

ISSN:1683-092X
DOI:10.29683/AFOB

空軍軍官 雙月刊 243

Air Force Officer Bimonthly



- ◆座艙轉換對飛行員工作負荷的影響
- ◆淺析我國航太產業與國機國造之未來發展
- ◆金戈鐵馬猶未息「空軍軍官學校通識教育學術交流暨教師研習」成果報告
- ◆淺析不對稱作戰對我制空作戰之影響—以俄烏為例

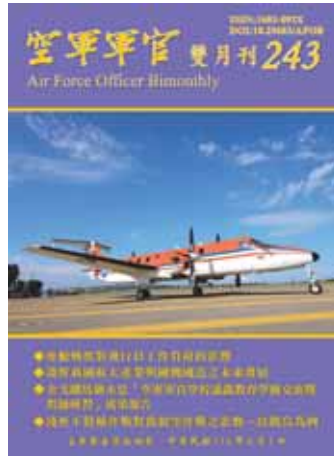
空軍軍官學校編製 中華民國114年8月1日

空軍軍官 雙月刊

Air Force Officer Bimonthly

中華民國 114 年 8 月 243 期

出版機關／空軍軍官學校
發行人／黃盈捷
社長／吳榮上
編者／許哲銘
地址／岡山郵政90277附4號信箱
網址／www.cafa.edu.tw
電話／(軍用)977073；977074
(自動)(07)6254800(傳真)(07)6263263
印刷者／國防部軍備局生產製造中心
第四〇一廠南部印製所
創刊年月／中華民國78年7月
出版年月／中華民國114年8月
定價／195元
版次／初版
展售處／五南文化廣場：台中市區中山路6號
網址：www.wunan.com.tw
↑04-22260330 ↓02-25180207
國家書店：台北市松江路209號1樓
網址：www.govbooks.com.tw
GPN: 2008200222 ISSN: 1683-092X
著作權利資訊：本社保有所有權利，
詳請參閱徵稿簡則。



封面

空軍 Beech-1900C 查核機



封底

招生(募)廣告

圖文設計：

許哲銘先生

圖片提供：

封面 傅心銘先生

本刊電子版本登載於「國防部全球資訊網站」網址：<https://www.mnd.gov.tw/PublishMPPeriodical.aspx?title=軍事刊物&id=27>

目 錄



軍事訓練

2 座艙轉換對飛行員工作負荷的影響 / 林伯鴻、蘇國璋、王心靈、賴昱達



軍事後勤

17 淺析我國航太產業與國機國造之未來發展 / 謝藝挺、林明智



研習成果

41 金戈鐵馬猶未息「空軍軍官學校通識教育學術交流暨教師研習」成果報告
/ 曾青雲、郭啟瑞、吳建忠、林俊成



軍事作戰

58 淺析不對稱作戰對我制空作戰之影響—以俄烏為例 / 曾任平、戴慎昌



卷首語

本刊第243期刊載了軍事訓練、軍事後勤、研習成果及軍事作戰等4篇研究，邀集相關研究專長作者，針對各主題深入剖析，並提供具參考價值之研究成果，期待能對讀者有所助益，茲簡介如下：

◎座艙轉換對飛行員工作負荷的影響

在現代空戰環境中，飛行員的訓練效率和作戰能力直接影響到一國空軍的整體戰鬥力。本研究主要探討中華民國空軍F-5E/F換訓飛行教官（以下稱換訓飛行教官）從F-5E/F類比座艙轉換至AJT（Advanced Jet Trainer，勇鷹號）數位座艙兩種訓練模式之工作負荷的差異。

◎淺析我國航太產業與國機國造之未來發展

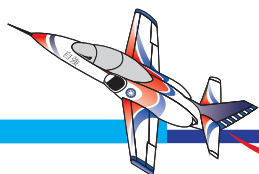
「國機國造」指的是國家自主研發與生產國防及軍用裝備的政策。其核心理念在於減少對外國技術與設備的依賴，提升國內工業能力與國防自主性。政策發展過程中，政府透過資金投入、技術研發以及產業合作，鼓勵國內企業和研究機構參與，進而促進本土國防產業的成長與進步。「國機國造」作為國家安全戰略的重要組成部分，主要是透過發展軍事航空科技，利用國家資源來提升航太能力，從而建立一個獨立且自給自足的國防體系。

◎金戈鐵馬猶未息「空軍軍官學校通識教育學術交流暨教師研習」成果報告

在現今強調通識全人教育，以及素養塑造之教育環境下，如何貫徹通才教育之完整性，對於教育者是十分重大的課題。本次研習活動，前往金門大學實施參訪及教師交流，除了師法該校獨有的浯洲書院外，亦藉由獨特的金門學理論，加深與地方閩南、僑鄉文化的緊密連結，並實際走訪了金門各處戰史遺跡，令人深刻體會到戰火下的艱辛，以及和平的得來不易，如何落實承平時期的備戰作為，以及武德精神的傳承，是我們這一代人的課題。

◎淺析不對稱作戰對我制空作戰之影響—以俄烏為例

本文以俄烏戰爭為例，探討不對稱作戰對我制空作戰之影響。從不對稱作戰的起源定義與案例，強調科技化的不對稱作戰作為一種作戰手段，在現代軍事衝突中的重要性。並從俄烏戰爭中，以無人機、單兵防空武器、星鏈低軌衛星及手機軟體的各項運用案例及性能介紹的基礎中，對未來制空作戰，如何以不對稱的模式去思考和制定策略，為未來的建軍提供省思，以應對未來可能面臨的挑戰。





軍事訓練

DOI:10.29683/AFOB.202508_(243).0001

座艙轉換對飛行員工作負荷的影響

林伯鴻^{【註1】}、蘇國璋^{【註2】}、王心靈^{【註3】}、賴昱達^{【註1】}

提 要

本研究主要探討中華民國空軍F-5E/F換訓飛行教官(以下稱換訓飛行教官)從F-5E/F類比座艙轉換至AJT (Advanced Jet Trainer, 勇鷹號) 數位座艙兩種訓練模式之工作負荷的差異。實驗徵募共22位F-5E/F換訓飛行教官參與, 透過單因子變異數分析及成對樣本T檢定探討其工作負荷的差異。在F-5E/F換訓飛行教官評測F-5E/F類比座艙的部分, 研究結果指出飛行課目在NASA Task Load Index (NASA-TLX) 工作負荷指標的體力負荷、時間負荷和工作負荷總分為顯著的因子。在F-5E/F換訓飛行教官評測AJT數位座艙的部分, 研究結果指出飛行課目在NASA-TLX所有指標均為顯著的因子。成對樣本T檢定在整合三階段飛行課目、起落航線、儀器穿降和空中攔截的結果均指出AJT數位座艙相較F-5E/F類比座艙能降低飛行員的整體負荷。

關鍵字：NASA-TLX工作負荷指標、座艙類型、飛行課目。

壹、前言

在現代空戰環境中, 飛行員的訓練效率和作戰能力直接影響到一國空軍的整體戰鬥力。中華民國空軍在訓練飛行員方面, 不斷追求技術進步與設備現代化, 目前使用F-5E/F戰鬥機和AJT (Advanced Jet Trainer, 勇鷹號) 高級教練機進行飛

註1 國立高雄科技大學工業工程與管理系

註2 國立高雄科技大學資訊管理系

註3 空軍軍官學校航空管理學系



行訓練。F-5E/F戰鬥機作為一種輕型超音速戰鬥機，具有優異的機動性和可靠性，長期以來一直是空軍戰鬥訓練和實戰任務的主力機型。這款戰機因其設計簡單、維護容易，且擁有出色的性能，深受飛行員和維修人員的青睞。然而，隨著技術的發展和現代戰爭形態的變化，F-5E/F的性能已逐漸不能完全滿足現代化戰爭的需求。儘管如此，F-5E/F依然是許多飛行學員的入門機型，為他們打下了堅實的飛行技術基礎。為了適應未來戰場的需求，中華民國空軍著手研發新的訓練飛機，並成功推出了AJT。AJT作為現代化的高級教練機，旨在為飛行學員提供先進的飛行技術訓練，使其熟悉現代戰鬥機的操作環境。換裝AJT可將原本三階段、三機種（T34、AT3、F-5E/F）轉換為三階段、二機種（T34、AJT），並順利接續二代戰機數位化座艙（Glass Cockpit），有助於飛行員銜接第一線空防任務。此外，F-5E/F、AT3均為類比式座艙儀表設計（以下稱類比座艙），且面臨消失性維修商源後勤補給。因此，換裝AJT更能增加飛機妥善率，維護飛航安全。此外，AJT的多功能設計還能適應不同層次的飛行訓練需求，從基礎飛行訓練到戰術飛行訓練，都能勝任。

AJT的研發過程中，國軍注重技術自主和國產化，致力於發展自製教練機。這不僅是為了提升國軍的訓練能力，還旨在加強國防自主研發能力，促進國內航空產業的發展。AJT的成功研發和部署標誌著我國在航空科技領域取得了重要突破，為未來建軍備戰奠定了堅實基礎。通過自主研發，我國不僅在技術上取得了自信，也在國際市場上展現了實力。自製教練機的發展不僅僅是技術上的突破，更是國家戰略的一部分。通過發展自製教練機，我國能夠在國防裝備上減少對外依賴，提升自主研發能力。這種戰略自主性不僅有助於提升國防安全，還能帶動相關產業的發展，創造更多的經濟價值和就業機會。AJT的成功，不僅是技術上的勝利，更是國家綜合實力的體現。從F-5E/F到AJT的轉變，不僅是飛行訓練裝備的更新，更是國軍建軍備戰思想的體現。

因兩種戰機操作方式的差異，飛行教官是否能順利完成接訓，將影響後續飛行學員完成飛行訓練的重大因素。因此，本研究擬以二型機飛行模擬器為實驗評估平台，針對F-5E/F換訓飛行教官為實驗對象，以NASA-TLX問卷來評估其飛行操作之人為因素差異，以了解換訓飛行教官之工作負荷情形。

貳、文獻探討

根據Magnusson(2002)的研究，模擬飛行和實際飛行的生理反應非常相似。尤其在心率、心率變異性和眼動等指標呈現出顯著的變化，這表明模擬飛行環境已經



非常接近真實飛行。過去已有相關的研究透過模擬飛行探討飛行員工作負荷與情境知覺相關的議題（林久翔等人，2010; Lin et al., 2012; Yu et al., 2014）。國立高雄科技大學112年期末報告(2023)使用模擬座艙去探討飛行學員的工作負荷與系統使用度，除了對航空專業教學亦有助益外，模擬座艙的應用不僅能提升飛行訓練的完訓率，還能在保障飛行安全品質的同時，為學員提供更為真實且安全的訓練環境。游重山等人(2024)利用眼球追蹤技術蒐錄飛行學員於T-34C模擬機操作之眼球活動資訊，研究發現受試學員前測與後測飛行成績與狀況警覺績效有顯著的差異，證實眼球追蹤技術確實能提升訓練的績效。問卷調查的結果指出眼球追蹤儀的影片應用於飛行訓練，對提升教學的結果有所助益。此研究顯示飛行模擬機訓練若能與眼球追蹤科技結合，除可提高學員習飛信心與成效，對訓練成效有實值的效益。此外。吳昊軒(2023)亦透過模擬座艙探討飛行員之工作負荷和眼球追蹤相關的績效。首先探討不同背景的飛行員和飛行任務之工作負荷，結果顯示不同背景飛行員之工作負荷存在顯著的差異，且該研究進一步探討飛行員在操作數位和類比座艙之眼球追蹤績效的變化，研究結果指出飛行階段在平均訪視時間有顯著的差異，數位座艙飛行員只在降落階段（五邊）的平均訪視時間顯著較長，而類比座艙飛行員則是在起飛和降落階段（起飛和五邊）都呈現較長的平均訪視時間，這表示數位座艙可能在起飛階段擁有較佳的績效。研究結果顯示眼動追蹤指標績效在數位座艙和類比座艙存在差異，這表明不同類型的模擬座艙確實會對飛行員造成不同程度的影響。

在模擬座艙評估飛行員的作業績效，工作負荷指標最為常用，即吾人熟知的NASA Task Load Index (NASA-TLX) 工作負荷指標。NASA-TLX是由NASA Ames研究中心之人為績效評估小組耗時三年，並經40多個實驗室模擬驗證出來的。自問世以來已被超過4,400項研究所引用，包括在飛航、醫療及其他複雜社會技術領域的應用(Wikipedia, 2024)。林久翔等人(2010)和Lin et al. (2012)透過NASA-TLX六個指標再加上其整體指標去評估不同飛航溝通介面所造成的影響，結果指出不同飛航溝通介面在所有NASA-TLX指標皆有顯著的影響，包括心智負荷、體力負荷、時間負荷、績效程度、困難程度、挫折程度及整體指標等。國立高雄科技大學112年期末報告(2023)透過NASA-TLX六個指標和總負荷指數去評估資深和資淺學員的工作負荷差異，研究結果指出資淺學員有較高的時間負荷。吳昊軒(2023)亦透過NASA-TLX去評估不同背景的飛行員和飛行任務之工作負荷，結果指出不同背景飛行員之工作負荷存在顯著的差異，F-5E/F飛行員較AJT飛行員有高的工作負荷。

此外，針對不同任務對飛行員的影響，Villafaina et al. (2021)指出戰鬥機在起飛、空中攻擊和地面攻擊時，飛行員腦電圖的數值會增加，其中著陸階段比



起飛時的幅度更大。這些不同的飛行任務可以作為飛行員訓練的重要參考，有助於更迅速地了解飛行員在操作過程中的心理生理反應。Di Stasi et al. (2015) 也指出任務的複雜性會影響飛行員的腦電圖。腦電圖的功率率在困難的任務較高，反之則較低，而腦電圖的記錄有助於評估飛行員在處理複雜任務時的表現，進而有助於預防潛在的危險事件。Lin et al. (2012) 透過台北至高雄的起落航線探討不同飛航溝通介面之飛行員之工作負荷。國立高雄科技大學112年期末報告(2023) 在起落航線調查飛行學員換裝AJT的工作負荷，研究指出資淺學員較資深學員有較高的時間負荷。吳昊軒(2023) 指出飛行任務的不同階段在心理和生理負荷方面存在明顯的差異，飛行員在高強度任務時有較高的工作負荷和眼球追蹤績效。這表明飛行任務的複雜性和飛行階段的不同，對飛行員的工作負荷有顯著的影響。這些研究結果強調了在設計飛行訓練計劃時，需要考慮不同飛行階段和任務對飛行員的影響，以有效減少心理和生理負荷，並提升操作效能和安全性。

參、研究方法

本章將針對研究方法與實驗設計區分四個小節進行探討，第一小節為受試者的背景介紹；第二小節說明實驗設計的自變項與依變項；第三小節 述實驗內容與實驗程序；第四小節為數據蒐集與統計分析。

一、受試者

本研究共招募22位F-5E/F換訓飛行教官進行實驗。其平均年齡為33.82歲(標準差為3.79歲)，平均飛行時數為1197.32小時。

二、實驗設計

本實驗共進行兩個單因子實驗及一個成對樣本T檢定。第一個單因子實驗為F-5E/F換訓飛行教官評測F-5E/F模擬類比座艙，第二個單因子實驗為F-5E/F換訓飛行教官評測AJT模擬數位座艙，成對樣本T檢定則依不同飛行課目，分析F-5E/F類比座艙及AJT數位座艙的差異，最後整合三課目的資料再進行分析。

(一) F-5E/F換訓飛行教官評測F-5E/F類比座艙之單因子實驗

1. 自變項：飛行課目，包括起落航線、儀器穿降和空中攔截
2. 依變項：NASA-TLX工作負荷

工作負荷指標問卷(NASA Task Load Index，簡稱為NASA-TLX)，它提供了一個從0到100的工作負荷的衡量標準，還確定了六種工作負荷來源的相對貢獻，主要衡量整體工作對於使用者心智負荷(Mental



Demand)、體力負荷(Physical Demand)、時間負荷(Temporal Demand)、績效程度(Performance Level)、困難程度(Effort Level)及挫折程度(Frustration Level)之間的負荷程度(Hart & Staveland, 1988)。NASA-TLX各項指標實際應用在本研究中，主要是詢問換訓飛行教官操作勇鷹號於起落航線、儀器穿降和空中攔截等課目，與過去主飛機型相比，感受到多高的心智負荷(例如：思考、決策、記憶、觀察、判斷等)？需要多大的體力負荷(例如：帶桿、操控、蹬舵、配平應用等)？感受到多少程度的時間壓力(節奏是緩慢，還是快速)？對自己整體表現的績效程度有多高？若欲達到滿意標準的難度有多高？及感受到的挫折程度等。本研究再依此六項指標的分數加總平均得到工作負荷總分。

(二) F-5E/F換訓飛行教官評測AJT數位座艙之單因子實驗

1. 自變項：飛行課目，包括起落航線、儀器穿降和空中攔截
2. 依變項：NASA-TLX工作負荷(詳如實驗設計第(一)節所述)

