

運用層級分析法結合 HFACS 探討影響空軍航管飛安 人為因素之研究

葉晉良* 甯方璽** 連賢明***

摘要

航行管制乃是一項特殊的職業，管制員須具備高度專業的技能，可將航空運輸以安全、迅速、有序之原則完成引導。據調查報告顯示，因人為因素所導致的飛安事故近 7 成，近年的慘痛案例幾乎都與人為疏失有關，故航管作業疏失中「人為因素」亦是我們必須關注的風險肇因之一，然影響飛安事件發生的人為因素是複雜且多樣的，利用「層級分析法」可將複雜的問題系統化，蒐集解決問題的要素將其分類為不同的層面，並由專家評量數據得出排序；另本研究以人為因素為探討主題，將 HFACS「人因因素分析與歸類系統」導入層級架構中主準則分類，建立了 4 個主準則及 14 項次準則。

評量分析結果，專家一致認為「不安全的行為」係影響飛安最為關鍵之人為因素，而次準則部分，決策階層人員認為「未落實任務分配及勤前提示」最為重要，而執行階層人員及整體受試者評量結果則以「未按標準作業程序」最為重要，依不同階層專家分析結果提供航管政策單位及基層部隊改善方向。

關鍵詞：航行管制、人為因素、飛安風險、層級分析法、人因因素分析與歸類系統

* 國防大學理工學院軍事科技中心中校研究參謀官、國立政治大學行政管理碩士；通訊作者 E-mail: ai750916@gmail.com

** 國立政治大學地政學系教授、國立中興大學土木工程學博士

*** 國立政治大學財政學系特聘教授、中央研究院經濟研究所合聘研究員、美國波士頓大學經濟學博士

The Study of Human Factors Affecting Flight Safety in Air Force Air Traffic Control Using the Analytic Hierarchy Process Combined with HFACS

Jin-Liang Ye* Fang-Shii Ning** Hsien-Ming Lian***

Abstract

Air traffic control is a unique profession where controllers require a high level of expertise to guide aviation transportation safely, swiftly and orderly. According to a survey report, nearly 70% of aviation accidents are caused by human factors. Therefore, “human factors” in air traffic control operations are among the risk factors to which we must pay attention. However, the human factors that affect the aviation safety incidents are complex and diverse. The use of Analytic Hierarchy Process (AHP) allows for the systematic breakdown of complex issues, categorizing problem-solving elements into different levels and ranking them based on expert assessment.

Furthermore, this study employed Human Factors Analysis and Classification System (HFACS) to address the issues. Four main criteria and fourteen sub-criteria are established.

The analysis results unanimously highlight that "unsafe behaviors" are the most significant human factor affecting aviation safety. Regarding to the sub-criteria, decision-making personnel deem “failure to implement task assignments and the lack of pre-flight briefings” as the most important. However, executive level personnel and overall respondents assess “failure to follow standard operating procedures” as the most crucial. The findings provide directions for improvement for air traffic control policy units and grassroots units.

Keywords: Air traffic control, Human factors, Flight safety risk, Analytic Hierarchy Process, Human Factors Analysis and Classification System

* R & D Staff Officer, National Defense University; Master of Eminent Public Administrations, National Chengchi University; Acting as the Corresponding Author, E-mail: ai750916@gmail.com

** Professor, Department of Land Economics, National Chengchi University; Ph.D. in Civil Engineering, National Chung Hsing University

***Distinguished Professor, Department of Public Finance, National Chengchi University; Research Fellow, Institute of Economics, Academia Sinica; Ph.D. in Economics, Boston University

壹、前言

近期ChatGPT人工智慧聊天模組在全世界都掀起一股熱潮，相信部分的人對於未來人工智慧(Artificial Intelligence, AI)的發展能帶給科技及產業的幫助，甚至是全人類的學習抱著樂觀其成的態度，但也有部分的人擔心未來是否大部分的工作都將被AI所取代，企業家李開復說，有三種特性的工作，較不易被AI所取代，第一、創造力：AI不具備創造、構思以及戰略性規劃的能力；第二、同理心：AI無法感同身受，無法同理對象的情緒，亦無法給予細膩且誠摯具備溫度的關懷，不能在情感方面實現與人類真正互動，不夠「人性化」；第三、靈活性：需要精確、複雜及靈活的手腳協調，以及高度社交技巧與互動的工作(李開復、陳楸帆，2021)。

當AI發展越來越成熟之後，可以被AI所取代的工作在精確的演算下，幾乎不會出錯，因為AI的運算速度和能力，遠超過人類，這時候許多倚賴運算的理性分析工作和任務，都會被AI取代，但仍然有許多無法被AI取代的工作需求，像是需要對於情緒的理解能力(feeling intelligence)，以及對情緒的感知和做出反應的能力(Huang et al., 2019)，目前來說是人類的獨特優勢。

現階段而言，較為複雜及高階的思考分析，以及人與人之間的情感社交互動，AI仍然是無法取代的，而越是無法以AI取代的工作，受人類行為及模式影響的層面就越廣，像是在空防第一線作戰的空軍，在面臨中共當局現階段共機繞臺及遠海長航的戰略布局下，飛行員在作戰空域與敵機對峙時，需要即時性的戰略規劃，觀察敵機的戰術動作，分析無線電通話的內容，並感受其語氣及情緒，結合上述的作業後，做出立即性的判斷及靈活的處置，以避免擦槍走火，導致局面不可收拾；而航管作業人員，同前述幾點，一樣需要針對整體機場的飛安運作，有著瞬息萬變的戰略規劃，並且觀察所有航空器及地面人車的即時動態，分析無線電通話內容及語氣情緒，這些可以說是一種高階的思考、應變及感知能力。

由於這些需要具備高階思考、靈活應變及情緒感知能力的工作，仍然是需要人類來完成，那就一定會有「人為因素」的影響，故分析航行管制在人為因素各種層面上之肇因比較，相信能對改善飛航安全有些許助益。

根據國家運輸安全調查委員會的統計，近年(2009-2018)我國籍航空器之飛安事故計83件，共造成124人死亡(國家運輸安全調查委員會，2019)。事故機率及死傷人數其實遠比陸上及海上交通事故來的低，然一旦發生事故，人員的傷亡機率

及數量卻遠比其他輸具來得大，對國家社會將造成難以抹滅的傷害，因此航空界為使飛航作業能額外多一層保障，有一群隱形的守護者「飛航管制員」，這些管制員要承受著極大的生、心理壓力，默默地守護天空，是捍衛飛安的重要防線，卻也可能會是肇生事故的關鍵人為因素，探究其影響肇因，極其重要。航行管制(Air traffic control)是一項特殊的職業，管制員須具備高度專業的技能，透過專業的引導、分流及管控，將航空器在機場及空中的交通以安全、迅速、有序之原則完成各項飛航任務，並達到風險管控及提升區域航行流量之目的。

美國空軍工程師Edward Murphy於1949年曾提出的「莫非定律」(Murphy's Law)：「只要有可能會出錯的事，它就必然會出錯」，這句話是說任何一件意外的發生，只要發生機率大於零，它就必然會有機會發生，我們不能假設任何事件全然不會發生，因為它只是尚未累積一定的時間及觸發的因素而已。航行管制這個航空界必要之作業，當然也會有出錯的可能性，身為航行管制專業人員，想藉由探討航管飛安風險肇因，釐清有效改善的關鍵。

航管風險型態繁多，由近年來的事故案例顯示，「人為因素」係飛安事故的主要肇因之一，故有關航管作業中人為因素所肇生的飛安風險確實有進一步探究之必要，並針對可能關聯性加以剖析探討，提供國軍航管人員作為可行的建議，藉以事前改善及預防，避免錯誤環節的形成，提昇空軍航管人員的素質與飛安水準，能在守護飛航安全的職責上，多找出幾項具體可行的方針，為本研究的動力及契機。

在航行管制作業環境中，由於機械、天候以及整體大環境是基層人員較難改變的，一線管制人員使不上力，往往都在重大事件發生後，才因社會關注而會有短暫檢討之推力，然推動改變之成效是無法立竿見影，也非一蹴可及，故以積極、正面的思維來想，我們仍可對組員資源管理、教育訓練及人員素質等人為因素來做探討分析，並就分析出的結果提出具體改善作為，換言之，只要能減少人為疏失的發生，就能增加事故被成功防堵的公算；重要的是作業流程的每一項細節，只要能在每項環節發揮守門人的功效，有任何一個細節、一個處置阻擋風險意外的穿透，阻止危安因子通過每一個瑞士起司孔洞，不讓錯誤接續下去，只要能一步一步做對，悲劇就不會發生。

囿於本研究為我國空軍航管人為因素中影響飛安層面之探討，空軍航管職類人數不多，且參與問題探討人員須具備深厚飛安學養及專業背景，故以層級分析

法(Analytic Hierarchy Process, AHP)歸納相關文獻及飛安事件，並用專家訪談方式實施問卷發放，回收評量資料分析，期能獲得以下問題結論：

- (一) 瞭解空軍航管作業中人為因素影響飛航安全之因素為何？其中各因素如何分類？
- (二) 瞭解在人為因素中何種分類及要素對空軍航行管制作業之飛安最具威脅？哪類疏失是專家認同最易發生且深具影響？
- (三) 空軍航行管制專長各階層(高司、基層)人員對影響飛安之人為因素看法差異？
- (四) 經專家群問卷評量後，各風險要素權重排序及具體建議為何？俾利後續供空軍航管政策或一線管制單位作為參考、預防及精進措施，以減少飛危(安)事件，提昇航管作業品質。

貳、空軍航管作業概況及 HFACS 風險態樣分析

一、航行管制工作

我國民用航空法、飛航規則及飛航管理程序(Air Traffic Management Procedures, ATMP)皆定義航行管制工作係指「在所管制之區域內，防止與航空器及障礙物間之碰撞，並保持有序、暢通、安全飛航所提供之服務」(民用航空局、空軍司令部，2022)。其航管人員工作內容主要可分為三種，第一為指揮航空器起飛、降落、機場地面滑行及天空中飛航作業，第二為監視並確保航空器間之安全隔離，第三為提供航空器駕駛員達成安全、有序及迅速之飛航作業所需服務；而軍民航管制員依裝備操作介面、引導航空器方式以及工作地點的不同，大致上還可以區分為以下三類：

