變 異 量	累積解釋變異量
人為因素	A1	飛行人員對於飛行操作程序的認知程度？	飛行人員身心狀況與飛航專業能力	10.046	33.884	33.884%
	A2	飛行人員是否遵守相關法規、手冊及飛航指示？				
	A3	飛行人員於飛航前之任務提示是否熟悉（任務科目、飛航公告、天氣狀況）？				
	A4	飛行人員自身的生活作息規律性？				
	A5	飛行人員的專注力與警覺性？				
	A6	飛行組員間溝通協調程度？				
	A7	飛行人員基本操作技術與能力？				
	A9	飛行人員對於緊急狀況處置能力？				
	A10	飛行人員生理狀況（身體、精神）？				
	A11	飛行人員心裡狀況（壓力、工作負荷）？				
	A12	飛行人員飛行經驗及對於所操作機種瞭解程度？				
	A13	對於飛行人員不稱職行為的發現與處理措施？				
	A14	飛行人員與飛航資訊運用能力？				
	A15	航管人員與飛行人員溝通與表達能力？				
	A16	航管人員對於不正常狀態與突發狀況處置能力？				
機械因素	A17	停機線或飛修分隊人員工作紀律？	修護人員工作紀律	2.178	15.728	49.612%
	A18	停機線或飛修分隊人員工作派遣與管制？				
	A20	週檢修護或場站修護人員工作紀律？				
	A21	週檢修護或場站修護人員工作派遣與管制？				
	A8	飛行人員是否常疏忽大意？	人員疏忽失常	1.306	11.892	61.504%
	A19	停機線或飛修分隊人員疏忽失常？				
	A22	週檢修護或場站修護人員人員疏忽失常？				

機械因素	B1	空軍對於各型飛機發動機維護與檢修能力？	機械因素	3.485	58.084	58.084%
	B2	空軍對於各型飛機各系統維護與檢修能力？				
	B3	空軍對於各型飛機妥善情形可否滿足飛行任務需求程度？				
	B5	空軍對於各型飛機航材零附件籌補與品質掌握程度？				
	B4	空軍各型飛機人機介面操作是否合適？				
	B6	各型飛機設計與製造是否有缺點？				
環境因素	C1	機場場面環境（地形、燈光、側風）？	環境因素	4.706	58.831	58.831%
	C2	機場場面、通信與助導航設施？				
	C3	飛航人員對於天候狀況預報準確性與掌握能力？				
	C4	機場對鳥擊之防治作為？				
	C5	機場對於外物預防（FOD）作為及執行情況？				
	C6	機場對於外物預防（FOD）宣教及認知程度？				
	C7	機場對於氣候突變處置與應變能力？				
	C8	機場對鳥相調查深入程度與掌握能力？				
組織因素	D1	空軍各項飛航安全預防管理作業完善程度？	組織因素	6.118	61.185	61.185%
	D2	空軍各項飛航管理標準作業程序（SOP）完善程度？				
	D3	空軍各項飛行、航管、機務與修護人員訓練制度之完善程度？				
	D4	飛行人員之考核制度是否完善？				
	D5	飛航任務派遣排程及飛航計畫是否完善？				
	D6	飛航模擬機訓練制度是否完善？				
	D7	空軍對飛航作業風險管理系統落實程度？				
	D8	空軍對飛安預防稽核落實程度？				
	D9	決策長官對飛安管理的認知程度？				
	D10	空軍對飛危事件處理及調查能力？				

資料來源：本研究整理

從因素分析中，調查對象認為「飛行人員身心狀況與飛航專業能力」、「修護人員工作紀律」、「人員疏忽失常」、「機械因素」、「環境因素」、「組織因素」等6項，為飛航安全事故產生之主因。在人為因素中，為提昇飛安預防程度，空軍應加強飛行與航管工作人員專業訓練，並提昇管理制度與協調機制，方可降低人為危安事件產生機率。

從上述實證分析中，本研究據以修訂空軍「飛航安全因素」之衡量測度，並運用各項統計方法，設計相關模式，進一步研析「飛航安全因素」與飛安預防程度之關聯性。

三、多變量MANOVA差異分析

本研究欲瞭解推動作業風險管理對於空軍飛航安全預防程度，其對於影響飛航安全預防之看法是否隨個人基本變項不同而有所差異，因此運用MANOVA、ANOVA、Scheffe等方式進行差異分析。