(三) 成對樣本T檢定

依三階段個別的飛行課目及整合三階段飛行課目(共四個部分)，以成對樣本T檢定換訓飛行教官評測F-5E/F類比座艙及AJT數位座艙工作負荷的差異。

1. 自變項：模擬座艙類型(F-5E/F、AJT)
2. 依變項：NASA-TLX工作負荷(詳如實驗設計第(一)節所述)

三、實驗內容與程序

本研究共有兩個單因子實驗和成對樣本T檢定實驗，第一個為F-5E/F換訓飛行教官評測F-5E/F類比座艙之單因子實驗；第二個為F-5E/F換訓飛行教官評測AJT數位座艙之單因子實驗；最後則為成對樣本T檢定。

本次的實驗規劃依照實驗內容，將實驗步驟區分為四項步驟進行，相關過程說明如下：

- (一) 由主試者向受試者說明實驗流程、步驟並填寫同意書。
- (二) 正式實驗階段實施，受試者操作「起落航線」、「儀器穿降」、「空中攔截」等三階段飛行課目；操作飛行任務時，均以飛行教範之數據並按正常操作時口誦各檢查項目與程序。
 1. 起落航線：使用某基地跑道(圖1)，從踩緊煞車、油門最大，做起飛前檢查到落地全停。
 2. 儀器穿降：從距離某基地跑道12浬，航向037、高度4000 呎，迷失進場



點(距離跑道一哩，高度300呎)前能見度均設定為1哩以下儀器天氣，做儀飛穿降進場至落地全停。

3. 空中攔截：設定攔截機與目標機相距20哩；目標機航向270、高度16000呎、速度0.7馬赫；攔截機航向090、高度18000呎、速度0.7馬赫。攔截機以進入二邊目標機6點後並做完攻擊後結束。

- (三) 實驗結束後讓受試者填寫NASA-TLX工作負荷量表；每人實驗時間約為40分鐘。

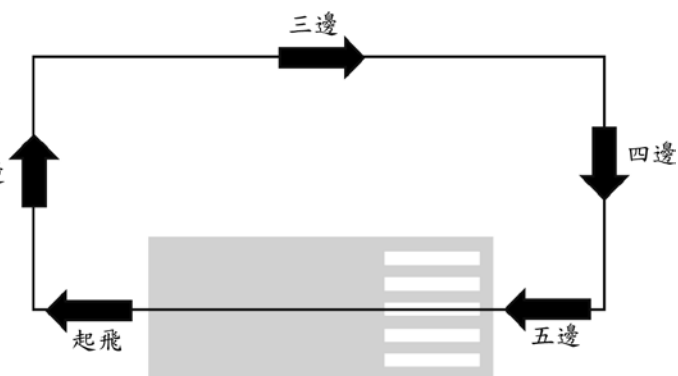


圖1. 某基地跑道飛行階段示意圖

四、資料蒐集與分析

本研究蒐集的實驗資料為NASA-TLX工作負荷量表，數據經Excel彙整後，透過軟體SPSS Statistics 25.0版套裝軟體進行變異數分析(ANOVA)與事後檢定。

肆、結果與討論

根據本實驗的結果區分為三個小節，第一節為針對F-5E/F換訓飛行教官評測F-5E/F模擬類比座艙之單因子實驗分析。第二節為針對F-5E/F換訓飛行教官評測AJT模擬數位座艙之單因子實驗分析。第三節探討兩種模擬座艙機型(F-5E/F類比座艙和AJT數位座艙)在不同飛行課目下的NASA-TLX工作負荷，並進行成對樣本T檢定。

一、F-5E/F換訓飛行教官評測F-5E/F類比座艙

經由單因子變異數分析可以得知，飛行課目在NASA-TLX工作負荷中之體力負荷、時間負荷、工作負荷總分中有顯著影響 ($p < 0.05$)，如表1所示。在體力負荷和工作負荷總分中，Duncan事後檢定指出空中攔截與儀器穿降有顯著的差異 ($p < 0.05$)、空中攔截與起落航線有顯著的差異 ($p < 0.05$)。可能的原因為空中攔截在執行任務上最為繁瑣，需要換訓飛行教官在短時間內完成多個任務，例如快速判讀目標機資訊、進行追擊操控、應對目標機的機動動作等。也需要飛行員進行更多操控和調整，例如調整飛行姿態、控制速度和高度、使



表1. F-5E/F換訓飛行教官評測F-5E/F類比座艙之單因子變異數分析表

依變項	顯著因子	F 值	P 值	事後檢定
心智負荷		1.37	0.263	
體力負荷	飛行課目	7.19	0.002**	空中攔截>儀器穿降=起落航線
時間負荷	飛行課目	8.50	0.001***	空中攔截>起落航線=儀器穿降
績效程度		2.14	0.126	
困難程度		0.08	0.927	
挫折程度		1.80	0.174	
工作負荷總分	飛行課目	3.39	0.04*	空中攔截>儀器穿降=起落航線

* $p < 0.05$; ** $p < 0.01$; *** $p < 0.001$

用武器系統等，此階段動作所需體力和整體工作負荷也最多。雖然事後檢定的結果指出儀器穿降和起落航線無顯著的差異 ($p > 0.05$)，但儀器穿降體力負荷的平均值 ($M=48.86$) 還是高於起落航線 ($M=42.73$)，儀器穿降工作負荷總分的平均值 ($M=52.69$) 亦高於起落航線 ($M=54.89$) (如圖2所示)，其原因有二點，一是起落航線所需時間比儀器穿降短，二是儀器穿降的精確度要求高，需要換訓飛行教官在能見度低的狀況下，依賴儀表精準操控飛機，並保持高度的專注力，導致較高的體力負荷和整體工作負荷。儘管統計上兩者沒有顯著的差異



，但可能是由於任務本身精確度和持續時間的要求，造成儀器穿降較起落航線的體力和整體工作負荷來的高。在時間負荷中，Duncan事後檢定指出空中攔截與起落航線有顯著的差異 ($p < 0.05$)、空中攔截與儀器穿降有顯著的差異 ($p < 0.05$)，空中攔截因為所需動作最繁瑣，包括換訓飛行教官需要快速判斷目標機的位置、速度和航向，此外，飛行時需要操控戰機進行追擊，並隨時應對目標機的機動動作，這些動作都需要飛行員快速反應和決策，因此會帶來較高的時間壓力，導致較高的時間負荷。雖然事後檢定的結果指出起落航線和儀器穿降無顯著的差異 ($p > 0.05$)，但起落航線時間負荷的平均值 ($M=58.64$) 還是高於儀器穿降 ($M=51.82$) (見圖2)，起落航線數值大於儀器穿降可能的原因為起落航線在執



行時需要換訓飛行教官同時監控儀表和觀察外部環境，特別是爬升和降落階段需要查看座艙外，這些動作需要快速的反應和決策，因此相對有較高的時間壓力。而儀器穿降則是主要依靠儀表飛行，且有地面管制人員的引導，飛行員只需專注於座艙內儀表數值，並按照指示逐步操作，故整體節奏感較低，因此有較低的時間負荷。

二、F-5E/F換訓飛行教官評測AJT數位座艙

如表2所示，經由單因子變異數分析可以得知，飛行課目在NASA-TLX工作負荷中之心智負荷、體力負荷、時間負荷、績效程度、困難程度、挫折程度和工作負荷總分中均有顯著的影響($p < 0.05$)。可能的原因是當F-5E/F換訓飛行教官去評測AJT座艙，即從原本的傳統類比座艙轉為先進數位座艙，原先的操作習慣可能無法應用在新型座艙上，導致換訓飛行教官在所有的負荷指標呈現顯著的情形。事後檢定的結果指出空中攔截在所有的負荷指標均顯高於起落航線和儀器穿降，由於空中攔截的工作任務最為繁瑣，負荷最高也較不足為奇。

表2. F-5E/F換訓飛行教官評測AJT數位座艙之單因子變異數分析表

依變項	顯著因子	F 值	P 值	事後檢定
心智負荷	飛行課目	5.40	0.007**	空中攔截>起落航線=儀器穿降
體力負荷	飛行課目	6.75	0.002**	空中攔截>起落航線=儀器穿降
時間負荷	飛行課目	9.54	0.000***	空中攔截>起落航線=儀器穿降
績效程度	飛行課目	8.13	0.001***	儀器穿降=起落航線>空中攔截
困難程度	飛行課目	12.14	0.000***	空中攔截>起落航線=儀器穿降
挫折程度	飛行課目	5.84	0.005**	空中攔截>起落航線=儀器穿降
工作負荷總分	飛行課目	8.26	0.001***	空中攔截>起落航線=儀器穿降

* $p < 0.05$; ** $p < 0.01$; *** $p < 0.001$

雖然事後檢定指出起落航線與儀器穿降在所有的負荷指標均無顯著的差異，但從平均數的表現可知起落航線除了在績效程度之外，在其他的負荷指標均高於儀器穿降(如圖3所示)，這可能是因為起落航線需要看HUD(Head Up Display，抬頭顯示器



圖3. F-5E/F飛行員評測AJT數位座艙之各負荷指標圖



)及外部景象(亦可能透過HUD觀看外部景象)，而儀器穿降是發生在霧中，只需觀看HUD，故在整體負荷指標下，起落航線會略高於儀器穿降。而績效程度的事後檢定結果與其他顯著的依變項結果相反，這是因為負荷程度較高，績效程度就可能相對地較低，而NASA-TLX問卷的績效程度主要是詢問換訓飛行教官與過去主飛的機型相比，對績效的滿意程度。績效程度的事後檢定呈現儀器穿降的績效最佳，其次是起落航線，最後是空中攔截。

三、成對樣本T檢定

成對樣本T檢定主要探討不同座艙類型在不同飛行課目下有無差異，此段分為四部分探討，分別為整合三階段飛行課目、起落航線、儀器穿降和空中攔截，探討換訓飛行教官之NASA-TLX工作負荷於類比座艙與數位座艙的差異。

(一) 整合三階段飛行課目

如圖4所示，整體而言，AJT在整合三項飛行課目之NASA-TLX平均值低於F-5E/F，因此可知先進數位座艙相比傳統類比座艙確實可以降低飛行員之整體負荷。如表3所示，除了挫折程度外，成對樣本T檢定的結果指出類比座艙與數位座艙在NASA-TLX的心智負荷、體力負荷、時間負荷、績效程度、困難程度和工作負荷總分均有顯著的差異($p < 0.05$)，依負荷值的高低可知數位座艙相較類比座艙能有效降低飛行員之心智負荷、體力負荷、時間負荷、困難程度和工作負荷總分。其關鍵原因可能為數位座艙採用抬頭顯示器(HUD)，以圖形化和整合的方式呈現飛行資訊，讓飛行員更容易理解和掌握關鍵資訊。相較之下，類比座艙的儀表佈局分散且資訊呈現方式較為傳統，需要飛行員花費更多時間和精力去判讀和整合資訊。國立高雄科技大學112年期末報告(2023)亦指出AJT座艙相較於F-5E/F座艙，其優勢為注意力分配較為單純，且座艙內外之交互檢查負荷亦明顯降低。

表3. 整合三階段飛行課目之成對樣本T檢定

	平均值(標準差)		自由度	t 值	p 值
	F-5E/F	AJT			
心智負荷	64.32(19.86)	47.57(19.46)	65	-6.11	0.000***
體力負荷	50.76(17.41)	40.61(16.53)	65	-4.26	0.000***
時間負荷	61.44(20.15)	47.50(18.49)	65	-5.79	0.000***
績效程度	67.42(18.77)	60.41(18.48)	65	-2.18	0.033*
困難程度	61.36(19.13)	45.75(18.14)	65	-6.07	0.000***
挫折程度	43.41(18.81)	44.63(17.71)	65	-0.47	0.637
工作負荷總分	58.12(11.73)	47.74(11.41)	65	-8.09	0.000***

* $p < 0.05$; ** $p < 0.01$; *** $p < 0.001$



在挫折程度方面，可能因F-5E/F換訓飛行教官對AJT座艙較不熟悉，故有較高挫折程度，也因AJT的數位儀表有較佳的人因設計，所以換訓的挫折程度無顯著的差異。亦或是因霍桑效應，由於換裝必定有其困難度，為掩飾其挫折感，所以回覆相對保守。



圖4. 整合三階段飛行課目之各負荷指標圖

(二) 起落航線

如圖5所示，整體而言，AJT座艙在起落航線之NASA-TLX平均值低於F-5E/F座艙。雖然起落航線的步驟相對固定，但需要換訓飛行教官高度集中注意力，精準操控飛機，以確保安全起飛和降落。數位座艙的資訊呈現和簡化操控介面，可以有效減輕飛行員的心智負荷和時間負荷，並提升操作效率和精確度，因此可知在起落航線，數位座艙相比類比座艙確實可以降低飛行員之整體負荷。如表4所示，成對樣本T檢定的結果可以發現類比座艙與數位座艙在心智負荷、時間負荷、困難程度、工作負荷總分呈現顯著的差異。起落航線挫折程度與整合三階段飛行課目之情況相同，可能因F-5E/F換訓飛行教官對AJT座艙較不熟悉，故有較高的挫折程度，但無顯著的差異。

雖然吳昊軒(2023)的研究指出起落航線的五個飛行階段(起飛、二邊、

表4. 起落航線之成對樣本T檢定

	平均值(標準差)		自由度	t 值	p 值
	F-5E/F	AJT			
心智負荷	58.64(20.83)	44.20(15.61)	21	-3.3	0.003**
體力負荷	42.73(13.25)	39.20(14.71)	21	-0.96	0.347
時間負荷	58.64(21.61)	41.59(14.17)	21	-3.9	0.001***
績效程度	71.82(18.49)	65.23(18.74)	21	-1.17	0.254
困難程度	60.23(21.01)	41.25(16.18)	21	-3.96	0.001***
挫折程度	37.27(20.10)	39.89(16.73)	21	0.55	0.590
工作負荷總分	54.89(11.68)	45.23(9.43)	21	-4.55	0.000***

*p<0.05; **p<0.01; ***p<0.001



三邊、四邊、五邊) 在NASA-TLX指標無顯著的差異，但在眼球追蹤指標中的平均訪視時間卻存在顯著的差異，過去亦有相關研究應用眼球追蹤技術於飛航安全領域(游重山等人，2024;Behrend and Dehais, 2020;Pei l

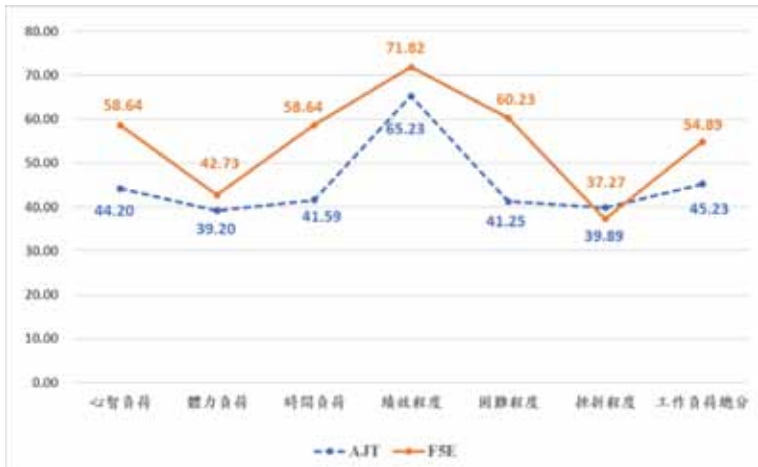


圖5. 起落航線之各負荷指標圖

et al., 2018)。吳昊軒(2023)的研究結果指出飛行階段為顯著的因子，但操作F-5E/F類比座艙時，因起飛和五邊都較關注飛機內部儀表，因此事後檢定的結果指出起飛和五邊的平均訪視時間都顯著高於其他三邊；但操作AJT數位座艙時，換訓飛行教官只在五邊時較為關注飛機內部的資訊，因此五邊的平均訪視時間都顯著高於其他四邊，即操作AJT座艙時只有在降落時有較長的平均訪視時間，換言之操作數位座艙在起飛時有較佳的眼球追蹤績效(較短的平均訪視時間)，與本研究數位座艙相比類比座艙可降低飛行員之整體負荷的結果一致。

(三) 儀器穿降

如圖6所示，除了績效程度為相反指標之外，整體而言，AJT座艙在儀器穿降之NASA-TLX平均值低於F-5E/F座艙，AJT座艙在儀器穿降任務中，透過更直觀的資訊呈現、更簡化的操控介面和更高的自動化程度，有效降低了