(一) 機場塔臺管制員：

本項服務工作地點為塔臺，提供機場所劃定區域內航空器起飛、航情諮詢及人車管制等航管服務。

(二) 區管中心及近場臺管制員(雷達面)：

本項服務係以複合式信號之終端雷達為裝備，提供機場空域以外，高於最低雷達引導高度之航空器雷達監視、飛航管制及航情諮詢等服務。

(三) 地面控制近場臺(Ground Controlled Approach, GCA)管制員(雷達面)：

本項服務之管制員均由軍方派員擔任，其屬性非航管單位性質，係一種因應作戰需求而衍生出之精確/非精確-助導航設施，引導服務僅供軍機使用。

二、空軍航管人員組織及訓練概況

我空軍航管作業與民航局之航管作業分屬不同指揮體系，隸屬於不同行政部門權責(國防部及交通部)，主要服務群眾分為軍用或民用航空器，故所衍生出的條文規範、文化及人員訓練方式有所差異；民用航管體系依組織、業務、納管空域及任務屬性劃分機場管制塔臺、近場臺與區管中心(航路)等三大組織，而本軍管制單位依任務屬性及其作業空域亦區分為戰管及航管，戰管單位任務分別有空中不明航空器攔截、各項戰演訓任務航空器(包括海峽中線巡防、聯合防空作戰等)於非民航管制空域飛行等，航管單位任務則是機場管制地帶內目視及儀器飛航航空器引導(塔臺)，或是經近場臺協調同意後，賦予超過機場管制地帶之航空器引導權限(GCA)。

空軍航管人員組織架構於高司單位分布有國防部空軍司令部、國防大學、空軍作戰指揮部及通航資聯隊，基層部隊則有空軍航空技術學院及各通航資中隊所屬之航管分隊，而主要執行管制任務之部隊為航管分隊，視其單位駐地配列屬於空軍各飛行聯隊，編制人數現況約莫250餘人，現階段人員編階有軍官、士官、士兵及聘雇人員，以國軍目前員額21萬餘人(國防部，2017)計算，航管專長人員比例僅不到0.12%，在國軍各兵科專長裡，係屬高專長人員，有兵源補充不易、培養困難且人數稀少之特性，概況如圖1所示：

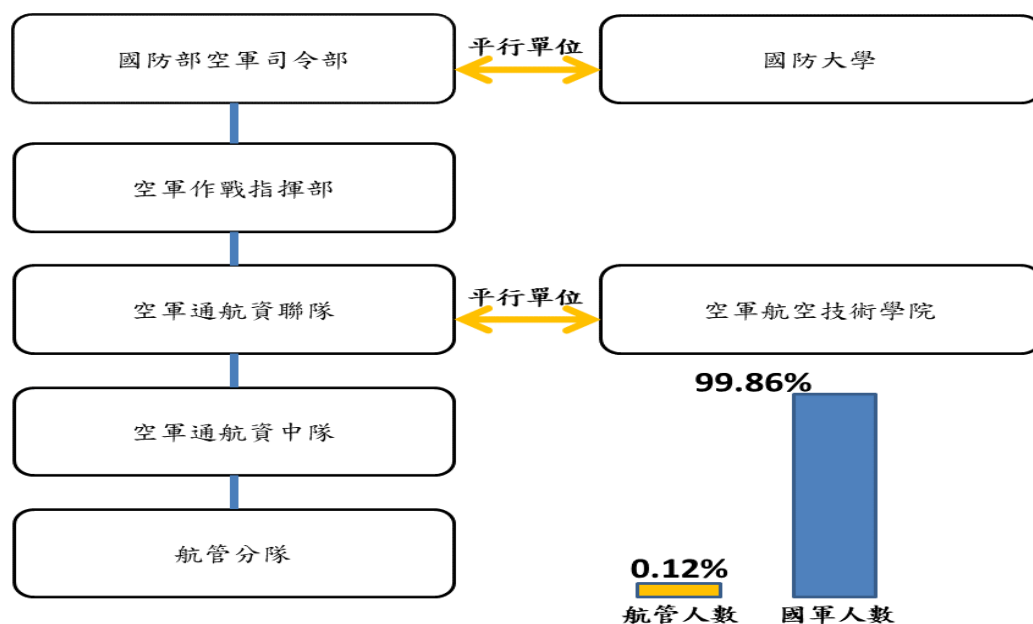


圖1 航管組織概況圖

資料來源：本研究整理。

如圖2所示，空軍航管人員昇遷按缺額編制情況，軍官為少尉至上校，士官則是下士至一等士官長，軍官自上尉起至中校分別有指揮職及參謀職，上校則為指揮職，而士官部分僅於各航管分隊編制乙員士官長班長為領導職，餘均為一線執行人員或參謀職，囿於此專長主要任務為擔任各基地航空器戰演訓任務之航管作業，並確保其安全遂行，故基層單位軍官專司參謀職缺不多，各中隊僅有乙員上尉航行管制官，大部分人員(管制官、管制士)均於第一線執行管制任務，且高司單位較無編制職缺，以軍官經管而言，下部隊任官為少尉，隨管帶飛機能力提升及部隊年資累積，取得應有之航管合格簽證，並按「航管軍官經管發展體系」歷練職缺後，最高可晉升至上校指揮職，在空軍各專長職類裡，屬少數高專長人員，相較一般指揮參謀軍官而言，航管部隊在其專長組織在其軍事倫理的文化特性上，跟空軍大部分技勤部隊一樣，具有專業(技術)領導重於階級領導的特性，而士官幹部相較軍官而言，通常在各單位駐地時間較長，年資經驗也較深，值勤主力大部分為士官，技術領導不論階級及年班，而是以專業度及技術等級來衡量，在「飛安第一、人命優先」的職場文化背景因素下，航管部隊會出現「士官領導軍官，低階領導高階」的情形，對於一般我們所認知的軍事倫理有所出入，但為維護飛安，這樣的軍事倫理文化，實有其存在必要，在初官培訓的要求上，亦有著更為扎實的術科實作經驗及風險管控能力訓練，很多分發到航管部隊的軍官，對此文化特性無法適應，所以人員經管培養十分不易。

航管初官依「國軍人員分類作業程序」，於完成在職訓練後(軍官為期6個月，士官為3個月)，依「航管專長合格簽證實施要點」結合駐地訓練赴工作中心實施席位見習(On the Job Training, OJT)，依所訓練席位區分，經評鑑工作能力達C級合格者，簽奉單位主官後，授予該席位合格簽證，始可於所屬駐地塔臺或GCA臺(Ground Controlled Approach)擔任最初階(合格級)之管制工作，塔臺為「地面管制席」(Ground, GND)及「飛航資料席」(DATA)，GCA臺則為「精確進場雷達席」(Primary Surveillance Radar, PAR)及「協調席」(Coordination, CO)。已取得C級人員，依年度計畫所規範之值勤時數或管帶航機量，配合單位晉等訓練計畫執行學、術科訓練，經鑑定合格並簽奉主官後，可取得熟練級(B級)合格簽證，或實施另一專長(塔臺或GCA臺)之C級交互訓練，人員依此晉等及交互訓練之過程，循序漸進，由單位視人員學、術科能力，派訓赴聯隊技訓中心施以「航管教官班」A級訓練，經考核合格者，呈報聯隊核備，核發A級簽證。

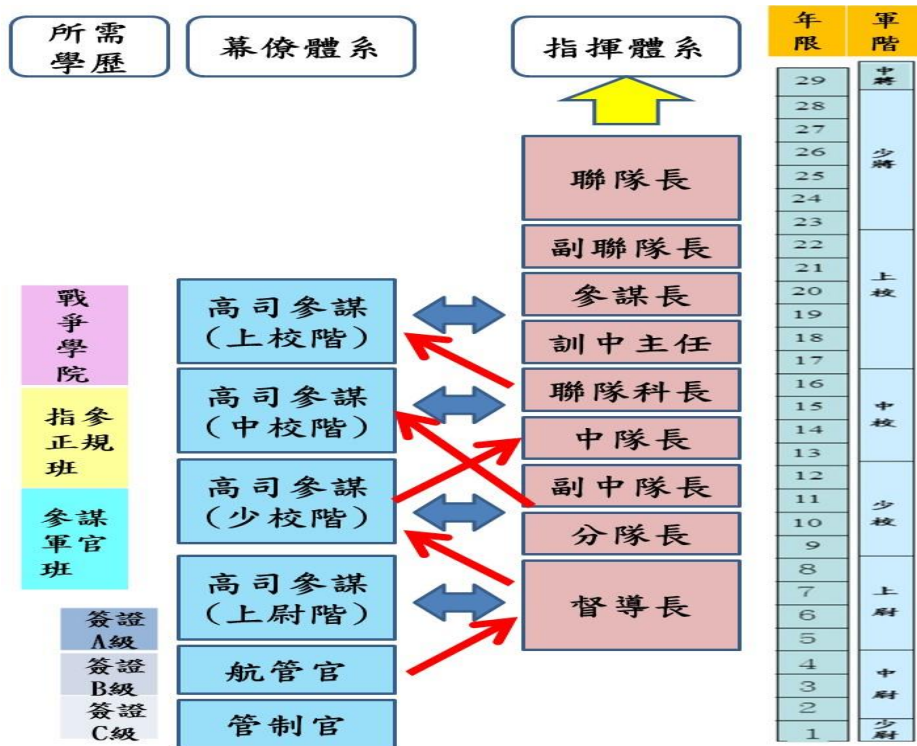


圖2 航管軍官經管發展體系圖

資料來源：本研究整理。

空軍航管人員訓練由通航資聯隊負責計畫策頒及修訂，督導部隊合格簽證執行，並運用聯隊年度主官裝檢暨作戰業務輔訪時機，赴所屬各單位執行合格簽證稽核及驗證人員訓練成效，有關航管專長技術評鑑、席位簽證核發與訓練標準概況如次(國防部空軍司令部，2009；如表 1 所示)：

(一) B、C級合格簽證：

1.技術評鑑與核發簽證：

由通航資聯隊已具A級簽證之航管人員，負責執行技術評鑑，視工作席位訓練情況達合格標準後，簽奉主官授予人員合格簽證。

2.訓練標準：

(1) C級(合格級)：

具有基本值班能力，可獨立執行塔臺地面席(GND)、資料席(DATA)或GCA臺精確進場雷達席(PAR)及協調席(CO)勤務。

(2) B級(熟練級)：

可獨立執行塔臺機場席(Local, LOC)或GCA臺機場搜索雷達席(Airport

Surveillance Radar, ASR)等勤務，並具備教學、代理督導和帶班能力。

(二) A級合格簽證：

1.技術評鑑與核發簽證：

航管人員A級合格簽證，由通航資聯隊技訓中心實施教官級訓練並經評鑑合格後，呈報聯隊核備，並簽奉主官核可，授予合格人員簽證，持有A級合格證人員可輪值督導席(Supervision, SP)。

2.訓練標準：

可指導B、C級合格簽證人員執行航管工作，並具有擔任航管種子教官能力及中隊人員晉階暨交互訓練之技術評鑑能力。

表1 航管專長能力簽證席位表

簽證等級 工作中心		C 級 (合格級)	B 級 (熟練級)	A 級 (教官級)
塔臺 (TWR)	飛航資料席 (DATA)	地面管制席 (GND)	機場管制席 (LOC)	督導席 (SP)
地面進場臺 (GCA)	協調席 (CO)	精確進場 雷達席 (PAR)	機場搜索 雷達席 (ASR)	