本研究單因子MANOVA變異數分析來做檢定，分別探討不同的年齡、性別、階級、職務屬性、工作特性等11項個人屬性與影響飛航安全各構面因素「飛行人員身心狀況與飛航專業能力」、「修護人員工作紀律」、「人員疏忽失常」、「機械因素」、「環境因素」、「組織因素」等6個萃取因素作整體性向度探討，依據多變量檢定，從中發現在年齡、階級、職務屬性、工作類型、服務單位、遭遇飛

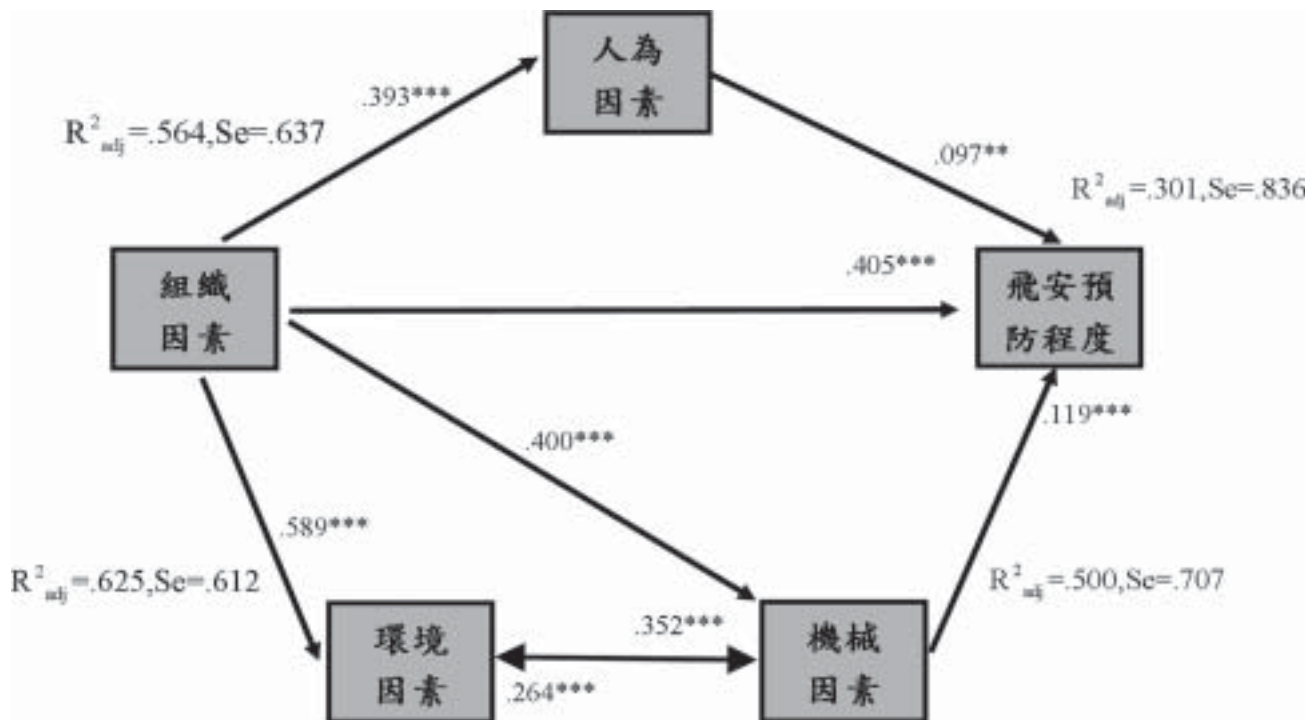
安、導入風險等7種個人屬性變項對整體預防看法上有顯著差異，不過，遭遇飛安事件與否雖然在整體預防程度看法有所不同，但深入探討個別因素變項與群組間Scheffe則不具顯著效果。

年齡、階級、職務屬性、工作類型、服務單位等5項多變量Wilks' Λ 值分別為0.971 (p-value = 0.001)、0.885 (p-value = 0.000)、0.951 (p-value = 0.001)、0.829 (p-value = 0.000)、0.946 (p-value = 0.000)；另導入風險係二元變數改採Hotelling 檢定，其 $T^2 = 0.913$ (p-value = 0.000)。以上結果均達顯著水準 (p-value < 0.05)，顯示不同的分析項目對影響飛安因素預防各向度上有顯著差異存在，再深入以ANOVA探討各別構面差異情況，並依據Scheffe分析各組間差異性，據以得出研究結論。