表5. 儀器穿降之成對樣本T檢定

	平均值(標準差)		自由度	t 值	p 值
	F-5E/F	AJT			
心智負荷	67.27(17.51)	40.68(19.23)	21	-6.21	0.000***
體力負荷	48.86(18.64)	32.95(11.61)	21	-4.58	0.000***
時間負荷	51.82(17.22)	40.91(17.02)	21	-2.29	0.033*
績效程度	60.91(20.39)	67.27(16.02)	21	1.33	0.199
困難程度	62.50(19.87)	37.05(15.94)	21	-6.61	0.001***
挫折程度	46.36(17.81)	39.55(14.95)	21	-1.79	0.088
工作負荷總分	56.29(11.81)	43.07(10.24)	21	-6.06	0.000***

*p<0.05; **p<0.01; ***p<0.001

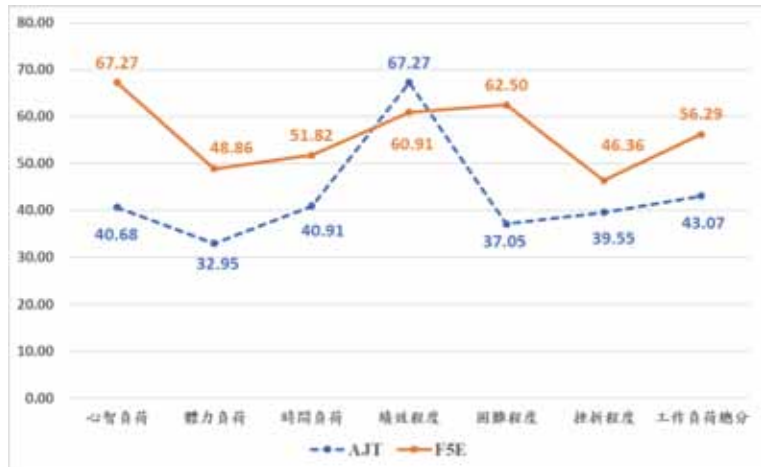


換訓飛行教官的心智負荷、體力負荷、時間負荷和困難程度，提升了飛行安全和效率。因此可知在儀器穿降課目，數位座艙相比類比座艙確實可以降低飛行員之整體負荷。

(四) 空中攔截

如圖7所示，整體而言，AJT座艙在空中攔截之NASA-TLX平均值低於F-5E/F座艙，因此可知表6. 空中攔截之成對樣本T檢定

圖6. 儀器穿降之各負荷指標圖



	平均值(標準差)		自由度	t 值	p 值
	F-5E/F	AJT			
心智負荷	67.05(20.74)	57.82(19.69)	21	-1.85	0.078
體力負荷	60.68(15.53)	49.66(18.59)	21	-2.27	0.034*
時間負荷	73.86(15.03)	60.00(17.93)	21	-4.17	0.000***
績效程度	69.55(16.25)	48.73(15.24)	21	-4.24	0.000***
困難程度	61.36(17.13)	58.95(14.81)	21	-0.75	0.460
挫折程度	46.59(17.75)	54.45(17.75)	21	1.82	0.083
工作負荷總分	63.18(10.42)	54.94(11.21)	21	-3.55	0.002**

* $p < 0.05$; ** $p < 0.01$; *** $p < 0.001$

在空中攔截課目，數位座艙相比類比座艙確實可以降低飛行員之整體負荷。如表6所示，除心智負荷、困難程度、挫折程度外，成對樣本T檢定指出類比座艙與數位座艙在NASA-TLX其他指標皆有顯著的差異。數位座艙在資訊



圖7. 空中攔截之各負荷指標圖



呈現和操控方式的優勢，可以有效減輕飛行員在空中攔截任務中的體力負荷和時間負荷，並提升其操作效率和反應速度，因此在體力負荷、時間負荷、績效程度和工作負荷總分上表現出顯著的差異。然而，由於換訓飛行教官可能對AJT數位座艙的熟悉程度較低，因此在心智負荷和困難程度上，尚未表現出明顯的優勢，不過隨著飛行員對數位座艙的熟悉度提升，預期這些指標的差異也會逐漸顯現出來。另外，在挫折程度部分，亦可能因為F-5E/F換訓飛行教官對AJT座艙較不熟悉，故有較高的挫折程度，也因為空中攔截在執行任務上最為繁瑣，相較其他課目有差異較大的挫折程度，因而呈現較為接近顯著的水準($p=0.083$)。

伍、結論與建議

將本研究兩個單因子變異數分析的結果進一步比較，可發現在心智負荷、績效程度、困難程度、挫折程度中，F-5E/F換訓飛行教官評F-5E/F類比座艙並無出現顯著性，而評AJT數位座艙則為顯著。在做同機種評比時可能因飛行經驗且操作方式皆相似，故沒有出現顯著的差異。而不同機種評比時可能因操作方式不同且較無經驗，所以出現顯著的差異。事後檢定的結果指出空中攔截的心智負荷、困難程度及挫折程度最高，其次是起落航線、最低則是儀器穿降。再由圖2和圖3的整體對照比較得知在三項的飛行課目中，F-5E/F換訓飛行教官評測F-5E/F類比座艙較AJT數位座艙有更高的工作負荷，以空中攔截為例，在心智負荷($67.05>57.82$)、體力負荷($60.68>49.66$)、時間負荷($73.86>60.00$)、困難程度($61.36>58.95$)和工作負荷總分($63.18>54.94$)的指標下，F-5E/F換訓飛行教官評F-5E/F座艙的分數均較評AJT座艙來的高，而在起落航線和儀器穿降的比較亦大致呈現相同的結果。因此可知數位座艙相比類比座艙確實可以降低飛行員之整體負荷。

藉由分析數位AJT座艙與類比F-5E/F座艙之工作負荷在整合三階段飛行課目、起落航線、儀器穿降和空中攔截中之成對樣本T檢定，可以看出F-5E/F座艙與AJT座艙在上述四個部分的工作負荷有所差異，尤其在時間績效和工作負荷總分指標下，類比座艙和數位座艙在整合三階段飛行課目、起落航線、儀器穿降和空中攔截等四個部分皆有顯著的差異；在心智負荷、體力負荷和困難程度也各別有三個部分存在顯著的差異，而成對樣本T檢定的結果均指出換訓飛行教官評測F-5E/F類比座艙均較評測AJT數位座艙有較高的負荷值。

空軍現行的作戰規劃已將換裝AJT做為未來建軍整備的方向。國立高雄科技大



學112年期末報告（2023）過去曾探討F-5E/F飛行學員換裝AJT之系統使用度，此研究將F-5E/F飛行學員細分為資深和資淺組，研究結果指出愈早換裝AJT之學員，受先前傳統類比座艙操作習慣影響愈小，而有較高的系統使用度。本研究的換訓飛行教官雖無劃分資深和資淺等級，但整體結果指出操作AJT座艙相比F-5E/F座艙有較低的工作負荷，即在未來換裝過程中，飛行學員所承受的負荷較小，能夠降低因身心壓力導致的學習效率下降和學習過程中的危險性。這有助於維持高水準素質及「勤訓精練」的軍風，並且相信此研究對航空專業教學及飛行安全皆有助益。經由國立高雄科技大學112年期末報告(2023)與本研究的結果可得知，AJT座艙經相關人因工程的實驗已驗證其適用性。延伸未來的國機國造，若未來的初教機取代現行T-34C教練機時，如能加入數位化座艙介面，整體而言亦能讓飛行員有較低的工作負荷。

致謝

本論文為依據，「國防部國備獲管字第1130072479 號令於[國防先進科技研究計畫-空軍新型教練機編實轉換訓練之人因工程輔於系統建置案]，於計畫編號：146，計畫學程111-113 年」所進行研究之成果報告之一。

陸、參考文獻

中文文獻

1. 吳昊軒(2023)，飛行員工作負荷及眼球追蹤績效之探討，國立高雄科技大學工業工程與管理所碩士論文。
2. 林久翔、謝閔智、游惠棋、陳宏仁、林伯鴻、徐瑋、王明揚、蔡玟玲、蘇國璋、何立己（2010），探討不同航管訊息傳遞方式與有無事件發生對飛行員情境知覺之影響，2010中華民國人因工程學會年會暨研討會論文，2010年3月，台北，第60頁。
3. 國立高雄科技大學112年期末報告(2023)，國防部軍備局，「國防先進科技研究計畫-空軍新型教練機編實轉換訓練之人因工程輔於系統建置案」於計畫編號：146，計畫學程111-113年，高雄，台灣。
4. 游重山、蘇國璋、林伯鴻、王心靈（2024），眼球追蹤技術結合飛行訓練之可行性初探：以T-34C初教機為例，空軍雙月刊，703期，第108頁至122頁。

英文文獻

1. Behrend, J. and Dehais, F. (2020). How role assignment impacts decision-making in high-risk environments: Evidence from eye-tracking in aviation. *Safety Science*, 127, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2020.104738>.
2. Di Stasi, L. L., Diaz Piedra, C., Suarez, J., McCamy, M. B., Martinez Conde, S., Roca Dorda, J., & Catena, A. (2015). Task complexity modulates pilot electroencephalographic activity during real flights. *Psychophysiology*, 52(7), 951-956.
3. Hart, S. G., & Staveland, L. E. (1988). Development of NASA-TLX (Task Load Index): Results of empirical and theoretical research. In P. A. Hancock & N. Meshkati (Eds.), *Human mental workload*, 139-183. North-Holland. [https://doi.org/10.1016/S0166-4115\(08\)62386-9](https://doi.org/10.1016/S0166-4115(08)62386-9).
4. Lin, C. J., Lin, P. -H., Chen, H. -J., Hsieh, M. -C., Yu, H. -C., Wang, E. M. -Y., Ho, H. L. C., (2012), Effects of Communication Medium, Flight Phase and the Role in the Cockpit on Pilots' Workload and Situation Awareness, *Safety science*, 50(9), 1722-1731.
5. Magnusson, S. (2002). Similarities and Differences in Psychophysiological Reactions Between Simulated



- and Real Air-to-Ground Missions. The International Journal of Aviation Psychology, 12(1), 49-61. https://doi.org/10.1207/S15327108IJAP1201_5
6. Pei, L. S.; Wickens, C. D.; Baruah, R. (2018). Eye-tracking measures in aviation: A selective literature review. The International Journal of Aerospace Psychology, 28, 98-112. DOI: <https://doi.org/10.1080/24721840.2018.1514978>.
7. Villafaina, S., Fuentes-García, D. J. P., Gusi, N., Tornero-Aguilera, J. F., & Clemente-Suárez, V. J. (2021). Psychophysiological response of military pilots in different combat flight maneuvers in a flight simulator. Physiology & Behavior, 238, 113483. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2021.113483>
8. Wikipedia, (2024), retrieved from <https://en.wikipedia.org/wiki/NASA-TLX>
9. Yu, C-S., Wang, E. M., Li, W-C., and Braithwaite, G. (2014). Pilots' visual scan pattern and situation awareness in flight operations. Aviation, Space and Environmental Medicine, 85 (7), 708-714. DOI: <https://doi.org/10.3357/ASEM.3847.2014>.

作者簡介

林伯鴻

學歷：國立清華大學工業工程與工程管理所博士；經歷：美國德州理工大學工業工程系訪問學者、國際人因工程學會聯合會(IEA)專業標準及教育委員會副主委。現任：國立高雄科技大學工業工程與管理系教授、中華民國人因工程學會理事兼組織委員會主任委員、國際人因工程學會聯合會(IEA)視覺人因技術委員會執行委員。

蘇國璋

學歷：國立清華大學工業工程與工程管理所博士；經歷：國立高雄科技大學資訊管理系(所)電子商務所主任暨所長、加拿大滑鐵盧大學客座教授；現任：國立高雄科技大學資訊管理系特聘教授、中華民國人因工程學會理事長、亞洲人因工程與設計協會副理事長、醫策會國家醫療品質獎智慧醫療規劃與審查委員。

王心靈

學歷：美國普度大學航太所博士；經歷：中原大學機械系博士，研究、宏達科技公司航太專案經理；現任：空軍軍官學校航空管理學系副教授兼系主任。

賴昱達

學歷：國立高雄科技大學工業工程與管理所碩士。



軍事後勤

DOI:10.29683/AFOB.202508_(243).0002

淺析我國航太產業與國機國造之未來發展

空軍少校 謝藝挺、空軍上校 林明智

提

要

「國機國造」指的是國家自主研發與生產國防及軍用裝備的政策。其核心理念在於減少對外國技術與設備的依賴，提升國內工業能力與國防自主性。政策發展過程中，政府透過資金投入、技術研發以及產業合作，鼓勵國內企業和研究機構參與，進而促進本土國防產業的成長與進步。「國機國造」作為國家安全戰略的重要組成部分，主要是透過發展軍事航空科技，利用國家資源來提升航太能力，從而建立一個獨立且自給自足的國防體系。這一過程需要按照有序和連貫的方法逐步推進，並受到國家和軍事戰略的指導，以實現國家安全和利益。本文探討了「國機國造」政策的延續性，分析了光復後這一政策未能順利延續的原因，並指出當前有利於進一步推進「國機國造」政策的機會和契機。為了延續這一政策，不僅需要依賴國防預算來吸引軍事科研人才，還需要建立完善的國防供應鏈。這樣才能實現高級教練機「勇鷹號」自製率95%的目標，不僅符合國防自主的發展趨勢，還能應對來自中國日益嚴峻的威脅。

關鍵詞：國機國造、國防自主政策、軍用航空工業、國防供應鏈。

壹、前言

自1969年政府成立了航空工業發展中心，並設置航空研究院和介壽一廠，專



責飛機製造。該機構的成立是「國機國造」計畫中的重要一步，標誌著我國在航空技術與製造上的自主發展。2016年起，我國政府啟動「5加2產業創新計畫」，重點推動「國機國造」、「國艦國造」和「無人機國家隊」，這些政策旨在強化國防技術和重大武器裝備，增強對外防範和嚇阻效果。^{【註1】}國際軍事排名反映各國國防力量的強度，但我國的位置會因不同評比指標而異，受到軍事預算、武器裝備、技術、訓練等多種因素影響。例如，2023年「全球火力」網站將我國軍事實力排名第23位，高於德國的第25位，但這些排名可能因政治和國際關係而有所不同。^{【註2】}

國防實力不僅取決於軍事裝備和預算，還涉及整體戰略定位、地緣政治影響力和國防政策。例如，德國的軍火工業年收入約為300億美元。^{【註3】}換句話說，「國機國造」政策不僅要注重自產自用，還需考慮自產自銷的影響力及外銷能力。更重要的是，這應展現國防自主的決心，以預防兩岸衝突。2024年初，漢翔航空工業(Aerospace Industrial Development Corp, AIDC)警告如果「國機國造」無延續方案，將於2026年停滯，將會影響台灣航空產業。因此，需深入探討政策的延續性，因為不同政治力量對此政策的看法不一致，可能影響其未來發展。^{【註4】}

「國機國造」對於光復後的我國具有深遠意義，它不僅展示了國家的實力，也在國際關係中體現了技術交流和外銷能力。從以哈衝突、烏俄戰爭到雙亞戰爭等現代武器衝突中，我們可以看到，除了戰術和戰略，國防自主的研製能力也在這些衝突中扮演了重要角色。^{【註5】}

因此，本文將分為三個主要部分進行探討：

- 一、「國機國造」的意涵及政策發展：這部分將探討「國機國造」對我國國防自主及軍機自產的關鍵發展過程。
- 二、「國機國造」政策延續的挑戰：通過回顧過去的案例，分析影響「國機國造」政策延續性的各種挑戰和因素。

註1 侯昭平，〈國防科技發展特點與民生前瞻科技〉，「106年全民國防教育學術研討會論文」(淡江大學，2017年)，頁123-145。

註2 中央社，〈全球軍力排名烏克蘭進15強我國名列23、美俄中分居前3〉，《中央社》，2023年1月8日。〈<https://www.cna.com.tw/news/aopl/202301080185.aspx>〉(檢索日期:2023年12月23日)。

註3 鄭惠元，〈漢翔說帖示警：國機國造若無延續方案將於2026止步「我國航空產業恐再陷困」〉，《太報》，2024年1月8日。〈<https://reurl.cc/13zGGV>〉(檢索日期:2024年1月13日)。

註4 Teng Pei-ju，〈Taiwan president pledges government support for aerospace and drone industries〉，《Taiwan News》，2019年8月15日。〈<https://www.taiwannews.com.tw/news/3763476>〉(檢索日期:2024年10月17日)。

註5 郭瓊俐，〈美方支援不是問題，問題在我國抗中決心！以巴啓示錄：守護臺海慎防戰略欺騙〉，《財訊》，2022年11月9日。〈<https://www.wealth.com.tw/articles/2c345eef-aecf-4228-b101-549c9ec92aa1>〉(檢索日期:2023年12月28日)。



三、「國機國造」政策延續的機會：討論空軍武器系統等「國機國造」政策的潛在機會，以及這些政策如何促進我國國防供應鏈的自主發展，並提升國防科研水平，以實現政策的持續推進。

在全球化強調世界各地專業分工的時代，「國機國造」的意義在於提升軍事材料、技術人才、技術交流、預算及外銷比例。各國的努力旨在確保「國機國造」的持續性，形成延續循環。透過上述分析，希望能夠為我國在「國機國造」政策方面提供參考，以提高政策的敘事水平和意義。