資料來源：本研究整理。

三、人為因素

全球飛安事故調查統計，高達7成左右係人為因素所肇生，而人為因素中有近7成為駕駛員，但若包含航行管制員、維修人員及組織運作管理等因素，則有高達8成係人為因素造成(鄭永安，2014)，扣除掉機械因素及不可抗拒的自然天候等情況，幾乎大部分因素都與「人為」有關。依國際民航組織(International Civil Aviation Organization, ICAO)及美國運輸部聯邦航空管理局(U.S. Department of Transportation Federal Aviation Administration)對「人為因素」的定義：係指經由系統化的資訊蒐集、彙整，藉以掌握人的能力與限制，並整合系統工程，應用至人與人、人與環境、人與設備系統、人與法規及工作訓練之間的互動，以創造安全、效率及暢通有序的人為表現(U.S. Department of Transportation, Federal Aviation Administration, 2000)。現階段「人為因素」已被視為最嚴正的課題，我國目前雖然未發生由航管人為因素直接造成飛航失事的案例，但管制工作上因管制員疏失、航管系統設備失效或其他航管相關因素，進而導致危險發生之案例層出不窮。(例如：管制員與駕駛員溝通不良，使駕駛員誤判航管指令，或駕駛員偏離航道，而管制

員未能及時發現等)；可知航管員與駕駛員溝通、提供航情且解決各種緊急狀況，在飛安體系中扮演著重要角色。

飛安專家 Shappell 及 Wiegmann 於美國聯邦航空管理局官方報告中所提出的「人因因素分析與歸類系統(Human Factors Analysis and Classification System, HFACS)」是近代飛安人因理論最具代表性之一，且廣泛地運用在飛安事故調查中，該理論架構將事故肇因中人為因素區分為「不安全的行為」、「不安全行為的前置條件」、「不安全的督導」及「組織的影響」等 4 個構面，並細分為「組織運作」、「組織氣候」、「資源管理」、「督導層級的違規」、「未修正已知問題」、「作業規劃不當」、「不適切的督導」、「組員資源管理」、「生/心理極限」、「不佳的生理狀態」、「不佳的心智狀態」、「個人準備狀態」、「技術環境」、「物理環境」、「違規」、「知覺的錯誤」、「決策錯誤」及「技術操作的錯誤」等 18 項屬性，如圖 3 所示，原則上可概括事故之人為因素，故本研究以 HFACS 分類為基礎，歸納各項航管飛安案例、文獻名詞及值班生態等人為因素。

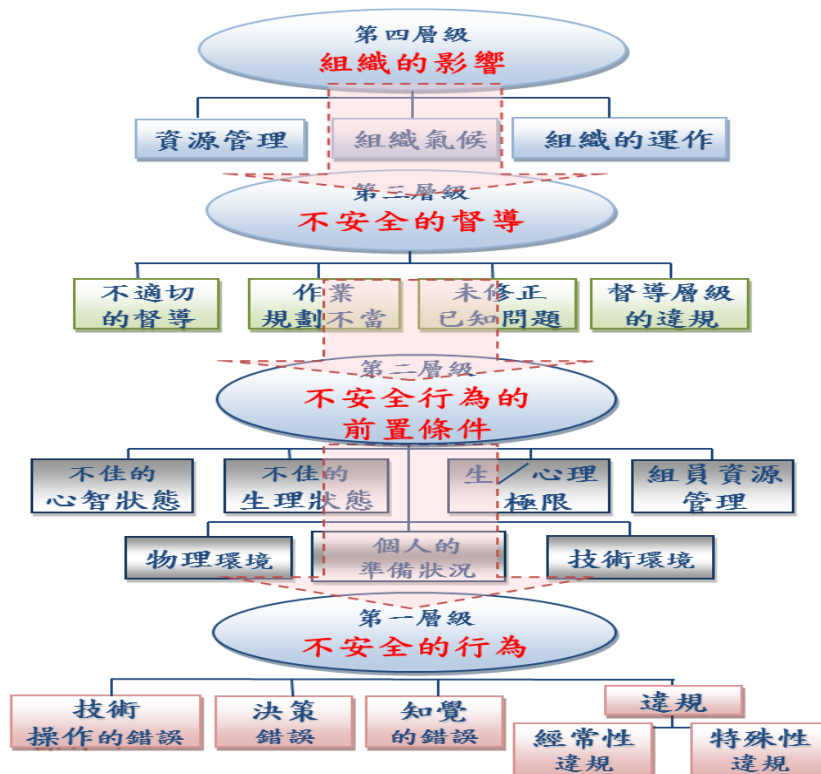


圖3 人因因素分析與歸類系統架構圖

資料來源：王明揚、林瑞芬(2014)。以深化之人為因素分析與歸類系統發展人為失誤根本原因分析技術。國科會研究計畫。

四、風險態樣分析

「人」與航管作業環境中各項制度、壓力、文化及軟、硬體等組成要件的和諧性極其重要，如果航管員與這些因素存在著摩擦及不合適的問題，除不能發揮航管運作的最大效益外，也勢必影響飛安，意思是當所有組成要件其中一個不能相互配合，導致產生直接或間接問題時，「人為錯誤」就可能發生，以下就航管常見風險態樣說明：

(一) 人員因臨場抗壓力不足導致失能

人與機器最大的不同，便是人類擁有獨特的思考與情緒，當有著思考及情緒的波動時，或者工作要求與處理能力不協調時，壓力就可能產生，其來源可能是工作負荷、時間限制、休假、環境、情緒管理等因素，而壓力會進一步生成人為因素；另外壓力會造成管制員誤判「飛行員的預期心理」、「聆聽與覆誦未確實執行」、「航行管制術語之誤解」、「管制單位分心」及「不完整的覆誦」等失誤，嚴重情形就會發生空中相撞(蔡金倉，2010a)；面對壓力產生時，人的心理素質是否強健，會影響其處置及判斷的能力，如當下壓力超過人員生/心理的負荷極限，將產生人員預期外的失誤，這在國際航空運輸協會的飛航事故肇因分類屬「組員因心理或生理失能無法執行飛航勤務」，當人員臨場抗壓力不足時，恐導致短暫性失能，而作出錯誤的決策及處置。

(二) 組員資源管理不當-管制組員間資訊未有效傳遞(溝通不良)

組員資源管理(Crew Resource Management, CRM)係指有效運用座艙(場域)內所有人力、硬體設備及資訊情報等可控資源的團隊運作模式，為全體飛航組員應建立之觀念及專業素養，其中包括：團隊建立與維持、組員間溝通、決策指令之下達、管理工作負荷情況及狀況警覺等(國家運輸安全調查委員會，2019)。

航空史上死傷人數最多的重大事故便是1977年的特內里費空難，計造成583員死傷，經失事調查後，發現事件主因係組員資源管理不當且正機師、副機師及塔臺無線電通話訊息未能有效傳達甚至被疏忽遺漏，導致三方對於跑道的安全狀況在理解上有極大的落差及誤會，如此嚴重的事故發生並非飛行技術或是緊急處置不佳，而是資訊未有效傳遞所致，這使得航空界開始對組員資源管理、溝通不良及資訊傳遞等關鍵課題，痛下決心徹底檢討。

(三) 管制員信心大過於能力

我們都聽過「心有餘而力不足」這一句話，在航管作業環境裡，也可能因為

管制員不曉得自我能力未臻純熟，尚無法面對當前的情境，且未向周遭提出援助需求，逕自處置突發或緊急狀況，在心理學裡稱作「過度自信」，比較通俗的說法叫自信心大過於能力。而過度自信的定義係「認為自己掌握知識的準確性較實際上更高的一種自我信念」(Gervais et al., 2002)。處於過度自信的人恐會有高估自我知識及能力的情況，並低估潛存的風險，心理上放大自我對情況的控制能力(Nofsinger, 2005)；另有研究指出人們在遇到極度困難的問題時，答覆時常有過度自信之傾向(Griffin & Tversky, 1992)。

爰上，管制員如果因為信心大過於能力(過度自信)而誤判當前情勢，並因面子、求好心切及英雄主義作祟等因素，放大自我信心，而處置能力無法跟上時，恐會引起無法挽回的災難，這種情況常在初學者或是急於表現自我的人身上看見，也有學者將此現象歸類為「達克效應」(Dunning-Kruger effect)的一種(Dunning, 2011)，如圖4所示。

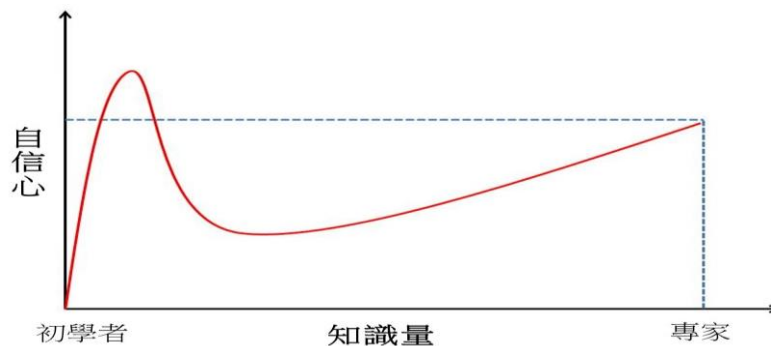


圖4 達克曲線

資料來源：Dunning(2011)The Dunning-Kruger Effect

(四) 人員警覺/謹慎性不足(應主動察覺而未反應)

有時候飛安事件發生並非人員對肇因認知不足，也不是管制人員學識及技巧生疏，而是「應主動察覺而未反應 Active failure」，在國際航空運輸協會(International Air Transport Association, IATA)飛安事故/事件肇因分類項目內亦有提及，這與個體之間的警覺/謹慎性有關。謹慎性(Cautious)代表個人對狀況的認知及察覺，可說是一種對自我及周遭環境的感知能力，謹慎性較高的人會鎖定場域內關鍵目標，對處置問題的優先順序及程序步驟清楚；謹慎性較低的人所關注目標較為模糊廣泛，並且容易分散目標關注力，缺乏主動自發性(Goldberg, 1981)。在陳碧宗(2006)的研究指出「謹慎性」係指對所關注目標專心及集中之程度，綜上對謹慎性的定義解釋我們可以知道，在執行航管任務時，謹慎性高低會影響人員審慎考慮的程

度，謹慎性高的人在行動前思考細節並完成規劃，而謹慎性低在防堵風險發生可能就會缺乏自主性，無法集中注意力去關注目標，這些都是導致飛安風險發生的關鍵因素。

(五) 未落實任務分配及勤前提示

勤前提示及任務分配不是一個新創的概念，各行各業均有同樣的做法，在管理學及工業安全的領域裡普遍提到的「5W1H」的「六何分析法」，領導者運用此方法將各項工作分派給團隊成員，所謂 5W1H 就是「When(何時)、Where(何地)、What(何事)、Why(為何)、Who(誰)及 How(如何)」，其目的是希望在執行工作前說明細部內容，使作業人員可預先模擬情境，有較為充裕的時間思考執行方法，避免因急忙倉促而發生災害。

