

2023年飛行安全半年刊

FLIGHT SAFETY

BI-ANNUAL MAGAZINE

2023



FLIGHT SAFETY July-December 2023

非賣品

Not-for-sale Item, given free by the publisher.



112年7月19-21日「機坪/空側安全管理班」



長榮航空公司首席副總何慶生先生以「遙控無人機對飛航作業之風險」為題，進行專題報告與討論。

01 編者的話	基金會	P.02
---------	-----	------

公 正 文 化

02 公正為何難伸？ Why is Just so Difficult?	蕭光需	P.03
	Hind Sight 35 Summer 2023	P.10
03 舉報與否 Whether Report?	蕭光需	P.18
	Hind Sight 35 Summer 2023	P.24
04 人工智慧與公正文化原則 Artificial Intelligence and the Just Culture Principle	蕭光需	P.31
	Hind Sight 35 Summer 2023	P.37

航空器駕駛員獎助金得主心得分享

05 優化自主健康生活管理，降低長途飛行所產生過度疲勞影響飛安	錢武正	P.43
06 安捷飛航訓練中心飛行前準備與飛行後歸詢與檢討	黃志瑋	P.548
07 座艙飛行操作分工與緊急處置作為強化飛航安全	呂忠倫	P.50
08 從「螺旋槳教練機」換裝「大型噴射客機」之飛行訓練差異與適應性	何偉綸	P.52
09 離島機場地形環境與腹地限制對飛機操作之影響與安全處置作為	詹博勛	P.54
10 112年空軍作業風險管理班紀要	吳忠萍	P.57

無人機資訊

11 當代無人機發展趨勢	蔡朋霖	P.61
12 112年飛安論壇-中大型無人機的應用與飛安	吳忠萍	P.67

編者的話

飛安基金會

財團法人中華民國台灣飛行安全基金會在 2023 年下半年完成了「機坪 / 空側風險管理班」、「人為因素意外事件調查班」、「安全管理系統民航專班」、「航空保安管理班」等國內訓練課程。另完成軍方作業風險管理教育訓練作業，共計 276 人結訓。

本會林董事長俊良代表基金會，偕同我國民航局及各主要民航代表於 11 月參加世界飛安基金會於法國巴黎舉辦之第 76 屆國際飛安高峰會。

本期刊物選錄三篇與公正文化及人工智慧相關譯文供各界參考，分別是：「公正為何難伸？」、「舉報與否？」及「人工智慧與公正文化原則」；專欄部分則刊載航空器駕駛員獎助金得主的五篇心得分享：「優化自主健康管理降低長途飛行所產生過度疲勞影響飛安」、「安捷飛航訓練中心飛行前準備與飛行後歸詢與檢討」、「座艙飛行操作分工與緊急處置作為強化飛航安全」、「從螺旋槳教練機換裝大型噴射客機之飛行訓練差異與適應性」及「離場機場地形環境與腹地限制對飛機操作之影響與安全處置作為；無人機部分則有「當代無人機發展趨勢」一文。

本刊物作為年末回顧與心得分享，祝各位會員新年快樂、萬事如意。

適逢年末，在此預祝各位佳節愉快

Happy 2024 !



公正為何難伸？現實世界中 「公正文化」遭遇之阻礙

蕭光霖 譯

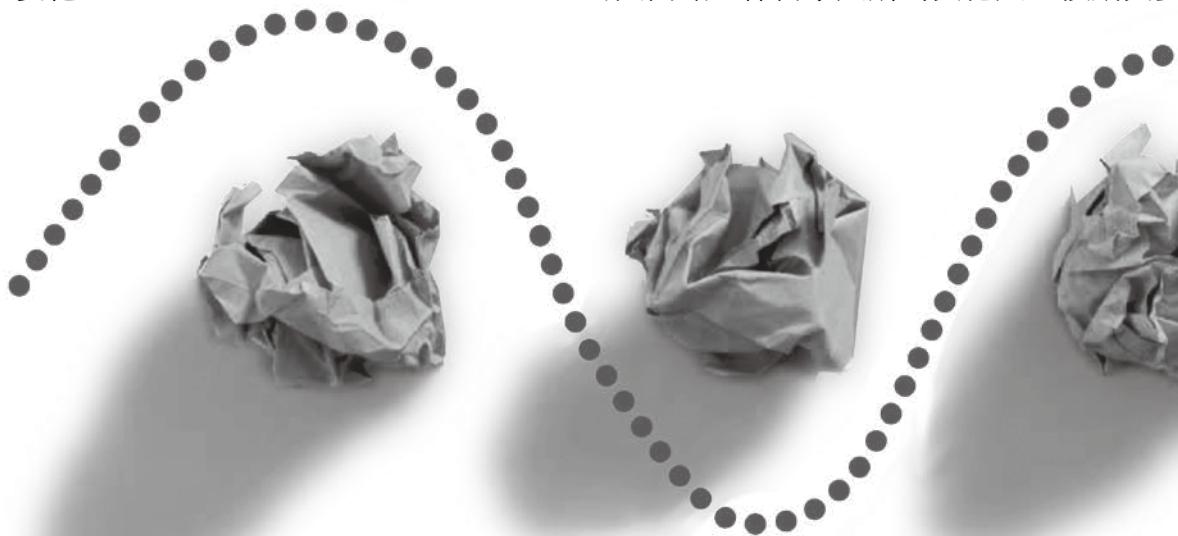
原文作者從其研究與實務工作中檢視我們試圖瞭解「公正文化」(Just Culture)時遭遇之多種障礙，讓讀者省思正義與安全，在這複雜世界中難以理解之本質。

「公正文化」的核心，不過是一項簡單體認：我們都會犯錯。我們偶爾會記不得、看不見、聽不到，對事物有錯誤認知、不當解讀與失準判斷，採取不符情況演變之決定，做出或說出不恰當的舉動或言辭。我們在家中客廳、工作處所、董事會，甚至在法庭上都會發生以上狀況。沒人躲得了。這些對我們不利的時刻，人人都遇得到。

因此我們如何以人性來論斷出錯的當事人？錯誤，應該不致於引起災難。需要人類操作完美才能控制的系統，是不良的系統，因為不合乎天性。複雜、攸關安全的系統，應該要防範人們在思考與肢體運作上所有之常態性變化。

但是有時候，事情很容易就演變成災難性岔錯。所以此仍為不易化解之難題。當作者在 1990 年代還是年輕的心理學學生，當時就對此主題感到興趣。針對這項主題，作者終於在 20 年前完成博士論文。作者曾閱覽數百件學術論文、分析數百項事件報告，在管制室與模擬機上耗費數百小時觀察與訪談管制員，以探究思考迷糊 (brain blips) 情況的共同點為何？

當時，作者以身為心理學家之觀點檢視「認知錯誤」(cognitive errors)，而這些情況之共同點，係當事人之動機與預期之間產生偏差。但對於其他關係人而言，這些情況的共同點，係當事人所為與他人之預期與要



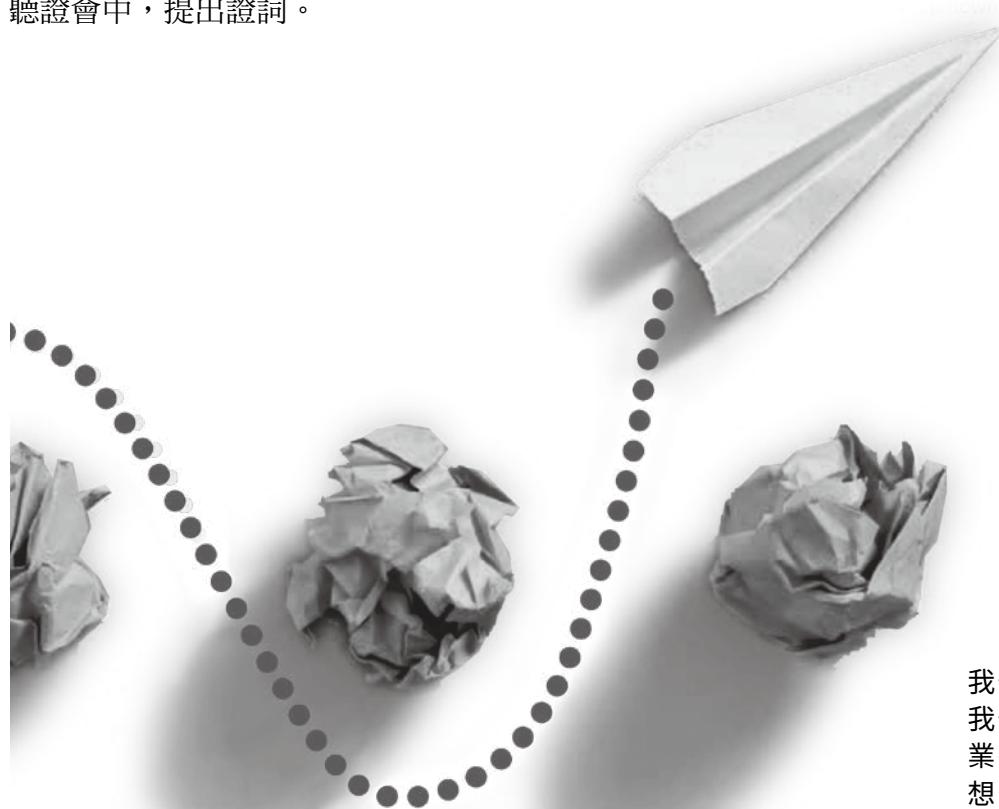
求產生偏差，其他人士包括專家、組織（公司）、刑法體系、媒體與百姓。此點讓作者益發感到不安。許多人將「人為錯誤」（human error）視為是事件肇因及罪責源頭。此點卻讓事情變成更加複雜。尤其是討論決策與慣例時，就會涉及行為與實踐領域之討論。惟對與錯，並非黑白分明。

作者與同僚曾在過去約10年之中耗費超過30個星期，在30個以上的國家之飛航服務公司，與飛航管制員、工程師、經理、安全專家及其他職類人員相處，討論工作場域中的「公正文化」與安全文化。作者與同僚、檢察官、法官、飛航組員與飛航管制員一同共事。在病患安全方面，作者與醫療保健業共同規劃「公正文化」實施作法，在英國國會大廈（Houses of Parliament）某委員會會議中提出與聽取證詞，並在「重大過失殺人」（Gross Negligence Manslaughter）檢討之聽證會中，提出證詞。

作者在這段期間獲得各界觀點繁雜、多元、交錯，無法全部持平回復。但其中對於「公正文化」形成之諸多阻礙已然成形。而這就是對於實踐上舉步維艱之原因，此即本文之主題。文中所述之個別形態之阻礙，皆可立論專書探討，文中所列舉、描述之阻礙，希望讓讀者留下印象，如真要做出改善，就需對某些阻礙進行探討。

◎ 概念阻礙

歐盟法規第376/2014號規定（EU Regulation No 376/2014）定義「公正文化」為「幕僚職員不會因為受經驗、訓練驅使所採取之舉動、省略、建議或決定而受處分，但對於其重大過失、刻意違犯與破壞舉動不會寬容以待的一種文化」。但「公正文化」在本質上並非真的就是一種文化，甚或是次



我們的專業背景，讓我們對於正義以及職業行為的接納程度之想法根深蒂固。

文化。「公正文化」是一種理念，可以是一種說法或是不斷出現的場景。「公正文化」著重於文化中的一項特殊價值觀—正義。「公正文化」是採取對話的理由。組織(公司)內或許有對應此文化表示支持之政策與程序，或是整體適用的規定，但採取交談對話，才能瞭解我們如何思考與行動。不同職類人員(有不同的次文化)之想法與理念亦有差異。

我們可能會試圖在組織(公司)整體培養某種共同文化，但文化是無法藉由「設計、組建或植入」所形成。可惜的是(或讀者觀點不同，或許出自於運氣)，文化大體上是無法改變。改變有可能發生，但多半是由下而上，且過程緩慢。真正的文化改變，意味著改變共有價值觀、信仰、預設立場，以及實務工作。讓個人盡力做出改變，已非易事，何況是上千名職員？只能看運氣。所以文化改變通常不受中央指導或由上而下。文化改變是逐漸演進而來，有如冰川融化之緩，而非萬馬奔騰之快，由各職類人員為在群體中求生，進而學習與延續而成。但是安全與正義，係為重要的價值觀，「公正文化」之概念，有助於促進彼此交談對話。

◎ 個人與社會阻礙

不論文化為何，我們生而不同。我們有不同的價值觀、信仰、態度與習慣。談到公平與正義，我們對於週遭世界的觀感亦極不相同。有些人會接受「正義世界之假設」，並認為一個人的舉止構成的後果，原本就應符合道德與公平。人們對錯誤的態度亦有差別。有人認為是不可原諒，並視發生少見的錯誤，就是無能之表現。處分通常視為是有用的改正作法。在某些情況下，大多數人皆

抱持此一態度。若讀者有親戚受到某位粗心的司機或大意的醫師導致傷害，讀者對於正義的看法，會與受害者是陌生人時之看法不同。事件後果之嚴重性、事後觀感與受影響的對象，會左右我們對於事件的判斷。

重要的是，「公正文化」的理念是建構在信任之上，而信任相當脆弱。在組織(公司)中，職員不會因為犯平常人會犯的錯而受到處分的這種信任，須經過長時間才能培養，然而這種信任很快就能崩解。換上一位對實際工作情況毫無同理心的經理，就能讓組織(公司)中提倡「公正文化」的努力前功盡棄。如此脆弱的情形再次突顯，「公正文化」並非一種文化，而是一種要設身處地之概念。

◎ 語言阻礙

哲學家維根斯坦(Ludwig Wittgenstein)曾寫道：「我的語言極限所及，就是我的世界極限。我能用語言表達的就是我所知道的一切。」事物的形態，即便是其存在與否，大體上在於我們能否予以描述。因此，語言塑造世界(Shorrock, 2013)。我們在安全上所用詞彙並非中性，當然亦非正面。因此塑造出一種負面思維，進一步加強負面用語。回想有關安全管理的詞彙，例如可從安全報告的字彙表中發現帶有負面語氣的詞彙：事故(accident)、肇因(cause)、危險(danger)、錯誤(error)、失誤(failure)、傷害(harm)、hazard(危害)、事件(incident)、損失(loss)、錯誤(mistake)、空中接近(near miss)、過失(negligence)、風險(risk)、嚴重性(severity)、違犯(violation)。亦可發現很少有詞彙描述建構安全的方式，就算有，亦鮮少與「人」相關，如屏障(barriers)、備援(redundancy)。

在事件分析上所用辭彙亦同出一轍。通常表達負面意義的詞彙，如團隊表現不佳 (poor teamwork)、監督不當 (inadequate supervision)，加深人類構成危害的觀點 (讓這些辭彙恢復中性也很容易，去除形容詞的「團隊表現」與「監督」兩詞)。更糟糕是，如「零事故」(zero accidents) 與「絕不事件」(never events) 之類標語所傳遞的訊息，有礙於提倡安全與正義 (Shorrock, 2014)。對醫師而言，經常引述的原則是「首先，不造成傷害」。然其原本涵義是「禁絕」刻意過失、惡作劇與違反正義的舉動，卻常受到誤解，以為要做到「零傷害」。這句原則並未提到發生錯誤，但我們理解這句原則時，恐已有預設立場。

◎ 專業與組織上之阻礙

專業不同，對於正義與錯誤、能力及疏失等相關議題之看法亦有差異。作業人員與工程人員之間的看法，可能大相逕庭；單就工程人員為例，他們在程序與實務上較少見灰色地帶。但對內部作業瞭若指掌且預期表現甚高之專業人員，可能成為同僚之間最嚴厲的批評者。我們最擔心受到同僚批判，但也會群起抵抗諸如經理或檢察官一類之外部人員的評斷。從某種觀點來看，這種情況的確存在，因為外部人員並不瞭解工作實情 (我們是否願意讓外部人員瞭解，端視我們對於外部人員評斷結果之揣測)。

作業、人事、法務、安全、法規等各種專業，皆有各自專業習慣中的舒適區，而且會遭遇「訓練有素的無能」(trained incapacity, 譯註：意指經過長期訓練，卻發生思想僵化、不知變通的缺陷) 情況 (see Shorrock, 2013)。至少對於在我們職業領域

外的人士而言，我們的專業經歷，會扭曲我們對週遭世界之看法，甚至讓我們失能。此亦讓我們事後會對相同之決策與行為產生歧見。我們的專業背景，讓我們對於正義以及職業行為的接納程度之想法根深蒂固。某些行為係受到不被允許之原因構成。組織 (公司) 中有時會舉出案例。這些行為通常涉及非法使用酒精與藥物、偽造或造假。然其中有行為上的灰色地帶。某些組織 (公司) 會採取流程圖方式協助指引迷津，算是個良好起步，在針對實務進行交談對話時，這個作法亦可反映出我們對情況掌握之程度。

◎ 歷史紀錄阻礙

各個組織 (公司) 都有歷史紀錄，其中包括不利事件以及事後相關人員接受之處置。組織 (公司) 成員對這些事件皆留有印象，且會影響他們對於未來之看法。若犯錯使情況惡化，遭受處分為何？同理，亦會思考他人在相同情況下可能接受之處分。若某人先前曾受不公平處分，此將影響對其思考、感受與所採取之行動。有趣的是，對於過去事件的記憶，與個人當下是否身在組織之內無關。它在組織內部口耳相傳，對行為影響之廣，甚至與當時這段歷史無關的人士皆受波及。當有人犯下「無心之過」而受指責，就會演變成壞事傳千里，久不消散。即使指責者離開組織，傳言仍然存在。令人諷刺的是，在眾目睽睽之下，專業人士團體，最不能原諒對於他人錯誤之處分不當。掃除陰霾恐要經過一整個世代，除非能儘快道歉與修正，但實際上卻很少做到。

◎ 法規阻礙

法規中充滿有關「安全」、「正義」與

「接受度」等訊息，有的很明確，有的卻很隱晦，即使條文未使用前述詞彙，其意義依舊蘊涵其中。法規條文並非向來是前後連貫或彼此相容。部分原因在於這要耗費很大心力，才能面面俱到。法規資源的限制，意味著讓人們自行解讀法規，選擇效率更佳的解決方式，以並解決模糊與矛盾之處。在目前已為人熟知的歐盟法規第 376/2014 號規定中對於「公正文化」之定義中，我們可對「重大過失」與「蓄意違反」自行定義。我們必須瞭解第一線作業人員或其他人員採取的「與其經驗與訓練相符之舉動、省略或決定」的意涵。並且，「第一線作業人員」與「其他人員」又為何？此種混淆情況，至少強調出「公正文化」是一種概念與進行對話的理由，並非存在於真實世界中的實體。

◎ 科技阻礙

科技可讓事情輕易演變成災難性錯誤。對於某些科技（如卡車、大客車、轎車），某種程度上我們尚能接受，部分原因在於這些科技提供之便利性，比構成傷害之風險價值更高。惟針對其他科技，就算我們無法接納其風險，災難仍會發生。西班牙發生 40 年來最嚴重的火車事故，即印證此一觀點。此件 10 年前的脫軌意外，發生於 2013 年 7 月 24 日，當時一班高速列車從馬德里 (Madrid) 開往費羅爾 (Ferrol)，在西班牙西北方距離 Santiago de Compostela 鐵路車站 4 公里的彎道上脫軌，造成 80 名人員喪生。這班列車在軌道上入彎時的行駛速度，兩倍於規定速限每小時 80 公里。但技術系統卻容許這種情況發生。乘客與駕駛皆未受任何防護，但事後列車駕駛卻因「人為錯誤」而受處分 (see Shorrock, 2013)。事發 10 年後，法律訴訟仍在進行。另外還有類似這種在災難前，任何