貳、國機國造的概念及政策演進

一、國機國造之意涵及特點

「國機國造」主要指的是一個國家在關鍵工業領域中具備自主研發和製造技術設備的能力，尤其是那些對國家安全、經濟發展和科技進步至關重要的產品。此概念強調減少對外國技術與產品的依賴，提升國內創新能力與產業競爭力。在國防領域，根據不同軍事裝備的類型，也有「國艦國造」和「無人機國家隊」等相關說法，這些都是實現國防自主的一部分。^{【註6】}

「國機國造」的範疇非常廣泛，涵蓋多個產業和領域，如航空航天、高速鐵路、能源設備、資訊技術和先進製造業等。這項政策旨在推動國內研發和創新體系的發展，促進技術進步與產業升級，從而增強國家的綜合實力和提升國際競爭力。在推行「國機國造」的過程中，政府通常會提供各種政策支持，包括資金投入、稅收優惠及研發補貼等，激勵國內企業和研究機構積極參與、共同推動創新。^{【註7】}

對於在軍事領域保持先進地位的國家而言，國防自主更強調在關鍵技術和戰略產業中的領導地位，並確保國家安全和經濟獨立性。這涵蓋半導體、人工智慧、航太工業、生物技術及再生能源等領域的創新與自主生產能力。^{【註8】}這些國家推行「國機國造」的同時，也重視高科技研發與製造基地的本土化，以減少對外部供應鏈的依賴。尤其在地緣政治緊張或全球供應鏈中斷的背景下，國防自主不僅有助於增強國家安全，還能促進經濟成長、創造就業機會，並確

註6 謝育澤，《從國艦國造探討國防自主展望》（臺北：淡江大學國際事務與戰略研究所碩士論文，2022年），頁22。

註7 林彥廷，《我國「國機國造」政策—以高教機為例》（臺北：淡江大學，國際事務與戰略研究所碩士論文，2023年），頁28。

註8 蕭佳宜，〈【學者專業評析】國防自主成果豐碩保障國安〉，《青年日報》，2020年10月25日。〈<https://re-url.cc/xLXlnz>〉（檢索日期：2024年1月13日）。



保在全球軍事科技競賽中保持領先地位。【註9】

在具體作為上，美國與歐洲國家透過加強科研投入、設立創新基金、提供稅收優惠等多種手段來支持「國機國造」政策，目的是維持其科技和產業在全球的競爭力與影響力。此外，這些國家同時強調國際合作與全球治理，在保有自主創新與生產的基礎上，透過國際技術和市場的共享來增強合作。例如，英語系國家如美國、加拿大、英國、澳洲與紐西蘭組成了五眼聯盟(Five Eyes)，在軍事情報與技術方面進行高度合作。

近期備受關注的是美國將核動力潛艦技術轉移給澳洲，以增強其在太平洋地區的軍事力量，目的是在東亞發生衝突時能有效支援美軍。這樣的國防技術交流通常發生在已建立穩定的軍事同盟或夥伴關係的基礎上，顯示先進國防工業技術的國際合作通常依賴於穩固的戰略夥伴關係，並以共同利益為基礎。

我國目前的國防策略重點放在嚇阻戰爭與維持和平，通過採取主動措施來防止衝突發生，並努力創造對我國有利的安全環境。這一策略作為國防核心指導方針，目的是避免戰爭的爆發。而與此同時，中共近年來在軍事領域的快速發展，尤其在高科技武器系統與質量效能方面，已經引起包括美國和歐洲等國的廣泛關注。【註10】

中共不僅成功發射了超音速飛彈，還試航了遼寧號、山東號與福建號等航空母艦，並研製了匿蹤戰機殲-20及多款無人機。這些技術進展不僅在數量上顯著增長，質量上也大幅提升，讓國際社會開始擔憂中共軍事力量的快速崛起。對我國而言，中共在武器裝備上的進步意味著來自其軍事威脅的日益增強，對國家安全構成更大挑戰。

國防自主與國防實力之間的關聯性，從歷史角度可以透過瑞士作為典範來解釋。儘管在第二次世界大戰期間，瑞士被希特勒領導下的納粹德國領地所包圍，但瑞士透過嚴格的義務服兵役制度和高額國防投入，建設了一支強大的自衛軍。當希特勒考慮攻擊瑞士時，他最終接受了軍事顧問的建議，選擇不發動攻擊，因為這樣的行動可能會導致德軍慘重的損失。瑞士的強大國防力量對其國家安全形成了有效的威懾。相對而言，1991年波灣戰爭期間，儘管科威特擁有豐富的資源和財富，卻未能在國防上投入足夠的資源，這使得伊拉克試圖

註9 董慧明，〈軍民合作科研 推升國防自主能量〉，《青年日報》，2023年10月27日。〈<https://www.ydn.com.tw/news/newsInsidePage?chapterID=1625086> <https://reurl.cc/xLXlnz>> (檢索日期:2024年10月17日)。

註10 楊俊斌，〈五角大廈認了 殲-20數量可能已經超過F-22〉，《聯合報》，2023年8月4日。〈<https://udn.com/news/story/11596/7346966>> (檢索日期:2024年1月20日)。



吞併科威特，最終導致科威特陷入國家存亡的危機。這段歷史顯示，國防投資對任何國家都是不可忽視的。正如2023年10月，臺積電前董事長張忠謀在美國麻省理工學院(MIT)演講中所說的：「沒有國家安全，我們將失去一切。」這句話凸顯了國防與戰備對於維護國家安全的重要性。缺乏足夠的威懾力量，國家就可能面臨外敵入侵的風險。因此，國防自主與國防實力密切相關。透過持續的國防投入與自主創新，國家能夠有效提升自身防禦能力，確保在面對外部威脅時具備足夠的威懾力量來維護國家安全。^{【註11】}

二、國機國造在法律層面的解讀

在法律層面上，「國機國造」可以依據相關制度和法律進行解釋，以作為行政執行的根本依據。《國防法》第22條規定，行政院各機關應根據國防政策，結合民間力量發展國防科技工業，優先自製武器裝備，並在外購時確保技術轉移，以實現國防建設的自主性。此外，《國防部科技工業機構與法人團體從事研發產製維修辦法》第2條也明確指出，國防武器裝備需求應結合民間力量，由國內自行研發和製造為優先；若國內無法供應，向外採購時必須促成技術轉移及驗證，以發展國防科技工業。第8條第4項則強調，外購武器裝備的技術轉移應以建立國內自主維修體系為優先目標。

這些制度和法律意味著，我國應優先透過自主研發、生產和維修來獲取武器裝備。國防部將獲取武器系統和裝備的方法分為自主研發、合作生產和採購，並進一步細分為廣義和狹義的國防自主。廣義上，國防自主包括與外國的合作生產；狹義上則僅指自主研發。

雖然不同國家的戰略、工業和科技水平存在很大差異，武器系統的研發策略和途徑也各不相同，但發展國防工業、掌握關鍵技術以及提高重要軍事裝備的自產率，可能是各國共通的做法。

總結來看，國防自主為「國機國造」提供了一個重要的法律和執行框架，而我國則依此框架發展國防工業研製鏈(如圖1所示)。例如，我國的軍事航空工業主要涵蓋漢翔航空工業、中山科技研究院和空軍航空科技研究發展中心，還有其他國防自主下的零件供應鏈，並可能與外國廠商合作。

軍事航空科技的發展是國家安全戰略的關鍵組成部分，通過有效利用國家資源來強化航太能力，建立獨立且自足的國防體系，這是國防自主過程中的重要一環。這一發展受到國家和軍事戰略的指導，目的是實現國家安全與利益，

註11 楊俊斌，〈五角大廈認了殲-20數量可能已經超過F-22〉，《聯合報》，2023年8月4日。<<https://udn.com/news/story/11596/7346966>>(檢索日期:2024年1月20日)。



並需要以有序、連貫且程式化的方法逐步推進。^{〔註12〕}軍事航空技術的自主發展不僅涉及戰機和雷達等防禦工具的生產，更關乎國家經濟效益的提升、民眾信心的增強以及國際地位的確立。因此，軍事航空工業的自主發展應根據國家戰略方針進行，以支持在政治、經濟、社會和軍事

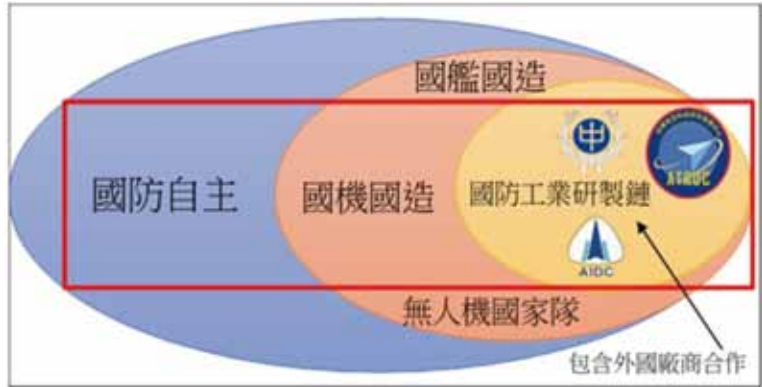


圖1. 國防自主、國機國造及國防工業研製鏈之間的關聯意涵

上達成各項戰略目標。資料來源：作者自製。

〔註13〕

我國加速國防建設的努力並非是為了與中國或周邊國家展開軍備競賽，也不期望與對岸或區域內的鄰國發生實質衝突。我們的主要目標仍是通過政治途徑解決問題，加強國防力量主要是為了「預防戰爭」。擁有足夠的軍事力量是為了有效威懾潛在的侵略者，包括中國，以避免在台灣海峽發生軍事衝突。^{〔註14〕}事實上，我國自光復後在航空工業的「國機國造」政策最早可追溯至1960年代末期，當時美援逐漸中止。為了維持空軍力量，我國開始發展介壽號初教機（以蔣中正總統命名），一直到2016年宣佈的國機國造政策，開發了高教機勇鷹號，並於2020年成功首航。這長達60年的發展顯示出我國在國機國造政策上有過推進，也有過延滯的情況。

三、國機國造政策的發展因素

根據上述國機國造的意涵與發展背景，可以將我國國機國造政策的發展因素歸納為多個方面，主要涉及外交環境的變遷、國防安全需求、技術自主創新的追求，以及產業升級與經濟發展的需要。以下是這些因素的簡要概述：

（一）國際局勢的變遷

在政府遷臺的早期階段，由於中美共同防禦條約的影響，國防工業幾乎完全依賴於聯勤兵工廠的恢復生產以及美援裝備的接收。這意味著當時的國

註12 張祥山，〈國家安全意涵的持續與轉變〉，《展望及探索》，第4卷第11期，2006年，頁27-43。

註13 柯永森，〈我國國防自主政策之政治經濟分析—以軍用航空工業發展為例〉，（臺北：國立臺灣大學政治學系碩士論文，2013年），頁27。

註14 鍾志東，〈評析臺海安全國際化的對中國嚇阻效果〉，《國防情勢特刊》，第28期，2023年6月15日，頁26-37。



防工業主要限於聯勤的自主生產與美援裝備的整合。隨著1965年美援結束、1972年我國與美國斷交，以及1987年美國與中共簽訂上海公報限制對我國的軍售，美國對我國的軍事支援逐漸減少，迫使我國探索國防自主的道路。因此，國際政治局勢導致我國面臨外交孤立的壓力，特別是聯合國及其他國際組織中地位的變化，促使我國加強自身的國防技術能力，以減少對外國依賴，提升自我防衛能力。【註15】

(二) 國防自主之需求

面對來自中共的軍事擴張及區域安全威脅，國防實力的提升變得至關重要，以確保國家安全。許多軍事裝備(如AT-3教練機和F-5戰鬥機)已經使用近30年，需要進行更新，以維持國軍的作戰效能。我國的「國機國造」計畫始於1969年3月，當時政府決定撤銷空軍技術局，並成立航空工業發展中心。該中心設有航空研究院和介壽一廠，專責飛機製造。這一計畫延續至今，並改名為空軍航空科技研究發展中心，展現了我國面對中共派遣戰機或無人機擾臺時，空軍在「國機國造」政策下與時俱進的決心，以應對臺海日益不穩定的局勢。【註16】

(三) 技術自主發展的追求

隨著美國停止軍事援助，我國開始著手提升自主研發戰機的能力，這包括成立航空工業發展中心以及開發IDF戰機。技術自主不僅增強了國防實力，還是國家科技進步和工業升級的重要驅動力。1986年，最新研發的超音速戰機正式命名為「自製防禦戰機」(IDF)，並於1988年12月10日宣布生產250架，顯示出對國防自主的需求。經過30年的等待，2016年政府決定委託中科院和漢翔研製66架勇鷹高教機(如圖2所示)，並於2020年成功完成原型機試飛，關鍵零件也有了進展。【註17】

(四) 產業升級與經濟發展需求

透過發展航太工業，我們能推動國內相關產業如電子和材料的升級，提升整體工業水平，並促進經濟成長。航太工業的發展不僅有助於提升國家的高科技產業水平，還能增強國際競爭力，創造高附加值產品。面對快速變化的國內外政經環境及航空工業的市場需求，政府曾推出「六年國建計畫」，

註15 荆元宙，〈近期美國對台軍售案之分析〉，《戰略安全研析》，第152期，2018年10月，頁82-90。

註16 楊宗新，〈共機擾臺意涵及對我國之影響〉，《空軍學術雙月刊》，第689期，2022年8月，頁22-33。

註17 呂炯昌，〈國造勇鷹高教機 空軍：自製率55%〉，《今日新聞》，2022年8月，〈<https://reurl.cc/2YE136>〉(檢索日期：2024年5月5日)。



將航太工業定位為重要的新興產業，目標是在1995至2001年間將我國打造成亞太地區的營運中心。

為此，政府修訂了「航太工業發展方案」，新增了軍用飛機維護、民用飛機



圖2. 高教機勇鷹號首度試飛

修理以及漢翔公司的私有化等多項措施，

資料來源：歐素美，〈漢翔達成國機國造年度目標 胡開宏今同乘勇鷹飛文臺東〉，《自由時報》，2023年12月12日。〈<https://def.ltn.com.tw/article/breakingnews/4518188>〉(檢索日期:2024年2月2日)。

旨在提升工業技術水平，加強國防合作和自主能力，同時推進航空工業的電子商務，以期使我國成為亞太地區航空工業的核心。如今，像是2016年的「5加2產業創新計畫」和國機國造計畫等，都展現了高教機勇鷹號的優秀成就。【註18】

(五) 政策與法規支持

政府制定了一系列政策和計畫，如航太工業發展方案和六年國建計畫，提供政策支持和資金投入，以推動航空產業和國防工業的發展。法規方面，2003年1月修訂的《國防法》第22條明確要求政府機構與民間力量合作，優先發展國防科技和自製武器裝備，並在必要時確保從外國購買技術的同時實現技術轉移，以增強國防建設的自主性。

同年7月，「航空產業發展方案」獲得核准，該方案全面規劃了軍民兩用航空器的研發、製造、維修、客貨運輸、飛航服務以及航空運動休閒等產業的發展，旨在創造一個良好的發展環境，提升經濟產出能力，並創造高附加值產業，進一步將我國與全球供應鏈緊密連接，確立其作為航空產業策略樞紐的地位。【註19】

參、國機國造政策的歷史特點與挑戰

在高教機勇鷹號成功實現國機國造之前，我國自光復以來的自主研發戰鬥機歷

註18 歐素美，〈漢翔達成國機國造年度目標 胡開宏今同乘勇鷹飛文臺東〉，《自由時報》，2023年12月12日。〈<https://def.ltn.com.tw/article/breakingnews/4518188>〉(檢索日期:2024年2月2日)。

註19 經濟部航太產業發展推動小組，〈組織緣起〉，《經濟部航太產業發展推動小組》，2023年3月6日。〈<https://reurl.cc/D4GL0j>〉(檢索日期:2024年2月17日)。



程可追溯至20世紀中葉，當時的介壽機標誌著這一進程的開始。從介壽機到現代的國機國造計畫，每一個階段都顯示出特定的挑戰與策略。通過整理我國在國機國造歷史各階段的經驗，可以更深入地了解其特點與面臨的挑戰。

一、我國國機國造之歷史特點

我國空軍的國機國造計畫展示了其自主防衛與技術自立的決心。從初步的訓練機到更複雜的直升機、運輸機以及戰鬥機，每個計劃都反映了特定時期的技術挑戰和發展成就。以下是依照研發年份順序排列的自主研發計劃，以下概述了這些機種的特點與面臨的挑戰(如表1所示)：

(一) 介壽號初級教練機

1968年，我國空軍技術局(後來改組為漢翔航空工業股份有限公司)購買了由匈牙利裔美國工程師Pazmany, L設計的PL-1型飛機藍圖，並在此基礎上自主研製出了一款單發動機螺旋槳、雙座的小型飛機。這款飛機採用懸臂式低翼結構，配備