四、路徑分析 (Path analysis)

本研究將組織因素、機械因素、環境因素及人為因素列為外衍變項 (exogenous variable)；整體飛安預防列為內衍變項 (endogenous variable)。因此可計算得知外衍變項對內衍變項之直接效果，而每一個內衍變項即為一組獨立多元迴歸，如果每次迴歸分析所得為內衍變項可解釋之百分比，其次再計算殘差。剔除不顯著之路徑後，修正後模式 (如圖8)。

圖8 修正後飛安預防程度路徑分析參數估計圖



資料來源：本研究整理

再深入針對本建構模式進行效果分析（如 表3）。

表3 飛安預防程度路徑分析各效果說明

飛安預防模式	Direct	Indirect	Total
組織因素	0.405	0.110	0.515
環境因素	0.000	0.042	0.042
人為因素	0.097	0.000	0.097
機械因素	0.119	0.000	0.119

資料來源：本研究整理

從以上可發現，就整體預防程度直接效果最好的依序是組織因素、機械因素，其次為人為因素。在間接效果方面，則以組織因素最佳，其次為環境因素。而在總效果方面，係以組織因素最好，其後依序為機械因素、人為因素、環境因素。

因此從效果分析而言，可歸納出若要直接提昇整體飛安預防程度，可將國防資源挹注於組織因素（組織因素問項包含飛航安全預防完善程度、標準作業程序完善程度、人員訓練制度完善程度、飛行人員考核制度完善程度、飛航計畫完善程度、模擬機訓練完善程度、作業風險管理系統落實程度、飛安預防稽核落實程度、決策長官認知程度、飛危事件處理及調查能力等10項）將會有立即反應且飛安預防成效將會最大。

從模式上亦明顯看出，組織制度會影響環境因素、機械因素與人為因素，進而影響飛航安全預防。這可說明目前空軍所推動作業風險管理藉以預防飛安失事之政策，組織因素是決定推動成敗關鍵因素，然而，若不輔以環境因素與機械因素預防政策之資源挹注，空談口號或僵固式的研討，或僅止於飛安工作檢討，往往產生事倍功半的負面效果，因此，有好的飛安預防政策與制度，必須輔以機械因素上或環境上改善，此即為空軍飛航作業風險管理應改善之處。

陸、結論與建議

一、結論

本研究透過影響飛安因素模式實證，研析第伍章分析結果，歸納出以下4點結論：

(一)從多變量差異分析深入探討個別因素變項與群組間Scheffe具顯著效果者，茲就年齡、階級、職務屬性、工作類型、服務單位、導入風險等6項個人屬性，分述如下：

- 1.年齡：36歲以上年齡層級認為修護人員紀律、維修品質能力不足，這與其他年齡層看法上有顯著不同，顯示高年齡人員大多擔任飛航安全、修護工作督導指揮等角色，因此較為注重紀律與妥善率要求。
- 2.階級：中校階級在部隊均擔任重要督導考核職位，對於軍紀要求甚高，因此普遍認為人員紀律仍有待加強。而士官長以下階層每日執行週檢修護等線上工作，由於實地接觸飛機主體，因而普遍認為須提昇飛機機械品質。
- 3.職務屬性：顯示督察或品管、作業管制職務屬性等人員均實地擔任管制工作，對於作業程序與溝通協調等細節要求較為嚴謹，因此對於「飛行人員身心狀況與飛航專業能力」此一因素較督導管理職務認為仍有待加強。
- 4.工作類型：空勤人員對於本身的健康狀況與專業能力較技勤與行政人員深具信心。在人員疏忽失常部分，技勤人員認為疏忽肇致飛安等情事非因本身發生。



在空軍致力推動作業管理等飛安政策與制度，明顯空勤人員普遍抱持肯定態度；而技勤人員仍認為整體飛安管理制度仍有改進空間。

5.服務單位：指揮部級與飛行部隊對於空軍整體飛航安全程度較技勤部隊人員深具信心；而技勤人員可能受新聞事件或不正確傳聞影響，認為整體飛安管理制度不盡完善。

6.導入風險管理：問及導入風險管理是否具成效時，表示贊成者，對政策支持度，比贊成不具成效者來得高，而對於影響飛安看法上，仍需針對「飛行人員身心狀況與飛航專業能力」、「修護人員工作紀律」、「環境因素」、「組織因素」等4方向予以加強，此可作為空軍未來推動作業風險管理之努力重點方向。