人都可能犯下的「簡單錯誤」。無法減緩不可避免的事件發生，才是真正的錯誤。

◎ 法律與司法上之阻礙

不論組織（公司）內對安全與正義抱持的態度為何，組織（公司）都要依法行政。不處分無辜錯誤的幼稚想法，檢調一旦啟動，就會被現實粉碎而消散。在許多民法管轄範圍內，檢察官對於是否起訴與呈現案件的作法，沒有裁量權。所以依據刑法，就算是無明確動機的「無心之過」，亦可能成為與過失有關之犯罪行為，必須予以起訴（在此情況下，就事件而言，從眾人皆知的問題：「由誰劃清界限？」就很容易回答：法官或陪審團）。在英格蘭、成爾斯與北愛爾蘭的普通法範疇，「重大過失殺人」適用於工作場域中任何性質的死亡案件。令人感興趣的是，過失程度必須「非常高」，且其行為必須「遠低於一位有理智且謹慎的被告者具備之行為標準，而且確實非常惡劣」。

但是當採取法律行動時，我們亦須解決自身這種混淆與前後不一的標準。就一般車輛駕駛而言，其行為無異於火車駕駛、專業機師或飛航管制員，接受審判的方式卻迥然不同，這當然是依據事件後果輕重而定。我們皆認為駕駛出錯，應該接受處分，甚至針對駕駛行為制訂專法。但在英格蘭、威爾斯與北愛爾蘭，駕駛違法案件主要有兩種：危險駕駛與不當（漫不經心）駕駛。危險駕駛包括飆車、不理燈號，但也包括使用手機或其他裝備、查閱地圖、看著乘客並交談，或是點選音樂。不當駕駛或駕駛時疏忽與不專心，即駕駛狀況低於一位有能力、謹慎的駕駛者表現之最低標準，如不必要的慢速行駛或剎車，狂閃大燈，或硬切他人行駛車道。

到底何為「無心之過」，須視當下處境與後果輕重而定。

◎ 社會阻礙

「公正文化」糾結著一種普遍憂懼形成之掙扎，這種憂懼就是擔心我們建制的系統，似乎會因為人類常態、不可避免的身心變化，即便很少發生，還是有可能會構成災難性的崩塌。複雜系統發揮作業效能到一個臨界點，恐會習慣性發生故障。最會導致發生這種臨界點之專業人士，恐會變成憤怒與責怪雙重憂懼之目標。在心理學上，這種狀況稱為「轉移」(displacement)。儘管一定會出錯，出事當下，除了他們沒其他人可成為輕易指責的對象。新聞標題打著「人為錯誤造成事故」，反映出我們傾向接受簡單、簡短且不複雜的解釋，找個代罪羔羊宣洩我們造成的憂慮，

◎ 進化阻礙

我們的正義感並非現代人特有。我們從先人承繼這項特質。這點可從人類近親上發現：黑猩猩會教訓欺騙或不合群的同類。其他哺乳類動物在群體中對於違反其社群規範情況，也會發揮正義。某些群體規範對於維持生存相當必要，違反規範不會受到寬容。但人類進化已經限制我們對於正義的看法。

我們會做出從簡單到複雜之理解錯誤，我們對於簡單情況的看法與感受，會轉而套用在複雜情況下的不利事件上。但複雜、高危險的社會技術系統 (socio-technical system)，需要高度防備簡單錯誤構成之影響；對此類系統而言，不宜以前述看法與感受套用。

◎ 所以，我們能做些什麼？

我們似乎置身於混淆困惑的處境。我們嘗試解決問題，瞭解狀況不啻為一良好起步。我們或許可以接受，人們隨時都在犯錯。而且只有在很少見的情況下，其行為才真正無法令人接受。引用曾任英國女王刑事上訴法院主席 (President of the Queen's Bench Division) 暨刑事司法法庭首席 (Head of Criminal Justice) 的退休英格蘭法官里維森爵士 (Sir Brian Henry Leveson) 說法，我們有時必須在「真正惡劣之行徑，與相當或非常嚴重的錯誤或過失之間劃出界線」。這項論點所指就是重大過失殺人，惟論及矯正正義 (corrective justice) 時，如排除致死之後果，將這項論點更加推廣運用，似乎相當合理。請謹記「嚴重錯誤」，不必然是後果：設計系統時，只要合理可行，就應考量避免導致災難性後果。如運輸、醫療保健與發電等複雜、高危險的系統，必須防備這些錯誤構成之影響。若會讓事情容易出錯導致災難，其設計與管理上一定有更多根本性錯誤。

並且出錯時，諸多層面會遭受一定程度之傷害。所以我們應要找到受影響衝擊者，瞭解其所需，幫助滿足所需。這是復歸「公正文化」的本質，但另外在復歸過程中亦會併發某些狀況 (例如，受到影響衝擊者，可能會要求報復以取得正義)。

藉由省思我們自身對於錯誤之反應，以及我們如何對「公正文化」構成各種阻礙，阻礙如何持續發生，以及如何克服，我們才能真正在家與社會盡力廣為發揮正義。

如此，即便不利事件仍將難以處置，但我們從中汲取教訓與復原時，會遭遇更少阻

礙。—

參考資料：

Shorrock, S. (2013, December 12). Déformation professionnelle: How profession distorts perspective. *Humanistic Systems*. <https://bit.ly/HSDefPro>

Shorrock, S. (2013). Human error: The handicap of human factors, safety and justice. *HindSight*, 18, 32-37. <https://www.skybrary.aero/articles/hindsight-18>

Shorrock, S. (2016, February 27). Never/zero thinking. *Humanistic Systems*. <https://bit.ly/HSNZT>

譯自 *Hindsight 35 / Summer 2023*

作者簡介：



Steven Shorrock 博士是 *Hindsight* 的總編輯。彼在歐洲空中飛航安全組織 (EUROCONTROL) 的網路經理安全組 (Network Manager Safety Unit) 擔任人因團隊資深首席。彼是英國特許心理學家暨特許人因工程師，在攸關安全之產業服務經驗豐富，協助對象至企業執行長階層。彼是《人為因素與人因工程實務》(Human Factors and Ergonomics in Practice) 一書共同作者，並為 www.humanisticsystems.com 部落格撰寫專文。

WHY IS IT JUST SO DIFFICULT?

BARRIERS TO 'JUST CULTURE' IN THE REAL WORLD

DR STEVEN SHORROCK

Drawing on his research and practice, Steven Shorrock explores the various barriers that we face when trying to make sense of Just Culture, inviting readers to reflect on the intricate nature of justice and safety in our complex world.

At the heart of Just Culture lies a simple acknowledgment: we all make mistakes. Sometimes we forget things, we don't see or hear things, we misperceive and misinterpret things, we misjudge things, we make decisions that do not fit the evolving situation, we do or say things that we didn't mean to do or say. We all do this, in the living room, in the ops room, in the board room, even in the court room. None of us is immune. These unwanted moments are a great leveller.

So how can we judge people for making mistakes – for being human? No mistake should be sufficient to instigate a disaster. Systems that require perfect performance by human controllers are bad systems, because they deny nature. Complex, safety-critical systems should be highly defended from normal variability in the workings of the head and hands.

But sometimes, it is easy for things to go

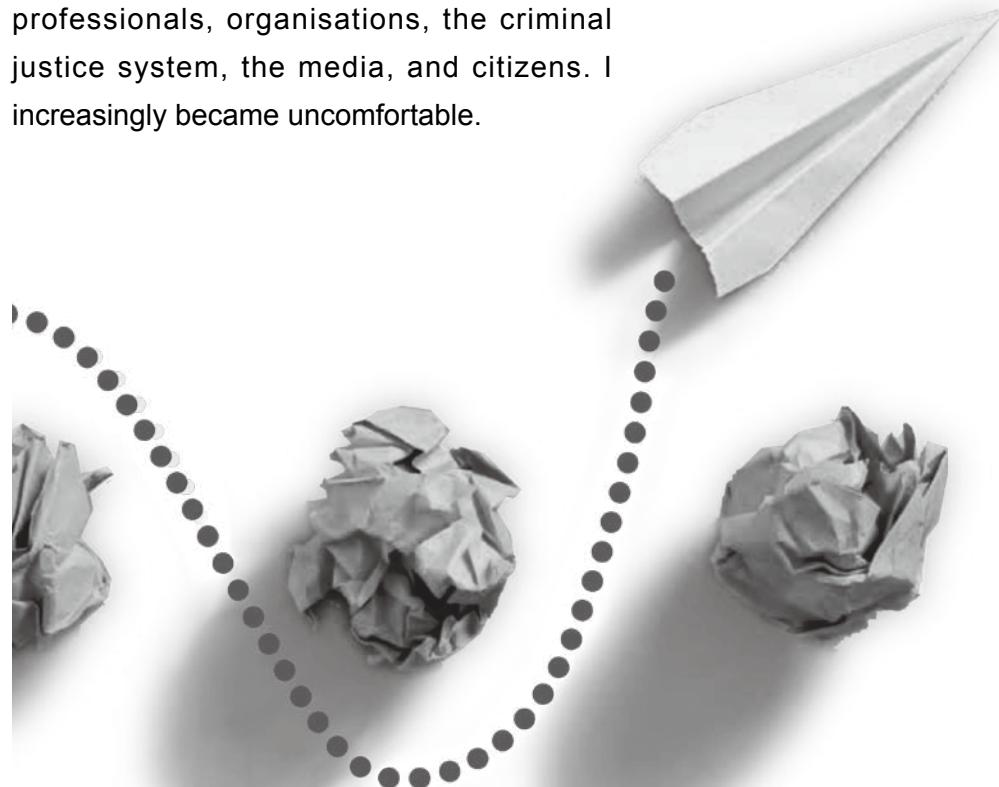


disastrously wrong. And so this quandary remains difficult to reconcile. My interest in this issue stems back to the late 1990s as a young psychology student. I eventually completed my doctorate on the topic twenty years ago. I consulted hundreds of academic papers, analysed hundreds of incident reports, and spent hundreds of hours in control rooms and simulators, observing and interviewing controllers. What do these brain blips have in common?

At that time, with my psychologist's perspective on 'cognitive errors', what they had in common was a deviation from one's own intentions and expectations. But for other stakeholders, what they had in common was deviation from others' expectations and requirements, including those of other professionals, organisations, the criminal justice system, the media, and citizens. I increasingly became uncomfortable.

"Human error" was used by many to infer cause and culpability. This made everything more complicated. And especially when it comes to decision-making and habits, we then enter the realm of conduct and practice. But right and wrong are not black and white.

In the last decade or so, my colleagues and I have spent over 30 weeks with controllers, engineers, managers, safety specialists, and others in air navigation service providers in over 30 countries, talking about Just Culture and safety culture in workshops. Together with colleagues, I have also worked with prosecutors and judges along with pilots and controllers. In a patient safety context, I have collaborated on approaches to Just Culture within healthcare, given and heard evidence to a committee



meeting in the UK Houses of Parliament, and given evidence at a hearing for a review on Gross Negligence Manslaughter.

The perspectives I gained during this time are so numerous, diverse, and intermingled that it is not possible to do justice to them. But what emerged are many barriers to Just Culture. These are what makes it so difficult. So, that is the focus of this article. For each kind of barrier, a whole book could be written, but I hope that the sketch below gives an impression of some of the barriers that we need to talk about if we are to make progress.

Conceptual Barriers

Just Culture is defined in Regulation (EU) No 376/2014 as “*A culture where staff are not punished for actions, omissions, suggestions, or decisions taken by them that are commensurate with their experience and training, but where gross negligence, wilful violations and destructive acts will not be tolerated.*” But ‘Just Culture’ is not really a culture per se, or even a subculture. It is a trope – a figure of speech or recurring theme. It puts a focus on a particular value – justice – within a culture. Just Culture is a reason to have a conversation. An organisation may have supporting policies and processes, and there may be overarching regulation, but a conversation is needed to uncover how we think and act. Different groups (with different subcultures) have different ideas and ideals.

We may try to achieve a common culture across the organisation, but you can’t

‘design’, ‘engineer’ or ‘implement’ a culture of any kind. Unfortunately (or fortunately, depending on your perspective) culture is largely read-only/write-protected. There is change, but adaptive change is mostly bottom up, and slow. True cultural change means changing shared values, beliefs, assumptions, and practice. That’s hard enough for one person trying his or her best! For a thousand people...? Good luck. So, culture change is not usually centrally directed or top down. Culture change is evolutionary

– more glacial than galloping – as groups learn and pass on lessons for their survival. But safety and justice are important values, and the notion of ‘Just Culture’ helps to trigger conversations about them.

Personal and Social Barriers

Whatever our culture, we are all different. We have different values, beliefs, attitudes, and habits. When it comes to justice and fairness, we also see the world very differently. Some people accept the ‘just world hypothesis’, and assume that a person’s actions inherently bring morally fair consequences to that person. And people have different attitudes to mistakes. Some are unforgiving, and see even rare mistakes as a sign of incompetence. Punishment is often seen as a useful corrective measure. Most of us have this attitude in some circumstances. If it is your relative who is harmed by a distracted driver or a overconfident surgeon, your perception of justice will tend to differ

compared to when an unknown person is harmed. Our judgement of performance is affected by the severity of the outcome, hindsight, and who is affected.

Importantly, the Just Culture ideal is built on trust, and trust is fragile. In an organisation, it takes a long time to develop confidence that one will not be punished for mistakes that constitute normal human variability, and this trust is rapidly eroded. A change of manager to one who is unsympathetic to the reality of work-as-done can undo a lot of work on Just Culture. This fragility highlights once again that Just Culture isn't a 'culture', as such; it's an agreement.

Linguistic Barriers

Philosopher Ludwig Wittgenstein wrote that "*the limits of my language mean the limits of my world. All I know is what I have words for.*" The form of something, even the very existence of it, depends to a large degree on the words we have to describe it. In this sense, words shape worlds (Shorrock, 2013). Our safety lexicon is not neutral, and certainly not positive. This shapes a deficit-based way of thinking, which further reinforces deficit-based language. If you think about the words associated with safety management, for instance as might be found in the glossary of a safety report, you'll find a negative tone: accident, cause, danger, error, failure, harm, hazard, incident, loss, mistake, near miss, negligence, risk, severity, violation. You'll find relatively few words to describe how safety is created, and those that one finds are rarely

'human' (e.g., barriers, redundancy). The same goes for taxonomies used for incident analysis. Again, the terms are routinely negative (e.g., poor teamwork, inadequate supervision), reinforcing a human-as-hazard perspective. (They could just as easily be neutral, e.g., teamwork, supervision.) To make matters worse, slogans such as 'zero accidents' and 'never events' send messages that undermine safety and justice (Shorrock, 2014). For doctors, 'First, do no harm' is a commonly cited principle. It is often misunderstood as 'zero harm', when it originally meant 'abstaining' from intentional wrongdoing, mischief and injustice. It did not refer to mistakes. We might see it as an early line in the sand.

Professional and Organisational Barriers

Different professions have different ideas about justice and associated issues such as mistakes, competency, and negligence. There can be striking differences between operational and engineering staff, for instance. For engineers, there tend to be fewer shades of grey in both procedure and practice. But professionals – with insider knowledge and high expectations – can be the harshest critics of their peers. We tend to fear the judgement of our peers the most, but we coalesce to repel the judgement of external parties, such as managers or prosecutors. This is valid in a sense, because external parties don't understand the work. (Whether we want them to understand the

work or not, depends on how we imagine the outcome of their judgement.)

Each profession – operational, HR, legal, safety, regulation – also takes comfort from its own form of déformation professionnelle, and experiences ‘trained incapacity’ (see Shorrock, 2013). Our professional experience deforms the way we see the world, at least to other people outside of our occupational clique, and even incapacitates us. It creates differences in how the same decisions and conduct are viewed in retrospect. Our ideas about justice and the acceptability of occupational conduct are deeply ingrained in our own professional background. Some acts are deemed unacceptable *a priori*. Organisations sometimes give examples. These usually involve illegal use of alcohol and drugs, as well as forgery or falsification. But in the middle lies a grey area of conduct. Some organisations adopt engineering-style flowcharts to help navigate this, which may be a good starting point, but may also reflect our stage of maturity when it comes to conversations about practice.

Historical Barriers

Organisations have a history, which includes unwanted events and how people are treated following such events. People in organisations have a memory of these events, which influences their beliefs about the future. How will I be treated if I make a mistake and things turn out badly? It makes sense to consider how others were treated in

similar circumstances. If someone was previously treated unfairly, this influences how I think, feel, and act. Interestingly, memory of previous episodes is somewhat independent of whether a person was even in the organisation at the time. It is encoded in organisational folklore, passed on from member to member, and so influences behaviour even for those who were not part of the history. When someone is blamed for an ‘honest mistake’, it is like a social oil spill. The pollution sticks around for a long time. It remains even after the judging person has left the organisation. Ironically, mistakes in handling others’ mistakes are among the least readily forgiven by groups of professionals who find themselves under the spotlight. The clean-up operation can take a generation unless apologies and amends come quickly, and they rarely do.

Regulatory Barriers

Regulations are infused with messages – explicit and implicit – about ‘safety’, ‘justice’, and ‘acceptability’, even if the words aren’t used. The provisions and articles are not always consistent or compatible. This is partly because of the huge effort required to do so thoroughly. Constraints on regulatory resources mean that an efficient solution is chosen instead – leave people to interpret the regulation and resolve vagaries and inconsistencies. In the now-famous definition of Just Culture in EU 376/2014, we are let to define for ourselves what is meant by “gross negligence” and “wilful violations”. We need to

interpret what is meant by “actions, omissions or decisions taken by them [frontline operators or others] that are commensurate with their experience and training”. And who are the “frontline operators” and “others”? The confusion at least reinforces the point that ‘just culture’ is an idea and a reason for a conversation, not a thing that exists out there in the world.

Technological Barriers

Technology can make it easy for things to go catastrophically wrong. We somehow accept this for some technologies (e.g., trucks, buses, cars), partly because they offer convenience that we value more than the risk of harm. We do not accept it for other technologies, but still it happens. Spain’s worst train crash in over 40 years is testament to this. The derailment happened 10 years ago on 24 July 2013, when a high-speed train travelling from Madrid to Ferrol, in the northwest of Spain, derailed on a curve four kilometres from the railway station at Santiago de Compostela.

Eighty people died. The train was travelling at over twice the posted speed limit of 80 kilometres per hour when it entered a curve on the track. The technological system allowed this to happen. Neither the passengers nor the driver was protected, but “human error” by the driver was blamed in the aftermath (see Shorrock, 2013). Ten years later and the trial remains ongoing. There are other examples of how ‘simple mistakes’ – of

the kind that anyone can make – precede disaster. The real mistake is the failure to mitigate inevitabilities.

Legal and Judicial Barriers

Whatever the attitudes to safety and justice inside an organisation, organisations operate in a legal context. Naïve ideas about not punishing innocent mistakes may collide at speed into reality once a prosecution commences. In many civil law jurisdictions, prosecutors lack the discretion as to whether to file charges and how to present a case. So unintended ‘honest mistakes’ may well be criminally relevant acts of negligence that must be prosecuted according to the penal code. (In this context, incidentally, the famous question, “who draws the line?” is easily answered: a judge or jury.) In a common law context in England, Wales and Northern Ireland, ‘Gross Negligence Manslaughter’ applies to deaths in a workplace of any nature. What is interesting is that the degree of negligence needs to be “very high”, and conduct must “fall so far below the standard to be expected of a reasonably competent and careful [person in the defendant’s position] that it was something truly, exceptionally bad.”

But we also have to grapple with our confused and inconsistent standards when it comes to legal action. An ordinary driver who displays essentially the same behaviour as a train driver, professional pilot, or air traffic controller, will be judged quite differently, also

depending on the outcome. We commonly agree that faults in driving ought to be punished. We even have specific laws for driving conduct. Again, in England, Wales, and Northern Ireland, driving offences mainly fall under two categories: dangerous driving, and careless or inconsiderate driving. Dangerous driving includes obvious things such as racing and ignoring traffic lights, but also using a hand-held phone or other equipment, looking at a map, talking to and looking at a passenger, or selecting music. Careless driving, or driving without due care and attention, is committed when driving falls below the minimum standard expected of a competent and careful driver, such as unnecessarily slow driving or braking, dazzling other drivers with un-dipped headlights, or turning into the path of another vehicle. What is an 'honest mistake' depends on the context and the outcome.