表1. 我國之歷年國機國造機種

固定的三輪起落架系統，並且在性能數據方面表現出色。它可以容納兩名乘員並排而坐，動力系統則採用了輸出功率為95馬力(71千瓦)的大陸C-90活塞發動機。〔

註20〕1982年，在我國空軍官校將教練體制由三級制簡化為二級制後，PL-1B介壽號教練機正式退役並被封存。在退役前，包

括PL-1及其改良型

機種 ^{註1}	起始使用年份 ^{註2}	圖片 ^{註3}	生產數量 ^{註4}	服役役期 ^{註5}
介壽號初級教練機 ^{註6}	1968年 ^{註7}		58架，已停產。 ^{註8}	1982年除役 ^{註9}
XA-3 雷鳴號攻擊機 ^{註10}	1979年 ^{註11}		原型機2架，1983年因 ^{註12} 「阿里山計畫」宣佈終止 ^{註13}	
XC-2 運輸機 ^{註14}	1979年 ^{註15}		1984年因 ^{註16} 「大武山專案」宣佈終止 ^{註17}	
T-CH-1 中興號 ^{註18}	1970年 ^{註19}		50架，已停產。 ^{註20}	1998年除役 ^{註21}
AT-3 自強號 ^{註22}	1984年 ^{註23}		63架，已停產。 ^{註24}	服役中 ^{註25}
IDF 經國號戰機 ^{註26}	1989年 ^{註27}		原型機6架，量產型131架，1999年已停產。 ^{註28}	服役中 ^{註29}

PL-1B在內的介壽號教練機共計生產了58架，其中包含3架原型機、空軍官校訂製的45架，以及中華民國陸軍訂製的10架。目前僅有編號「5849」的

註20 李適彰，〈我國航空工業發展史拾零：我國研製的關鍵飛機——PL-1介壽號教練機製造的故事〉，《航太工業通訊》，2004年3月，第55期，頁38-45。



一架仍在美國南加州繼續飛行。【註21】

(二) T-CH-1「中興」號

T-CH-1是中華民國首款自主設計與製造的飛機。最終確定了生產50架的計劃，這些飛機主要在空軍官校作為中級教練機使用。到1985年，中華民國空軍開始利用中興號教練機執行海岸偵察任務，該機型一直服役到1998年7月才退役。T-CH-1為航空發展中心後續研製XC-2中型運輸機和AT-3自強號高級教練機奠定了堅實的基礎。【註22】

(三) XA-3雷鳴號

對地攻擊機的原型機由空軍航空科技研究發展中心(航發中心)在民國68年開始推動的「雷鳴計畫」中研發。該計畫旨在將AT-3教練機改裝為單座攻擊機，首架原型機於民國71年5月4日出廠，並於同年7月8日首次試飛成功。該計畫共製造了兩架原型機。然而，1983年，由於透過「阿里山計畫」從歐洲購得接近兩個聯隊數量的二手F-104戰機，空軍因此缺乏進一步採購的需求，最終宣佈雷鳴計畫終止。

(四) XC-2運輸機

XC-2是我國首款自主研發的運輸機，最初設計目標是替代老舊的C-119運輸機，並計劃達到3855公斤的負載重量。然而，該機型在研發過程中面臨挑戰，飛行速度未達空軍的預期要求，且在發生單一發動機故障時，飛行性能受到嚴重影響，增加了飛行中的安全風險。1982年，美國宣佈將出售12架C-130H運輸機給我國，我國隨即啟動「大武山專案」來更新運輸機隊，並逐步退役了老舊的C-119機型。【註23】

(五) AT-3「自強」號

在1970年代末期，中華民國空軍面臨更新教練機隊伍和提升作戰能力的需求，這推動了AT-3「自強」戰鬥機研發計畫的啟動。該計畫旨在研製一款既能進行高級訓練，又具備一定作戰能力的飛機。1984年，AT-3首次試飛成功，作為一款高級教練機兼輕攻擊機，展示了我國在自主研發領域的進步。隨後，AT-3進入量產並交付給空軍，用於高級飛行訓練和輕型攻擊任務。目前，新一代高教機T-BE5A「勇鷹」號在AT-3與IDF的基礎上進行改

註21 江今葉，〈國產介壽號機 重翔南加天際〉，《中央社》，2011年1月17。〈<https://reurl.cc/M4Qrkp>〉(檢索日期:2024年2月22日)。

註22 李適彰，《一脈相傳—我國航空工業發展史》(臺中：漢翔航空工業股份有限公司，2018年)，頁438-455。

註23 唐飛，〈空軍空運機部隊史—第三篇新機換裝訓練〉，《空軍學術雙月刊》，第688期，2019年2月，頁145-154。



良，逐步取代AT-3及F-5型戰機，成為空軍的主力高級教練機。【註24】

(六) IDF經國號戰機

1980年代，為了應對國際局勢變化及國防需求，我國決定研製「自製防禦戰機」(Indigenous Defense Fighter, IDF)，以減少對外國軍事裝備的依賴。1982年，正式啟動代號為「鷹揚計畫」的戰鬥機研發項目，由空軍與漢翔公司(AIDC)共同合作推進。首架原型機於1989年成功首飛。經過多次試飛及改進，IDF在1990年代初期進入量產階段。然而，隨著政府國防政策的調整，國防預算逐漸轉向購買法國的幻象2000及美國的F-16戰機，因此IDF於1999年後停止生產。【註25】

二、國機國造政策延續的主要挑戰

我國空軍在國機國造的歷史中，特別是在戰鬥機的自主研發與製造上，取得了顯著成就，IDF經國號是最具代表性的成功案例。然而，若將視野擴展至運輸機、直升機和轟炸機等機種，則我國在國機國造的自主研發過程中面臨許多挑戰。即便如此，教練機的研發成功仍為後續類似機種奠定了重要基礎，提供了寶貴的經驗與技術儲備，以IDF經國號的挑戰為例，我國在自主研發過程中遇到諸多困難與限制：

(一) 技術突破的挑戰

自1980年代以來，我國開始進行戰鬥機的自主研發製造，其中最具代表性的便是經國號(IDF)戰鬥機計畫。然而，回顧國機國造的歷史，可以看出技術層面面臨了嚴峻的挑戰，特別是在高性能噴氣發動機、先進航電系統介面、電子系統及操控整合技術的研發上。這些需求迫使空軍和國防科技研究單位必須努力突破現有的技術瓶頸，並發展出能夠滿足作戰要求的解決方案。【註26】

(二) 資金投入的挑戰

以IDF計畫為例，儘管被視為我國空軍在國機國造進程中的重要里程碑，但其技術開發不僅面臨多重挑戰，資金上也是一項沉重負擔。正因如此，當時我國政府經常在自主研發投入與向如美國等先進國家外購裝備之間做出抉擇。由於整個計畫耗資龐大，必須依賴政府的持續投資與財政支持。在計

註24 吳哲宇，〈勇鷹高級教練機今年生產17架AT-3教練機2025年逐步汰除〉，《自由時報》，2019年2月，<<https://def.ltn.com.tw/article/breakingnews/4242533>> (檢索日期:2024年2月22日)。

註25 楊龍杰，《中華民國航空工業發展沿革》(臺北：淡江大學出版中心，2021年)，頁49-55。

註26 李德威，〈空軍航發中心測評戰研隊 把關裝備效能 國防自主推手〉，《青年日報》，2022年2月19日。<<https://reurl.cc/G467xZ>>。



劃初期，就需確保有足夠的資金來支持這一長期且昂貴的研發過程。【註27】

(三) 國際壓力的挑戰

受到國際政治現實的影響，我國在推行國機國造政策時，經常面臨來自特定國家的壓力，並且可能因應國際局勢變化，影響美國對臺軍售的意願。這使得我國在國際上獲取關鍵技術和材料時受到限制。例如，某些核心零件和技術無法直接從國外購得時，便必須尋求自主研發或通過間接方式獲取，這不僅增加了計劃的難度和不確定性，也反映出與國際接軌對航空工業發展的深遠影響。【註28】

(四) 產業鏈發展的挑戰

建立一條完整的國機國造產業鏈是一項巨大的挑戰。以IDF戰鬥機計劃為例，從基本零件的生產到最終的組裝與試飛，每個環節都需要強大的技術基礎和產業支撐。此外，還必須建立完善的維護和升級體系，以確保各型戰鬥機在服役期間能夠維持高效運作並延長其服役壽命。這不僅涉及飛機的初期生產，還涵蓋了後續的持續支援與技術更新，對於整體航空工業的持續發展至關重要。【註29】

(五) 人才培養的挑戰

國機國造計劃對專業人才的需求極為高昂，不僅需要大量具備尖端技術的工程師和技術人員，還需要經驗豐富的試飛員等關鍵專業人士。例如，IDF計畫的成功以及應對中共威脅的需求，促使我國政府逐步規劃建立相關智庫，強調透過專業教育、培訓計畫和與國際技術交流合作來培育及吸引必要的人才。這表明，只有通過系統性的人才發展策略，才能支持複雜的國防研發項目，進一步鞏固我國的航空工業基礎並增強國防自主能力。【註30】

(六) 共同作戰圖像建立

「聯合全領域指揮管制戰略」(Strategy for joint all-domain command and control)，這項戰略定義各軍種在「聯合全領域指揮管制」(Joint all-domain command and control, JADC2)架構下，連結空中、

註27 韓國佑，《中華民國空軍現代化：以IDF戰機發展為例》(臺北：淡江大學國際事務與戰略研究所碩士論文，2013年)，頁48。

註28 洪崇凱，《國機國造與軍購的差異分析研究》，(臺南：國立成功大學航空太空工程學系碩士論文，2017年)，頁46。

註29 余至浩，〈國機國造下一階段目標，不只機體設計，連新一代軍用戰機導航、飛控等關鍵系統件都要完全自製〉，《ithome》，2020年12月14日。〈<https://www.ithome.com.tw/news/139851>〉(檢索日期:2024年2月26日)。

註30 郭宏章，〈評蔡英文宣示自造下世代戰機 國防部智庫空將肯定並列性能需求〉，《太報》，2024年2月24日，〈<https://reurl.cc/eL2qOx>〉(檢索日期:2024年2月27日)。



陸地、海洋、太空及網路空間的感測器，並在未來以網路化方式的新作戰概念。我國現行主力戰機IDF為國產，M2000-5為法系，F-16為美製戰機，彼此間僅能運用戰管無線電指揮，語音協調，無法形成共同作戰圖像以及時有效支援，未來應整合各武器系統及情監偵設備，建立完整共同作戰圖像以增加戰力。

肆、各國的國機國造政策經驗

我國在國機國造的努力中，充分展現了對國際政治與安全環境的深刻認識。面對日益複雜的地區安全挑戰，特別是中共大陸軍事力量的持續擴張以及鄰國的軍事動態，我國致力於發展自主國防產業，以提升自我防衛能力，減少對外部軍事供應的依賴。這不僅是追求國家安全自主性的具體表現，更是在國際政治格局中爭取戰略自主和主體性的嘗試。由此可見，國機國造計畫的推動，如IDF經國號、高教機勇鷹號及其他防空系統的開發，不僅是技術與工業能力的體現，更彰顯了我國堅定捍衛國家安全與主權的政治意志，向國際社會展示了維護自身利益的決心。這種自主研發武器系統的策略，使我國能夠在國際政治中更有力地表達其安全關切。透過增強自身防衛能力，我國向國際社會展示了自我防衛的決心，並表明其為區域穩定作出貢獻的意圖。此舉不僅強化了我國的國防自主性，還與國際政治與安全環境產生了複雜的互動關係。在這樣的背景下，我國展現出具備應對地區威脅的能力，同時提升了在國際舞台上表達主權與安全立場的話語權。^{【註31】}

有鑒於此，目前印度和土耳其的國機國造計畫正處於起步階段，並且具有值得參考的價值。以下列舉兩國的國機國造經驗作為借鑒(如表2所示)。

一、印度的國機國造經驗與挑戰

印度的國機國造戰機計畫始於1980年代，目標在於減少對外國軍事裝備的依賴，並建立本國的國防工業能力。這一策略的核心便是輕型戰鬥機「光輝」(Tejas)(如圖3所示)。對印度而言，「光輝」戰機不僅象徵著其國機國造技術的崛起，也代表了該政策的實質成果。該戰機設計旨在滿足多種作戰需求，包括空對空戰鬥、空對地攻擊及各種偵察任務。自2001年首飛以來，「光輝」經歷了多次升級，逐步提升作戰效能和技術規格，目前印度已訂購123架，顯示了該計畫的進展與對國防自主的重視。^{【註32】}

註31 郭宏章，〈評蔡英文宣示自造下世代戰機 國防部智庫空將肯定並列性能需求〉，《太報》，2024年2月24日，〈<https://reurl.cc/eL2qOx>〉(檢索日期:2024年2月27日)。

註32 江飛宇，〈費時30年 印度光輝戰機正式服役〉，《中時新聞網》，2021年1月13日，〈<https://www.china-times.com/realtimenews/20160703003210-260417?chdtv>〉，(檢索日期:2024年10月17日)。



然而，印度在邁向國產戰機的過程中並非一帆風順，尤其是在「光輝」戰機的發展過程中，面臨了多重挑戰，包括技術研發延遲、預算超支以及國產系統的整合問題。其中，發動機技術一直是最大的難題。最初，印度未能自



圖3. 印度輕型戰鬥機「光輝」(Tejas)

主開發適合的發動機，資料來源：江飛宇，〈費時30年印度光輝戰機正式服役〉，《中時新聞網》，2021年1月13日，〈<https://www.chinatimes.com/realtimenews/20160703003210-260417?chdtv>〉，(檢索日期：2024年10月17日)。這在某種程度上削弱了國機國造的初衷。此外，配套措施和前提準備也遇到困難。例如，印度國內的航空航天產業在法律監管環境和基礎設施方面存在諸多問題，像是機場設施不足以及專業技術人員短缺等，都成為了重大挑戰，影響了行業的成長與運營效率，並且容易受到監管和基礎設施不足的限制。儘管印度在技術方面不斷努力提升自主研發能力，但該行業仍然嚴重依賴外國技術和零件，這顯示了國機國造所面臨的深層次問題。【註33】

儘管面臨種種挑戰，印度政府和軍方依然持續投入資源，推動國產化進程，目的是進一步加強研發和製造能力。例如，印度聯邦國防部制定了《2020年國防生產和出口促進政策》，作為推動國防自主的指導文件，這也體現了印度總理莫迪對政策承諾的積極實踐。該政策旨在簡化流程、提供指導，並大力推動國防生產能力的自力更生與出口。具體目標是到2025年，為國防產品和服務創造175,000億盧比(約234.9億美元)的收入，相當於新臺幣7,500億元，其中包括出口35,000億盧比(約47.0億美元)，約新臺幣1,500億元。這顯示出印度在加強國產化及提升全球競爭力方面的長遠規劃與決心。【註34】

二、土耳其國機國造經驗與挑戰

土耳其的國產戰機計劃，其核心是TF-X(土耳其未來戰鬥機計劃)，這是

註33 Mordor intelligence, "Turkish Aerospace Industry Size & Share Analysis-Growth Trends & Forecasts(2024-2029)," Mordor intelligence,2020/10/23. <<https://reurl.cc/qVDeyN>> (檢索日期：2024年4月14日)。

註34 Dikshu C.Kukreja, "Indian Aerospace Industry on A Trajectory for Higher Growth," IBEF,2022/9/28<<https://www.ibef.org/blogs/indian-aerospace-industry-on-a-trajectory-for-higher-growth>> (檢索日期：2024年4月14日)。



一個旨在減少對外國戰機依賴的國家級戰略計劃。該計劃由土耳其航空航太工業公司(TAI)主導，目標是開發一款多用途隱形戰鬥機，以滿足土耳其空軍未來的需求。TF-X計劃的推進，主要是受到土耳其政府對區域國際政治不穩定局勢的擔憂，特別是在2020年雙亞戰爭爆發後，促使土耳其加速國防自主的步伐。因此，發展國機國造政策對土耳其而言，不僅是為了提升國家軍事實力，也希望能推動本國航空航太工業的進步，並在全球軍事裝備市場中提升競爭力。在這方面，土耳其的「國家戰鬥機」(MMU Kaan)(如圖4所示)被視為國機國造的具體成果之一，展現了土耳其在航空航天領域的成就與野心。【註35】

然而，土耳其在推動國機國造的過程中面臨多重挑戰。首先是技術挑戰。TF-X計劃要求土耳其在開發關鍵技術方面取得突破，並建立完善的國內供應鏈基礎設施。這不僅需要大量的資源投入，還涉及到



圖4. 土耳其「國家戰鬥機」(MMU Kaan)

先進技術的掌握與本土化。其次是成本與時間壓力。國產戰機的開發

資料來源：Dylan Malyasov, <Turkish stealth fighter prototype made its first flight>, 《Defence Blog》, 2024 年2月21日, <<https://defence-blog.com/turkish-stealth-fighter-prototype-made-its-first-flight/>>(檢索日期：2024年10月17日)。