(二)本研究從人為因素、機械因素、環境因素與組織因素中，實施因素分析萃取出6項影響飛安預防成效之因素，其中人為因素構面上以「飛行人員身心狀況與飛航專業能力」最具影響力，依據因素分析理論，空軍應較民航組織更重視座艙管理的重要性⁹。

(三)本研究從SHELL模式得知，組織因素、機械因素、環境因素會影響人為因素進而共同影響整體飛安預防程度，不過從路徑分析模式中發現，機械因素與環境因素之資源投入與否，並不會影響到人為因素效

果。在國防事務體系下，組織制度才是影響人的行為關鍵，若僅致力於機械與環境因素上，對人的行為將不會產生改變。

四從影響飛航安全因素模式建構中，發現若要提昇飛安預防程度，應針對組織因素（飛航安全預防、標準作業程序、人員訓練制度、飛行人員考核、飛航計畫、模擬機訓練、作業風險管理系統、飛安預防稽核、決策長官認知、事件處理及調查能力等10項）加以精進將會有立即反應且整體成效最大，此與空軍所推行之飛機失事預防政策要旨相符。

二、對後續研究者建議

本研究僅提出影響飛航安全因素模式，並探討其相關性與因果關係，但未就各構面潛伏因子做相關性探討，建議後續研究者可以本實證結果為基礎，採用結構方程模式（Structural Equation Modeling, SEM）概念，深入分析各影響因素所呈現現象，以確實改善空軍飛航安全預防程度。

參考文獻

中文部分

- 1.朱剖爾（2005），“促進空軍飛航安全預防作業衡量模式之研究”，崑山科技大學企業管理研究所碩士論文。
- 2.吳世雄，（1991），“美國職業安全管理簡

- 介”，工業安全衛生月刊28期，頁49-56。
3. 李幼民（1998），“解除管制對國內航空產業服務水準之影響”，成功大學交通管理研究所碩士論文。
 4. 林利國（2004），“防災規劃與風險管理”，國立台北科技大學土木與防災研究所。
 5. 康兆宗、藍武王（1996），“開放天空對國內航空運輸安全影響之實證研究”，中華民國第三屆運輸安全研討會，頁13-18。
 6. 張有恆、萬怡灼（2001），“航空公司經營管理對飛航安全水準之影響”，民航季刊，第3卷第1期，2001年3月。
 7. 張漢卿（2004），“飛機失事原因分析研究-以戰機為例”，台灣大學管理學院碩士論文。
 8. 梁金中（1999），“1998年IATA全球民航失事統計摘要與國籍民航機失事統計”，飛行安全季刊，頁13-26。
 9. 陳肇敏（2006），“從空軍建立風險管理機制探討提昇飛航安全之作法”，台灣大學管理學院碩士論文。
 10. 陳繼堯（1999），“我國風險管理的回顧與將來”，風險管理季刊，第二期，頁9-14。
 11. 陸鵬舉、嵇允嬋（1996），“國籍航空器飛安事故模型建立及預測之研究”，交通部統計處委託成功大學航太研究所，頁57。
 12. 黃兆勇（2005），“運用IPA法評析國軍飛行安全之風險控管”，中華大學科技管理研究所碩士論文，2005年7月。
 13. 鄧家駒（1998），“風險管理之理念與執行策略”，保險專刊，第51輯。
 14. 朱艷芳、謝復岡（2005），“國防實務研究方法”。台北：前程文化事業有限公司。
 15. 王承宗（2002），“飛機失事調查-由「主動安全」至「防禦安全」之研究”。台北：文笙書局。
 16. 王穎駿（2007），“航空安全管理概論”。台北：揚智文化事業有限公司。
 17. 張有恆（2005），“飛航安全管理”。台北：華泰文化事業有限公司。
 18. 中華民國飛行安全基金會（2007），“2007年第二季全球飛安相關事件報告”，飛行安全季刊，第50期，2007年8月。
 19. 台灣金融研訓院（2005），“風險管理理論與方法”。
 20. 交通部運研所（1997），“國內外航空事故肇因分析與失事調查組織以及作業之研究”。
 21. 交通部運研所（2001），“航空安全-人為因素探討與案例分析”。
 22. 交通部運研所（2001），“應用風險管理於航空安全之研究”。
 23. 交通部運輸研究所（1997），“國內外航空事故肇因分析與失事調查組織以及作業之研究”。
 24. 行政院飛航安全委員會（2005），“復興航空公司GE543飛航事故調查報告”。