一個完善的勤前提示除了說明工作內容外，還要有能告知潛在危害並關心成員身心狀況之效果，先期掌握工作現場狀況，提早擬定改善對策以消弭潛存危安。又或者藉走動式觀察人員心緒、健康及體力，分析潛存風險，提高安全監督之功效(鄭仲仲、蔣煥榮，200)；反之，如工作前未落實任務分配及勤前提示，風險係數必然增高，尤其像航管這種處在高壓、急迫緊湊且作業環節繁雜的值班生態中，勤前提示更是不得不嚴正看待的一個課題。

(六) 人員未遵守標準作業程序

標準作業程序(Standard Operating Procedures, SOP)近年來在各行各業的工作執行上已是人人推崇的顯學，對於定期或例行性業務，為使作業流程具備一致性、標準及法制化，將其執行細節、步驟及操作手法記錄成準則，使人員有所依循，減少人為疏失、提高作業效率及服務品質。故制定一套 SOP 可以縮短新進人員學習時間，避免因大意疏忽或不熟稔而發生意外(經紀人月刊，2008)；SOP 遵循相關的法律及作業規定，且會參考歷年案例滾動式修正，航管任務同樣有制定 SOP，執行任何離到場航機管制、機場地面人車引導及航戰管命令協調，均須在遵守規範下實施，以確保飛安，以下整理近年國內 2 起主要肇因是飛航組員未按 SOP 執行的飛安重大事故(如表 2)。

這 2 起案例組員均未遵守作業規定及程序，使得原本有機會可以修正消弭之風險，因未遵 SOP 而失去防堵的機會，最終導致遺憾發生，故標準作業程序是阻斷風險的最後一道防線，如果航管組員在執行管制任務時，遭遇緊急情況卻未按照標準作業程序處置時，將使險峻的情況更加惡劣，而導致事故的發生。

表 2 近年國內未按 SOP 飛航重大事故概述表

日期	事件概述	主要肇因
2014.7.23	復興航空 GE222 班機於馬公 20 跑道進場時飛航高度過低，撞擊機場外民宅地障墜毀。	在惡劣天候情況下，因無法目視跑道，飛航組員操作違反標準作業程序，將航機高度下降至低於最低下降高度，導致無法與地障保持應有之隔離，違反儀器操作之標準作業程序，最終於進場階段觸地墜毀。
2015.2.4	復興航空 GE235 班機於臺北松山起飛後，在機場東方 3 哩處失去控制，墜毀於基隆河。	發動機螺旋槳發生故障，而飛航組員未確實執行手冊內規範之不正常處置程序，亦未依程序執行必要之改正措施，以致飛航組員誤關另乙具正常之發動機，最終因兩具發動機熄火導致墜河。

資料來源：整理自飛航安全委員會事故調查報告。

(七) 填鴨式速成教育學習(積非成是)

有關「填鴨式教育」一詞的意思係指在飼養鴨子的進程中，為達到快速成長之目的，強制用高糖分(熱量)的飼料塞進鴨子嘴裡餵養，講的其實就是一種灌輸式教育(王沂淼，2014)，相較於歐美國家的作法，我國在教育體制上普遍都有此種情況，而軍方航管組織因為人力現況、官兵升遷經管及作戰特性等因素，希望新進人員可以在短時間內上線值班，故軍官完成6個月的在職訓練(士官兵則僅有3個月)，就要求人員達到合格值班的水準，在此種環境因素的限制下，教學力求速成，難免會有囫圇吞棗的情況，在教學及經驗傳承的過程中，新進人員僅知其然不知其所以然，人員透過依樣畫葫蘆的模仿學習在術科實作上達標，而學識理論基礎仍薄弱，容易積非成是，沒有經驗外情況的處置能力。

(八) 輪班制與組員身心狀況管控不佳造成疲勞

空軍航管人員採24小時三班制輪班(早、中、晚)，不同於民方管制員值勤2小時，片刻歇息1小時，歇息時間全脫離管制席位，可得到完整休息，而空軍必須連續值勤4至6小時(夜班則是14小時)，如遇夜間特殊戰演訓任務，夜班人員則無法得到充足睡眠，是以，空軍航管工時較民方航管長，疲勞程度較鉅，更易造成錯誤判斷，然值班制度與組織人力編裝有關，無法輕易改變。如果能減少或消除管制員因為輪班所產生的身心疲勞，對改善飛安及提升服務品質，有其正面關聯(連淑君等人，2014)。航管人員應有良好健康管理，使身心狀況儘可能保持在較佳的狀態，才足以負荷長時間的高壓環境。

人類身體機能按規律的生理時鐘運行，然全天候值勤的航管班務，代表輪班組員必須突破精神與體力限制，長期下來將衍生理時鐘紊亂、睡眠品質變差及飲食不正常等情況，甚而影響情緒，產生生/心理問題、工作表現變差導致風險相

對性提高。由於航管工作的特殊性質，長時間的高張力值勤、緊促的休息時間、上班報到時間的提前及班務席位調動等因素，對輪值人員而言，都是艱鉅的挑戰(連淑君等人，2014)；無法避免的是航管員24小時輪班工作，直接影響管制員的身心健康、家庭與社交生活(蔡金倉，2010b)。尤其是夜班工作，更是航管員疲勞的直接因素，若輪班者的生活作息不規律，將提高個人工作狀態的威脅與風險。

(九) 人員輪調環境適應不良

空軍航管部隊駐地與人員眷籍地不一定為同一縣市，然個人所能適應環境不盡相同，人員在調動單位後，常有水土不服的情況發生，其原因係人員對管制技能、基地單行法及空域法規等能力適應不良所致。研究指出人類個體在出生時就具有「活動性、規律性、趨避性、適應度、反應強度、情緒本質、注意力分散度及堅持度」等9項天生特質(Thomas & Chess, 1977)，其中適應度就是指個體適應新事物、狀況或環境的難易程度，個體適應度較低的，在培養新的生活習慣、適應不同團體及環境都較困難(Thomas et al., 1977)。

我國計有清泉崗、馬公、嘉義、臺南及花蓮為軍民合用機場，各軍用/軍民合用機場間對應著不同的近場管制及空域，有著不同任務屬性、機場航行量及基地單行法，所以在管帶航機的觀念、協調近場臺之技巧存在差異，而這種細節的不同，往往是長久的環境所累積，人員適應需要花上一些時間，故如人員輪調適應不夠快速，或者適應不良時，而督導人員又未適時發現並介入協處，便可能發生飛安事件。

(十) 軍中倫理及席位專制影響飛安

航管組員及飛航座艙組員均按席位分工及權責歸屬運作，飛航座艙內的權責就是正機師大於副機師，而航管如果以塔臺為例，就是督導長大於機場席大於地面席，所以航空業的文化就是專業領導；但嚴謹的軍事訓練會使得階級及年班觀念深刻地烙印在軍人血液及骨子裡，導致人員在專業飛安的領域前，有時仍深受軍事倫理的文化影響，而作出不合理的行為。

舉例以1995年復興510A班機，在澎湖飛返回松山機場的過程中墜毀於桃園龜山，航程主要導控權是交由副機師來操控，而正機師在發現副機師操作行為有風險，卻直至墜機前沒有實際動作制止，這樣不合理的行為令調查人員不解，最後查證副機師是正機師官校學長(景鴻鑫，2009)。而因為這一層軍中倫理的影響，導致原本正副機師之間相互監控督導，並適時接手操控的組員資源管理機制被破壞

了，這種現象可以說是軍中特有文化，在面對「尊重學長」及「飛安專業」的衝突時，要年班及階級較小的人員不顧學長情面，直接糾正及斷然接手學長的作業，確實是巨大的心理壓力，且高階人員也未必具備採納專業之雅量，這樣的情況在航管組員資源管理也是屢見不鮮。

航管不同於一般軍中倫理以「學長學弟制」或「階級領導」，而是以所獲得「席位」為主，強調技術領導。而資深管制人員有時可能因大意輕忽，違反標準作業程序，此時如資淺人員在面臨「席位管制倫理」的枷鎖，不敢挑戰其權威性，害怕在後續職涯上遭到阻礙，未能及時反應或示警，且人員長期輪值同一席位，習慣以該席位思維去切入整體規劃，無法適時換位思考，恐會有思維邏輯上的盲點，未能考量資淺人員所注意到的風險，席位集權文化導致組員資訊未能充分交流時，班務運作就容易陷入高風險的環境裡。

(十一) 多重規範及長官命令介入

軍民雙方航管作業所依循法規各有異同，除主要母法—飛航規則及飛航管理程序外，軍民均各別制定作業規範，然民方制度統一按國際航管法規來加以延伸，而軍方則常以「長官裁決」之方式來額外制訂規矩，未循航管專業，更顯其「封閉」及「官方權威」的作為；故軍方管制員常遭受雙重法規夾擊，影響作業靈活度，增加管制程序複雜性，加上督導長官求好心切，常以個人經驗法則領導指揮，故有未按標準作業程序及航管法規之指導，除影響機場航管運作外，此種「官大學問大」未尊重專業的錯誤人因，使人員無所適從，長久累積將是一種潛在風險，甚至在遭遇緊急狀況的關鍵時刻，使航管團隊做出錯誤判斷，影響飛安及管制員心理狀態甚鉅。

(十二) 人員組織認同影響值勤效率

主管領導行為對組織認同及學習有一定影響力(Bennington, 2000)。透過「組織認同」能夠讓個體及群體對目標共識、合作表現、團隊士氣及環境適應能力等有較好的正面呈現，同時也讓所帶領的團隊效能提昇(Ellemers et al., 2004)。而員工對於組織認同愈高時，則在工作上的績效表現也會愈好(許順旺等人，2011)。換言之，良好的組織認同將會影響團隊工作的效率，反之則使執行效率低落。

航管人員須熟稔相關法規，值班過程中面臨諸多決策及判斷，與一般勞動工作者不同，屬於知識型工作者。而知識型工作者因為擁有較高的自主性，如果冀望員工毫無保留自發性的奉獻自身能力，必須激發出他們對組織的認同，才能為

組織創造額外的附加價值(Albert et al., 2000)。因此，如果該航管單位裡因領導者行為及組織文化等因素，無法使成員對組織認同時，其值勤效率必然不佳，嚴重時甚至會影響飛安。