成本極為高昂，而政府預算又有限，這使得計劃面臨巨大的財務壓力。再者，戰機開發通常需要數十年的時間，這要求土耳其在長期內持續投入，並保持政策的穩定性與延續性。TF-X計劃的推進受到國內外多種因素的影響，包括政治與經濟變動等。此外，人才培養也是一大挑戰。土耳其在高端工程技術和實戰經驗豐富的技術人員上相對匱乏。為了彌補這一缺口，土耳其不得不依賴外國專家和技術合作，這不僅推高了計劃成本，也增加了對外技術依賴的風險。這些挑戰表明，雖然土耳其的國機國造計劃具有戰略意圖，但實現過程仍需克服重重難關。【註36】儘管面臨諸多挑戰，土耳其政府的國機國造計劃仍然取得了一定的進展。這些進步不僅提升了土耳其在戰鬥機技術方面的能力，還促進

註35 Turkish, “Turkey’s Plan to Keep Aerospace Defense Forces Soaring,” defense news,2020/12/11, <<https://reurl.cc/8vImQR>>(檢索日期：2024年4月14日)。

註36 郭宏章, <評蔡英文宣示自造下世代戰機 國防部智庫空將肯定並列性能需求>, 《太報》, 2024年2月24日, <<https://reurl.cc/eL2qOx>>(檢索日期:2024年2月27日)。



了國內產業的發展，並推動了技術創新。通過TF-X計劃，土耳其在某些關鍵技術領域取得了突破，特別是在航空航天工業的整體技術水平上有了顯著提升。此外，該計劃也激勵了土耳其本土公司與國際企業的合作，提升了國內航空產業的競爭力和自給自足能力。儘管仍有許多挑戰，但這些成就表明土耳其在國機國造的道路上，正朝著更高的目標邁進。

表2. 印度與土耳其的國機國造經驗之整理

國家	印度	土耳其
主要機會	1. 推動「光輝」戰機計劃 2. 投入國機國造大量經費	1. 推動土耳其未來戰鬥機計畫(TF-X)。 2. 地緣政治風險及不穩定性
主要挑戰	1. 法律與監管環境不佳 2. 技術突破取得困難 3. 機場及相關基礎設施不足	1. 航空專業人才的短缺 2. 產業鏈發展之挑戰 3. 預算經費取得受限

資料來源：本研究整理。

伍、結論與建議

在探討印度與土耳其的國機國造經驗後，我們可以發現，無論是面對區域政治不穩、資金不足，或是專案計劃的挑戰，這些因素對我國延續國機國造政策的經驗具有重要的啟示作用。這些國家在實施國機國造的過程中所遭遇的困難與應對策略，無疑對我國在面對類似挑戰時提供了寶貴的參考。在這一個章節中將進一步探討我國在國機國造領域當前的政策機會。這不僅是順應國際社會和國內需求的趨勢，更是面對中共威脅下的必然選擇。隨著區域安全形勢的變化，我國的國防自主與國機國造政策顯得尤為重要。以勇鷹號為例，這款基於AT-3和IDF的改良型高教機，代表了我國在國機國造方面的技術突破，不僅提升了我國的航空技術實力，也進一步強化了我國在面對中共威脅時對國防自主的決心。以下將詳細分析如何通過強化國機國造政策來應對當前的安全挑戰，並探討這些努力在中共威脅日益加劇的背景之下所具備的戰略意涵。

一、順應國際社會趨勢

隨著近年來國際局勢的劇變，全球化背景下技術交流的重要性愈加凸顯。尤其在先進技術與關鍵零件的支援上，國際合作成為各國發展軍事實力的關鍵。然而，隨著美國與中共的對峙、俄烏戰爭以及阿富汗戰爭的經驗，世界各國的安全策略和國防政策發生了深刻的變化。這些事件不僅突顯了國際政治的不確定性，也提醒各國在軍事技術方面應該具備更多的自主性與防範能力。

這些國際事件突顯了擁有自主國防工業和技術的必要性，以確保國家安全不會受到外部變故的影響。以印度為例，這個武器進口大國自莫迪政府上台以



來，便開始積極改變這一局面，決心建立一個完善的自主國防產業鏈。印度國防部長辛赫曾表示，未來五年內，印度將停止進口武器與彈藥，包括大砲、輕型軍用運輸機、潛艦、長程對地巡弋飛彈等，並全力推動國防自主的目標。這一策略的核心是希望通過自主研發與製造來減少對外依賴，提升國防能力的同時，增強整體國家安全。^{〔註37〕}除了印度之外，美國等先進國家在全球舞臺上扮演著決定性的角色。這也顯示了全球主要國家在面對地緣政治風險與不確定性時，對自主國防工業的需求愈發迫切。擁有自給自足的國防技術不僅能在面對突發事件時保障國家安全，更能在國際競爭中佔據有利地位。因此，許多國家正在大力推進本國的國防產業發展，借助自主研發提升技術實力與安全防護能力。

這一情勢不僅加速了全球技術的發展，也為世界各國的國防產業創造了學習與合作的機會。近期，我國宣布了2024年度預算後，美國隨即向國會宣佈將提供我國8,000萬美元（約新台幣25億）的軍事援助計劃。這一援助方案由美國國務院通過「外國軍事融資」（FMF）管道進行，並被視為首次以此方式對我國提供的支援，主要目的是提供必需的防禦裝備與服務，確保我國能夠維持充分的自我防衛能力。^{〔註38〕}隨著我國近年來不斷推進國防改革，國防自主逐漸取得顯著成效，並且在國際舞台上加強了交流與合作。我國正透過汲取國際實戰經驗，展示其在維護國家安全方面的堅定決心，並用具體行動向世界表明，無論面對任何挑戰，都將全力以赴保衛國家。

二、因應中共威脅趨勢

我國之所以必須不斷加強國防軍備，以及國際友邦也決心持續與我進行軍事合作，根本原因仍然是中共對我國的侵略野心未曾放棄，且其霸權擴張意圖越來越明顯。這樣的威脅促使我國不僅加強自身防衛能力，還積極尋求國際支持與合作，以確保在面對外部挑戰時，能夠維持足夠的防禦實力，保障國家安全與主權。

根據我國國防部公佈的國防報告書，這是 中共對台軍演及俄烏戰爭後的首份報告書，相較於上一次的版本，涉及中共對台威脅的篇幅大幅增加，同時詳細闡述美日等友盟國家的立場，明確傳達中共的行為已經衝擊區域和平與穩定。為應對中共的威脅，國防部在報告書中除了列舉各項對美軍購和國防自主

註37 青年日報社論，〈【社論】強軍抗「中」 印度力推國防自主〉，《青年日報》，2020年8月19日。〈<https://reurl.cc/G4WL3G>〉（檢索日期：2024年2月24日）。

註38 張文馨，〈拜登政府擬援臺8000萬美元軍備 史上首次對臺動用「外國軍事融資」〉，《聯合報》，2023年8月31日。〈<https://udn.com/news/story/10930/7406166>〉（檢索日期：2024年2月24日）。



的成果外，也在第三篇章「政策興革」中強調「自己的國家自己救」的理念。報告中詳細敘述我國為了加強戰力，正在推動「義務役期調整」及「精進後備改革」，並介紹相關訓練內容、預期效益及待遇調整等方面的具體措施。【註39】

國防報告書內進一步強調，中共威脅的增長表現在過去兩年來，中共經常透過灰色地帶的威脅手段改變台海現狀，將軍事壓迫和襲擾視為「新常態」。對此，國軍相應推動了一系列國防施政措施，包括「強化全民國防兵力結構調整方案」、「精進後備改革」、「海空戰力提升特別預算」等重大政策。這些措施的推動必須延續，並且秉持我國的「防衛固守、重層嚇阻」軍事戰略構想。這不僅是向外延伸防衛縱深，更是向內建構社會防禦體系與社會韌性，並透過創新的不對稱作戰思維，針對共軍可能的行動弱點，建立整體可持續的戰力。【註40】

根據2023年的資料，中共合計編列的國防預算達人民幣1兆5563億元(約新台幣6.8兆元)，預算漲幅為7.2%，是近五年來的次高水平，遠超過其5%左右的GDP增幅，並且是我國當年度國防預算(包括特別預算)的11倍以上。這顯示中共不僅大幅提升軍事支出，還加速了其軍事擴張計劃。其發展策略不僅忽視了社會福利與民生經濟，還強化軍力並對周邊國家施加壓力，這使得中共的國防預算連續20年保持增長趨勢。中共的軍事擴張行為不僅在亞太地區引發軍備競賽，也引起了全球民主國家對於地區和平穩定的擔憂。中共的軍事策略包括全面統籌各個方向和領域的軍事鬥爭，並將這些舉措視為擴展影響力和挑戰區域安全的手段。這樣的行為進一步加劇了國際社會對中共軍事擴張的警惕。

三、順應國內社會趨勢

國內對國機國造的支持正處於關鍵階段。從民間到政府預算的安排，都顯示出對於提升自主國防能力的堅定決心。尤其是在國防工業方面，例如勇鷹號高教機的開發，獲得了廣泛的社會與政治支持，表現出國內對推動國機國造政策的積極態度。【註41】在2023年9月15日，行政院通過了我國2024年度總預算案，國防經費整體規模達到6068億元。總統蔡英文也公開表達對國防預算提升的支持，強調「我國必須持續強化自我防衛能力，展現自我防衛的決心，確保國家安全與利益，並爭取更多國際支持。」從政府預算的安排可以看出，國防

註39 國防部，《112年國防部報告書》(臺北：中華民國國防部，2023)。

註40 游凱翔，〈國防報告書談中共威脅篇幅大增〉，《中央社》，2023年9月12日。〈<https://reurl.cc/972LW8>〉(檢索日期：2024年3月15日)。

註41 盧素梅，〈展現自我防衛決心！蔡英文：明年度國防總預算達6068億、創歷史新高〉，《自由時報》，2023年8月1日。〈<https://reurl.cc/dL6l9q>〉(檢索日期：2024年3月26日)。



建設在總體施政中佔有舉足輕重的地位，特別是面對中共不斷增強的軍事威脅，全球戰略和區域安全的挑戰愈發凸顯，國防的強化比以往更為迫切。

要成功延續國機國造政策，除了順應國際趨勢和應對中共威脅外，我國社會也必須表達更強烈的支持。這樣才能確保國防科研人才的持續培養、國防產品的內外銷市場拓展，並推動國際零件供應鏈的深化，從而帶來可觀的經濟效益。換句話說，自主國防裝備的製造不僅強化了我們的防衛能力，還能通過國際合作與貿易，促進關鍵技術的快速吸收與應用，進一步提升國防產業的綜合實力。此外，這樣的發展也能刺激經濟增長，為國機國造政策注入源源不斷的活力，進一步提升國軍的整體作戰能力。【註42】

此外，自主研發和製造國防設備還能有效增強國防機密技術的安全性。就預算而言，漢翔企業指出，製造45架初教機的成本為新臺幣214億元，相較之下，若選擇外購則需要花費186億元。然而，若考慮飛機25年的維護成本，選擇自主研發製造的總費用將達到520億元，這仍然低於外購的529億元和租賃的564億元。投入自主研發所需的國家預算，不僅能促進我國經濟成長，預計可帶來約390億元的經濟擴張效益，相較之下，外購或租賃將使財富流失至國外，對本土經濟發展無益。【註43】

面對中共的霸權擴張策略，我國將強化防衛能力視為遏制敵方侵略野心的關鍵。回顧過去十年的國防預算變化，除了2015年左右保持穩定外，自2018年起，鑑於國家安全形勢的變化，國防預算逐年上升，顯著加強了國防實力。特別是自2020年起，國防預算的調整反映了向提升國防自主能力的轉型，通過增加像是「新型戰鬥機購置」和「海空作戰能力提升計畫」等專項預算，使得我國的國防開支首次突破了4,000億元的門檻。

針對下一財政年度，國防預算創下新高，主要是因為2024年度將進入多項軍售支付的高峰期，這些計劃均已納入下年度的預算中。政府也持續加大軍事投資，包含新增高性能教練機、康定級艦戰鬥系統升級，以及代號「天隼5號」的空軍特別計畫等，使得國防預算規模達到6,000億元的規模。面對中共對臺威脅型態不斷改變，我國除了對美軍軍購，也應持續並延續強化「國防自主」應對潛在威脅。

勇鷹號新式高教機的成功無疑是國機國造計劃中的重要進步，展現了我國

註42 余弦妙，〈陳揆期勉持續提升國防自主能量 強化國軍整體作戰能力〉，《經濟日報》，2024年3月25日。〈<https://reurl.cc/rrM4oE>〉(檢索日期：2024年3月26日)。

註43 游凱翔，〈國機國造再添戰力 新式初教機117年首飛120年量產〉，《中央社》，2024年1月8日。〈<https://www.cna.com.tw/news/aip/202401080082.aspx>〉(檢索日期：2024年3月26日)。



在國防自主方面的努力與成就。自2019年首架原型機出廠，並於2020年進行首次飛行後，勇鷹號已穩定交機空軍，且預期將逐步取代AT-3教練機與F-5部隊訓練機，進一步提升我國空軍的訓練與作戰能力。截至2023年底，已交付27架，顯示出國內自主研發製造飛機的逐步成功。漢翔工業也積極推動勇鷹號的自主製造比例，從最初的55%提高到有望達到95%，顯示出對國機國造政策的強烈承諾與實現自我研發製造能力的決心。而回顧過去的國機國造經驗，仍不乏挑戰。1980年代的國機國造計劃面臨過外購戰機的影響，像是XA-3雷鳴號與XC-2運輸機等原本國內研製的飛機計劃，最終因外購軍備而被迫終止。此外，儘管IDF經國號在90年代的發展初期展現出不小的成就，但由於經濟和政治等多方面的原因，最終於1999年宣佈停產，未能持續發展。這些經歷也表明，我國在國機國造的過程中，除需面對技術與成本的挑戰外，還需處理外部軍售與國際合作的複雜關係。這些過往的挑戰讓目前的國機國造計劃愈加珍貴，勇鷹號的成功象徵著我國不斷進步的研發實力和自我防衛的堅定決心，也為未來國機國造的持續發展奠定了更堅實的基礎。

國機國造的供應鏈建設、人才培養和國防安全保護的強化，的確是當前及未來發展的重中之重。面對技術進步、全球安全形勢的變化以及國際合作的需求，這些方面的提升不僅有助於增強國防自主能力，也將確保我國在自主研發的道路上穩步前行。總而言之，透過國際合作與交流機會的增加，我國有望在國機國造方面取得更多突破，發展出更為先進的國防技術與裝備，並在全球安全格局中扮演更為重要的角色。

在面對全球化背景下日益重要的技術交流、以及中共威脅日益加劇的背景之下，我國的國機國造政策確實需要持續推進並在未來進一步發展。以下是幾個針對我國國機國造延續性及未來發展的建議。

（一）關注新興趨勢

我國航空航太業持續進步，帶來了許多新技術與創新。投資者應更加關注製造業和航空探索等新興領域，並尋找能充分利用這些機會的公司。政府也應鼓勵國內外進行技術創新與研發，特別是在關鍵技術和戰略武器系統上，進一步提升國防自主能力，並確保研發成果能迅速轉化為實際作戰能力。

（二）公私合作模式

鼓勵國內外私營部門積極參與國防科技計劃，通過公私合作模式，推動國防技術的創新與應用，進一步提升國防工業的整體競爭力。加強國防科技教育，建立健全的專業人才培養體系，涵蓋航空工程、無人系統、資訊安全



等領域，為國機國造提供穩定的專業技能支持。

(三) 強化人才宣導與培養

透過教育與宣傳，提升國民對國防自主重要性的認知，強化社會對國機國造的支持，凝聚全國防衛共識。針對潛在的軍事威脅，開發具有獨特優勢的不對稱作戰能力，以低成本、高效率的方式增強國防安全。拓展國際市場，提升國防產品的出口潛力，不僅強化國家經濟，也提高國際社會對我國國防工業的認可。

(四) 持續投資及研發

我國的高級教練機勇鷹號，建立在成功自主研發的基礎上，這使得研發成為國機國造技術延續的重要驅動力，對於航空航太業的創新與成長至關重要。投資者可以考慮與我國機構合作，支持研發工作並隨時掌握航空航太技術的最新發展。此外，如何獲得國防及社會的廣泛支持，也是推動這些計畫的關鍵因素。

(五) 靈活因應市場策略以吸引投資者

要駕馭我國航空航太市場的複雜性並充分利用其獨特機會，投資者應該制定長期策略，既考慮到挑戰，也要洞察未來的成長潛力。隨著時間推進，保持國機國造的靈活性並適應不斷變化的環境將變得尤為重要，這不僅有助於應對未來的挑戰，還能夠為投資者在如漢翔航空工業等相關產業中的投資創造有利條件。