Societal Barriers

'Just Culture' is entangled in a struggle with the pervasive fear that that we have created systems that can fail catastrophically, albeit very rarely, seemingly as a result of ordinary and inevitable human variability. Complex systems have a terrifying habit of operating efficiently close to a tipping point into failure. Professionals whose contributions are closest to that tipping point become the target for the dual fear response of anger and blame. In psychology, this is known as 'displacement'. Despite being set up to fail, there is simply no one else who is convenient

to blame in the heat of the moment. Headlines of "human error causes accident" mirror our appetite for simple, low context, low complexity explanations that come with a scapegoat upon which to offload our anxiety about what we've created.

Evolutionary Barriers

Our sense of justice is not unique to modern humans. We have inherited it from our primitive ancestors. This can be seen in our closest relatives: chimpanzees discipline greedy peers who cheat or are otherwise uncooperative. Other mammals administer justice in groups for breaches of social norms. Some group norms are essential for group survival and so deviations will not be tolerated. But our evolution has hamstrung our thinking about justice. We make simple-to-complex reasoning errors; our thinking and internal reactions about simple situations are transferred to unwanted events in complex situations. But for complex, high-hazard socio-technical systems that need to be defended heavily from the effects of simple mistakes, this thinking and feeling is misplaced.

So, What Can We Do?

It seems that we are in a phase of confusion. We are trying to work things out. Acknowledging this is a good first step. Perhaps we can accept, though, that people make genuine mistakes, all the time. And sometimes – but quite rarely – conduct really

is unacceptable. Using the words of retired English judge Sir Brian Henry Leveson, who served as the President of the Queen's Bench Division and Head of Criminal Justice, we must sometimes identify "the line that separates even serious or very serious mistakes or lapses, from conduct which was truly exceptionally bad". This was directed at gross negligence manslaughter, but removing that fatal outcome, it seems reasonable to apply this more generally when it comes to corrective justice. And remember that the term 'serious mistakes' does not necessarily refer to outcome: systems should be designed – so far as is reasonably practicable – to prevent catastrophic outcomes. Complex, high-hazard systems such as transportation, healthcare, and power generation must be defended from the effects of such mistakes. If it is easy for things to go disastrously wrong, that is a more fundamental mistake of design and management.

And many are harmed in some way when things go wrong. So, we should seek to identify who is impacted, understand their needs, and help to meet those needs. This is the essence of restorative just culture, which has additional complications (for instance, those who are impacted may express a need for retributive justice).

By reflecting on our own reactions to failure, and how we contribute to creating, maintaining and overcoming each of the barriers to Just Culture, we can genuinely do our part for justice at work, at home, and in

society more generally. This way, even though unwanted events will always be hard to handle, there may be fewer barriers to learning and healing from them. 

Reference

- Shorrock, S. (2013, December 12). Déformation professionnelle: How profession distorts perspective. Humanistic Systems. <https://bit.ly/HSDefPro>
- Shorrock, S. (2013). Human error: The handicap of human factors, safety and justice. HindSight, 18, 32-37. <https://www.skybrary.aero/articles/hindsight-18>
- Shorrock, S. (2016, February 27). Never/zero thinking. Humanistic Systems. <https://bit.ly/HSNZT>



Dr Steven Shorrock is Editor-in-Chief of HindSight. He works in the EUROCONTROL Network Manager Safety Unit as Senior Team Leader Human Factors. He is a Chartered Psychologist and Chartered Ergonomist & Human Factors Specialist with experience in various safety-critical industries working with the front line up to CEO level. He co-edited the book Human Factors & Ergonomics in Practice and blogs at www.humanisticsystems.com

舉報與否？

透過飛安自願報告瞭解公正文化

蕭光霖 譯

增進對於飛安自願報告(*safety reporting*)的瞭解，亦關乎「公正文化」(*Just Culture*)之存續，自願報告是其中的關鍵角色。作者將飛航組員、簽派員、飛航管制員與維護人員之態度與行為進行比較，揭露未來的挑戰與契機。

本文重點：

- 自願報告對於瞭解安全危害與安全管理制度健全與否，至關重要。
- 研究發現美國的「公正文化」原則，並未普及飛航組員與簽派員以外職類之人員。修護人員與飛航管制員曾指稱，欠缺採取解決之道的資源與機會，自願報告的實施專案作法通常不是接受處份，就是等著挨罰
- 各職類人員皆對自願報告後未收到處理情況回復，表示氣餒，使他們不情願再次舉報。正向的「公正文化」可減緩此類受挫情況。
- 在事件檢討會與舉報過程中，欠缺彼此信任，職員會採取權宜作法，如進行個別檢討或調閱更多資料再做處置。
- 修護職類被認為有責怪文化(*blame culture*)，會將事件歸因於「人多手雜，一人代簽」(*many hands, one signature*)的陋習、經濟壓力、時間限縮以及委外所構成的原因。

「申訴箱」(bocche di leone，獅子口塑像)或許是自願報告最早形態。文藝復興時代的威尼斯城市各地設有申訴箱，讓民眾對當地政府申訴之用。而現今實施的飛安自願報告是採取保密作法，不可匿名。此舉可提倡發



揮責任心、推動改正作為…希望不致於構成失望與嘆息。

在平常日遭逢不順，是司空見慣的事。這或許是某個不良程序，導致會構成安全疑慮的故障。抑或發現某項對本身不構成影響，卻會危及他人的危險。組織(公司)皆設有義務舉報的實施專案，職員對其要求也一清二楚。然而面臨要自願報告的時刻，會讓人鼓著勇氣舉報的動力為何？或讓人却步



「參與者渴望分享他們的想法，並就自願報告和公正文化提供細緻入微的想法。許多人分享了他們擔心向上級匯報或以其他方式報告的事情。」

之原因又為何？

作者經過兩年研究，近期完成針對此一主題的論文。有許多文獻審視飛航組員與自願報告（直接影響飛安的事件）作法。但相關研究並未溯及如簽派員、飛航管制員與維護員等其他職類。這些職類人員掌管民航業中大部分營運作業，惟其意見與態度鮮少接受研究。就簽派員而言，在作者之前無任何相關研究，令人難以置信，因為事實上美國聯邦航空署（Federal Aviation Administration, FAA）針對授予簽派員對單一航班有 50% 的作業管制權。另對修護人員而言，據瞭解其職類中存在責怪文化，然其成因不詳。

作者研究中比較 4 種職類（飛航組員、簽派員、飛航管制員與修護人員），以「公正文化」為研究框架，探究前述人員對於自



願報告的態度與行為。

◎ 自願報告的關連性

- 為何要自願報告？為何不是藉實施義務報告的作法，以取得安全資訊？作者主

張論點如下：

自願報告率是單位中衡量「安全管理系統」(SMS)健全程度的重要基準 (ICAO, 2018; Stolzer et al., 2023)。

- 強勒的自願報告文化，即可顯示整體「公正文化」相當穩健 (Kirwan et al., 2018)。
- 在極重視安全的民航產業，辨別與降低危害之作為，要比事件與事故調查更具有嚴整的系統作法。辨別危害的最佳方式就是透過自願報告。
- 若單機師與無機師駕駛作業付諸實施，將減輕飛航組員辨別危害的機會。因此，提高機務前線的自願報告之重要性，至關緊要，彰顯讓人類參與整體過程仍有其必要性。
- 健全的「安全管理系統」需要對航班作業全面監控。由於飛航組員之外職類的自願報告顯然不足，目前仍存在安全盲點。當事件發生時，應該接到所有相關職類人員提出之報告。
- 今日講究包容的時代精神，就是要讓各職類人員皆能平等發聲，然在當下的飛安自願報告情形，恐非如此。

為說明最後一項論點，可從去(2022)年輸入「飛安及自願報告系統」(Aviation Safety and Reporting System, ASRS, 如圖1)的資料進行檢視。此係在美國實施之專案，可接收不同職類人員提交的自願報告(因為美國聯邦航空署將個別航空公司自願報告的數據，列為接受保護之資料。「飛安及自願報告系統」的資料，是唯一能提供衡量自願報告情況的數據)。

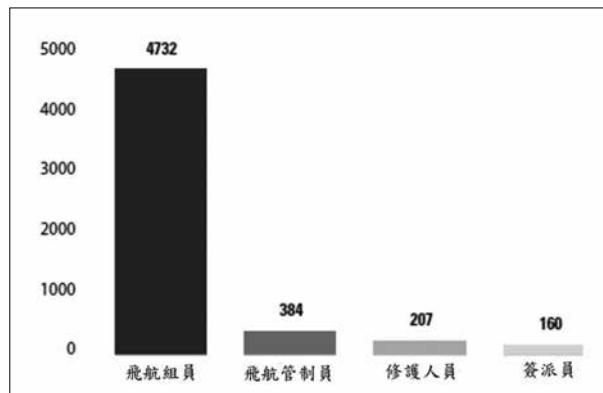


圖1：2022年「飛安及自願報告系統」每月舉報平均件數

圖1顯示飛航組員在自願安全報告中佔大多數。這些數字是累計而來，並非換算後之比率，將此列入考量，並衡量各職類人員總數規模後之低舉報率概算如下：

- 飛航管制員：約 50% 低舉報
- 修護人員：約 96% 低舉報
- 簽派員：約 32% 低舉報

為瞭解本文檢視的4個職類人員之態度與行為，作者設計一項採用混合方法研究。作者首先製作一項調查，對全美民航業各職類人員開放。作者使用如「我們的安全自願報告系統操作便利、易於使用」及「我會舉報空中接近事件或可能導致事故發生的危險，即便事後並未造成損害，仍會舉報。」等文字敘述。問卷調查包括有關組織安全價值觀、自願報告時遭遇之磨擦阻礙、過往經驗、自願報告文化，與整體「公正文化」等5大類32個問題。作者收到約400份回覆。

接續調查之後，則是每次長達約1小時的一對一密室訪談。作者謄寫交談內容，並使用手動編碼與「自然語言處理」(natural language processing, NLP)的人工智慧作法，驗證調查結果，並從受訪者訪談中發現新情

況。受訪者皆渴望分享看法，並對自願報告與「公正文化」提出鉅細靡遺的想法。許多分享意見指出，他們對於向上級舉報感到惴惴不安，或乾脆不舉報。

◎ 調查結果

作者無法將研究結果於本文中完全鋪陳，但可提出某些重點。

首先，「公正文化」原則大體上並未普及飛航組員與簽派員以外的職類。舉例而言，當某位機師提出安全報告時，可採取多種修正作法，例如人為因素歸詢 (human factors debrief) 與增加模擬機時數。且通常指向要組織 (公司) 或管理者採取修正作法。然而，修護人員與飛航管制員，幾乎異口同聲表示，他們的自願報告的實施專案提供資源很少，或很少有機會採取解決方案。當事件發生時，通常本質上就是接受處份，或是等著挨罰。

這項結果特別有關連性，因為美國航安分析專案 (US ASAP) 3 年前更新之《民航通告》(Advisory Circular) 就是要實施「公正文化」原則，其中包括自動採納自願報告，並刪除舉報時限 (FAA, 2020)。若美國聯邦航空署要全面、完善實施「公正文化」，顯然該署亦有未盡之責。圖 2 顯示在各職類人員對於「公正文化」的認知，以及自願報告的意願傾向。有趣的是，飛航管制員在「公正文化」項目得分較低，相較之下，其自願報告的程度有所提高。

其次，研究中各職類人員面對舉報後欠缺，感到十分氣餒。這種「石沉大海」情況，會讓人在舉報時心生恐懼。受訪者指出，回

想起來，提交自願報告後會收到自動回覆之電子郵件。就「公正文化」而言，此舉是有正面緩解之效。換言之，若組織 (公司) 內部存在「公正文化」，由於欠缺處理情形回復而產生之挫折感，大體上應會有所改善。

第三，提出自願報告的過程中，各職類人員會採取應變之道。一項有趣的案例是某位飛航管制員受訪時表示，彼提交報告前還「調出監控畫面」，自我檢查事件經過，因為彼不信任事件調查委員會 (event review committee, ERC) 會將調查結果回復。此作法亦為飛航組員與簽派員之間流傳，這兩職類人員在事件發生後，能立即取得「廣播式自動回報監視」(ADS-B) 資料，確認當時的飛機間隔與地面速度。欠缺處理情形回復情況下，採取應變作法，不啻令人感到遺憾。

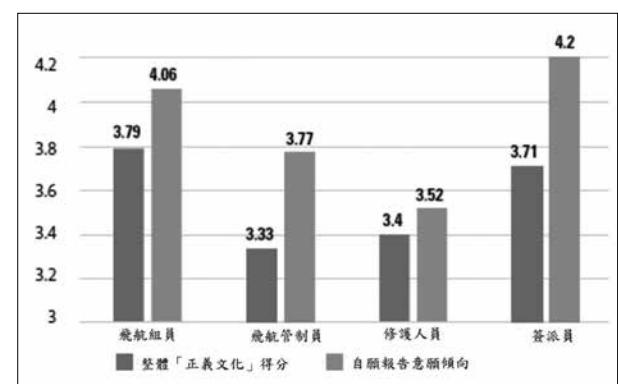


圖2：「公正文化」與自願報告傾向之結果

第四，年齡會影響對於「公正文化」的認知。年長與年輕的航空業職員，與處於職涯中期的職員相比，對於「公正文化」較不抱持正面的認知。此點與先前類似研究結果相符。或許是年紀較輕的職員不瞭解「公正文化」原則，而年長的職員則較為厭煩。

最後一項結果，強調在修護職類人員中的責怪文化依舊存在。文獻中已清楚闡述這

項論點 (e.g., Twyman, 2015; Walala, 2016)。某位修護技師受訪時稱：「我們不過是一群糟老頭，就是愛發牢騷、頭灰白的老傢伙。」作者研究發現可能有某些因素導致此情。有關「人多手雜，一人代簽」的陋習，這在修護職類中頗為特殊。修護工作繁重時，可能單架飛機就會有 30 位以上的修護人員參與工作，然而最終只有一位人員會簽名，證明飛機能夠適航放行。修護人員亦同樣遭遇經濟壓力與時間限制。據估計，超過 50% 在美國的修護工作係採外包進行 (Quinlan et al., 2013)。因此會引起一種想法，如果作出岔錯，工作就沒了。這對於飛航組員、飛航管制員與簽派員可不是件容易的事。

◎ 結語

作者在兩年研究期間，曾聽聞「在有義務報告的體系中都無法正確運作的情況下，為何還要自願報告？」或是「我所屬的航空公司（或飛航服務公司）收到報告數以千計都處理不了，自願報告有何用處？」的說法。作者提出以下見解。

人工智能與大型語言模型 (large language modelling, LLM, e.g., ChatGPT) 可協助組織（公司）處理飛安自願報告的文字分析。作者認為將飛安自願報告視為是耗費人力工作的問題，但讓人工智能協助處理，即可得到紓緩。美國某些航空公司甚至還雇用數據專家，積極地將數據科學定律，融入手機簡訊操作之中。然而，在飛安自願報告的實施專案上，恐仍須爭取人們的理解。

作者認為資料過多並不是壞事。雕刻家雕琢大理石板時，係逐步切削，才能琢磨出讓觀眾體會之意象。飛安自願報

告亦復如此。我們在安全管理上的挑戰是要排除雜音、顯現真象。就像米開蘭基羅 (Michelangelo) 一般，這是一門藝術，不是科學。

綜整而言，作者發現在美國，飛航組員、簽派員、飛航管制員與修護人員對於自願報告與「公正文化」的態度與行為皆有不同。儘管提倡自願報告的環境對於飛航組員與簽派員有利，但飛航管制員與修護人員通常面對的是處分或解決問題的資源匱乏。本文所述之研究結果，強調建立一個全面普及的自願報告文化，涵蓋飛航組員、簽派員以外的職類。此外，研究也強調對提報者適時回復處理情形，解決「石沉大海」問題之重要性，並鼓勵持續舉報。研究突顯在所有職類人員中，擁護「公正文化」原則、改善溝通、建立互信與責任感的必要性。儘管因為文化或管理作為差異，對於組織（公司）並非一體適用，飛安自願報告仍對任何組織（公司）皆是重要的資料。自願報告對於旅客與機組員的安全息息相關，比義務舉報的作法，更能針對危害提供全面檢視。 ■

作者簡介：



James Norman 是 A-330 機型機師，擁有美國北達科他 (North Dakota) 州立大學航太科學博士學位，並在該校擔任教職。除機師職務外，彼代表「航空線機師協會」(Air Line Pilots Association, ALPA)，教授風險管理、安全管理系統與安全領導術之課程。

參考資料：

- FAA. (2020). Aviation safety action program (ASAP). US Department of Transportation. [https://www.faa.gov/documentLibrary/media/Advisory_Circular/AC_120-66C_\(Edit\).pdf](https://www.faa.gov/documentLibrary/media/Advisory_Circular/AC_120-66C_(Edit).pdf) access_dissertations/723
譯自 *Hindsight 35 / Summer 2023*
- ICAO. (2018). Safety management manual. International Civil Aviation Organization. <https://www.icao.int/safety/safetymanagement/pages/guidancematerial.aspx>
- Kirwan, B., Reader, T., & Parand, A. (2018). The safety culture stack – the next evolution of safety culture? *Safety and Reliability*, 38(3), 200–217. <https://doi.org/10.1080/09617353.2018.1556505>
- Quinlan, M., Hampson, I., & Gregson, S. (2013). Outsourcing and offshoring aircraft maintenance in the US: Implications for safety. *Safety Science*, 57, 283–292. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2013.02.011>
- Stolzer, A. J., Sumwalt, R. L., & Goglia, J. J. (2023). Safety management systems in aviation (3rd edition). CRC Press.
- Twyman, K. (2015). Reporting error in aircraft maintenance: Are engineers reporting safety concerns? Massey University.
- Walala, M. (2016). A cross-sectional and mixed-method assessment of safety culture and safety climate at a regional airline. Purdue University. https://docs.lib.psu.edu/open_

WHETHER REPORT?

UNDERSTANDING JUST CULTURE THROUGH SAFETY REPORTING

JAMES NORMAN

Improving our understanding from safety reporting is part of the raison d'etre of Just Culture, and voluntary reporting has a critical role. Comparing the attitudes and behaviours of pilots, dispatchers, air traffic controllers, and maintenance personnel, James Norman finds important differences between the groups, shedding light on the challenges and opportunities ahead.

KEY POINTS

- Voluntary reporting is critical to understand safety hazards and the health of a safety management system.
- This study found that principles of Just Culture in the US have not permeated significantly beyond pilots and dispatchers. Maintenance and ATC personnel reported a lack of resources and opportunities for remediation, with reporting programmes often being punitive or perceived as such.
- All employee groups expressed frustration over a lack of feedback after reporting, discouraging further reporting. A positive Just Culture mitigates this frustration.
- Workarounds, such as conducting independent reviews or accessing additional data, are adopted by employees due to a lack of trust in event review committees and the reporting process.

- Maintenance was identified as having a blame culture, attributed to factors such as the "many hands, one signature" credo, economic pressures, time constraints, and outsourcing.

The bocche di leone (lion's mouths) may be the earliest form of voluntary reporting. The repositories were placed around Renaissance-era Venice as a way for citizens to lodge complaints towards local government. As per safety reporting today, they were confidential, not anonymous. This promoted accountability and corrective actions...hopefully not involving the Bridge of Sighs.

We've all experienced it. Something disconcerting happened during your day. Perhaps a bad procedure led to a breakdown in safety margins. Or perhaps you identified a hazard that did not affect you but could affect

others. Your organisation has a mandatory reporting program, and its requirements are well understood. But when it comes to voluntary reporting, what encourages you to report, or discourages you from doing so?