(十三) 跨單位軍民協調作業

政府部門間的協調溝通，向來是個難題，有些公共政策的推動及執行具有跨層級、跨部門、跨領域的特性(朱鎮明，2011)。軍民航管單位在作業協調上就有類似情形，因為攸關飛安，所以在聯絡上有更為緊迫的時效性；而我國的空域依地區及權責分為軍、民方航管及戰管，戰機執行敵機攔截的過程中，須經過不同管制單位，接收到不同單位的長官指示，航管人員為了遂行命令、管制作業順遂及維護飛安，就必須綿密的以有、無線電相互協調，加上協調事項須經過各自單位的權責長官同意，將會形成一個冗長且繁雜的過程(如圖5、6所示)，單位時間內所須協調聯繫的狀況通常不會僅有單一事件，往往是2至3件同時發生，有時甚至4到6件以上，且狀況都十分緊迫，有無線電內所傳達的資訊量將非常龐大，繁忙程度超出常人想像，在接收訊息爆量的情況下，有可能會超出處置極限，此時就會有「資訊漏報」及「協調時效過久導致狀況處置不及」等疏失。

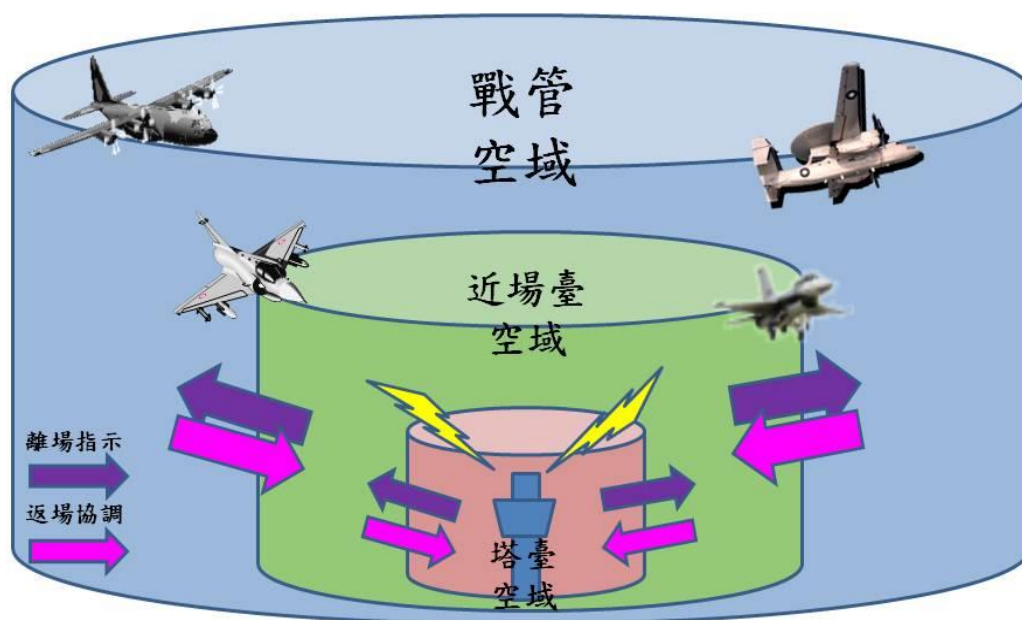


圖5 空域離到場協調示意圖
資料來源：本研究整理。

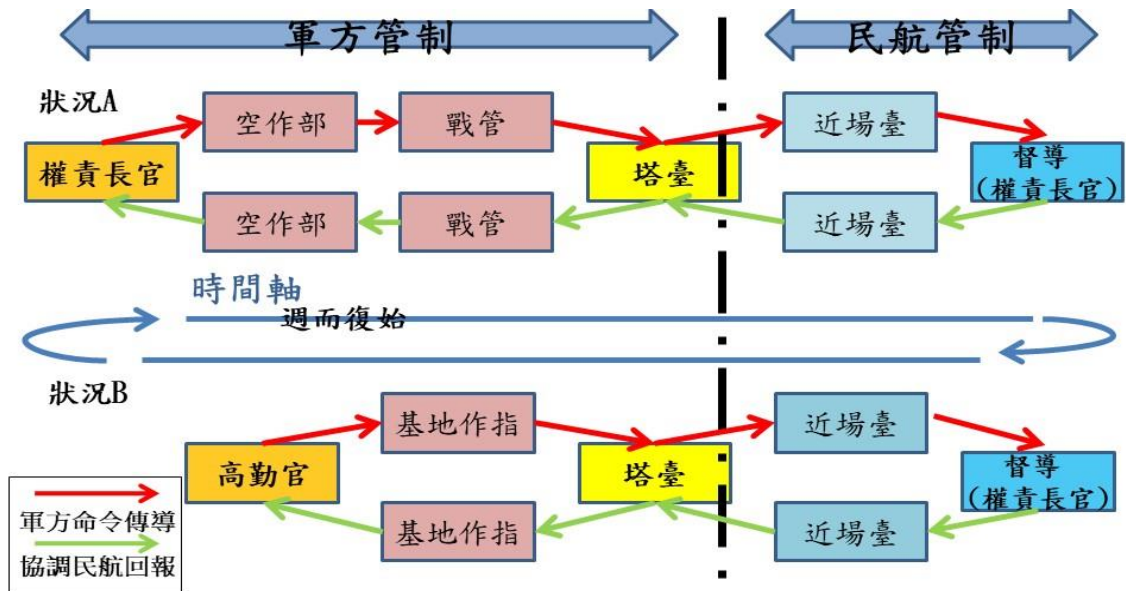


圖6 軍民航戰管命令傳導協調流程圖

資料來源：本研究整理。

(十四) 能力考核標準不一

在先進國家的航管單位之所以能提供較「高」的航空運輸服務品質、維持飛安事件的「低」發生率，在於重視人員基礎訓練，並且落實「管理」、「督導」與「考核」(徐瑋，2003)。其中考核是維持航管人員能力水平，且先期發現單位或個人病灶的方法之一，像是民方航管人員在完訓之後，都會由民航局航管組、飛航服務總臺及航訓所等檢定人員所組成之考核編組，協同執行各訓練階段考核及席位能力鑑定，過程相當嚴謹，落實擔任維護飛安及提供優良服務之關鍵要角(陳芊妤，2005)；相較民航局，空軍航管考核的過程同樣嚴謹，通航資聯隊每年均會依計畫赴各單位執行簽證稽核及訓練成效考察，以驗證部隊訓練是否落實，並針對工作能力實施全員普測，學科考核均有鑑定標準，惟術科考核如遇航行量、狀況複雜度及督考人員主觀標準等時空環境不同時，就會有不一致的考核結果。黃國茹(2011)指出民航局人員考核都在不同地區進行，雖考核標準一致，但航行量不同，會影響部分結果，此種情形在軍民雙方均存在，如因考核標準不一，而未發現人員能力不足以應付所面臨的狀況，那麼長期累積下來，就會是一個嚴重的飛安罅隙。

(十五) 專家訪談

本研究針對上述所提及之風險態樣，其中「管制員信心大過於能力」、「填鴨式速成教育學習」、「多重規範及長官命令介入」及「人員組織認同影響值勤

效率」等文獻支持較少的部分，藉由「專家訪談」(5位航管服務年資10年以上，均擔任過高司決策單位參謀職務人員)之方式，使其在既有文獻理論基礎上，輔以專家經驗支撐，並將其口述內容歸納整理(如表3)。

表3 風險態樣專家訪談意見概述表

風險態樣	訪談內容概述				
	專家甲	專家乙	專家丙	專家丁	專家戊
管制員信心大過於能力	常見於初學者，有時是求好心切	極具風險，一旦發現，便會斷然接手處置	初學者常見，偶爾資深人員也會犯	航管 19 年經驗，每次新進人員值勤，都會特別防範	這不是正確的心態，我值班都較趨保守，避免發生
填鴨式教育學習	人力斷層問題始終存在，要靠資深人員來補強經驗	在值班人力考量及考核標準兩難，有時候只能勉強接受	因職務異動，更換駐地，為了要快速上班，也是不得已	大環境下不得已情況，知其然不知所以然，具有潛在風險	人員資質問題，有時也只能填鴨式教育教導後進
多重規範及官命介入	盼長官能尊重航管專業	為滿足軍方作戰需求，這是必須承受之風險	如可能應遵循共同標準，依法執行	各機場特性及任務不同，也會導致此種情況	確實是值班風險之一，要防範也要教育長官
人員組織認同影響值勤效率	航管是一份需要使榮譽使命及堅持的工作	守護飛安的任务，價值認同與否十分重要	單位和樂，自然會影響值勤氣氛及效率	不一定喜歡帶飛機，但使命感讓我必須兢兢業業	沒有責任感或認同，上席位帶飛機確實有風險

資料來源：本研究整理。

參、AHP研究方法結合HFACS架構

一、風險態樣篩選

(一) 專家意見評量

為瞭解本研究所設定的各項風險態樣是否可成立層級架構，納入後續AHP研究方法，各項風險態樣除相關文獻支撐外，並由專家針對各態樣實施前測問卷，對象設定為空軍航管專長服務達8年以上，已取得教官級(A級)合格簽證能力之中高階幹部，希藉其具備部隊實務及管理決策的專業認知，協助篩選合宜之層級架構，以確立先前所歸納出14項航管風險態樣對飛航安全之影響，採用Likert量表，分別為「非常重要」、「重要」、「有點重要」、「普通」、「有點不重要」、「不重要」、「非常不重要」七種，計分方式分別為7、6、5、4、3、2、1分，讓受訪者勾選對該項態樣之同意程度，藉分析專家對各項影響因素的看法，以判定該項風險態樣之重要性，並判斷專家對各項素間看法是否一致，除符合AHP理

論所提「意見需具一致性」之規範外，由統計數值來獲得較大比重之可信結果。

(二) 前測結果分析

前測問卷回收計 14 份，並統計出專家針對各項態樣之評量分數，依評量分數整理出各態樣的平均值(μ)介於 5.64-6.64 間，標準差(σ)的評量分數介於 0.47-1.18 間，變異係數(Coefficient of Variation; C.V.)的評量分數介於 0.07-0.2 間(如表 4)，檢視表 4 三項指標，其中平均值均大於 5 分，表示專家皆認為所評估之風險態樣在「有點重要」以上，雖然有部分準則標準差 ≥ 1 (標準差最高 1.18)，惟整體而言專家意見離散程度尚可接受，而各準則變異係數均小於 0.3，顯示專家意見具高度一致性，故據問卷回饋結果，本研究所整理之 14 個風險態樣皆可納入 AHP 評估要素中。

表 4 前測問卷-態樣評估指標表

項次	風險態樣	μ	σ	C.V.	保留/ 刪除
1	軍中倫理及席位專制影響飛安	5.85	1.18	0.2	保留
2	組織認同影響值勤效率	6	0.75	0.12	保留
3	跨單位軍民協調作業	6.35	0.71	0.11	保留
4	填鴨式速成教育學習	6	0.92	0.15	保留
5	多重規範及長官命令介入	6.5	0.5	0.07	保留
6	未落實任務分配及勤前提示	6.35	0.61	0.09	保留
7	環境適應不良	5.71	0.79	0.13	保留
8	組員資訊未有效傳達(溝通不良)	6.64	0.47	0.07	保留
9	身心狀況管控不佳造成疲勞	5.78	1.01	0.17	保留
10	臨場抗壓力不足導致失能	6	0.75	0.12	保留
11	能力考核標準不一	5.64	1.1	0.19	保留
12	未按標準作業程序	6.43	0.62	0.09	保留
13	自信大於能力(過度自信)	6.21	0.93	0.15	保留
14	人員警覺/謹慎性不足	6.5	0.62	0.09	保留