(六) 推動明確的國機國造政策實施框架，制定相關長期策略

儘管我國政府已採取多項措施鼓勵外國投資航空航太業，仍然可能面臨一些障礙。在投入研發經費之前，我國需仔細評估監管環境，確保所有相關法律和法規，如《國防法》，都得到遵守。透過建立政策實施的階段性評估與回饋機制，這樣的框架不僅有助於追蹤國機國造政策的效果，還能吸引外國投資者對我國航太國防產業的興趣，並提升國機國造政策的靈活性與成效。

(七) 追蹤國外之國機國造的發展以利於我國參考

建議積極參與國際防衛技術交流，與民主夥伴國家建立更緊密的合作關係，吸取先進國家在國防技術與裝備生產方面的經驗與實戰知識，從而確保我國在國際間維持戰略優勢。透過分析世界各國在航空及其他相關領域的國機國造動態發展，我國可以更靈活地進行調整，並為社會大眾提供對我國國機國造政策競爭力與影響力的檢視與了解。

展望未來，透過這些綜合性策略的實施及針對國機國造未來發展的建議



，將有助於推動我國國內航太產業的成長，進一步延續其戰略意涵與產業價值。同時，這些措施也將促進國防科技研發人才的培養，確保國機國造政策和航空產業的可持續發展，不僅提升國家的研發能力，也為國機國造政策的長期發展奠定堅實基礎，進一步保障國家安全，並為我國相關產業注入持續的活力。

參考文獻

中文部分

一、專書

1. 李適彰，2018。《一脈相傳-我國航空工業發展史》。臺中：漢翔航空工業股份有限公司。頁438-455。
2. 國防部，2023。《112年國防部報告書》。臺北：中華民國國防部。
3. 楊龍傑，2021。《中華民國航空工業發展沿革》。臺北：淡江大學出版中心，頁49-55。
4. 113 年度國防部所屬單位法定預算書表，中華民國國防部(2024年)

二、專書論文

1. 洪瑞閔，2019。〈我國國防自主前瞻〉，蘇紫雲、吳俊德主編，《2019國防科技趨勢年度報告》。臺北：國防安全研究院，頁117-128。

三、期刊論文

1. 方玉龍、鍾玉萍、黃進華，2019/08。〈由國外經驗省思我國防科技工業組織再造〉，《海軍學術雙月刊》，第53卷第4期，頁83-96。
2. 李適彰，2004/3。〈我國航空工業發展史拾零：我國研製的關鍵飛機--PL-1介壽號教練機製造的故事〉，《航太工業通訊》，第55期，頁38-45。
3. 唐飛，2019/2。〈空軍空運機部隊史—第三篇 新機換裝訓練〉，《空軍學術雙月刊》，第688期，頁145-154。
4. 荆元宙，2018/10。〈近期美國對台軍售案之分析〉，《戰略安全研析》，第152期，頁82-90。
5. 張祥山，2006/11。〈國家安全意涵的持續與轉變〉，《展望及探索》，第4卷第11期，頁27-43。
6. 楊宗新，2022/08。〈共機擾臺意涵及對我國之影響〉，《空軍學術雙月刊》，第689期，頁22-33。
7. 鍾志東，2023/6/15。〈評析臺海安全國際化的對中國嚇阻效果〉，《國防情勢特刊》，第28期，頁26-37。
8. 阮北征、何修竹，發展新式戰機對我軍作戰效益，空軍軍官雙月刊(232期，2023)。
9. 楊名字，高科技條件下我國兵力結構發展之研究，淡江大學碩士論文 2009。

四、學位論文

1. 餘俊欽，2011。《我國國防安全軍備自主發展之研究》。嘉義：國立中正大學政治學系碩士論文，頁17。
2. 林彥廷，2023。《我國「國機國造」政策-以高教機為例》。臺北：淡江大學，國際事務與戰略研究所碩士論文，頁28。
3. 柯永森，2013。《我國國防自主政策之政治經濟分析-以軍用航空工業發展為例》。臺北：國立臺灣大學政治學系碩士論文，頁27。
4. 謝育澤，2022。《從國艦國造探討國防自主展望》。臺北：淡江大學國際事務與戰略研究所碩士論文，頁22。
5. 韓國佑，2013。《中華民國空軍現代化：以IDF戰機發展為例》。臺北：淡江大學國際事務與戰略研究所碩士論文，頁48。
6. 洪崇凱，2017。《國機國造與軍購的差異分析研究》。臺南：國立成功大學航空太空工程學系碩士論文，頁46。
7. 許勝富，2018。《我國國防自主對國家安全之影響—以國機國造為例》，桃園：國防大學戰略研究所碩士論文，頁49。

五、研討會論文

1. 侯昭平，2017/11/1。〈國防科技發展特點與民生前瞻科技〉，「106年全民國防教育學術研討會論文」研討會。臺北：淡江大學，頁123-145。

六、網際網路

1. BBC中文，2016/6/15。〈中共艦艇跟蹤美航母進入日本海域引關注〉，《BBC中文》，〈<https://reurl.cc/M4D8Rm>〉。



2. CT、Jennifer，2015/6/5。〈二戰中德國為什麼沒有佔領瑞士 原因竟是這樣！〉，《中時新聞網》，〈<https://www.chinatimes.com/hottopic/20150605005146-260812?chdtv>〉。
3. William, Lam，2023/3/18。〈土耳其軍用航空新里程 MMU戰鬥機滑跑開始〉，《輕新聞》，〈<https://reurl.cc/QRpQAp>〉。
4. 中央社，2023/1/8。〈全球軍力排名烏克蘭進15強 我國名列23、美俄中分居前3〉，《中央社》，〈<https://www.cna.com.tw/news/aopl/202301080185.aspx>〉。
5. 江今葉，2011/1/17。〈國產介壽號機 重翱南加天際〉，《中央社》，〈<https://reurl.cc/M4Qrqp>〉。
6. 余弦妙，2024/3/25。〈陳揆期勉持續提升國防自主能量 強化國軍整體作戰能力〉，《經濟日報》，〈<https://reurl.cc/rrM4oE>〉。
7. 吳柏緯、呂佳蓉，2023/3/5。〈中國2023年軍費預算漲幅7.2% 近5年次高〉，《中央社》，〈<https://www.cna.com.tw/news/acn/202303050030.aspx>〉。
8. 吳哲宇，2019/2。〈勇鷹高級教練機今年生產17架 AT-3教練機2025年逐步汰除〉，《自由時報》，〈<https://def.ltn.com.tw/article/breakingnews/4242533>〉。
9. 呂炯昌，2022/8。〈國造勇鷹高教機空軍：自製率55%〉，《今日新聞》，〈<https://reurl.cc/2YE136>〉。
10. 林柏州，2023/12/21。〈全球百大軍工企業2022年營收持平但前景看佳〉，《國防安全研究院》，〈<https://indsr.org.tw/focus?uid=11&pid=2683&typeid=27>〉。
11. 林雅鈴，2022/11/9。〈美國國防部宣佈設立戰略資本辦公室之意涵〉，《國防安全研究院》，〈<https://indsr.org.tw/focus?typeid=35&uid=11&pid=534>〉。
12. 青年日報社論，2020/8/19。〈【社論】強軍抗「中」 印度力推國防自主〉，《青年日報》，〈<https://reurl.cc/G4WL3G>〉。
13. 姚明嘉，1991/1/1。〈八·五兆翻新台灣？一六年國建〉，《天下雜誌》，〈<https://www.cw.com.tw/article/5104515>〉。
14. 洪友芳，2023/10/26。〈回麻省理工演講！張忠謀：沒有國安 我們將失去一切〉，《自由時報》，〈<https://ec.ltn.com.tw/article/breakingnews/4470674>〉。
15. 江飛宇，〈費時30年 印度光輝戰機正式服役〉，《中時新聞網》，2021年1月13日，〈<https://www.chinatimes.com/realtimenews/20160703003210-260417?chdtv>〉，〈檢索日期：2024年10月17日〉。
16. 張文馨，2023/8/31。〈拜登政府擬援臺8000萬美元軍備 史上首次對臺動用「外國軍事融資」〉，《聯合報》，〈<https://udn.com/news/story/10930/7406166>〉。
17. 張詠晴、經濟學人，2021/4/30。〈經濟學人：臺灣，世界上最危險的地方〉，《天下雜誌》，〈<https://www.cw.com.tw/article/5114583>〉。
18. 許慈真，2024/1/12。〈《科技戰與國家安全》國家核心關鍵技術修訂入法 強化營業秘密保護〉，《北美智權報》，〈<https://udn.com/news/story/6871/7701819>〉。
19. 許劍虹，2021/6。〈機身老舊事故率高的AT-3高教機，過去曾是象徵中華民國「莊敬自強」的驕傲〉，《關鍵評論網》，〈<https://www.thenewslens.com/article/167671>〉。
20. 郭宏章，2024/2/24。〈評蔡英文宣示自造下世代戰機 國防部智庫空將肯定並列性能需求〉，《太報》，〈<https://reurl.cc/eL2q0x>〉。
21. 郭瓊俐，2022/11/9。〈美方支援不是問題，問題在我國抗中決心！以巴啟示錄：守護臺海偵防戰略欺騙〉，《財訊》，〈<https://www.wealth.com.tw/articles/2c345eef-aecf-4228-b101-549c9ec92aal>〉。
22. 楊俊斌，2023/8/4。〈五角大廈認了 殲-20數量可能已經超過F-22〉，《聯合報》，〈<https://udn.com/news/story/11596/7346966>〉。經濟部航太產業發展推動小組，2023/3/6。〈組織緣起〉，《經濟部航太產業發展推動小組》，〈<https://reurl.cc/D4GL0j>〉。
23. 遊凱翔，2023/9/12。〈國防報告書談中共威脅篇幅大增〉，《中央社》，〈<https://reurl.cc/972LW8>〉。
24. 遊凱翔，2024/1/8。〈國機國造再添戰力新式初教機117年首飛120年量產〉，《中央社》，〈<https://www.cna.com.tw/news/aopl/202401080082.aspx>〉。
25. 歐素美，2023/12/12。〈漢翔達成國機國造年度目標 胡開宏今同乘勇鷹飛交臺東〉，《自由時報》，〈<https://def.ltn.com.tw/article/breakingnews/4518188>〉。
26. 歐陽夢萍，2024/1/12。〈總統：國機國艦國造端成果 展現守護國家安全決心〉，《中央廣播電視臺》，〈<https://www.rti.org.tw/news/view/id/2183477>〉。
27. 蔡 媽，20208/2。〈欠錢不還，更翻臉併吞債主國！30年前伊拉克揮兵入侵科威特，成自取滅亡的開端〉，《風傳媒》，〈<https://reurl.cc/N4D0lq>〉。



28. 鄭惠元，2024/1/8。〈漢翔說帖示警：國機國造若無延續方案將於2026止步「我國航空產業恐再陷困」〉，《太報》，〈<https://reurl.cc/13zGGV>〉。
29. 鄭景懋，2023/3/21。〈AUKUS潛艦計畫澳中關係發展受關注〉，《中央廣播電視臺》，〈<https://www.rti.org.tw/news/view/id/2161907>〉。
30. 餘至浩，2020/12/14。〈國機國造下一階段目標，不只機體設計，連新一代軍用戰機導航、飛控等關鍵系統件都要完全自製〉，《ithome》，〈<https://www.ithome.com.tw/news/139851>〉。
31. 盧素梅，2023/8/1。〈展現自我防衛決心！蔡英文：明年度國防總預算達6068億、創歷史新高〉，《自由時報》，〈<https://reurl.cc/dl619q>〉。
32. 蕭佳宜，2020/10/25。〈【學者專業評析】國防自主成果豐碩 保障國安〉，《青年日報》，〈<https://reurl.cc/xLXlnz>〉。
33. 董慧明，〈軍民合作科研 推升國防自主能量〉，《青年日報》，2023年10月27日。〈<https://www.ydn.com.tw/news/insidePage?chapterID=1625086/reurl.cc/xLXlnz>〉（檢索日期：2024年10月17日）。

外文部分

一、網際網路

1. Ali Bakeer, 2019/5/19. "Challenges threaten the rise of Turkey' s defense industry," Middle east institute, 〈<https://www.mei.edu/publications/challenges-threaten-rise-turkeys-defense-industry>〉.
2. Dikshu C. Kukreja, 2022/9/28. "Indian Aerospace Industry on A Trajectory for Higher Growth," IBEF, 〈<https://www.ibef.org/blogs/indian-aerospace-industry-on-a-trajectory-for-higher-growth>〉.
3. Mordor intelligence, 2020/10/23. "Turkish Aerospace Industry Size & Share Analysis-Growth Trends & Forecasts (2024-2029)," Mordor intelligence, 〈<https://reurl.cc/qVDeyN>〉.
4. Turkish, 2020/12/11. "Turkey' s Plan to Keep Aerospace Defense Forces Soaring," defense news, 〈<https://reurl.cc/8vImQR>〉.
5. Manan Jaisinghani, 2024/10/14. "Defence Manufacturing" Middle east institute India' s defence exports have reached an all-time high of INR 21,083 Cr in FY 2023-24., 〈<https://www.investindia.gov.in/sector/defence-manufacturing>〉.
6. The economic times, 2024/9/4. "Civil aviation Minister KR Naidu indicates India' s plans to manufacture indigenous planes" 〈<https://economictimes.indiatimes.com/industry/transportation/air-lines/-aviation/govt-plans-special-purpose-vehicle-for-pushing-aircraft-manufacturing-in-india/articleshow/113055446.cms?from=mdr>〉.

作者簡介

空軍少校 謝堃挺

學歷：空軍官校102年班，作戰參謀軍官班107年班；經歷：飛行官、教練機教官、情報官；現就讀於國防大學空軍學院在職114年學官。

空軍上校 林明智

學歷：空軍預官90年班、空軍指揮參謀學院104年班、國立政治大學外交學系戰略與國際事務碩士；經歷：排長、連長、參謀主任、隊長，現任空軍指揮參謀學院上校教官。



研 習 成 果

DOI:10.29683/AFOB.202508_(243).0003

金戈鐵馬猶未息 「空軍軍官學校通識教育學術交流暨教師研習」成果報告

空軍中尉 曾青雲、空軍副教授 郭啓瑞、空軍副教授 吳建忠、空軍上校 林俊成

提

要

在現今強調通識全人教育，以及素養塑造之教育環境下，如何貫徹通才教育之完整性，對於教育者是十分重大的課題。在過往重視專才教育的環境，學校以培養學生專業技術為主，然而現代科技發展迅速，往往學生在學期間建立的技術知識，在就業後即面臨更迭或淘汰，是以目前的教學重心漸漸移往學生自我學習及探索世界能力之養成。在這樣的浪潮下，近年各校也紛紛出現書院制度的教育模式，是通識教育的一大推展方向。

本次研習活動，前往金門大學實施參訪及教師交流，除了師法該校獨有的浯洲書院外，亦藉由獨特的金門學理論，加深與地方閩南、僑鄉文化的緊密連結，能夠有效建立學生的素養精神，亦可作為本校未來推行的教育方針。此外，在金門大學專業教授的引領下，我們也實際走訪了金門各處戰史遺跡，令人深刻體會到戰火下的艱辛，以及和平的得來不易，如何落實承平時期的備戰作為，以及武德精神的傳承，是我們這一代人的課題。

關鍵詞：通識全人教育、武德精神、書院制度。

壹、活動緣起

本校通識教育中心響應教育部提升大學通識教育中程計畫(iGER)(教育部，2024)，特與國立金門大學(以下稱金大)共同舉行教師研習活動，期望尋求未來跨



校學習社群之可能性。本校於112年接受財團法人高等教育評鑑中心執行第三周期校務評鑑(財團法人高等教育評鑑中心基金會，2024)，對歷年執行之辦學理念與內涵均表認同，而針對評鑑委員諸多指導，我們也積極尋求改善管道，希望能提升通識教育品質。教育部近年來積極推動各大專校院之「新通識教育」，其四大關鍵在於：「重定位、重關係、重內涵、重方法」，所謂的「重」並不僅是加強、加重之意，也在於「重視」、「重新」、「多重」等意涵。

基於上述理念，我們重新檢視現行教育方針，並向外尋求跨域媒合管道，除了精進本校教育特色外，也能吸收各校創新優勢。曾任金大副校長，現為浯洲書院書院長兼通識教育中心主任的陳奇中教授，於今年受邀擔任教育部iGER計畫與大葉大學共同籌辦「《博觀通識》講座暨專書出版發表會」之主講人(中央社，2024)，在金門學以及通識教育領域上深耕多年，並著有諸多專書，期待在本次研習活動中，激起不同的知識火花。