I recently finished two years of research towards a dissertation that focused on this topic. Plenty of literature has examined pilots and reporting (the ultimate sharp end). However, research did not look upstream at other employee groups such as dispatchers, air traffic controllers, and maintenance. These groups exercise robust operational control in commercial aviation, but their voices and attitudes are barely studied. In the case of dispatchers, no studies existed prior to mine, which is remarkable given the fact that the Federal Aviation Administration (FAA) grants dispatchers 50% of operational control of a flight. Regarding maintenance, we understand that a

blame culture exists, but its aetiology is unknown.

My study set out to compare four groups (pilots, dispatchers, ATC, maintenance) and explore their attitudes and behaviours towards voluntary reporting, using just culture as a framework.

The Relevance of Reporting

Why voluntary reporting? Why not just rely on mandatory reporting for obtaining safety information? I would argue these points:

- Voluntary reporting rates are a vital metric for the health of your safety management system (SMS) (ICAO, 2018; Stolzer et al., 2023).
- A strong reporting culture likely indicates a strong overall just culture (Kirwan et al., 2018).
- In the ultra-safe industry of commercial aviation, hazard identification and mitigation offers a more robust systemic approach than incident and accident investigation. The best way to identify hazards is through voluntary reporting.
- Single pilot and no-pilot operations, if realised, will abate opportunities for hazard identification by pilots. It is thus even more critical to elevate the importance of frontline reporting, showing the continued need for humans-in-the-loop.
- A robust SMS requires a 360° view of the operation.



"Participants were eager to share their thoughts and offer nuanced ideas on voluntary reporting and just culture. Many shared things they said they were apprehensive to bring up to their superiors or otherwise report."

We currently have safety blind spots due to substantial underreporting beyond pilots. When an event happens, we should receive reports from all relevant parties.

- The inclusivity zeitgeist of today calls for all employee groups to have an equal voice; this may not be the case in aviation safety reporting today.

To illustrate the last point, let's look at last year's submissions to the Aviation Safety and Reporting System (ASRS) (Figure 1). This is the US-based programme that takes in voluntary reports from various employee groups. (Because the FAA treats individual airlines' reporting metrics as protected data, ASRS is the only metric available to gauge the state of voluntary reporting.)



Figure 1 shows that pilots comprise the majority of voluntary safety reporting. These numbers are a count, not a rate. Taking this into account and norming for employee group size, we find underreporting rates to be roughly:

- ATC: ~50% underreporting
- Maintenance: ~96% underreporting
- Dispatch: ~32% underreporting

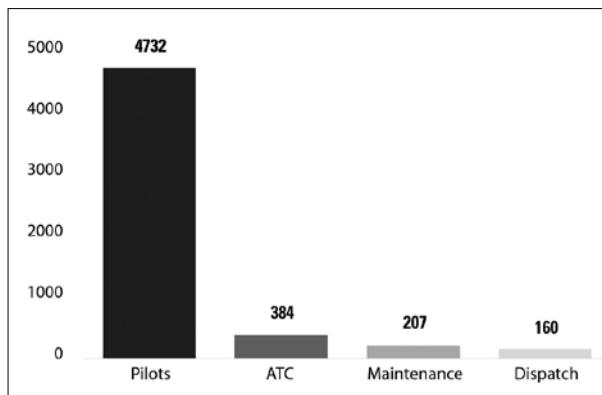


Figure 1 : 2022 ASRS Monthly Reporting Average.

To try to understand the attitudes and behaviours of the four groups I identified, I designed a mixed methods study. I started with a survey that was open to all US-based employees in commercial aviation. I used statements like “Our safety reporting system is convenient and easy to use” and “I report near-miss events or hazards that could lead to an incident, even when no harm was done.” In total, 32 questions captured five constructs relating to organisational safety values, reporting friction, previous experience, reporting culture, and overall just culture. I received about 400 responses.

The survey was followed up by a series of one-on-one, confidential interviews. Each lasted about an hour. I transcribed the text and used a combination of manual coding and the artificial intelligence of natural language processing (NLP) to validate survey findings, and discover new themes as they emerged from the

interviewees. Participants were eager to share their thoughts and offer nuanced ideas on voluntary reporting and just culture. Many shared things they said they were apprehensive to bring up to their superiors or otherwise report.

The Findings

While I can't detail all the research findings here, I will bring forth some of the highlights.

First, principles of just culture have largely not permeated beyond pilots and dispatchers. When a safety report is generated by a pilot, for example, a wide range of corrective actions is available, ranging from human factors debriefs to simulator time. Often corrective actions are directed towards the organisation or regulator. However, maintenance and air traffic controllers were near unanimous that their reporting programmes offer scant resources or opportunities for remediation. When it does happen, it's often punitive in nature – or perceived to be.

This finding is especially relevant, as the US ASAP Advisory Circular was updated three years ago to implement just culture principles, including auto-inclusion of reports and deletion of time limits to report (FAA, 2020). It appears that the FAA has some work to do if its vision for just culture for all is to come to fruition. Figure 2 shows just culture perceptions among groups and their propensity to report. Interestingly, ATC shows an increased level of reporting compared to their low scores for just culture.

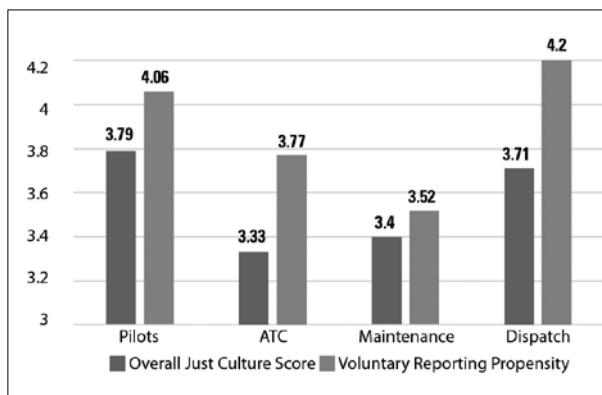


Figure 2 : Just Culture and Reporting Propensity Results.

Second, all employee groups in the study were strongly discouraged by a lack of feedback after they report. The 'black hole effect' creates a sense of dread when reporting. After reporting, interviewees said they had memorised the bot-generated email response they would receive. But Just Culture has a positive mediating effect on this. In other words, if the organisation has a positive Just Culture, the frustration felt by a lack of feedback is largely ameliorated.

Third, employees use workarounds during the reporting process. A fascinating example was an air traffic controller who told me that before submitting a report, he 'pulls the tapes' and reviews the event on his own, because he does not trust the event review committee (ERC) to forward its findings to him afterwards. This practice is also spreading to pilots and dispatchers, who have immediate access to ADS-B data after an event and can ascertain separation or groundspeed. Workarounds are an unfortunate outcome to lack of feedback as well.

Fourth, age is associated with the perception of just culture. Both younger and

older employees have less favourable perceptions of just culture than do mid-career aviation employees. This supports previous similar findings. It is possible that younger employees do not understand just culture principles, and perhaps older employees are more jaded.

A final finding to highlight is the continuance of a blame culture in maintenance. This has been well established in the literature (e.g., Twyman, 2015; Walala, 2016). One maintenance technician told me, "We are the curmudgeons – the grumpy and grizzled old guys." My research found that there could be a few contributory factors to this. Maintenance is unique with regard to the "many hands, one signature" credo. Upwards of 30 technicians can work on an aircraft during heavy maintenance, yet one person ultimately attests their name to the airworthiness release. Maintenance workers also experience increased economic pressures and time constraints. It is estimated over 50% of maintenance is outsourced in the US (Quinlan et al., 2013). This may lead to the thought that if the work is not done correctly, it will be taken away. The same cannot be easily said for pilots, controllers, or dispatchers.

Closing Thoughts

During the two years of research, I heard the arguments "Why should we voluntarily report when our mandatory systems aren't even working correctly?" Or "My airline/ANSP gets thousands of reports and can't deal with the volume, so what difference does it make?" I

would offer the following perspective.

The rapid advances in AI and large language modelling (LLM) (e.g., ChatGPT) are likely to assist textual safety reporting analysis in your organisation. I believe that the problems we face in making sense of safety reporting as a labour-intensive act will be lessened as AI supplements the processes. Some airlines in the US have hired data scientists in an earnest effort to infuse their SMS with data science principles. Yet, we will probably always need human sensemaking in safety reporting programmes.

I view too much information as a good problem to have. A sculptor starts with a slab of marble and whittles it away to reveal something meaningful, if not profound, for the audience. The same is true for safety reporting. Our challenge in safety management is to remove the noise to reveal the signal. Like Michelangelo, this is an art, not a science.

To summarise, I found differences in the attitudes and behaviours of pilots, dispatchers, air traffic controllers, and maintenance personnel towards reporting and Just Culture in the US. While pilots and dispatchers benefit from a more supportive reporting environment, maintenance and ATC personnel often face punitive or limited resources for remediation. The findings emphasise the need for a comprehensive and inclusive reporting culture that extends beyond pilots and dispatchers. Additionally, the study highlights the significance of providing timely feedback to reporters and addressing the 'black hole effect' and encourage continued reporting.

The research underscores the need to embrace Just Culture principles, improve communication, and foster a sense of trust and accountability across all employee groups. While the findings may not be generalisable to your organisation due to cultural or regulatory differences, safety reporting is a crucial data stream for any organisation. Voluntary reporting is essential for the safety of passengers and staff, providing a more comprehensive view of hazards compared to mandatory reporting alone. 

Reference

FAA. (2020). Aviation safety action program (ASAP). US Department of Transportation. [https://www.faa.gov/documentLibrary/media/Advisory_Circular/AC_120-66C_\(Edit\).pdf](https://www.faa.gov/documentLibrary/media/Advisory_Circular/AC_120-66C_(Edit).pdf)

ICAO. (2018). Safety management manual. International Civil Aviation Organization. <https://www.icao.int/safety/safety-management/pages/guidancematerial.aspx>

Kirwan, B., Reader, T., & Parand, A. (2018). The safety culture stack – the next evolution of safety culture? *Safety and Reliability*, 38(3), 200–217. <https://doi.org/10.1080/09617353.2018.1556505>
 Quinlan, M., Hampson, I., & Gregson, S. (2013). Outsourcing and offshoring aircraft maintenance in the US: Implications for safety. *Safety Science*, 57, 283–292.

<https://doi.org/10.1016/j.ssci.2013.02.011>

Stolzer, A. J., Sumwalt, R. L., & Goglia, J. J. (2023). Safety management systems in aviation (3rd edition). CRC Press.

Twyman, K. (2015). Reporting error in aircraft maintenance: Are engineers reporting safety concerns? Massey University.

Walala, M. (2016). A cross-sectional and mixed-method assessment of safety culture and safety climate at a regional airline. Purdue University. https://docs.lib.psu.edu/open_access_dissertations/723



James Norman is an A-330 pilot and holds a PhD in Aerospace Science from the University of North Dakota, where he is a faculty member. In addition to pilot duties, he works on behalf of the Air Line Pilots Association (ALPA), teaching risk management, safety management systems, and safety leadership. He recently served as guest editor for the 14th edition of the Resilience Engineering Association's newsletter (<https://www.resilience-engineering-association.org>).

人工智慧與公正文化原則

蕭光霖 譯



歐洲執委會(European Commission)針對人工智慧提案建立一項法律規範框架。鑑於某些風險與契機，本文作者強調以「公正文化」(Just Culture)調和人工智慧運用之重要性，確保決策、標準、訓練與責任歸屬能夠清清楚明。

本文重點：

- 歐洲執委會提案建立運用人工智慧的統一規定，以突顯其潛在利益與競爭優勢。
- 提案強調在設計、發展高風險的人工智慧系統，尤其是運用在與安全息息相關之環境中，其作業透明、韌性與接受人類監督之必要性。
- 將人工智慧運用在航空業，會產生責任歸屬

與下達決策之問題，我們需要對於人類與機器間責任分擔之觀念有所轉變，避免單方面對人類操作者施加過多負荷。

- 人工智慧的引進，對於我們過去檢驗意圖與因果關係之作法形成考驗，建議對責任歸屬建立一套滑尺制度 (sliding scale system)，以因應人工智慧的獨特性質，採取持平之作法。

■ 為達成「公正文化」原則，我們必須就人、機之間相對關係，思考人類行為、人員訓練與標準規範，確保在人類監督與人工智慧能力發揮之間採取均衡作法。

歐洲執委會於 2021 年 4 月提案針對人工智慧制定統一規定。這項尚未在歐洲議會 (European Parliament) 進行表決之草案，目的在於強調這項技術之重要性，並據草案指出，人工智慧可以「有助於對社會、環境構成有利成果，並對公司企業與歐洲經濟提供關鍵的競爭優勢」。

人工智慧將能藉由改進預測、優化作業與資源分配，以及提供個人化的服務，達成前述之目標。

依據提案，人工智慧的定義是針對人類定義目標的特定組合，產生輸出之軟體。這些輸出包括任何形式的內容 (contents)、預測與建議，或是能對與其互動之環境構成影響的決定。

◎ 基於風險建立之作法

提案建立規範人工智慧之規則，係採基於風險建立之作法所擬，側重於在產品上構成安全組件之系統。目標在於將這些規則與現今相關行業安全法規整合，以取得一致。

在航空業中，當人工智慧系統運用在或就是在某產品中，成為發揮安全功能之「安全組件」一部分時，在某些程度上，視為是間接受到此項歐盟提案影響之高風險環境。人工智慧系統發生故障或功能異常，將會對個人與財產構成危害。

有鑑於此，在航空業領域中引進人工智慧，應要遵守此項提案所提之某些原則。其中某些條款對於安全極為重要。

首先，是項提案指出，設計與研發高風險的人工智慧系統時，應要確保其作業透明，足以讓使用者理解其系統輸出結果，並適當運用。

提案寫道，針對系統內部或是其操作環境，尤其是因為其與人類或其他系統互動時，可能發生之錯誤、故障或矛盾，高風險的人工智慧系統應具備一定之韌性。

另外，提案中表示，應透過人、機介面工具的視角來設計與研發人工智慧，且人工智慧運用期間，應接受所謂「自然人」(natural persons，譯註：具有自然生命的個人)的監督。在此項條款中，人類監督工作之特定目標，係當高風險人工智慧系統依其原訂用途使用時，或是預判所及之合理誤用情況下，避免或儘可能減少恐會對個人健康、安全或基本權利構成風險。

◎ 人類角色

提案亦述及，人類監督工作，必須完全瞭解人工智慧系統之能力與限制，並且要能適時監視其作業情況，以發現並解決任何異常與失能之徵狀。

為此項監管草案調整的說法是，監督作法應「讓奉派擔任監督的個人，在適當情況下，應遂行以下事項：

(一) 注意並適切瞭解高風險人工智慧系統的相關能力與限制，並能適時監視其作業，因此異常、失能與不預期的操

作舉動才能及早發現與解決。

- (二) 持續注意對於高風險人工智能系統之輸出，自動產生依賴性或過度依賴的可能傾向（「自動化偏差」，automation bias），尤其是針對用於提供決策建議供自然人運用之高風險人工智能系統。
- (三) 要能正確解讀高風險人工智能系統的輸出，尤其要考量該系統之特性以及可用的解讀工具與作法。
- (四) 要在任何特定情況下，能夠決定不使用人工智能系統，抑或無視、否決或逆轉高風險人工智能系統的輸出結果。
- (五) 除非是在人為干預會升高風險，或是人為干預會對公認最新科技構成負面影響的情況之外，要能夠介入高風險人工智能系統作業，或是能透過按下「停止」鈕或某個類似程序干預系統，讓其在安全狀態下暫停運作。

（歐洲議會於 2023 年 6 月 14 日核定以上第（一）至（五）項，而此五項與原本措辭用語有所不同。）

◎ 人類監督與責任歸屬

以航空業人工智能為主題的研究文件與報告，皆有一共同項目：「以人為本之作法」(human-centered approach)。這些文件中包括國際民航組織 (ICAO) 2019 年論及航空業的人工智慧與數位化之工作報告、歐洲航空 / 飛航管理 (European Aviation/ATM) 人工智能

高層工作群 (AI High Level Group) 的《以人工智能飛行》(Fly AI) 報告 (EUROCONTROL, 2020)、歐洲航空安全局 (EASA) 的《人工智能發展路線圖》(Artificial Intelligence Roadmap, 2020)，以及歐洲單一天空飛航管理研究 (SESAR) 中之《歐洲飛航管理主計畫》(European ATM Masterplan, SESAR Joint Undertaking, 2020)。相關規定在規劃時，皆瞭解所有作業與活動均由人類執行。

但是，這項有關建立人工智能法規的提案，似乎是從以人為本的作法，轉變為以人類進行監督之作法。因此產生不同的問題。

在航空業環境中引進人工智能，可能涉及包括人員、航空公司、空中導航服務供應商 (air navigation service provider, ANSP)、國家，以及製造商等數種角色。如《國際民航公約第 11 號附約》(ICAO Annex 11) (亦如第 9426 號與第 4444 號文件) 與歐盟之歐洲單一天空法規彙編 (2018 年第 1139 號條例) 及飛航管理認證與人員授證規定等現行法規，業已考量飛航管制員之觀點。

從責任歸屬的角度，在航空業 (如同其他產業) 使用人工智能，涉及多種責任類型，包括刑事、民事 (合約內與合約外之責任)、國家 / 行政、產品、組織與代理等類型之責任。

◎ 「黑箱問題」

提案中針對人工智能的定義與框架協議，以及人類擔負之責任 (就監督與「維護之責」而言)，其理解的角度，應從人工智能係透過神經網路，將問題細微分解，然後循線性方式逐步解決，以發揮其功能。但我



人工智能的功能展現，對過去幾近全般法律領域，用以檢驗意圖與因果關係之作法形成考驗

們無法確實瞭解其演算法處理為何，或其所採方法為何。此即稱之為「黑箱問題」，因為人工智能可視為是一個黑箱，無法窺探其內部運作。

「相關規定在規劃時，皆瞭解所有作業與活動均由人類執行。但是，這項有關建立人工智能法規的提案，似乎是從以人為本的作法，轉變為以人類進行監督之作法。

人類可以輸入內容與目標，讓人工智能運作（以「黑箱」方式進行），但需監督其發揮功能，必要時插手干預。但是，回想起來還是有倫理上問題：人類決定插手干預之依據為何？人工智能能夠建立衡量人類行為的標準或基準嗎？因此可產生兩種情境：

一、人工智能建議採取一項正確行動，但飛航管制員並未採納而導致發生事端：

- 飛航管制員對於應盡而未盡專業職責之疏失，是否應該負責？
- 人工智能建議採取「正確行動」之依據為何？人工智能是否採取與飛航管制員不同的標準或基準？
- 飛航管制員有責任要採納人工智能的建議嗎？
- 人工智能的建議可以做為證據嗎？

二、人工智能建議採取一項錯誤行動，而飛航管制員採納其建議而導致事端：

- 飛航管制員對於應盡而未盡專業職責之疏失，是否應該負責？
- 飛航管制員對於人工智能發揮功能的方式，是否具備恰當之心理模式？

◎ 人、機互動

為配合此一框架並解決前述之問題，同時又能遵守公正文化之原則，從人、機關係之角度檢視人類行為與訓練相當重要。我們必須澄清何者才能下達決策、下達決策的時刻與原因，以及其所依據之標準與訓練為何。

對處於人類與機器互動頻繁交錯模式運作的情況下，此點格外重要。其目的應在於減低對於機器的過度信賴，以及其他意外結果。

引進自動化，讓工作與責任逐漸交由科技接管，造成損害之責任理當從人類操作員手中，轉由負責設計、研發、運用、整合與維護這項科技產品的組織來承擔。然而，人工智慧之功能展現，對過去幾近全般法律領域，用以檢驗意圖與因果關係之作法形成考驗。這類型評估預測結果與決策基礎之檢驗作法，運用在黑箱作業的人工智慧，恐無法發揮效用。

解決此問題之作法，不應針對人工智慧以某種特定透明的標準，實施嚴格之責任歸屬與監管框架。反之，採取調適目前對於意圖與因果關係檢驗之彈性制度，可以產生某種更適切作法。因此，當人工智慧自主運作或欠缺透明度的情況下，此舉會影響對於當下責任歸屬之要求。從另一方面來說，當由人類監督人工智慧或人工智慧運作一切透明的情況下，此舉維持過去的意圖與因果關係檢驗作法。

◎ 公正文化與人工智慧

迄今，我們對於機器運作採取之作法，係由一單純原則所引導：我們知道輸入為何，瞭解其運作方式，也知道預期的輸出的產物。此舉讓我們目光放在人類對於錯誤、疏失與偏差之考量。

引進人工智慧後，我們恐必須處置機器出錯的問題。若將所有責任全都歸咎於人類與其監督職責，這是不公平、錯誤，甚至悖於工作倫理。

觀念轉變非但在事後檢討，律定責任歸屬或進行安全評估時相當重要；且在事前必須實施預防與預警作為時，亦同樣重要。此作法有助於深化「公正文化」原則，此原則不應修改，但須考量將人工智慧視為整體過程中之參與者。★

參考資料：

EASA (2023, May 10). EASA artificial intelligence roadmap 2.0: A human-centric approach to AI in aviation. <https://www.easa.europa.eu/en/document-library/generalpublications/easa-artificial-intelligence-roadmap-20>

EUROCONTROL (2020, March 5). The FLY AI report: Demystifying and accelerating AI in aviation/ATM. <https://www.eurocontrol.int/sites/default/files/2020-03/eurocontrol-fly-ai-report-032020.pdf>

European Commission (2021, April 21). Proposal for a regulation laying down harmonised rules on artificial intelligence. <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/proposal-regulation-laying-down-harmonised-rules-artificial-intelligence>

ICAO (2019, January 8). Working paper: Artificial intelligence and digitalisation in aviation, 2019. https://www.icao.int/Meetings/a40/Documents/WP/wp_268_en.pdf

SESAR Joint Undertaking (2020, December 17). European ATM master plan 2020.