資料來源：本研究整理。

二、確立層級架構

本研究以人因因素分析與歸類系統所劃分「不安全的行為」、「不安全的前置狀況」、「不安全的督導或支援」及「組織(管理)之影響」等四個構面導入架構主準則，並將文獻探討之「軍中倫理及席位專制影響飛安」、「組織認同影響值勤效率」、「跨單位軍民協調作業」、「填鴨式速成教育學習」、「多重規範及長官命令介入」、「未落實任務分配及勤前提示」、「環境適應不良」、「能力

考核標準不一」、「組員資訊未有效傳達」、「身心狀況管控不佳造成疲勞」、「臨場抗壓力不足導致失能」、「未按標準作業程序」、「自信大於能力」及「人員警覺/謹慎性不足」等 14 項航管風險態樣導入本研究層級架構之「次準則」成為評估要素，如表 5 所示，形成完整之層級架構，並據以規劃設計符合層級分析法理論的問卷內容。

本研究最終要探討的問題是在空軍航管作業中人因影響飛安的關鍵要素，故在確立層級架構上，最上層的「目標」設定為「空軍航行管制作業影響飛航安全之人為因素探討」，而第二層的主準則導入了近代飛安事件分析調查常用的人因因素分析與歸類系統(HFACS)理論來分類，接續從文獻回顧中整理出的各項要素形成最後第三層的次準則。

表 5 航管風險態樣分類表

項次	風險態樣(次準則)	HFACS 屬性	主準則構面
1	軍中倫理及席位專制影響飛安	組織運作及文化	(一) 組織的影響
2	組織認同影響值勤效率	組織文化	
3	跨單位軍民協調作業	組織運作	
4	填鴨式速成教育學習	組織文化	
5	多重規範及長官命令介入	不適切的督導	(二) 不安全的督導
6	未落實任務分配及勤前提示	違規的督導	
7	能力考核標準不一	不適切的督導	
8	組員資訊未有效傳達	個人準備狀況	(三) 不安全行為的前置條件
9	環境適應不良	物理/技術環境	
10	身心狀況管控不佳造成疲勞	組員資源管理	
11	臨場抗壓力不足導致失能	不佳的心智/生理狀態	(四) 不安全的行為
12	未按標準作業程序	技術操作的錯誤	
13	自信大於能力	決策的錯誤	
14	人員警覺/謹慎性不足	知覺的錯誤	

資料來源：本研究整理。

三、層級分析

本研究採用層級分析法(Analytic Hierarchy Process, AHP)探討空軍航行管制作業屬於人為因素疏失影響飛安風險之權重及考量，問卷發放對象設定在具備空軍航管工作「教官級」合格簽證、管制技能純熟且服役滿 8 年以上之專業人員為主，期藉這些航管專家之領導決策經驗，尋求各層級要素重要影響優先順序，得以分析出部隊運作經驗中影響飛安較大且迫切需要改變之作業環節，以供空軍航管單位後續管控人為因素、推展業務及教育訓練參考運用；另考量在政策及執行服務

之專家，其看法或許會因環境及思考面向而有所不同，故分別訪談高司及部隊單位之專家，可使本研究所得數據同時具有政策面及執行面之意見。

在專家的資格限定部分，服務年資設定為航管專長於部隊服役 8 年以上且取得 A 級合格簽證者，高司受試單位(政策面)，規劃以計畫督管、學校及訓練機構等聯兵旅以上層級之單位人員為主，而基層單位(執行面)以航行量大、軍民合用機場或高風險管制單位為主，訪談一線執行面資深工作人員，規劃以少校分隊長、上尉督導長及士官長班長為主，如部隊單位因勤務致人數不足時，再依當時人員留駐情況，適時調整訪談符合專家資格之資深中尉及上士，希藉其在航管長年所累積工作經驗，協助本研究歸納出各項潛在危安因素之改善權重排序，共計發放 56 份問卷(如表 6)。

表 6 AHP 專家問卷受訪者背景資料(N=56)

項次	服役單位	受訪人數	駐地	施測方式
1	高司 A 機關	6	桃園八德	親赴現地
2	高司 B 機關	11	臺北松山	親赴現地
3	高司 C 機關	4	臺北松山	親赴現地
4	基層第 A 中隊	5	臺南機場	郵寄
5	基層第 B 中隊	12	臺中機場	親赴現地
6	基層第 C 中隊	3	嘉義機場	郵寄
7	基層第 D 中隊	11	屏東機場	親赴現地
8	基層第 E 中隊	4	空軍官校	郵寄

資料來源：本研究整理。

肆、研究結果

一、一致性檢測結果

AHP 問卷最終回收計 50 份，分別有高司單位人員 19 份，基層部隊人員 31 份，將每份問卷評量資料輸入 Expert Choice 11 系統得出一致性指標(C.I.)後，再經換算後計有 27 份問卷 C.R.值 > 0.1，表示其填註內容之優劣排序邏輯或權重強度遞移性不符合 AHP 理論規範，餘 23 份問卷 C.R.值 ≤ 0.1，符合 AHP 理論規範。

二、各階層專家(決策、執行、整體)面向評估分析

本研究符合一致性檢定之有效問卷計 23 份，區分為「決策面」階層 8 份，「執行面」階層 15 份，分別計算主準則權重、次準則權重及整體權重後(如表 7)，將數據套入層級架構；另整理「決策」、「執行」及「整體」各階層主、次準則權重數值及排序(如表 8)，針對各層面所評量出權重及優先順序做綜合分析並提出小結。

表 7 有效問卷整體評選優序統計表

主準則/權重		優序	次準則	權重	整體權重	優序
不安全的行為	0.405	1	未按標準作業程序	0.650	0.263	1
			人員警覺/謹慎性不足	0.236	0.096	3
			自信大於能力	0.113	0.046	8
不安全行為的前置條件	0.270	2	組員資訊未有效傳遞	0.545	0.147	2
			臨場抗壓力不足導致失能	0.226	0.061	6
			環境適應不良	0.123	0.033	11
			身心狀況管控不佳造成疲勞	0.105	0.028	13
不安全的督導	0.197	3	未落實任務分配及勤前提示	0.403	0.079	4
			能力考核標準不一	0.352	0.069	5
			多重規範及長官命令介入	0.245	0.048	7
組織的影響	0.128	4	跨單位軍民協調作業	0.301	0.039	9
			軍中倫理及席位專制影響飛安	0.268	0.034	10
			填鴨式速成教育學習	0.223	0.029	12
			組織認同影響值勤效率	0.208	0.027	14

資料來源：本研究整理。

表 8 各階層主、次準則權重及優先順序分析表

類別	項目	決策面		執行面		整體面	
		權重	優序	權重	優序	權重	優序
主準則	不安全的行為	0.344	2	0.404	1	0.405	1
	不安全行為的前置條件	0.191	3	0.296	2	0.270	2
	不安全的督導	0.405	1	0.123	4	0.197	3
	組織的影響	0.060	4	0.177	3	0.128	4
次準則	未按標準作業程序	0.189	2	0.281	1	0.263	1
	組員資訊未有效傳遞	0.090	5	0.172	2	0.147	2
	人員警覺/謹慎性不足	0.118	4	0.077	3	0.096	3
	未落實任務分配及勤前提示	0.233	1	0.038	10	0.079	4
	能力考核標準不一	0.128	3	0.042	9	0.069	5
	臨場抗壓力不足導致失能	0.058	6	0.057	4	0.061	6
	多重規範及長官命令介入	0.044	7	0.043	8	0.048	7
	自信大於能力	0.037	8	0.046	7	0.046	8
	跨單位軍民協調作業	0.015	12	0.056	5	0.039	9
	軍中倫理及席位專制影響飛安	0.012	14	0.055	6	0.034	10
	環境適應不良	0.022	9	0.037	11	0.033	11
	填鴨式速成教育學習	0.019	11	0.032	13	0.029	12
	身心狀況管控不佳造成疲勞	0.021	10	0.030	14	0.028	13
	組織認同影響值勤效率	0.014	13	0.034	12	0.027	14

資料來源：本研究整理。

(一) 主準則評量分析

1. 「決策面」階層主準則權重優先順序分別為「不安全的督導」 $0.405 >$ 「不安全的行為」 $0.344 >$ 「不安全行為的前置條件」 $0.191 >$ 「組織的影響」 0.060 。

2. 「執行面」階層主準則權重優先順序分別為「不安全的行為」 $0.404 >$ 「不安全行為的前置條件」 $0.296 >$ 「組織的影響」 $0.177 >$ 「不安全的督導」 0.123 。

3. 「整體」主準則權重優先順序分別為「不安全的行為」 $0.405 >$ 「不安全行為的前置條件」 $0.270 >$ 「不安全的督導」 $0.197 >$ 「組織的影響」 0.128 。

4. 小結：

(1) 「決策面」受試者覺得「不安全的督導」係影響飛安最重要之人為因素種類，而「執行面」受試者則覺得「不安全的行為」才是最重要的因素種類，以研究者本身曾於空軍司令部及基層航管部隊服務之經驗分析，可能是因為決策階層的專家，因服務於高司管理單位，職掌屬於督導管理全軍航管飛安業務及計畫發展，故認為組織管理者須肩負起督導業務之責，故將飛安事件在指揮督導的層面上做較強烈的因果鏈結，而基層部隊的一線值勤專家大部分均是直接參與班務運作的正、副席位人員，故認為「不安全的行為」是最直接影響且導致飛安事件肇生的主因。

(2) 結合決策面與執行面的「整體」來說，受試者評量結果在「不安全的行為」項目上具有高度的意見一致性，認為該項目係影響飛安事件發生的重要人為因素，亦普遍認為「組織的影響」項目對於航管作業飛安影響較小。

(二) 次準則評量分析

1. 「決策面」階層次準則權重排序摘要前 5 項次分別為「未落實任務分配及勤前提示」 $0.233 >$ 「未按標準作業程序」 $0.189 >$ 「能力考核標準不一」 $0.128 >$ 「人員警覺\謹慎性不足」 $0.118 >$ 「組員資訊未有效傳遞」 0.090 。

2. 「執行面」階層次準則權重排序摘要前 5 項次分別為「未按標準作業程序」 $0.281 >$ 「組員資訊未有效傳遞」 $0.172 >$ 「人員警覺\謹慎性不足」 $0.077 >$ 「臨場抗壓力不足導致失能」 $0.057 >$ 「跨單位軍民協調作業」 0.056 。