- 25.美陸海空軍風險管理手冊譯本（2001）。
- 26.國防部空軍司令部（2008），“空軍風險管理作業指導手冊”。
- 27.國防部空軍司令部（2009），“空軍飛行及地面安全教範”。

英文部分

1. Diaz, R.I. and D. Cabrera (1997) “Safety Climate and Attitude as Evaluation Measures of Organizational Safety,” *Accident Analysis and Prevention*, 29, 5, pp. 643-650.
2. Dionne, G., Gagne, R., Gagnon, F., Vanasse, C., and Debt (1997) “moral hazard and airline safety: An empirical evidence,” *Journal of Economics*, 79, pp. 397-402.
3. Golbe, D.L. (1989) “Safety and Profits in the Airline Industry,” *Journal of Industry Economics*, 34, pp. 305-318.
4. Hasson, J. (1997) “Boeing's Safety Assessment Process for Commercial Airplane Designs,” pp. 15-34.
5. Johnson, R. A. and D. W. Wichern (2002) “Applied Multivariate statistical analysis,” Pearson International Education, pp. 477-516.
6. Kaiser, H.F. (1960) “The application of electronic computers to factor analysis,” *Educational and Psychological Measurement*, 20, pp. 141-151.
7. Kanafani, A. and T.E. Keeler (1990), “Air Deregulation and Safety: Some Econometric Evidence From Time Series,” *Logistics and Transportation Review*, 26, 2, pp. 203-209.
8. Logan, T.J. (1999) “Trend toward wider sharing of safety data is resisted by industry concerns,” *ICAO Journal*, 54, 1, pp. 7-9.
9. Reason, J. (1997) “Managing the Risks of Organizational Accidents,” Ashgate Published, USA.
10. Rhoades, L.D. and B.J. Wagoespack (2000) “Judging a book by its cover: the relationship between service and safety quality in US national and regional airlines,” *Journal of Air Transportation Management*, pp. 87-94.
11. Rose, N.L. (1990) “Profitability and Product Quality: Economic Determinants of Airline Safety Performance,” *Journal of Political Economy*, 98, 5, pp. 944-964.

註 釋

1. 朱剖爾（2005），「促進空軍飛航安全預防作業衡量模式之研究」，崑山科技大學企業管理研究所碩士論文，頁1。
2. 陳肇敏（2006），「從空軍建立風險管理機制探討提昇飛航安全之作法」，台灣大學管理學院碩士論文，頁2。
3. 本項失事率係指每十萬飛行小時我國空軍一級與美軍A級失事案件（飛機全毀或飛行員死亡）發生之比率。其中「全毀」係指：飛機遭

受損傷且超過修理的經濟效用，同時也包括：

- (1)飛機失蹤。(2)無法發現機身殘骸位置而結束搜救工作。(3)飛機大部分毀損無法再使用。
- 4.交通部運輸研究所（1997），「國內外航空事故肇因分析與失事調查組織以及作業之研究」，頁1-2。
- 5.王穎駿（2007）所述，波音認為IATA以百萬飛行小時作為基準來計算失事率具爭議性，主要係因飛航國際長程航線的航空公司以「每百萬飛時」計算失事率會比國內航程航線的航空公司來的低，造成社會大眾的誤解。因此，為求實際作業上資料的公允，波音以每百萬次離場失事率作為統計基準。
- 6.2006年12月版美國空軍雜誌第58-61頁。
- 7.國防部空軍司令部（2009）“空軍飛行及地面安全教範”，頁1-10。
- 8.Reason J.（1997）”Managing the Risks of Organizational Accidents”，Ashgate Publishing

Limited，England。

- 9.張有恆（2005），“飛航安全管理”，頁73；所謂組員除座艙內之機師及飛航機械員外，並包括空服員、簽派員、航管人員、地勤人員及其他直接影響飛行任務的人員。

作者簡介



陳國勝上校：現任國防部空軍司令部主計處處長；國防管理學院正期73年班、國防管理學院資源管理研究所78年班、國防管理學院戰略班93年班；曾任國防部空軍司令部主計處處長、國防部空軍司令部主計處副處長、國防部主計局歲計處副處長、國防部空軍司令部主計處歲計組組長。