作者簡介：



Federico Franchina
現職為墨西拿大學
(Università degli Studi
di Messina)海空運輸法
教授，曾任歐洲空中飛
航安全組織(EUROCONTROL)法律專家與
義大利建設暨運輸部公共工程高階會議之專
家。

譯自 *Hindsight 35 / Summer 2023*

ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND THE JUST CULTURE PRINCIPLE

FEDERICO FRANCHINA



The European Commission has proposed a legal framework on AI. In light of some of the risks and opportunities, Federico Franchina highlights the importance of reconciling the use of AI with Just Culture, ensuring clarity on decision-making, standards, training, and liability.

KEY POINTS

- The European Commission has proposed harmonised rules on artificial intelligence (AI) to address its potential benefits and competitive advantages.
- The proposal highlights the need for transparency, resilience, and human oversight in the design and development of high-risk AI systems, particularly in safety-critical environments.
- The use of AI in aviation raises questions about liability and decision-making, requiring a paradigm shift to share

responsibility between humans and machines, avoiding placing undue burden solely on human operators.

- The introduction of AI challenges traditional tests of intent and causation, and a sliding scale system for liability is suggested to adapt to the unique characteristics of AI and maintain a fair approach.
- To uphold the Just Culture principle, it is necessary to consider human behaviour, training, and standards in the context of human-machine relations, ensuring a balanced approach between human oversight and AI capabilities.

In April 2021, the European Commission laid out a proposal for harmonised rules on artificial intelligence (AI). The draft, yet to be voted on by the European Parliament, aims to address this new technology, which, according to the proposal itself, can “support socially and environmentally beneficial outcomes and provide key competitive advantages to companies and the European economy.”

AI will be able to achieve these goals by improving prediction, optimising operations and resource allocation, and personalising services.

According to the proposal, AI is defined as software that generates outputs for a given set of human-defined objectives. These outputs can include content, predictions, recommendations, or decisions that have the ability to influence the environments with which they interact.

A Risk-Based Approach

The proposal establishes rules for AI based on a risk-based approach, with specific attention given to systems that serve as safety components of products. The aim is to integrate these rules into the existing sectoral safety legislation to ensure consistency.

Aviation is partially seen as a high-risk environment that is indirectly affected by this EU proposal when AI systems are used or are a part of a “safety component” that fulfils a safety function for a product. The failure or malfunctioning of such systems can endanger the health and safety of individuals or property.

Based on these assumptions, any introduction of AI in the field of aviation should follow some principles laid down by the same proposal. Some of these are of paramount importance for safety.

First, the proposal states that high-risk AI systems shall be designed and developed in such a way to ensure that their operation is sufficiently transparent to enable users to interpret the system’s output and use it appropriately.

It also states that high-risk AI systems shall be resilient regarding errors, faults or inconsistencies that may occur within the system or the environment in which the system operates, in particular due to their interaction with natural persons or other systems.

Moreover, it is stated in the proposal that the design and development of AI shall also be made through the lens of human-machine interface tools, as well as the oversight by “natural persons” during its use. Within this provision, human oversight is tasked with the specific goal preventing or minimising the risks to health, safety or fundamental rights that may emerge when a high-risk AI system is used in accordance with its intended purpose or under conditions of reasonably foreseeable misuse.

The Human Role

Along with this, it is required by human oversight to fully understand the capacities and limitations of the AI system and be able to duly monitor its operation in order to detect and address any signs of anomalies and dysfunctions.

For the purposes of the regulatory draft, to paraphrase, measures should “enable the individuals to whom human oversight is assigned to do the following, as appropriate to the circumstances:

- (a) be aware of and sufficiently understand the relevant capacities and limitations of the high-risk AI system and be able to duly monitor its operation, so that signs of anomalies, dysfunctions and unexpected performance can be detected and addressed as soon as possible;
- (b) remain aware of the possible tendency of automatically relying or over-relying on the

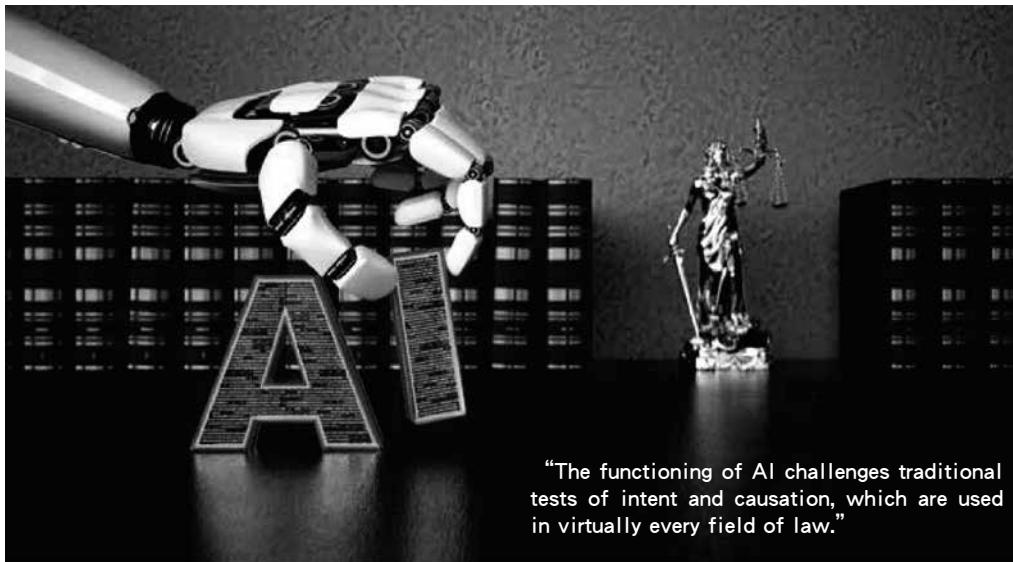
output produced by a high-risk AI system (‘automation bias’), in particular for high-risk AI systems used to provide information or recommendations for decisions to be taken by natural persons;

- (c) be able to correctly interpret the high-risk AI system’s output, taking into account in particular the characteristics of the system and the interpretation tools and methods available;
- (d) be able to decide, in any particular situation, not to use the high-risk AI system or otherwise disregard, override or reverse the output of the high-risk AI system;
- (e) be able to intervene on the operation of the high-risk AI system or interrupt, the system through a “stop” button or a similar procedure that allows the system to come to a halt in a safe state, except if the human interference increases the risks or would negatively impact the performance in consideration of generally acknowledged state-of-the-art.”

(On 14 June 2023 the European Parliament approved its position (a) and (e) above, which were originally phrased differently.)

Human Oversight and Human Liability

Institutional documents and papers on the topic of aviation AI share a common element: a ‘human-centred approach’. These include the



“The functioning of AI challenges traditional tests of intent and causation, which are used in virtually every field of law.”

ICAO (2019) working paper on artificial intelligence and digitalisation in aviation, the European Aviation/ATM AI High Level Group FLY AI report (EUROCONTROL, 2020), the EASA Artificial Intelligence Roadmap (2020), and the SESAR European ATM Masterplan

(SESAR Joint Undertaking, 2020). Rules have been designed with the understanding that operations and activities are performed by humans.

However, the proposal on AI regulation seems to shift from a human-centred approach to a human oversight approach. This raises different questions.

The introduction of AI in the aviation environment could involve several actors, including physical persons, air carriers, air navigation service providers (ANSPs), states, and manufacturers. Existing regulations, such as ICAO Annex 11 (also Doc 9426 and Doc 4444) and the EU SES package (Reg.

1139/2018), and certification and personnel licensing regulations, already consider the perspective of air traffic controllers (ATCOs).

From the perspective of liability, the use of AI in aviation (as well as in other sectors) involves various types of liabilities, including criminal, civil (contractual and extra-contractual), state/administrative, product, organisational, and vicarious liabilities.

The ‘Black Box Problem’

The proposed framework and definition of AI, as well as the responsibilities placed on humans (in terms of oversight and ‘duty of care’), should be understood in the context of AI’s functioning through neural networks that break problems down into millions or even billions of pieces and solve them step by step in a linear fashion. We do not know exactly what the algorithm is doing or what methods it is using. This has been referred to as the ‘black box problem’ because AI can seem like a black box

with no visibility into its inner workings.

The human decides on the inputs and objectives, and allows the AI to work (in a 'black box' manner), but must oversee its functioning and interrupt the process if necessary. However, ethical questions arise in retrospect: on what basis did the human decide to interrupt the process? Does AI establish a standard or benchmark for evaluating human actions? Two situations can occur:

1. AI suggests a correct action, but the ATCO does not follow the suggestion, leading to an occurrence:

- Is the ATCO liable for breaching the duty of professional negligence?
- On what basis does AI suggest a 'correct action'? Does it followed by the ATCO?
- Does the ATCO have a duty to follow AI's suggestions?
- Can AI suggestions be used as evidence?

2. AI suggests a wrong action, and the ATCO follows the suggestion, leading to an occurrence:

- Is the ATCO liable for breaching the duty of professional negligence?
- Does the ATCO have an appropriate mental model about how AI will function?

Human-Machine Interaction

To reconcile this framework and address these questions while upholding the Just Culture

principle, it is important to look at human behaviour and training in the context of human-machine relations. We need to clarify who will make decisions, when and why they will be made, and based on which standards and training.

This is especially important in situations where there is a hybrid mode with significant interactions between humans and machines. The aim should be to reduce overconfidence in the machine and other unintended consequences.

As automation is introduced and tasks and responsibilities are increasingly delegated to technology, liability for damages is expected to shift from human operators to the organisations responsible for designing, developing, deploying, integrating, and maintaining the technology. However, the functioning of AI challenges traditional tests of intent and causation, which are used in virtually every field of law. These kinds of tests, which assess what is foreseeable and the basis for decisions, could be ineffective when applied to black-box AI.

The solution to this problem should not be strict liability or a regulatory framework with specific transparency standards for AI. Instead, a flexible system could lead to a more suitable approach as it adapts the current regime of causation and intent tests. In this sense, it impacts the requirements for liability for those situations when AI operates autonomously or lacks transparency. On the other hand, it maintains traditional intent and causation tests

when humans supervise AI or when AI is transparent.

Just Culture and AI

So far, our approach to machines has been guided by a simple principle: we know the inputs, we understand how they work, and we know the expected outputs. This has led to a focus on human considerations regarding mistakes, negligence, and faults.

With the introduction of AI, we may have to deal with machines that can make mistakes. It would be unfair, wrong, and even unethical to place all the responsibility solely on humans and their oversight duty.

This paradigm shift is important not only in retrospect, *ex post*, when allocating liability or conducting safety evaluations, but also in advance, *ex ante*, when prevention and precautionary measures need to be applied. This approach contributes to reinforcing the 'Just Culture' principle, which should not be amended but should consider the involvement of AI as a player in the playbook. 

Reference

EASA (2023, May 10). EASA artificial intelligence roadmap 2.0: A human-centric approach to AI in aviation. <https://www.easa.europa.eu/en/document-library/general-publications/easa-artificial-intelligence-roadmap-20>

EUROCONTROL (2020, March 5). The FLY AI report: Demystifying and accelerating AI in aviation/ATM. <https://www.eurocontrol.int/sites/default/files/2020-03/eurocontrol-fly-ai-report-032020.pdf>

European Commission (2021, April 21). Proposal for a regulation laying down harmonised rules on artificial intelligence. <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/proposal-regulation-laying-down-harmonised-rules-artificial-intelligence>

ICAO (2019, January 8). Working paper: Artificial intelligence and digitalisation in aviation, 2019. https://www.icao.int/Meetings/a40/Documents/WP/wp_268_en.pdf

SESAR Joint Undertaking (2020, December 17). European ATM master plan 2020. <https://www.sesarju.eu/masterplan2020>



Federico Franchina is Professor of Maritime, Air and Transport Law at Università degli Studi di Messina. He was formerly a Legal Expert at EUROCONTROL and Expert at the Superior Council of Public Works Expert at the Superior Council of Works at the Ministry of Infrastructures and Transport in Italy.

優化自主健康生活管理，降低長途飛行所產生過度疲勞影響飛安

中華航空 錢 武 正



簡歷

- 一、Bell Creek (TH-67) 飛行員 - 軍
- 二、Bell Super Cobra (AH-1W) 飛行員 - 軍
- 三、Boeing Apache (AH-64E) 飛行員 - 軍
- 四、Airbus (Helicopters) AS-365 N1 N2 N3 飛行員 - 內政部
- 五、Sikorsky Black Hawk (UH-60M) 飛行員 - 內政部
- 六、Diamond DA40 DA42 飛行員 - CPL
- 七、Boeing 747-400 飛行員 - ATP
- 八、Boeing 737-800 飛行員 - ATP

壹、前言：

作者雖有軍方及內政部公務飛行員背景，但皆為旋翼機飛行時數，僅儀器飛行

時數可部分承認，故定翼機時數皆為自行至 FAA141 及 CAA 認可飛行學校考取，也因為經歷過不同種類的航空器洗禮、不同航空器的壓力疲勞，更可以分享飛行前中後不同壓力產生所對身心靈產生的影響，本文將會依照作者各個階段來分類，也會提及到從學生飛行員成為民航飛行員的心路歷程。

一、軍方飛行員階段：軍方飛行員階段：軍方飛行員階段：

(一) 早在軍校就讀時期就已經立志當飛行員，當時能獲得的資訊並不多，也沒有人分析過陸海空飛行員的差別，如果能重來一次，一定是無懸念選擇空軍。在部隊飛行 10 年後，開始對未來成為民航飛行員做準備，一開始是先提高語文能力，將多益成績提升至 800 以上水準，也因為語文能力提高，再加上獲得長官的賞識，有了出國受

訓的機會，在不影響受訓的前提下，利用假日、假期自行至 141 的飛行學校開始了成為定翼機飛行員的旅程，除了完成代表國家交付的任務外，也順利在有限時間拿到定翼機執照。

(二) 為了能夠保持英文能力，在退伍之前，選擇於假日修讀高雄科技大學應用外語研究所，另一方面也準備高考三級公務人員國家考試，為中場人生做準備。

二、公務飛行員階段：

高考三級直升機駕駛屬於交通技術職類，通過公務員考試後，完成國家文官訓及銓敘，任命為薦任公務員，分發至內政部空中勤務總隊，於松山機場擔任 AS365 小海豚直升機飛行員，於台中機

場擔任 UH-60M 飛行員，與警政署共同執行反恐任務、與消防署共同執行山難救援任務、與海委會共同執行海難救援任務、與衛服部共同執行緊急醫療空中轉診任務等政府機關任務。

在此階段也考量到每 3 個月須有 3 個起飛落地的規定，也為了希望能保持操作定翼機的能力，毅然決然報名安捷飛航訓練中心，重新完整走一次從 PPL 到雙引擎的 CPL 訓練課程，當然，所有飛行訓練都是在休假期間完成的。美國與台灣的飛行訓練比較之下，台灣的飛行訓練相對嚴格非常多，訓練扎實、學科嚴謹、制度完善，但也因為所有地面及空中訓練都有規則可循，只要按部就班、自我要求，還是可以很順利的達到各項考試要求，順利完成訓練。

三、民航運輸飛行員階段：

在經過學科筆試、面試、模擬機測驗及綜合評量後，以 CPL 自訓飛行員身分進入航空公司，隔年完成 747-400 訓練，好巧不巧，完訓後 2 個月就開始為期 3 年的隔離飛行生活，也正因為遇到如此特殊的時期，國家為了貿易的需要、公司為了生存的必要、社會為了生存的重要，我們貨機的飛行班次規劃變的特殊，有短班的急性疲勞，也有長班的慢性疲勞，之後就是綜合而成的疲勞累積。

(一) 短班急性疲勞：

1. 貨機的航班時間帶很多都是在夜間，飛行員必須提前一天就開始規劃作息的調整，才不會在值勤當天，讓急性疲勞的症狀太過明顯，進而影響飛行





操作、飛航安全。每個人身體狀況不同，都有適合自己的一套適應方法，而我因家住南部，為了符合指揮中心零接觸規定，必須自行開車至桃園上、下班，以上海航班為例，起飛時間為晚上 11 點，我在當天早上就已經開始強迫自己睡覺，下午 5 點開始從高雄開車北上，中途有廁所或用餐的需求，必須先打 1688 與休息站預約專用廁所及代購便利商店食物，之後再回到車上，全程都會有一位保全跟著全時錄影存證，此時的疲勞其實已經開始產生，如果飛機可以準時起飛到還好，如果臨時延誤個幾小時才是最麻煩的。因為是夜間飛行，在駕駛艙內我會請正駕駛將燈光盡量調暗，讓眼睛的桿狀細胞 (ROD) 開始做暗適應，才不會讓眼睛的疲勞影響身心的疲勞，在巡航過程一直到落地，我也都保持駕駛艙在夜航模式，以眼睛的暗適應來說，提早 45 分鐘

做是最適合的，可以讓飛行員較能夠注意到夜間景色的細節，這在落地階段尤其重要。

2. 地停階段通常是計畫 2 小時，扣除 1 小時的飛行準備，飛行員通常有 1 小時可以休息一下，這段時間對可以睡著的人來說是非常珍貴的，對我來說，從來沒有一次能在地停時間睡著的，因為停機坪環境噪音非常大，有金屬貨盤的高頻碰撞聲，有車輛行駛的低頻聲，還有人員講話的聲音，這些狀況戴上耳塞可以緩解一些，但是上下貨造成的飛機晃動就沒辦法消彌了。因此，飛行員們都會互相照顧，在航廈購買好吃的點心、好喝的飲品，藉由心靈上的滿足，減輕身理的疲勞感。急性疲勞這部分跟直升機夜視鏡飛行或熱顯像飛行產生的疲勞非常類似，都是在短時間內造成的急性疲勞，而避免及減輕的方式也都很類似，眼睛暗適應來提升夜航 Situation