3. 「整體」次準則權重排序摘要前 5 項次分別為「未按標準作業程序」 $0.263 >$ 「組員資訊未有效傳遞」 $0.147 >$ 「人員警覺\謹慎性不足」 $0.096 >$ 「未落實任務分配及勤前提示」 $0.079 >$ 「能力考核標準不一」 0.069 。

4. 小結：

- (1)「決策面」受試者覺得「未落實任務分配及勤前提示」係本研究次準則中影響飛安最為重要的疏失態樣，而「執行面」受試者則覺得「未按標準作業程序」才是，以研究者本身辦理空軍航管業務及實際值班經驗分析，推判是因為決策階層的專家服務於高司單位及現階段工作立場，認為組織管理者須落實任務分配及勤前提示之責，如能完善規劃任務執行，將可消弭諸多風險於無形，是一種事先預防的觀念；而基層值勤人員每日必須重複同樣的管制工作，深切體認到標準作業程序的重要性，可以說是奉為班務運作的圭臬，故認為只要能確實按標準作業程序執行每個程序、步驟、要領，便能避免可控的人為疏失，杜絕飛安事件肇生。
- (2)結合決策面與執行面的「整體」權重，受試者評量結果在「未按標準作業程序」項目上具有高度的意見一致性，認為該項目係影響飛安關鍵之首要，而整體評量排序 2 及 3 的項次分別為「組員資訊未有效傳遞」及「人員警覺性不足」應納入後續改善航管作業人為因素的首要項目；另外，「決策面」受試者重視的「未落實任務分配及勤前提示」項目，亦應該是航管人為因素管理重點之一。

三、綜合評估分析

(一) 專家群意見的一致性

專家意見蒐整最終回收 50 份問卷，其中通過一致性檢定 23 份，未通過一致性檢定的 27 份，然這 27 份問卷雖不符合一致性比率，但經本研究整理。分析「通過」及「未通過」一致性檢定的評量數據後，發現兩種問卷結果的專家群對主準則評量優序上完全相同，且都認為「不安全的行為」是最為影響飛安的人為因素，而在次準則評量上，雖然排序上有差異，但仍可觀察出部分意見相同的脈絡，其中以「未按標準作業程序」係專家群一致高度認同的關鍵因素，綜合比較的結果呈現出，無論問卷的 C.R.值檢定合格與否，整理受訪者意見仍是有一致性(如表 9)。

(二) 人類大腦限制與有限理性影響

本研究透過文獻分析所歸納出來航管作業中影響飛安的人為因素有 14 項，在各項人為因素的評量比較可說是一個複雜且多元的問題抉擇，而層級分析法的原理淺顯易懂，蒐集評量數據容易，能同時彙整專家與決策者之意見，主要應用在多準則決策問題上，然 Miller (1956)指出人類受大腦處理資訊能力的限制，當問題的選項超過 7 個以上時，就有可能超過我們大腦的負荷，導致無法有效的判斷及

比較。這也是 AHP 研究方法常出現的問題，若是設定的準則過多時，受試者會有混淆的情況發生，一致性檢定不易通過(Belton & Gear, 1985)。就研究者觀察，在成對比較的評量中，有時會出現兩兩準則間優劣及強度關係的遞移性(A 大於 B，B 大於 C，則 A 一定大於 C；A 為 B 的 3 倍，B 為 C 的 2 倍，則 A 為 C 的 6 倍)不符合邏輯的現象，在此種情況下，研究者必須與受試者反覆的修正或確認所填問卷內容，俾利取得專家正確的判斷。

表 9 專家群問卷(一致性符合/不符合)綜合評比排序表

主準則	符合 C.R.值(23 人)		不符 C.R.值(27 人)		全數問卷(50 人次)	
	綜合排序					
不安全的行為	1		1		1	
不安全行為的前置條件	2		2		2	
不安全的督導	3		3		3	
組織的影響	4		4		4	
符合 C.R.值次準則/排序	不符 C.R.值次準則/排序		全體問卷次準則/排序			
未按標準作業程序	1	人員警覺/謹慎性不足	1	未按標準作業程序	1	
組員資訊未有效傳達	2	未按標準作業程序	2	組員資訊未有效傳達	2	
人員警覺/謹慎性不足	3	臨場抗壓力不足 導致失能	3	人員警覺/謹慎性不足	3	
未落實任務分配 及勤前提示	4	自信大於能力	4	臨場抗壓力不足 導致失能	4	
能力考核標準不一	5	組員資訊未有效傳達	5	能力考核標準不一	5	

資料來源：本研究整理。

行為科學理論指出，人類僅具備有限理性(bounded rationality)，做出決策時受心理、組織、多元價值、利益及情境等因素所影響(Simon et al., 1987)。也就是說，並非因為問卷受試者是具資深經驗之專家，做出決策就全然是具備理性，專家亦會憑據主觀意見及以個人經驗法則來判斷事物，故我們可以推判在本研究中各項主準則及次準則的兩兩成對比較中，受試的專家可能受各項因素之影響，而在問卷評量的選項中，尋求一個貼近實際作業經驗的選項，故會有產生問卷評量結果不符合邏輯性及一致性比率的情況發生。

伍、結語

一、研究發現

本研究層級架構的主準則，經問卷的分析結果，專家一致認為「不安全的行為」係影響飛安最為關鍵之人為因素，對空軍航行管制作業之飛安最具威脅，而

在次準則部分，「未按標準作業程序」這類之疏失是專家認同最容易發生，且對整體飛安事件來說深具影響，相關次準則分析之各階層專家評量結果如下：

(一)「決策」階層：

「未落實任務分配及勤前提示」是高司決策之專家群認為各項次準則中最為重要的因素。

(二)「執行」階層：

「未按標準作業程序」係基層部隊專家群認為最重要的因素。

(三)「整體」人員：

「未按標準作業程序」、「組員資訊未有效傳遞」及「人員警覺\謹慎性不足」等 3 項依序是整體專家群認為各項次準則中排序前 3 名之重要因素。

本研究探討內容與空軍航行管制作業層面息息相關，從文獻回顧中我們得知「人」是控制風險及產生風險的最大來源之一，如能針對「人為因素」有效的控管，便有機會將潛在危安消弭於無形，而依本研究專家群意見顯示人為因素中又以「不安全的行為」是產生風險危害的最關鍵項目，因素中細分「未按標準作業程序」、「組員資訊未有效傳遞」、「人員警覺\謹慎性不足」及「未落實任務分配及勤前提示」等 4 項較為重要，故建議我空軍航管政策單位及基層部隊及應全般檢視上述影響飛安之風險肇因，並針對各項因素研擬出適切的解決方案；另定期探討各階層重視且易發生之「人為因素」，強化教育訓練及風險管理作為，將尚有不足(良)的制度及環境加以改善，俾提升整體飛安。

二、研究建議

(一) 方案建議(理論意涵)

承上結論，「未按標準作業程序」、「組員資訊未有效傳遞」、「人員警覺\謹慎性不足」及「未落實任務分配及勤前提示」等 4 項要素係航管人為因素重點改善的方向，就理論上來說，未按標準作業程序可能是人員對 SOP 不熟稔或是值勤紀律不佳，可透過「值勤前重點複習」來達到增加工作熟練及紀律要求的目的，而組員資訊未有效傳遞，可能是因為人員僅專注於自我席位的領域範圍內，未能與值勤間各席位保持訊息暢通，所以須「強化各席位間鏈結」，另外人員警覺\謹慎性不足的部分，理論上航管值勤人員不會有「飛安事件不會發生」的這種疏忽大意心態，只是會發生什麼態樣的飛安事件無法預期，也並非每個人對各式各樣的飛安事件均有處置經驗，所以如果能事先吸收足夠的案例經驗，並有預先心理

準備，應可儘量避免因人員警覺\謹慎性不足所肇生的飛安事件，最後未落實任務分配及勤前提示這個部分，正常來說，航管工作中心設立督導席這個職位，除了帶領班務及工作中心運作發展外，就是為了執行任務分配及勤前提示，所以督導人員恪遵職責與否，對整體班務運作及飛安維護來說，極其重要。

(二) 方案建議(實務意涵)

結合上述 4 項理論建議，筆者提出可行之具體方案，透過每日上班前實施 10-20 分鐘具「重點複習、印象加深、強化席位鏈結」之高效率任務提示(如圖 7 所示)，期改善本研究結論之 4 項風險因素，執行細項說明如次：

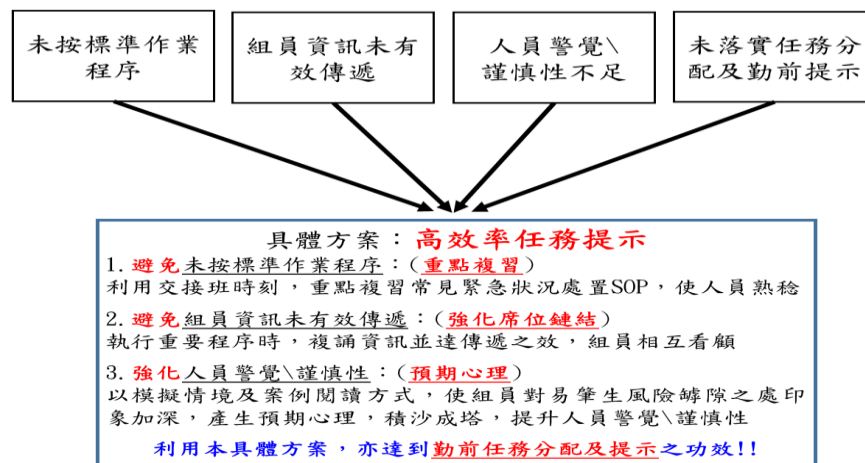


圖7 高效率任務提示作業圖

資料來源：本研究整理。

1.SOP 重點複習

利用每日交接班時，重點複習各席位職掌之緊急狀況處置 SOP，使其印象加深，熟稔各項處置步驟，避免人員未按程序作業之情事發生。

2.強化席位鏈結

提示時要求組員於班務運作中，執行關鍵程序或接收到重要訊息時，適時複誦資訊予組員週知，並達到資訊傳遞之功效；另組員值勤空檔時，相互看顧狀況，強化席位職掌之鏈結。

3.預期心理

督導人員應以模擬情境及案例閱讀方式，協助組員想像相同情景發生之體驗，使組員於上班前便產生預期心理，並對易肇生風險罅隙之處印象加深，提升人員警覺\謹慎性。

4.任務提示

本方案之發想，便是一個具體的任務分配及勤前提示作業，並訓練督導人員如何利用簡短時間，高效率的完成以上 3 項教育。

(三) 平時訓練建議

1. 靈活標準作業程序練習及應用

標準作業程序之重要性，對各行各業來說都是不可言喻，故於平時應定期實施學、術科測考；另為避免人員因背誦 SOP 產生過多的壓力及負荷，可利用每日上下班前 10 分鐘，對於今日值勤狀況仍記憶猶新時，複誦對應情況之處置程序，並搭配模擬實作及製作個人專屬使用之 SOP 提示小卡，以供上班時使用。