Awareness 是最重要的一環。

(二) 長班慢性疲勞：

在疫情最嚴峻階段，貨機的航班有時會規畫一次出門上班 22 至 25 天，因為太過特殊，且於特殊時期，就暫且不以此類型航班做疲勞探討。一般來說，美國的貨機航班會進入內陸再出來，例如：桃園 - 安哥拉治 - 休息 - 亞特蘭大 - 休息 - 達拉斯 - 休息 - 西雅圖 - 休息 - 桃園，這類的航班模式，最疲勞的階段會是在安哥拉治 - 亞特蘭大，從桃園飛安哥拉治飛時較長，基本上還是在符合我們身理時鐘的範圍內，飛機上 3 個人可以輪流休息，第二段從安哥拉治 - 亞特蘭大是 2 個人派遣，身理時鐘還無法調節到美國時區，身體覺得是夜間睡覺時間，外界卻是艷陽高照的白天，此時保持身體正常代謝及心靈健康是非常重要的，適當補充熱量及水分，定時將體內累積的不必要物質排除，使身體保持在一個運作的狀態，而非休息的狀態。通常到達美國 3 天左右，大部分的人都可以調整好時差，所以後面的航班都不太會感覺到疲勞，當然前提是吃好、睡好、搭配運動，不過這一切的疲勞只是暫時不見，在回到台灣後，又是時差的不同，一切的循環再重來一次，這個就不單存是慢性疲勞，而是疲勞累積。

參、疲勞累積：

一、依據研究顯示，正常成年男人，熬夜一天必須靠補眠三天才能回復正常，貨機飛行員常常處於白天短班、白天長班、夜間短班、夜間長班的巡迴中，縱使期

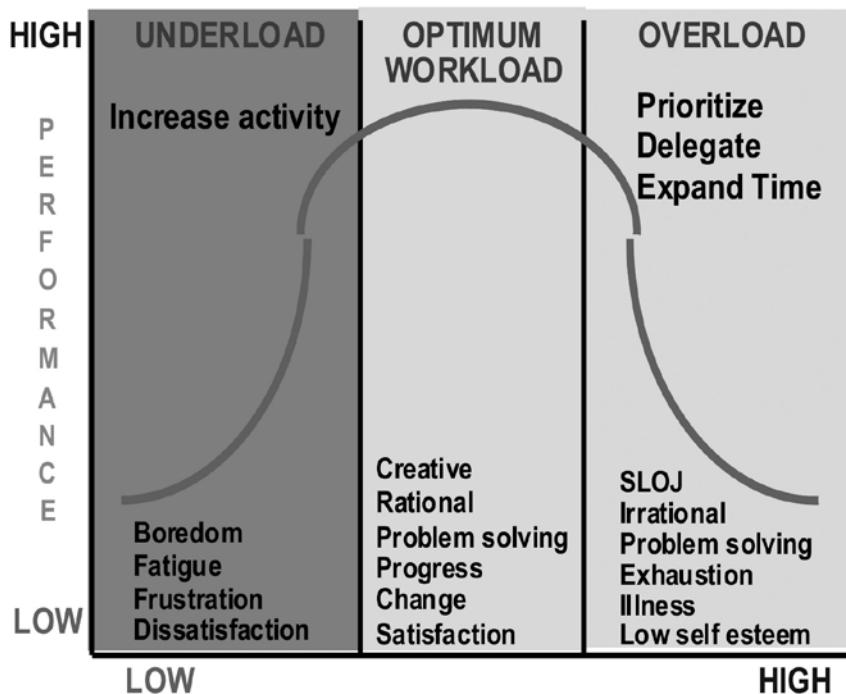
間的休息時間是足夠的，一次兩次的疲勞感是可以消除，一旦每個月都是如此的輪迴，疲勞就像是乳酸堆積，會越積越多，造成很多副作用，飛行員壓力大，嚴重將影響健康，身體出現不適。所以我們尤須注意飲食營養，均衡營養的攝取，能夠提昇身體的免疫力，對消除疲勞，改善身體其他症狀是必要的。在疫情這三年，飲食部分我的轉變非常大，因為都在隔離無法有氧運動，我減少糖份高、纖維少、含低動物性油脂的食物，早晨空腹先飲用蜂蜜檸檬、西芹汁，正餐期間搭配魚油、橄欖油、補充少量的維他命礦物質及多吃補充血液的食物，如菠菜，紅棗等。以結論來說，我從 86 公斤瘦到 68 公斤，食量卻變得更大。

二、培養良好的用餐習慣也是很重要的，有一些人喜歡用餐的時候談公事或者邊吃邊工作，這些都是不好的用餐習慣，因為無形之中會造成對自己的壓力，以致對消化系統造成負擔，同時引起營養吸收不良和胃痛，因此，在飛機上，更要盡量給自己選擇一個好的環境輕輕鬆鬆用餐，我們可以選擇平飛後，把所有事情都檢查過一遍後開始用餐，不要等到快要下降了才用餐，身體才會充分吸收營養。建議多泡澡、多運動，沐浴有助恢復體力，愈累愈要運動，加強代謝，增加活力。最後，在無法避免疲勞飛行的情況下，我們必須適時發揮 CRM、互助合作，以下是我認為意識到自己疲勞會發生的不正常因子。

(一) Difficulty adhering to normal performance standards.

(二) Errors, erratic performance.

OPTIMUM WORKLOAD



(三) Getting away from good fundamentals of aircraft control.

(四) Uncertainty, indecision, discomfort.

(五) Losing normal scan, tunnel vision, fixation.

(六) Temporal distortion.

(七) Hesitant, confused speech.

(八) 身體訊號：

1. 頭痛。
2. 心跳加速。
3. 抽筋。
4. 晕眩。

三、發現並將危險因子減低到最小，達到可接受的剩餘風險：

(一) Ignore: 尤其在 critical phase 階段，適當的避免注焦在不必要的事務上，Planning can reduce fatigue.

(二) Delay: 如果是不必要立即處理的狀況，就先 delay it. 先把飛機飛好，狀況判斷好再來做處理。

(三) Delegate: 如果有 CM3 或 CM4，一同協助處理突發情況，分散風險，將 workload 平均分散是最佳的方案。

肆、結語：

民航駕駛員飛行任務不分日夜，飛行長班與短班的交替輪派是駕駛員工作日常。飛行後所產生的疲勞是所有飛行員面對的問題，如何克服？筆者建議：多泡澡、多運動，沐浴有助恢復體力，愈累愈要運動，加強代謝，增加活力！

安捷飛航訓練中心飛行前準備 與飛行後歸詢與檢討

星宇航空 黃志璋

壹、飛行術科訓練前整備：

在飛行任務中，為增加飛行時狀況警覺和降低飛行風險，進行完善的飛行前準備工作和充分閱讀及分析資料是非常重要的事。

根據安捷飛航訓練中心 FCTM(flight crew training manual) 規定，在進行每次飛行前，飛行訓練教官都會決定飛行前簡報的時間，並和訓練學員在簡報室進行飛行前簡報，其中也明文規定飛行前簡報必須要在飛行任務前提示完成。另外飛行學員必須在飛行前將下列資料及手冊備齊以便與飛行教官討論及簡報：

- 一、Checklist
- 二、Airway manual
- 三、Training manual
- 四、Training record
- 五、Flight plan
- 六、Other materials for flight
- 七、每趟飛行訓練前需先確保飛航手冊的資訊都是最新版的，相關飛航手冊包括：
(一) 航務手冊：於安捷飛航訓練中心航務手冊中明列相關飛行的規定，其實施安全且順利飛航所需的基本規則。

(二) 飛機操作規定：飛機的操作說明書，包含操作界線、正常緊急操作流程、系統、性能、重量與平衡，訓練學員在每次飛行任務前都需要親自利用手邊的天氣與機務資料計算本次的操作都在限度範圍內。

(三) 航線規定：台灣各機場概要、出發及抵達飛行路線、航空安全及通訊設施的狀態。

(四) Dispatch Briefing 簡報內容包含：出發地、航線、目的地的天候狀況、航空情報、飛行路線、搭載燃料量、替代機場、飛行重量與平衡，其他與飛行相關的事項。

(五) 確認路線上的天候：

台灣氣候於春季易起霧，夏季有旺盛的對流雲和颱風，而冬季強勁的東北季風，種種都對飛行任務是嚴峻考驗，所以在安捷飛航訓練中心，計畫每次飛行前，不論天候好與壞，都不能省略確認出發地與目的地的天氣，飛行途中備降機場天候也被包括在確認範圍內。

此外也需確認最新的航空情報，因為有些資訊是臨時公布的，因此飛行當天必須確認飛航公告（NOTAM：Notice To Airmen），譬如確認台灣東部九鵬區域是否有火砲射擊，或是花蓮機場的訓練時段是否與當天飛行計畫有衝突，以及各機場跑道滑行道與助導航設施是否都正常運作。

（六）設定飛航計畫：

從天候調查到航空資訊，可以確認飛行區域的限制以及亂流的狀況，進而透過這些資訊提供訓練時安全且舒適的飛行路線、飛行高度，以及飛行速度，也便於和飛航管制員協調有關空域訓練和所需時間以及是否需要額外互相配合的部分，譬如在綠島訓練空域或是在 Rift Valley 訓練空域。

（七）確認飛機載重平衡：

每次飛行前飛行訓練學員需利用「Weight and Balance Manifest」載重平衡表，來管理飛機重量與重心位置。

重心位置所允許的範圍非常窄，重心位置稱為平均空氣動力弦（MAC，Mean Aerodynamic Chord），為計算平均空氣動力弦在通過機翼中心線上多少 % 的位置。

（八）與機務人員進行確認作業：

當天訓練課程及任務前，需與棚廠機務人員確認整備狀況、燃油、滑油的搭載量及品質，接著進行飛機外部檢查，確認當天飛機的外觀以及機內儀表開關都處於適航狀態。

貳、飛行中術科操作：

安捷飛航訓練中心對於航機系統及操作科目認識要求非常高，且對於每一飛行科目的進行與處置，均要求機組員須正確並提前告知，駕駛艙任何行動均在互相掌握與知悉下綿密進行，由其機外空域視察、系統監控。

參、飛行後歸詢與檢討：

每次飛行後之歸詢檢討由飛行訓練教官講評飛行狀況，並分析缺點或改進建議，假使飛行科目有需加強科目，飛行訓練教官皆會註記於評量表中，且在 FCTM 中也規定飛行後歸詢及檢討需在當班飛行訓練課程完畢後儘快實施，並由飛行教官寫下飛行訓練紀錄，以方便下一位帶飛教官追蹤學生飛行進度以及改正狀態。

肆、結語：

在安捷飛航訓練中心接受飛行訓練擁有完整的飛行前準備與飛行後檢討和改正計畫，因為有完整的訓練計畫與良好的體制，且飛行訓練教官對於學員的狀態也都非常了解，大幅降低飛行訓練學員需適應不同的教官問題，完善的飛行前準備和飛行後檢討，對於飛行訓練學員在飛行技術及知識上的累積有非常大的助益。 ━━

座艙飛行操作分工與緊急處置 作為強化飛航安全

華信航空 呂忠倫

壹、前言：

民國 103 年復興航空 GE-222 澎湖空難、104 年復興航空 GE-235 基隆河空難與 110 年立榮航空馬祖起落架撞擊事件，皆是飛行員操作不當所引起，可看出飛行員對於公司規定、民航法規、飛機裝備系統與程序上的不夠了解，另組員之間的溝通、協調與資源管理 (CRM) 也出現問題，正所謂練兵千日用兵一時，平常的訓練跟自我的要求是十分重要，尤其是平日飛行任務中都處於一般性與穩定的操作航空器，當遇到突發狀況時就會知道自己的責任和需要做出正確的處置。

貳、組員資源管理：

組員資源管理包含團隊合作、分工合作與判斷事件，需要每年持續訓練，沒有持續加強訓練就容易衰退、日久生疏必定回歸原形，持續的訓練才能保持專業。因此，組員資源管理核心作為如次：

一. 團隊合作 : LEADERSHIP / FOLLOWERSHIP

- (一) 解除駕駛員之間的隔閡，利用「我們」而不是用「你」或「我」。
- (二) 建立駕駛員安全、溝通與合作，但適時增加一點權力區分。

二. 分工合作：

- (一) 考慮列出工作操作優先順序。
- (二) 夥伴分擔一些工作，別全都包攬自己身上。

三. 判斷事件 (活用 FOR-DEC MODEL) :

- (一) FACTS : 發生什麼事情？
- (二) OPTIONS : 有甚麼不同的選擇？
- (三) RISKS : 有甚麼風險？
- (四) 在下決策時：
 - 1. DECIDE : 結果會如何？
 - 2. EXECUTE : 明確分配要執行工作。
 - 3. CHECK : 執行所有工作後，並按標準作業程序進行檢查。

參，結語：

一、公司制定的 SOP，包括飛行中需要的 BRIEFING、CHECKLIST、PROCEDURE、空中專業通話程序與基本的 CALLOUT 等都是駕駛員必須嚴格遵守的規定，不可因常態之飛行任務而輕忽或跳過 (逐條檢查)，危安事情就可能會發生。提前做好發生狀況的準備，雖然緊急處理程序在每年的複訓都會練習，但是在飛行前或落地前的

BRIEFING 可以讓飛行員遇到狀況時更不會慌張。

二、關於前座艙內操作的分工，區分 PILOT FLIGHT 和 PILOT MORNITOR 擔任者都必須依據 SOP 管理好自己所擔任職責。當飛行運行中突發狀況時，服從 AVIATE NAVIGATE COMMUNICATE 的原則，PF 把飛機飛好，PM 做好監督將 ATC 跟 CHECKLIST 做好，PF 減少自己的工作量可盡早把自動駕駛接上，再去確認發生甚麼裝況，經過雙方溝通討論並做出正確後續處置，決定航機「發動機」、「裝備系統」開關與「外型變換」都需要雙方 (PF 與 PM) 做好確認後才可以變動，以防制復興空難事件再次發生。

三、對於航機五邊進場時，公司都有 STABLE APPROACH CRITERIA 的要求，如果在進場時無法滿足 STABLE APPROACH CRITERIA 的任一項要求時，「重飛」是必要的處置，但是如果飛行員任何時間覺得進場不安全或遇到風切、大雨、低能見度與跑道上有異物等危安顧慮時，重飛操作都是飛行員最好的決心，千萬不要一意孤行，擔任 PM 的飛行員也要做好自己的職責，面對到危害千萬要站出來，跳脫這個 LOOP 才能發現問題所在，預防危險進場造成意外或失事事件。

四、航空業對於安全的定義是透過持續的危害確認及風險管理，將可能危害生命財產的風險維持在可接受的程度之內的一種狀態。危害包括人為受傷、機具受傷、財產損失、工作環境的破壞，或喪

失執行原功能之能力；而各類飛安事件僅僅是冰山一角，冰山下的潛在的問題與風險需要大家來檢視、發現與報告，降低危安事件發生造成遺憾。 

從「螺旋槳教練機」換裝 「大型噴射客機」之飛行訓練 差異與適應性

台灣虎航 何偉綸

壹、前言：

還記得在 2015 年的台東，炎炎夏日，在攝氏 30 度高溫的駕駛艙內，揮汗做著本場的航線訓練，汗如雨下！從一個完全沒有碰過飛機的新手，到要能夠真的碰駕駛桿，自信的操作空中科目和落地，著實要下一番工夫並加上很多的事前準備。為期一個月的 PPL 地面課程只是一個開端，從基本的飛行原理、助導航設備的了解、民航法規的研讀、DA-40NG 系統的理解以及航校 SOP 訓練。原先在學飛前已經做過功課，知道要成為一位飛行員，需要閱讀大量相關知識的書籍，但是實際遇到了，才知道要準備的東西比想像中還要多，這也應該是各個準飛行員們暨高中聯考之後最認真唸書的一段時光了。

貳、安捷飛航訓練中心：

一. 放單飛：

抵達台東開始飛行訓練之前，我們馬上就遇到自用駕駛執照 (Private Pilot License) 訓練飛行員最怕遇到的壞天氣，一個颱風把學校的棚廠吹壞還傷到飛機，導致能夠作為飛行訓練的教練機只有一至二架，而整個訓練期程從原先緊鑼密鼓的術科訓練變成漫漫等待。當飛機修好之後飛行進度又變成衝刺班，必須在每日的飛行架次訓練之前做好準

備，在課後和教官做檢討及複習並且做好下一個飛行科目的預習，還要同時適應清晨與夜間的交替飛行訓練課程。這樣高強度的術科訓練再次證明飛行員真的要有很強的適應能力，以及較高的學習曲線才能面對一關接一關的挑戰。在完成一連串飛行術科訓練後（起落、航線和程序），隨之而來的就是令人聞之色變的第一階段考試。在經歷過口試以及術科考試洗禮之後，才能進入所有飛行員最期待也最重要的一個關卡，就是「放單飛」。放單飛對飛行員有很深遠重要的意義，它代表我們必須能夠安全的將飛機飛出去，再把飛機安全的飛回來，而我們在單飛之後肩上也將獲得第一條金槓，象徵我們獲得基礎的飛行能力，替自己的生命負責。

二、取得民航局飛行執照：

通過單飛考驗之後，其他的飛行考驗也接踵而至，個人執照考驗 (Private Pilot License)、儀器飛行檢定 (Instrument Rating)、雙發引擎 DA-42NG 之訓練等，由衷感謝我的飛行母校「安捷飛航訓練中心」。安捷飛航訓練中心擁有先進的訓練機種，配備液晶儀表及 G1000 導航系統，再加上航空公司訓練導向的 SOP (Standard Operating Procedure) 及 Multi-Crew 訓練，讓我在接下來進入航空公司進行機種轉換訓練時更加順利。

參、換裝訓練：

一、進入航空公司之後，地面課程便開始針對民航客機之操作進行訓練。不同於訓練機以個人操作及手飛為主的飛行，飛航噴射客機有幾個主要的差異：

- (一) Multi-Crew 加上自動駕駛的概念進行操作。
- (二) 空裝巴士 A320 之飛航空層主要在 RVSM 空層。
- (三) 民航機只要起落沒有低於起落限制，就需進行派飛的低能見度操作。所以課程上更加著重 CRM (Crew Resource Management)、Multi-Crew、LVO(Low Visibility Operation)、RVSM(Reduce Vertical Separation Minimum)、SOP 以及民航法規飛時限度及作業規定之理解及應用。

二、進入第二階段型別檢定 (Type Rating) 訓練時，由於客機系統更加複雜，因此對於系統的理解更加重要，包含了系統本身的運作、不正常情況的處置、單引擎失效之操作和搭配 ECAM 以及 Multi-Crew 概念之 SOP 訓練。不同於螺旋槳的即時反應，噴射引擎推力更大，反應也較為延遲，因此更加著重在提前量的控制，相對於以前以手飛為主的訓練，空中巴士自動駕駛的使用尤為重要，空中巴士的 Golden Rule 第二項便提到 Use the appropriate level of automation at all times。空中巴士的飛行操作在系統上提供更多的保護裝置，因此更像在管理一架飛機，在飛行操作上做較少的介入，只有在當飛機出現不符預期之情況再進行處置即可。

三、取得 A320 型別檢定之後，最令人期待的莫過於本場訓練以及考驗 (Local Check) 了，在半夜二點到五點的時段由檢定教官帶飛 A320，第一次摸到真飛機時真的覺得很不可思議，當自己第一次將 A320 安全落地之後，心中的感動更是不言而喻。在航路訓練時，由於飛機的操作一開始還沒那麼熟悉，又要適應日本、韓國、泰國和菲律賓等地的口音，在地面等待時右有很多的文書作業，壓力真的不小。50 分鐘的地停時間真的滿緊迫的，有時候甚至忙到沒有時間去上廁所。所幸在一次又一次的操作之後，對於飛機操作流程更加熟悉，加上事前透過 Live ATC 以及研究 JEPPESEN CHART 提前對不熟悉的機場做準備，ATC 也變得較為游刃有餘，慢慢從壓力中重新找回對飛行的熱忱，更加覺得能夠在三萬五千英尺的高空坐擁美景，真的是最美好不過的一件事了。

肆、結語：

現在的我認為做為一位稱職的飛行員，其實要顧及的面向很多，飛行能力只是基本要求，什麼時候當個 Leader，展現領導能力，對整趟飛行做一個妥善的安排規劃；什麼時候當個 Follower，做好 PM(Pilot Monitor) 的角色，協助機長飛行，適應多變的環境真的很重要。

最後，在此鼓勵每個懷抱衝上雲霄夢想的年輕人，勇於面對飛行訓練的挑戰，築夢踏實，朝自己的目標邁進。 

離島機場地形環境與腹地限制對飛機操作之影響與安全處置作為

德安航空 詹博勳

壹、前言：

德安航空主要營運台灣往返綠島、蘭嶼、七美、望安以及七美往返澎湖之航線，所營運的四座離島機場均為目視飛航機場，目前本公司所使用之機型為加拿大維京航空 (Viking Air) 所製造生產之 19 人座 DHC6-400 型機，該機型的最大起飛重量為 12,500 磅，以下會將本公司所營運之機場特性分為東西部分別概述：

一. 東部航線（綠島、蘭嶼）：

(一) 東部兩座機場均因地形因素歸類為特殊機場，綠島機場位於綠島西北角，跑道呈南北走向，跑道長度為 3,009 英尺，其跑道方向為 17 及 35，機場東北側有燈塔，東南則有村落，跑道邊亦有許多設施與住戶，若要擴建綠島機場提供更大型之航空器能合法起降，除了在工程施工的問題需要逐次解決外，更多是一般行政作業的潛存困難度。機場夏季時經常使用 17 跑道進場，冬季時常由 35 跑道進場，但由於在四邊轉五邊時離山較近，加上東北季風影響於進場階段經常會遇到不穩定的氣流，容易造成飛機產生晃動，筆者進到公司服務迄今，無論

是機隊或是各級長官在各個會議時機也不斷灌輸和提醒組員，只要覺得進場過程有不穩定或是在任何時候有不安全顧慮就應該立即執行重飛，「安全」才是飛行操作的共同信念。離島各個機場因地形因素相對限制其機場腹地廣度，進而限制其跑道的長度，並不像豐年、小港與松山機場有廣闊的腹地，相對所擁有跑道也相對較長，因此在執行航班飛行工作時，組員也都更加繃緊神經，絲毫不敢懈怠。

(二) 蘭嶼機場位於台灣東南方，跑道方向為 13 及 31，其跑道長度為 3714 英尺，與綠島機場相比其跑道長度相對較長，110 年蘭嶼機場開始整建工程並分階段施作，跑道長度也因此限縮，機隊亦因應跑道施工並配合民航局的政策指導重新計算跑道分析手冊、飛航組員進行離島短場起降訓練、機隊也在整個離島跑道整建時期做了數次的風險評估，並於每月召開的技研會上向機隊全體組員進行授課以及重點提示，同時也告知機隊副駕駛，當任何情況感覺到不穩定或覺得不安全時該重飛就必須重飛，切勿心

存僥倖，以確保公司營運狀況安全順暢。經歷 13 跑道頭及 31 跑道頭分階段施工，一切飛航操作亦安全無虞，目前蘭嶼機場之整建工程也即將進入尾聲，未來也將可容納更大型之航空器於蘭嶼機場起降，提升離島疏運載客量。

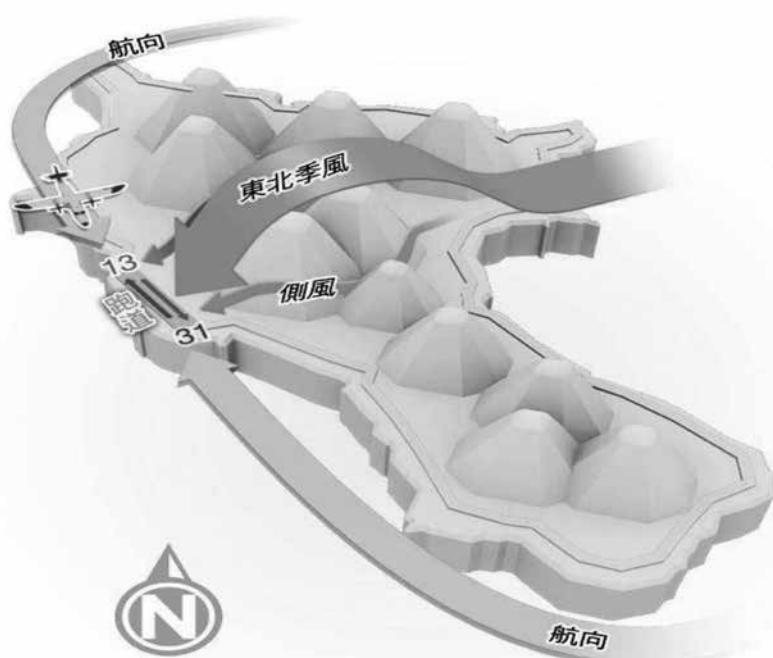
(三) 東部航線兩座機場跑道位置非常接近山邊，其中蘭嶼機場之跑道與山僅距離 100 公尺，夏天時會有明顯之西南氣流影響，從海上來的風相對穩定對飛機進場操作產生影響較低，在冬季由於東北季風盛行，機場正處於山之背風面，氣流自島嶼東北角遇山爬升，越山後下降至機場出海，部分氣流由島嶼西北角及東南角水平繞流至西南沿岸及其近海（如下圖所示），因此常於機場附近產生強烈低空風切及亂流現象造成風速超限或不定風向

的天氣因素，航班取消的處置經常發生。

二、西部航線（七美、望安、澎湖）

(一) 七美機場跑道長度 2,569 英尺，是目前全台灣機場中可用跑道最短的一座機場，其跑道航向為 02 和 20，夏季時因西南氣流影響經常使用 20 跑道進場，而在冬季時則因東北季風影響而使用 02 跑道進場，公司所運營的西部三座機場中，其中七美、望安均為目視機場，澎湖機場則具備儀器助導航設施，七美、望安兩座機場其腹地相較於鄰近的澎湖機場相對小很多，機場各項支援能量亦受到限制（如運能、貨運量、旅客人數等）。

(二) 望安機場跑道長度 2697 英尺，與七美、澎湖兩座機場一樣皆位於 C29 目視走廊上，公司每週一、五飛航，



而在西部兩座離島機場與東部機場截然不同，西部機場於東北季風來臨時，在地形和風影響飛機操作的狀況相對較少，因其跑道與風的來向近乎平行，反而在西部機場容易影響派飛因素為「雲幕高度」佔多數，但不管在何處機場，皆秉持一個原則就是只要任何時候有安全顧慮就是執行「重飛」，確保飛航安全。

貳、飛航訓練：

一、飛行訓練的部分，目前機隊係規劃新進組員以及線上組員於完成學科授課考試合格後，年度複訓時派訓至加拿大卡加利的模擬機中心執行術科訓練，其中如基本的科目如：Stall Recover、Steep Turn、Slow Flight、精確性與非精確性儀器進場、V1 Cut 及 Engine Shutdown in Flight 等程序的訓練和學習外，同時也因應目前所營運的離島機場環境特性增加側風落地的相關訓練，其主要目的係為確保組員當真實情況發生時，能夠熟稔的處理所遇到的情況，保障飛航安全，以及確保每一位組員都能夠具備側風落地的能力。

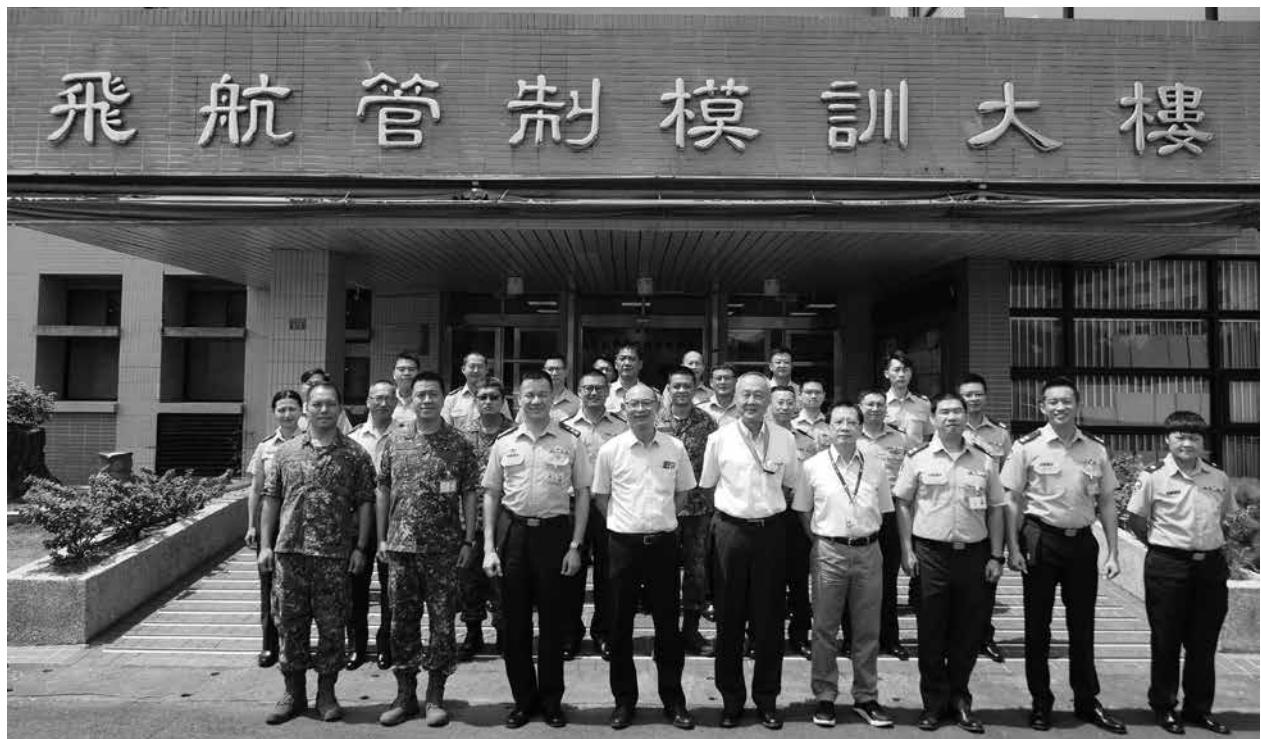
二、公司所營運之離島機場環境特殊，在機隊航務手冊上明定新訓正駕駛在第一次面臨東北季風時，需由教師級駕駛員陪飛西線 10-20 航段，東線 20-40 航段，並由檢定駕駛員完成考驗合格後始可擔任該航段機長 PIC。公司所營運的飛航機場較為特殊，因此會在各個特殊機場飛航操作標準程序，訂定因應處置作為提升安全係數，降低飛安事件發生的機率。

參、結語：

有良好的訓練加上正確的安全觀念才能夠提供乘客一趟安全舒適的旅程，無論是經常聽到的組員資源管理 CRM、安全管理系統 SMS，或是小到平常公司內部的標準作業程序 SOP、風險評估、自我督察等，皆是以提高飛航安全為首要目的。組員在每一趟飛行遵守標準作業程序，在進場準備落地階段若遭遇或感覺到任何不安全的情況，千萬不能心存僥倖，抱著我一定能把飛機落下去的想法，硬是要執行這個落地，而是應該當機立斷執行重飛，俗話說：留得青山在不怕沒柴燒，一切重頭來過，讓自己在一個安全無虞的情況下完成這個落地才是正途！根據莫非定律提到：任何可能會出錯的事情都會出錯，因此當下若抱著我一定能把飛機落下去的想法，在一個不安全的狀況下執行落地，往往都可能會產生任何人無法承受的結果，無論是誰都不應該輕易嘗試。◆

112年空軍作業風險管理班紀要

飛行安全基金會 吳忠萍



壹、前言：

- 一、飛安基金會（以下簡稱：本會）延續 111 年空軍飛地安全教育訓練計畫之需求，持續編定 112 年「高階風管政策管理班（高階）」、「風險訓練計畫規劃班（中階）」、「風險作業管理班（基礎）」等 3 項專案班次，合計完成國軍部隊 11 班次與 276 人（含陸海軍人員）作業風險管理教育訓練作業。
- 二、本會成立專案教學師資團，納編師資成員大部分自軍方退役後，轉任民航局、航空公司與大專院校等機關單位繼續工

作的現職人員。教學的內容並不是教導受訓學員不會的事，而是持續傳承國軍現有的知識更為重要；因為國軍部隊在長久的戰、演訓任務不斷的按既定計畫執行任務，已經歸納出邏輯與運作規則，其付出的整體代價與成本是無法估計。因此，本會教學內容重點不是重新指導部隊各階層幹部訓練，而是以「持續改善」與「實務工作經驗分享」為師資團核心教學工作，並持之有恆地提升國軍部隊整體運作「制度化」與「標準化」，降低國軍部隊飛行與地面作業安全事件發生的機率，是本會執行國軍部隊專案教學之終極目標。

貳、教學內容重點：

- 一. 依據國家運輸安全調查委員會出版「臺灣飛安統計報告 2012-2021」指出：我國近 10 年民用航空運輸業飛機重大飛航事故發生原因分類當中，以「與人相關」計 31 件，佔 67.4% 最高（其中 54.3% 與駕駛員有關，13% 與維修、地勤及客艙等其他人員有關），因此「人為因素」所造成飛安與地安事件是主要原因。檢視各「事件」成因歸類如次：
 - (一) 未遵守法規（缺乏工作紀律與教育訓練）。
 - (二) 專業不足（缺乏專業技能與裝備系統之熟練度）。
 - (三) 沟通不良（良好溝通具備條件：1. 共通的語言。2. 專心並仔細地聽。3. 控制自己情緒。4. 複誦。）
 - (四) 未按程序（未按標準作業程序 SOP 操作）。
 - (五) 失能與疲勞（生理、心理或工作負荷導致）。

- 二、飛安與地安事件發生後處置作為→上課→相同事件再次重複發生（一段時間後）→再上課→為何相同「飛地安全」事件一直不停發生？因為：日常工作中，最難解決的問題是管理「人」。因人類的行為受「大腦」指揮，而大腦運作基本特質：走捷徑、害怕未知、愛遺忘與無法長時間專注等因素，造成人類大腦反應出行為「懶惰」與「拒絕工作」是自然本性。因此，部隊各級管理者就必須進行相關「行為管理」之指引、律定與規範，並提供所屬軍士官兵一個明確而「具體」的任務執行方式，避開大腦消極與排斥的特點，建立國軍部隊執行

任務時一條安全通道的捷徑。

- 三、部隊平日執行戰、演訓任務中，所有任務都是有潛存風險，將潛存風險因子有效管理保證達到最低安全程度，也就是「可接受之安全水準（ALOS, Acceptable Level of Safety）」，作業風險管理計畫訂定概念：
 - (一) 部隊主官負責部隊整體運作「安全」的責任，整個組織裡所有成員共同的責任（良好的部隊安全文化，就是從「全員」落實做起）。
 - (二) 部隊主官須明確指導負責飛安與地安相關職務承辦人，如何規劃作業風險管理推展之步驟、要領與方法後，訂定出單位作業風險管理計畫、規定與細則，公布實施。
 - (三) 飛地安管理業務承辦人，依據單位主官工作指導設計「問卷調查表」分發所有單位成員，進行問卷調查表填寫收集單位潛存問題（風險因子）並進行有效管理及控制風險。
 - (四) 邀集資深幹部（有足夠經驗部屬及參加工作相關聯人士）提供預防方法與策略，完成「控制風險」積極作為，降低任務執行時意外事件發生機率。
 - (五) 「勤前教育」為最重要步驟。完成控制風險之方法及策略，須落實於出發執行任務前，帶班幹部須依據控制風險之方法逐次務實查核，符合相關風險預防作為後，即可帶班出發執行任務。
 - (六) 督察單位在風險管理計畫作為中，擔任所屬單位查核作業。依據年度查核計畫前往所屬單位進行風險管理查核任務中，查閱單位風險管理計畫、執行與成效，是否符合原定預期標準並

適時給予作業指導，持續精進單位風險管理推展之成效。

以上在風險管理計畫作為上，高層單位須明確向下作業指導，下級單位須依據上級指導全力向上支持，落實作業風險管理全般推展作為。

作業規定的數量，以降低人員在執行任務之心理壓力。作業風險管理之推展，必須持續不斷更新與修正預防方法，期降低飛安與地安事件發生的機率，而各單位主官(管)之認知程度及「執行力」更是推手與關鍵因素，「知道」與「做到」仍存在一定的距離，如何縮短距離是大家共同努力的目標。→

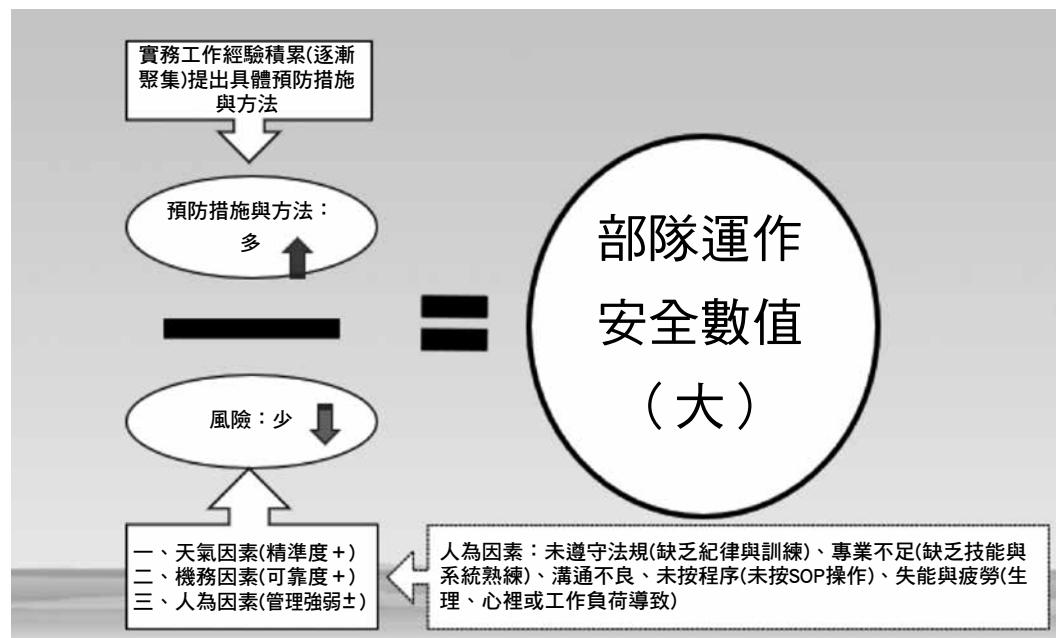
參、結語：

「作業風險管理」授課時，會使用 1 張簡圖說明如何提升部隊作業安全數值的基本概念。

由下圖的邏輯概念沒有問題，但部隊「預防措施與方法要多」對於作業人員(尤其是新進人員)在平日執行戰、演訓任務時，會產生心理上高低不同層次障礙，影響任務完成後的品質。因此，單位主官(管)就必須負責任地就現有可用人力、裝備與設施等因素，重新檢視「預防措施與方法」，與時俱進增修訂計畫部分條文或整併，減少單位

附件：

一、國軍作業風險管理班教學師資由航空業界推派專業人員(合計 20 員)，擔任「作業風險管理實務工作經驗」課程講授，課後與國軍部隊參加訓練學員合影(僅取用民航局、台灣大學、中華與長榮航空三位教學師資)。