2. 強化席位鏈結改善組員資訊傳遞

航管作業各組員間應能相互配合及協助，而人員常常於值勤時，僅能專注眼前工作，無法感受到其他席位的視角及所面臨狀況，故可在航情許可的空檔，且資深人員在場督導的情況下，執行席位交互見習訓練，舉例地面席(C 級)見習機場席(B 級)，機場席(B 級)見習督導席(A 級)，而督導席(A 級)於 C 級人員見習期間，接替地面席空檔，席位間彼此協助，並藉此交換資訊及想法。現階段基層航管部隊已有席位見習機制，為強化席位間鏈結，應增加交換輪值的頻次，提供各席位向上提升的經驗，形成常態良性之互動，能使班員更瞭解彼此工作之特性，進而改善組員間資訊的傳遞；另無論於席位交替見習期間或是一般值班狀態，督導人員均應負起「資訊傳遞守門員」的角色，適時補充副知班員間未能有效傳遞之訊息，避免因資訊疏漏而肇生飛安(如圖 8 所示)。

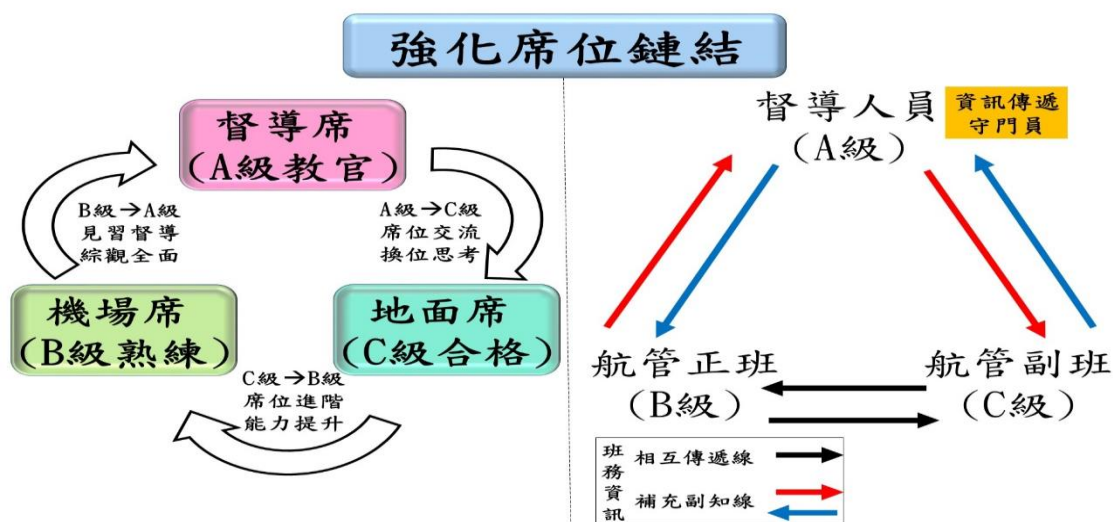


圖8 席位鏈結強化圖
資料來源：本研究整理。

3.善用情境模擬提升人員警覺

由於每個人與生俱來的心理素質及敏感度都不同，故我們僅能透過後天的訓練，藉由飛航管制模擬訓練系統，輔助受訓人員進入所設定之模擬場景，並由教官配合情境時序，發布緊急狀況，要求訓練組員實施處置，加深人員對飛安風險發生前的徵候及罅隙之印象，期使提升警覺與謹慎性。

(四) 後續精進方向

本研究僅針對空軍航管人為因素探討，然我國航管作業除軍民合用\軍用機場由軍方負責外，大部分空域管制為民航局所轄，由於管制區域及作業內容不同，肇生風險之人為因素亦有差異，如軍民航能在此議題上進行探究及經驗交流，想必對雙方都有實質助益，囿於軍民雙方轄管權責不同，種種限制因素係研究者力有未逮之處，後續如能克服，可分別就軍民航不同管制性質之人為因素進行探究，藉以全面檢視整體航管風險，促進軍民航交流，減少雙方跨單位協調作業之窒礙。

「人為因素」是本研究主要探討重點所在，經各階層專家評量出結果後，政策單位及基層部隊可據以擬定應對方針，改善整體飛安環境，而部分的人為因素恐受到「人格特質」影響，亦可能與人員與生俱來的敏感度及積極性有關，如果能分析出「人格特質」與人為因素生成之相關性，便有機會實施事前預防，將分析結果用於航管專長的人員篩選，發掘合適擔任航管任務的人格特質，屏除不適合的，並適時提供高風險人員協助及輔導，防範人員失誤於未然。

參考文獻

一、中文部分

王沂淼(2014)。淺談「填鴨式」教育。《考試與評價》，7，128。

王明揚、林瑞芬(2014)。以深化之人為因素分析與歸類系統發展人為失誤根本原因分析技術。國科會研究計畫。

民用航空局、空軍司令部(2022)。《飛航管理程序(ATMP)第16版》。臺北：民用航空局。

交通部民用航空局(2004)。《民航通告-組員資源管理(CRM)訓練》，取自 <https://www.caa.gov.tw/Article.aspx?a=1186&lang=1> (檢索日期：2023/3/2)

朱鎮明(2011)。政策協調機制及其評估制度。《研考雙月刊》，35(3)，23-39。

李開復、陳楸帆(2021)。《AI 2041：預見10個未來新世界》。臺北：天下文化。

- 徐瑋(2023)。我國與歐日港飛航管制人員訓練方式之比較研究。新竹，國立交通大學管理學院碩士論文。
- 國防部(2017)。中華民國 106 年國防報告書。臺北：國防部。
- 國防部空軍司令部(2009)。空軍航行管制手冊。臺北：國防部空軍司令部。
- 國家運輸安全調查委員會(2019)。台灣飛安統計報告 2009-2018，取自 <https://www.ttsb.gov.tw/media/3297/%E5%8F%B0%E7%81%A3%E9%A3%9B%E5%AE%89%E7%B5%B1%E8%A8%88-2009-2018.pdf> (檢索日期：2023/3/2)
- 許順旺、林顯邦、張姮燕(2011)。國際觀光旅館客房部門員工壓力源，組織認同與績效表現之相關研究：以調適行為為干擾變項。人力資源管理學報，11(1)，1-25。
- 連淑君、劉盈利、洪嘉宏(2014)。飛航管制員工作疲勞之影響因素。航運季刊，23(2)，101-122。
- 陳芊妤(2005)。新進飛航管制員實務訓練教學模式之探討。臺北，國立臺灣師範大學社會教育學系碩士論文。
- 陳碧宗(2006)。國際企業外派員工之人格特質、跨文化訓練、跨文化調適與工作績效關係模式之研究-以美商在台子公司為實證。臺南，長榮大學經營管理研究所碩士論文。
- 景鴻鑫(2009)。龍在座艙：中華文化與科技的百年掙扎。臺北：臺灣商務印書館。
- 黃國茹(2011)。應用職能模型探討我國飛航管制員選訓流程之研究。臺北，淡江大學運輸管理學系碩士班學位論文。
- 經紀人月刊(2008)。持續改善工作流程的平台：標準作業程序，取自 <https://www.managertoday.com.tw/articles/view/1435> (檢索日期：2023/3/2)
- 蔡金倉(2010a)。如何預防空中危安事件。空軍軍官雙月刊，153，75-87。
- 蔡金倉(2010b)。航行管制單位輪班制度之分析與策略。空軍軍官雙月刊，154，76-88。
- 鄭永安(2014)。人為因素與飛航安全。科學發展，495，20-24。
- 鄭仲仲、蔣煥榮(2005)。我們落實〈零災害〉預知預防危險的做法。工業安全衛生，198，41-59。

二、英文部分

- Albert, S., Ashforth, B. E., & Dutton, J. E. (2000). Organizational identity and identifi-

- cation: Charting new waters and building new bridges. *Academy of Management review*, 25(1), 13-17.
- Belton, V., & Gear, T. (1985). A series of experiments into the use of pairwise comparison techniques to evaluate criteria weights, *Decision making with multiple objectives* (pp. 375-387). Berlin: Springer.
- Bennington, A. J. (2000). *A case study exploration of leadership, communication, and organizational identification*. University of Texas at Austin.
- Dunning, D. (2011). *The Dunning–Kruger effect: On being ignorant of one's own ignorance*, *Advances in experimental social psychology* (Vol. 44, pp. 247-296). Amsterdam: Elsevier.
- Ellemers, N., De Gilder, D., & Haslam, S. A. (2004). Motivating individuals and groups at work: A social identity perspective on leadership and group performance. *Academy of Management review*, 29(3), 459-478.
- Gervais, S., Heaton, J., & Odean, T. (2002). *The positive role of overconfidence and optimism in investment policy*. (Rep. No. 15-02). Philadelphia, Pennsylvania : The Rodney L. White Center for Financial Research.
- Goldberg, L. R. (1981). Language and individual differences: The search for universals in personality lexicons. *Review of personality and social psychology*, 2(1), 141-165.
- Griffin, D., & Tversky, A. (1992). The weighing of evidence and the determinants of confidence. *Cognitive psychology*, 24(3), 411-435.
- Huang, M. H., Rust, R., & Maksimovic, V. (2019). The feeling economy: Managing in the next generation of artificial intelligence (AI). *California Management Review*, 61(4), 43-65.
- International Air Transport Association. (1997). *IATA safety report 1997*. Montreal, Canada: IATA.
- Miller, G. A. (1956). The magical number seven, plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information. *Psychological review*, 63(2), 81–97.
- Miller, V. D., Allen, M., Casey, M. K., & Johnson, J. R. (2000). Reconsidering the organizational identification questionnaire. *Management communication quarter-*

- ly, 13(4), 626-658.
- Nofsinger, J. R. (2005). Social mood and financial economics. *The Journal of Behavioral Finance*, 6(3), 144-160.
- Simon, H. A., Dantzig, G. B., Hogarth, R., Plott, C. R., Raiffa, H., Schelling, T. C., Winter, S. (1987). Decision making and problem solving. *Interfaces*, 17(5), 11-31.
- Thomas, A., & Chess, S. (1977). *Temperament and development*. New York: Brunner/Mazel.
- U.S. Department of Transportation, Federal Aviation Administration (2000). The human factors analysis and classification system—HFACS. (Rep.No. DOT/FAA/AM-00/7). Retrieved from <https://www.researchgate.net/publication/247897525> (檢索日期：2023/3/2)
- Wiegmann, D. A., & Shappell, S. A. (2001). Human error analysis of commercial aviation accidents using the human factors analysis and classification system (HFACS) (No. DOT/FAA/AM-01/3.). United States. Office of Aviation Medicine.

收件日期：2023 年 03 月 06 日

一審日期：2023 年 04 月 11 日

二審日期：2023 年 05 月 09 日

採用日期：2023 年 05 月 29 日

(本頁空白)