台灣大學天氣研究團隊執行長林得恩與學員合影



各班隊參訓學員均於營區行政大樓前方實施團體合照。

當代遙控無人機發展趨勢

蔡朋霖

壹、緒論

遙控無人機是陸、海、空域無人載具的一種，自 20 世紀的第一次大戰期間(1917 年)開始陸續發展，最初是把飛機或直昇機由大作小，輕量化機體結構與航電等裝置，用以擔任偵察、反潛、電戰、靶勤等軍事任務；如：1960 年代越戰時運用的 AQM-34「火蜂」無人高空偵察機、同時期部署在美國海軍和日本海上自衛隊艦艇上的 QH-50「DASH」無人反潛直昇機等。受限於當時電子裝置的可靠度，無人機在飛行過程經常失去聯繫而有去無回，美軍航艦戰鬥群指揮官考慮到有人機與無人機發生碰撞的可能性後，甚至嚴格限制無人反潛直昇機不得在航艦附近活動，讓新裝備更難有所發揮，QH-50 系統不得不在 1970 年代由有人駕駛的「輕型空中多功能系統」(Light Air-Borne Multi-Purpose System, LAMPS) 反潛直昇機取代。時至今日，在繁忙的機場附近(類似航艦操作)使用無人機，仍然較難取得航管單位的放行，來自兩個完全不同領域的操作人員，正在熟悉彼此思維與作法，共同支持飛航安全的目標。

另一支無人機則幾乎與智慧型手機的發展同步，隨著微機電、資通訊技術的發展和半導體元件的普及，多旋翼構型的無人機開始被大量應用。這種無人機具有多個旋翼，以鋰聚電池驅動電馬達，飛行時間約 20-30 分鐘，活動高度約在 1000 呎 AGL 以下，

可以掛載攝影機、藥劑或貨物，進行空拍、巡檢、農藥噴灑及載貨運輸等用途，甚至以成百上千架組合群飛，作為替代煙火的燈光秀。與無人飛機或無人直昇機不同，無人多旋翼機的發展思路是由小作大，可從一百公克不到的玩具作到數百公斤搭載數名乘員的「空中計乘車」。

隨著國際地緣政治變化，2010 年以來的區域衝突中，除了軍用無人機執行「戰略偵察」或「偵打一體」等戰術任務外，商規或自行組裝的無人機也被大量投入戰場，作為前線偵察、火力支援，甚至後勤空中運輸之用，降低了武器系統的操作成本，也減少人力與作業風險，連帶使得「反無人機」的防禦裝備與能力成為各國軍方的迫切需求。

在民間的應用領域裡，「空中計乘車」創新服務與「城市物流」商業模式不斷在各大城市探索與實現，純電、油電混合、氫能等動力技術與 AI 人工智慧、5G 通訊、IOT 物聯網等資訊網路技術的結合，更有助於環境的永續發展。

新技術發展總與政治、經濟、社會等因素相制約，影響了法律制定的方向。無人機發展時間雖有百年，大量研製與運用還是在最近的 10 年間，相關管理概念也正和民用航空法、飛航規則等既有的法規體系互動。為了使民航從業人員對無人機這個新興的技術能有普遍的認識，本文分別就無人機的產

業現況、操作環境、飛航活動管理，以及所採用的關鍵技術等進行說明。

貳、世界局勢變動下的無人機產業

隨著科技不斷進步和全球經濟格局的演變，無人機目前正處於高速發展的階段，其產業大致有以下幾點特性：

一、國際衝突提高了各國對無人機及其反制的關注

烏俄戰爭中無人機提供了雙方軍隊一個安全且相對低成本的選項，用以執行各種複雜且困難的任務，同時也帶動了反制和干擾技術的研發，以應對無人機的破壞與侵擾。

目前軍用無人機以美國、以色列、中國等國家的國防軍工體系的長期發展為主，土耳其、拉脫維亞和斯洛維尼亞等東歐國家也有優秀的產品。民用無人機則分為消費型（如空拍、休閒娛樂）與行業應用（如巡檢、測量）二種。其中，中國大疆創新（DJI）公司產品佔有全球7成的消費型市場，也是行業應用中主流品牌之一，歐、美等國家的廠商則基於供應鏈穩定與資訊安全等理由，專門發展特定機種，避免過度仰賴中國製的無人機產品或零組件。

無人機干擾與反制可以電子干擾方式破壞無人機導航定位信號或與遙控器間控制通信鏈路的「軟殺」，或以物理方式捕獲、擊落無人機的「硬殺」而為之。面對同時間大量出現的集群式無人機，則需使用高能微波、雷射光束等「定向能」武器或大範圍的電磁脈衝彈，才能

發揮反制飽和攻擊的效果。

二、新形態的行業發展及社會接受程度

無人機的崛起促使相關產業快速發展，包括無人機的製造、維護以及相關系統軟體的應用開發等，逐漸構建了完整的產業鏈。隨著產業鏈的進一步完善，無人機在民用領域的應用也明顯增加，出現了專門操作無人機的飛手與從事各種應用的行業的業者，社會對這個行業的專業與接受度也逐漸提升。然而，在發展無人機產業應用的過程中，使用者對尊重隱私與依法從事活動的精神仍有不足，經常發生不合法的黑飛影響了公共利益與飛航安全。

三、人工智慧平台與自主飛行

AI（人工智慧）是計算機理論研究和發展到一定階段的必然結果，隨著人工智慧技術平台開源開放，越來越多的AI應用可以被迅速開發，使無人機能更容易整合成具有智慧功能的空中載具，具有更強的自主飛行能力，進一步擴大無人機在各種複雜與嚴苛環境下的運用，並保持良好的精確操作。主要的發展方向是讓無人機使用的嵌入式電腦與RTOS（即時作業系統）具有人工智慧與深度學習的架構，向上承接安全自主飛行、狀態監控與預防性維護等應用，對下則驅動AI晶片的運算能力。

四、微機電技術與新興能源

微機電的進步使得無人機能夠更小型化及輕量化，能源的進步則使無人機續航能力及性能大幅提升，兩者對於長時間飛行任務和遠程探測等應用提供了重要性支持。目前起飛重量在25公斤以下

的無人機，除了航空模型還在使用木精或煤油等燃料外，幾乎都以純電方式推動；25公斤以上則採取油電混合或保持使用石化燃料，也有採用氫能或太陽能動力的中、大型無人機，但使用方便性與普遍性尚不能與鋰電池相比。

五、感測與酬載裝置

精密感測與酬載技術的不斷突破使得無人機能夠搭載各種高精度儀器，在環境監測與地質勘探等監測任務提高了採集數據的準確性。酬載以不同波段的光電裝置為主，感測則以 Lidar(光達)與毫米波雷達為主。值得注意的是，無人機感測器已可內建 AI 目標運算或識別模組，顯示「邊緣運算」成為無人機產業下一步的發展方向。

由上述對無人機產業的說明可以理解，無人機作為一個整合的平台，其功能受限於動力來源、任務與飛控的運算能力與酬載技術，而影響力則涵蓋政治、經濟、社會等多個面向，使得無人機的發展倍受矚目。

參、操作環境建構

無人機在三度空間的環境中操作，在有人機既有的空域架構與飛航管制程序下，如何容納無人機的發展，並建置完善的操作環境是近年被熱烈探討的議題，目前仍以「以 400 呎 AGL 為界與有人機活動區分」、「400 呎以上申請案發佈 NOTAM 後以隔離空域方式實施」、「劃設無人機禁止或限制活動區域」三項基準為主，並推動無人機商業保險，作為社會安全的最後一道的保

障。

一、法規設立

隨著精密感測與酬載的技術進步，無人機開始可以搭載攝像頭、高精度儀器來對物體進行拍攝或執行監測等作業，而民眾也漸漸產生無人機可進行拍攝是否會侵犯個人隱私的疑慮。因應遙控無人機活動漸增，為明確相關管理方式，我國在 2018 年已借鑒美國、歐盟、日本等國家立法經驗與國際民航組織規範，考量國內環境與利害關係人意見後，融合公共安全、社會秩序、飛航安全並兼顧產業發展，於民用航空法中增訂「遙控無人機專章」及相關法規命令，並自 2020 年 3 月 31 日施行。

二、無人機保險

無人機普及化、商業化的同時，大眾也逐漸意識到此新產物所帶來的安全問題，由於飛行任務與其性質往往具有頻繁操作及複雜作業等特性，就算是專業的操作者也難免會有意外及疏失產生，因此逐漸有保險公司開始推出了無人機責任保險，在意外發生時能夠給予操作者及其他第三人提供一定的保障。無人機保單設計有些是直接承襲國際航空保險市場的作法，有些則是比較偏向公共責任險性質。

三、無人機射頻識別、飛航管理系統

隨著無人機發展，無人機擾亂飛安的事情也時有所聞，「無人機射頻識別」(Remote ID) 與「無人機飛航管理」(UAS Traffic Management, UTM) 是兩種不同的無人機管理新技術。無人機在空中飛行的同時，除了肉眼觀察，在

地面上並無其他識別無人機的「註冊號碼」方法，從而衍生出許多公共安全問題。如果製造或販售的遙控無人機主動廣播符合規範的識別碼，無人機就像帶了「電子車牌」，可以由特定的接收裝置即時追蹤，稱為「Remote ID」。如果飛行前強制連結雲端系統，集中處理無人機的「通信」、「導航」、「監視」等問題，就成了與有人機 ATM 類似的管理概念，稱為「UTM」。Remote ID 有助於無人機的識別，UTM 則可進一步促進無人機商業模式的發展，如都會地區的無人機物流運送等。

肆、 飛航活動的管理

我國無人機飛航活動的管理係以民用航空法與遙控無人機管理規則為準據，考量自然人與法人操作風險的不同，分別從人、機、環境設定要求與程序，無論自然人或法人所有的無人機或不同的重量等級，操作時都必須遵守相關規定：

一、註冊與檢驗無人機

無人機註冊要求擁有者在使用無人機之前需先到民航局的無人機網站進行註冊，確保擁有者的身份和聯繫方式，在必要時進行溝通和管理；基於自由落體的終端速度動能，目前規定起飛重量在 250 公克以上的無人機均應註冊，與美國、歐盟等相當（日本則規定 100 公克的無人機就要註冊）。

檢驗在於確保無人機在操作過程中保持安全性與可靠性，包括對無人機本身以及相關設備的檢查，確證其在技術上符合相關適航標準，能夠安全、穩定的運

行；目前規定是 25 公斤以上的無人機必需取得民航局的檢驗合格證，規劃中還將再調整至 2-25 公斤等級的無人機也要通過較為簡易的飛安檢驗。

二、測驗取得操作證

為了確保操作者的技術和知識達到一定水準，法規要求操作人必須先取得相關證照方可操作無人機。考試內容包括有關無人機操作、飛行原理、飛行安全及法規等方面的知識，通過後得以申請並獲得合法的無人機證照。目前操作證分為從事休閒娛樂的「普通操作證」與可執行夜間、視距外飛行任務的「專業操作證」二種。

三、紅區劃設以及操作限制

針對特定場所劃設禁止或限制無人機活動，是為了保護敏感區域或使機場起降作業不會受到非法無人機的干擾。目前分為民航局所劃設的限航區、機場、飛行場四周一定範圍，以及地方政府依當地公益需要所劃設公告限制無人機活動的區域。

四、活動申請

如果需要在限制無人機活動的區域或者進行視距外、夜間等操作活動，就必需以「法人」身份，至民航局的無人機網站進行活動申請。申請內容包括了對活動性質、場地、時間等的提前申報，審查與核准制度可以確保活動在安全、有序的狀態下順利執行。值得注意的是，自然人只能在允許無人機活動的「綠區」（通常是空曠地點）並遵守「操作限制」（如白天、視距內、400 呎 AGL 以下）從事無人機活動。保險可以在意

外發生時有效地保護無人機擁有者和利害關係人的權益，並承擔相應的賠償責任，為無人機的合法活動提供了有力的保障。目前規定法人在進行「操作限制」排除的申請時，必須提供保險證明。

無人機活動需要遵守有關註冊、檢驗、操作證、活動申請、保險以及活動區域等規定的限制與約束，遵守法規不僅可保障無人機所有人的權益、避免違規受罰，同時也有助於減少意外事件與糾紛的可能性。

五、無人機關鍵技術

無人機可分為飛機、直昇機、多旋翼機以及結合多旋翼與飛機特點的複合式無人機等四種構型，儘管外型各異，但基本皆由以下幾種關鍵零組件所構成，其相關技術說明如下：

一、GNSS 衛星定位

無人機裝置 GNSS 用於確定無人機位置以利飛控系統進行自主飛行任務，並參與控制迴路提供姿態穩定。GNSS 通過接收來自同一衛星系統的至少 4 顆衛星信號，使用三角測量技術來定位無人機位置，精度約在 5-10 公尺，如果組合使用不同衛星系統，精度可達 1 公尺左右。如果需要更精準的定位能力，可以使用 RTK(實時動態差分定位技術) 及 PPK(事後差分定位技術) 等 GNSS 校正技術，藉由部署地面控制點 (GCP) 來增加定位精度與準度，這點對於需在特定位置執行任務的農業應用或空間測繪時至關重要。

二、光電酬載

無人機的前方或下方會裝設光電酬載，光電酬載類型包括可見光 (RGB)、光達 (Lidar)、熱成像 (Thermal IR)、近紅外光 (NIR)、多光譜儀及雷射測距／標定器等，並可透過無線影像傳輸將畫面即時傳送給地面站。由於酬載類型眾多且優劣各不相同，可根據作業性質調整或搭配使用。雖然無人機通常採用 2-3 種以上的多酬載配置，但會對飛行性能和續航力產生一定影響。因此，必須根據使用需求以及操作成本來考慮。

三、避障感測

上述所談到的僅僅是針對任務需求裝置不同的光電酬載，但無人機飛行於空中可能會遇到周邊的障礙物，因此配備了避障感測器檢測與識別周圍的障礙物，確保無人機在飛行過程不會碰撞或與障礙物相互干擾，為無人機提供更高的飛行安全性。常用的無人機避讓感測系統有紅外線、超音波、影像辨識 (可見光) 等，農用無人機專用的毫米波對地雷達，高階無人機則採用與自駕車相當的 Lidar 技術。

四、動力

小型無人機主要以電池作為動力來源，可分為高動力與高能量兩種，無人機電池使用高動力的鋰、鈷、鎳三元鋰聚電池為主。電池技術影響無人機的續航力與飛行性能，擴充了無人機的任務能力，新型的極板材料與優化的電池管理程式使性能不斷提升，進一步推升了無人機的航程與滯空時間。

五、飛控電腦

飛控電腦扮演無人機大腦的角色，掌控無人機各種飛行姿態與任務管理，透過整合、計算 GNSS、IMU、氣壓高度計、避讓感測等不同系統的數據資料，確保無人機能夠穩定、安全地飛行在空中並順利執行任務。飛控電腦的韌體分為開源與閉源兩種，開源飛控以 ArduPilot 及 PX4 為主，可供使用者自行依不同的任務需求快速開發適合的應用軟體，閉源飛控則由無人機製造商研發後使用於自家產品為主，也有專門的飛控開發商以套裝方式對外銷售。

陸、結論

無人機的技術發展愈發進步，其影響層面涵蓋政經環境、產業發展、操作環境、規範管理以及技術發展等。在政治

與經濟的層面，無人機產業不但能推動各種節能減碳的永續應用，也是一個重要的科技的整合平台，平台的需求可以帶動相關領域的進步，而技術的發展又推動了無人機產業的蓬勃應用。但三度空間的操作環境，也同時帶來了安全、隱私和法規等多重的挑戰，因此各國政府都透過民航法規的修正，期望能建立良好的無人機操作環境。另一方面，我國為了建立自主的無人機產業技術，經濟部與國防部也廣招民間業者參與軍用商規無人機的標案，激發了國內無人機產業的總動員。無人機技術已為國安、飛安與生活帶來不同的影響，期待發展中的無人機產業能為國家安全和社會經濟帶來更多保障、創新及便利。 



1960年12月7月，QH-50 在美國海軍 USS Hazelwood 號驅逐艦 (DD-531) 完成首次落艦試驗。
圖片來源 Gyrodyne Helicopters

112年飛安論壇-中大型無人機的應用與飛安

飛行安全基金會 吳忠萍

壹、緣起：

112年4月17日長榮航空061航班（機型：B787、桃園-曼谷）2250L自23L跑道起飛，離場爬升途中於CHALI航點東北20浬處，一個形狀不可辨別之不明物體快速從十一點半方向迎面而來，並從航機下方穿越，該航班CM1和CM2皆判斷與該物體垂直間隔僅約200-500呎。

貳、查證情況：

一、交通部民用航空局飛航服務總臺：

本案經，飛航服務總臺檢視當日錄音與雷達回放錄影，確認雷達螢幕在該航班周遭並無其他初級或次級不明目標，雷達上沒有看到任何的「不明飛行物體」。



Jeppesen航圖與航管雷達圖資。

二、軍方調查結果：已成立專案並從各個偵搜手段回放錄影檢視，當日確實沒有相關資訊與資料。

貳、遙控無人機飛安預防工作重點摘要：

一、因應中、大型遙控無人機活動漸增，相關議題已成為各界普遍關注之焦點。民航局、長榮航空公司與飛安基金會等單位於112年12月8日09:00-12:00時假民航局國際會議廳，共同辦理「飛安論壇-中大型無人機的應用與飛安」。會議由民航局航管組、中山科學研究院、台北國際航空站航務組與長榮航空公司等單位，針對我國發展「遙控無人機」產業同時兼顧飛航安全之核心議題進行專題報告與經驗分享，並邀請國內產、官、學界專家代表參加會議，共同研商並促進國內飛航安全。

二、民航局遙控無人機管理：

(一)109年3月31日訂定「民用航空法遙控無人機專章及遙控無人機管理規則」為我國遙控無人機安全管理提供明確法源依據，另於民航局網站成立「遙控無人機安全管理資訊，網址：<https://drone.caa.gov.tw/>」供大眾點閱查詢遙控

無人機飛行前、中、後等相關飛航規定與安全資訊。

- (二)遙控無人機安全監理涉及中央與地方政府職能之整合，除定期辦理相關研討會外，另對於遙控無人機管理業務將結合其他政府部門權責，從飛安、資安等等面向，精進管理機制並兼顧產業發展。
- (三)為強化遙控無人機行動服務功能，於111年更新為「Drone MAP2.0」除提供查詢天氣資料、個人所擁有遙控無人機及操作證等資料外，並優化使用介面，增加查詢遙控無人機活動資訊並進行報到、報離作業，歷史飛行紀錄及有利隨時掌握操作證之效期；此外，可即時接收相關宣導及公告資訊，以利遙控無人機操作人安全合法飛行。
- (四)持續推動建置「機場遙控無人機防制系統」，以防止無人機入侵機場，影響航空器起降安全。目前，松山機場已完成

無人機防制系統硬體設備建置，至112年底，偵測並完成35件違規活動的查處，並依據「遙控無人機所有人操作人違反民用航空相關法規」進行量罰。

參、結語：

依據民航局統計全國遙控無人機之註冊數已超過4萬架以上，仍持續增加數量。一般民眾至大賣場就可購得一台遙控無人機返家自行操作飛行，若操作人不瞭解民航相關法規未按規定操作無人機飛行，將面臨高額罰鍰外，其違規飛行位置影響飛安之巨，將導致不同程度飛安事件；因此，民間廠商需密切配合官方法規進行宣導，並於販售前說明點閱「民航局遙控無人機安全管理資訊」深入瞭解操作法規，另於產品包裝外觀標示操作飛行前請閱讀「民航局遙控無人機安全管理資訊」避免違規飛行肇致飛安事件及高額新臺幣罰鍰。♂



飛安基金會董事長林俊良先生與產官學界代表於民航局國際會議廳合影。



112年10月24-27日「安全管理系統(SMS)民航專班」



112年11月1-3日「航空保安管理班」



飛安基金會林董事長俊良(左)與運安會林主委信得(右)參加於法國巴黎舉辦的第76屆世界飛安高峰會



本會會員代表於第76屆世界飛安高峰會中合影



財團法人中華民國台灣
飛行安全基金會
Flight Safety Foundation-Taiwan

台北市郵政 45-116 號信箱
www.flightsafety.org.tw