圖1. 教育部iGER計畫理念架構

資料來源：整理自<https://iger.pro.edu.tw/about/about.jsp>。

貳、研習目的

本校自民國18年定址南京創設中央陸軍軍官學校航空班以來，迄今(民國113)已歷95週年^{註1}，並經過多次教育改革，於民國89年成立通識教育中心，完成現今的教學編組規劃，後於民國93年提升成為校部一級學術單位，矢志培育我國空軍優秀飛行員及技勤專業人才，肩負起各項重要戰訓任務，並擔任領導幹部職責。為養成全方位的合格軍官，需經過妥善的通識全人教育，為其打下良好根基，有助於銜接往日後在各個專業領域的發展。

註1 見「空軍軍官學校第95週年校慶紀念專刊」(胡中緯、吳榮上、高世強、涂珀群，2024)。



鑒此，本次研習著眼於現行的通識教育理念，並參採各校不同之教育制度，包含近年興起的書院教育制度，使本校之教育方針更臻完善，也探討如何以有限的資源下尋求創新且多元，落實全人教育中完整性的理念。

以下將簡述本研習之背景架構，包含通識教育概述、軍事院校的通識教育，以及通識教育之未來趨勢，依分項進行探討。

一、通識教育概述

通識教育，又稱博雅教育、全人教育^{〔註2〕}，最早可追溯自西元前四世紀，在古希臘時期即廣泛運用的「七藝」，包含初級學科的「三學」：文法、修辭、辯證，以及高級學科的「四術」：算術、幾何、天文、音樂，合稱為「七藝」，為當時所有知識分子的必修科目。我國的通識教育最早源自教育部於民國47年(1958)頒布各大學「共同必修科目」規定，如表1所示，當時的各所校院均需設置表內的各項共同必修科目，此即通識教育的前身。歷經數十年發展，在民國73年(1984)頒布「大學通識教育選修科目實施要點」，正式設立通識課程教育，此即我國通識教育的正式開端。

表1. 1958至1983年教育部共同必修科目學分表

1958	1963	1973	1977	1983
國文(8)	國文(8)	國文(8)	國文(8)	國文(8)
英文(8)	英文(8)	英文(8)	英文(8)	英文(8)
三民主義(4)	國父思想(4)	國父思想(4)	國父思想(4)	國父思想(4)
體育(學分另計)	體育(學分另計)	體育(學分另計)	體育(學分另計)	體育(學分另計)
軍訓(學分另計)	軍訓(學分另計)	軍訓(學分另計)	軍訓(學分另計)	軍訓(學分另計)
中國近代史(含俄帝侵略中國史)(4-6)	七選二(國際組織與國際現勢、中國近代史、理則學、人文科學概論／倫理學／人生哲學、憲法、社會科學概論及自然科學概論)	中國通史(4)	中國通史(4)	中國通史(4)
國際組織與國際現勢(2)		六選一(國際組織與國際現勢、理則學、人文科學概論／倫理學／人生哲學、憲法、社會科學概論及自然科學概論)	中國現代史(2)	中國現代史(2)
			六選一(國際關係、理則學、人文科學概論／倫理學／哲學概論、憲法、社會科學概論及自然科學概論)	四選一(中華民國憲法、國際關係、哲學概論、法學緒論)

資料來源：整理自陳舜芬(2000)、臺大共教中心(2024)。

該要點指出當前大學教育由於分科過早，學生缺乏本科以外的知識與研究方法，無法全面觀照現代知識的發展，(劉金源，2006；黃俊傑，2015)，凸顯了當時盛行專才教育的弊端，所謂通識博雅教育，相對於個人賴以謀生的專

註2 李弘祺(1995)認為：傳統中國教育確實屬於「通識教育」，然其在缺少解放性(Liberating)下，並不能被稱作「自由藝術教育」(Liberal Arts Education)，而應視為「前自由」或甚至於「非自由的」。



業技術外，更重視型塑其本身的人格修養，作為一個完整的個體，不拘泥於專業能力之區分，而是採自由文雅的方式執行教育，以因應整體大環境下的挑戰。

民國84年(1995)，大法官會議釋字第380號宣告，教育部所訂定的共同必修科目，已逾越〈憲法〉及〈大學法〉所授權之法律範圍，並從隔年起停止適用，通識教育自此回歸各大學自治範疇。

二、軍事學校的通識教育

綜觀通識教育本身，其精神乃在於建構學生基礎學術能力及培育基礎人文與科學之博雅素養(郭盛助，1999；劉金源，2006)，所謂通識教育之理念雖是一種抽象性的概念，但在典型的高等教育體系中，是不可或缺的存在，隨著1980年代掀起全人教育的風潮，通識教育的定位變得更為重要。全人教育的理念，在從身心靈全方位提升學習者個體的整體成長和發展，而非僅僅注重其學術成就(Miller, 2000)，相較傳統的教育方法，全人教育著重於教育創新、合作學習和跨學科研究等，並主張學習本身應被視為人與環境之間的複雜互動，而不僅僅是一套單一技能和特定方法。隨後我國亦引進全人教育作為通識教育的核心，並為教育界帶來重大變革(陳杏枝、游家政，2014；陳康芬，2024)。

而在全國大專院校之中，軍校生的養成尤其獨特。一般民間大學的學生，進到大學是為了有一技之長傍身，有助於未來求職與謀生，受「全人教育」的影響則略顯薄弱；相對地，軍校生未來投入職場上的領域儘管五花八門，涵蓋國軍各項專長職類，但共通的軍人素養以及領導統御的養成，則是每位學生都應具備的。綜觀現今我國各軍事院校，皆有對應各類軍事人才的專業學系，其所教授的學識品質，亦不下於國內前段大學，然而若從人才培育的需求導向來看，國軍目前需要什麼樣的領導幹部，又應具備何樣的特質，則是我們應首要考慮的面向，也能據此檢視現今的教育方針是否合宜。

其中空軍尤為高科技導向的軍種，為了強化人員能因應部隊中各種專業科技與技術，因此特別著重專業學科能力之發展，而從政策面來看，則是持續鼓勵學生考取相關學位或是證照，以提升個人學識發展。然而學生在人文素養的培育上，並未特別強調。學生在畢業後進到部隊單位內，大多都將擔任領導管理職位，而個人的領導統御能力，有賴於個人特質、邏輯判斷等方面的促成，在人格培養上更為重要，這點與通識教育中所倡導的全人思維更是息息相關。

空軍官校為培育我國空軍所需之各類專業軍官及領導幹部所設立，並設有航空太空、航空機械、航空電子、航空管理及應用外語等五個專業學系，學生



在升上二年級後，即可依自身專才適所擇一就讀。與大部分的學校不同，本校在大一入學之初，是採不分系方式就讀，學生在一年級將統一修習通識課程，等升上二年級後，再依據個人能力及意願進行選系。

依據教育部教育程度標準分類以及聯合國教科文組織 (UNESCO) 最新之「國際教育標準分類 (ISCED)」，空軍官校屬於正規教育 (Formal Education) 之體系，學生在畢業後即可取得相當學士等級之學位，屬於高等教育 (Higher Education/Tertiary Education) 之範疇，也因此在教育方針上，應著重大學教育中人文素養之精神，不應僅重視專門學識之養成。

三、通識教育之未來趨勢

我國前教育部長暨國立清華大學前校長梅貽琦認為：「造就通才雖為大學應有之任務，而造就專才則固別有機構在」，他所謂「別有機構」，指的是「研究院」（現在一般稱「研究生院」）、「高級專門學校」及各種實際部門。這樣的觀點，合於所謂大學教育之精神，大學是崇高的知識殿堂，也是國人所受高等教育的一環，並非職業訓練的場所，而普羅大眾對此多有迷思，認為在大學科系內應該要學會相應的專業技術。大學教育之精神，自不應拘泥於狹隘的專業學識，而應在於更為崇高的人格塑造 (梅貽琦，1941；楊東平，2001；謝宗順，2021)。中華民國通識教育學會高承恕理事長，在2024中華民國通識教育學會年會中也指出：「大學通識教育在於培養學生應對未來世界局勢變化的能力，有其不可或缺的重要性。」 (逢甲大學，2024)。

今年度「2024 iGER Day 成果發表會」，以「融通與貫串—通識探索之旅」為主題，重點探討全人教育中的當代素養及專業核心能力，尋求跨校、跨領域的創新方針，並參考「新通識教育」之四大關鍵：「重定位、重關係、重內涵、重方法」。所謂「重定位」，即是追求各校之通識教育特色與學生需求相結合；「重關係」則

表2. 新通識教育四大關鍵方針

是貫串課綱以建立跨校教師社群及資源整合；「重內涵」是落實開設基於學生需求的素養導向或跨域總整課程；「重方法」是以能引發學生興趣的多元教材教法

重定位	各大學依自校特色及學生需求找到自校通識教育的新定位
重關係	貫串 108 課綱融通專業教育、建構大學教師社群、大學與高中、資源整合新關係
重內涵	開設學生需求的素養導向課程，鼓勵開設跨域/總整課程，鼓勵建立學生正確學習態度
重方法	引發學生興趣的創新教法、數位學習、多元語言應用

資料來源：整理自 <https://iger.pro.edu.tw/about/about.jsp>。

以及數位學習等實際應用。



為了使通識全人教育，能順應全球環境的發展潮流，各大學紛紛發展出屬於自己的辦學特色，尤其書院教育更是各校首重推行的方針，如表3所示。正如同小說《哈利波特》中的四所學院，在歐美等國家中，書院(Faculty, College)制度早已行之有年，例如牛津大學的大學學院、貝利奧爾學院和默頓學院，或是劍橋大學的三一書院、聖約翰書院和耶穌書院等。這些書院在國際間享譽盛名，校友個個成就斐然，書院制度使得校友們在畢業後仍具有高度的凝聚力，同時這些學生對各自的書院亦具有極高的歸屬感與認同感。

所謂的書院制度，是將所屬學生集中在一起，包含住宿、生活及學習等(彭宗平，2009；胡適，1923)，圍繞這些核心所建立的小班制團體，不同於其他專業學系(院)針對課程建立的短期班級團體，書院幾乎覆蓋了整個在學期間。書院教育主張「學習無所不在」、「生活就是最好的學習」，嘗試從生活環境中尋找連結、探索學習的機會。由於科技進展迅速，學生一般在就學期間培養的專業技能知識，在畢業後往往面臨更迭與淘汰，現今的學生更應注重自我學習及探索世界的能力，書院制度便能很好地實現這一點，這也恰恰符合博雅全人教育中，樹立、培養健全人格的理念。

表3. 我國各校施行書院制度摘錄

學校	書院	對象	特色課程	住宿	小班制	專題講座	專家學者對談	服務學習	自由探索	現地走訪	鄉土文化
臺灣大學	新生書院	大一新生	●		●		●		●	●	
清華大學	厚德書院 載物書院 天下書院	大一～大四	●	●	●	●	●	●	●	●	●
政治大學	政大書院	大一～大四	●	●	●	●	●	●	●	●	●
中正大學	紫荊書院	大一～大四			●	●	●	●	●	●	●
東海大學	博雅書院	大一～大四	●	●	●	●	●	●	●	●	●
金門大學	浯洲書院	大一～大四	●	●	●	●	●	●	●	●	●
高雄醫大	厚生書院 濟世書院 懷愛書院 傳習書院 日新書院 菁英書院	大一新生	●		●	●	●	●	●	●	●
勤益科大	明秀書院	大一～大四	●	●	●	●	●	●	●	●	●
明志科大	明志科大書院 敦臨書院 惠心書院 麗澤書院 以明書院	大一～大四	●	●	●	●	●	●	●	●	●
衛理女中		高一～高三	●	●	●	●	●	●	●	●	●

資料來源：作者自行整理。



各校的書院制度雖說略有不同，但大抵都是透過緊密連結以及建立歸屬感，藉此提升學生的素養教育，而這樣的教育模式，與軍事院校的學制其實不謀而合。軍事院校的學生，從入學起就實施精實的團體生活，並著重於學生在武德人格及素養精神的塑造，於書院制度的推展上，是相當理想的環境，亦可作為未來通識博雅教育的推動方向。

參、金門大學概要

國立金門大學(National Quemoy University, NQU)，是一所位於福建省金門縣的國立大學，該校設有四大學院，包含理工學院、人文社會學院、管理學院與健康護理學院，展現多元學習校風。金大前身為國立高雄工商專科學校二年制專科部金門分部(1995年成立)，2003年獨立開設國立金門技術學院，歷經多次改革，成為今日的國立金門大學。

在金大學生當中，僅有約一成的學生來自金門本地，其餘學生來自臺灣本島各縣市或是國際學生，因此金門此地本身便具備獨特的文化氛圍，能夠包容多元的文化。

本次承蒙金大盛情邀請，希冀能與該校教師交流彼此教學經驗，共謀通識教育推展，也期望透過當地教師引領，走訪戰地史蹟，進一步提升本中心教師知能及愛



圖2. 金大行政大樓

國情操，拓展教師眼界，增進武德素養。由金大陳書院長親自接待本校同仁，並帶領我們一一走訪校園角落。金大面積廣闊，大半都是綠地，搭配校舍穩重典雅的造型，看上去令人十分舒適。其餘尚有圖資大樓、理工大樓等專業教室區域，囿於時間關係無法一一探訪。在陳書院長邀請安排下，此次便在通識教育中心辦公室進行兩校教師交流。

陳書院長是國內著名的金門學資深學者，對於當地人文特色十分了解。據他表示，金門地方開發極早，與中國大陸連結緊密，島上讀書人踴躍參加科舉考試，最

資料來源：本次活動拍攝。



早可追溯到宋朝，至1905年科舉制度廢除為止，高達50名進士出身自金門一地，當地文風鼎盛，可見一斑。

表4. 金大浯洲書院書院生培育方式概要

(一) 特色課程	
大一上學期	透過「金門學概論」學習並體驗金門在地文化。
大一下學期	參與「通識領袖講堂」向典範學習。
大二上及下學期	經由「通識教育行動實踐(上)(下)」培養書院生自主規劃與行動力。
大三及大四	經由主題式深入學習，完成一套通識教育中心所規劃之微學程。
(二) 講座與活動	
主題式講座	傳達創新、勵志、生涯築夢與社會議題等廣泛訊息，透過交流分享促進思考並強化問題解決能力。
與大師秉燭夜談	藉由與大師的對話，提升書院生對生涯規劃、各種新知與實務界的了解，擴大人生視野與國際觀。
博雅暨藝文活動	透過社區參與、實作、體驗、藝文活動等方式，帶領書院生領略金門的各項歷史人文特色，讓金門在地文化得以厚植、扎根、延續及傳承，孕育博雅與人文素養。
環境教育	藉由環境教育活動之參與，推動環境保育工作，強化公民意識與環境責任，提升環保行動力與知能，共同關心地區與全球環境永續議題。
(三) 國內外體驗自主學習計畫	
為鼓勵書院生踏出校園，擔任海內外志工，培養自主規劃能力，認識多元文化，書院生得以個人或團體方式提出企劃書申請，經審核通過者，每案酌予經費補助。	

資料來源：整理自「國立金門大學浯洲書院設置與實施要點」(2021)。

金大近年來均積極發展金門學特色教育，包含創立獨特的「浯洲書院」，以及辦理相關講座、壯遊計畫等，如表4所示。「浯洲書院」其名取自金門昔日的四大書院之一，是金大落實全人教育的特色場域，到今年為止已開辦五屆，採菁英選拔制度，每年從大一新生中招收30名，系統性學習金門的閩南文化、僑鄉文化與戰地文化，並開設典範學習課程，邀請各領域作家、教授、藝術家與書院學生近距離對談，期盼從各方面培養思想種子，傳承獨特之金門學特色。



本中心曾於112年赴東海大圖3. 金大陳書院長與本中心教師同仁共同分享辦學理念學從事交流活動，參訪該校之「資料來源：本次活動拍攝。」



博雅書院」，從兩校的組織結構不難發現，書院制度對於博雅教育有相當的助益，也讓我們思考本校實行書院制度之可能性，或可有效提升本校素養教育的成果。

金大是全國唯一一座落於國家公園裡的大學，這也使得學生能零距離隨時接觸這些獨特且寶貴的文化環境資產。陳書院長談到對岸雖因現代化浪潮得以快速發展，但也有部分居民感於金門當地保有原始風光，因此經常趁放假期間來訪，成為考察特色教育的理想學校，儼然成為現代都市邊陲的小小綠洲。

綜觀國內各大專校院，在推行通識教育上幾乎都面臨相同的問題，即在人力、資源上的缺乏，或是不受校方重視等等，但在今天的交流中，看到陳書院長在金門這塊土地上努力經營，使得通識教育在金大建立起獨有的辦學體系，值得我們多加學習。在交流結束後，我們也邀請陳書院長一同走訪金門的戰地史蹟，並以金門學的角度，為這片土地掀開神秘的面紗。

肆、金門戰地風光概要

我國福建省金門縣，舊稱浯洲，又名仙洲、浯江、浯島等，是我國著名離島之一，由金門本島及周遭十餘座島嶼組成，距離臺灣本島約一小時飛機航程。金門是我國最具文化色彩的一座離島，在歷經明清時期的開發，以及民國時期戰火紛擾，其文化底蘊深厚，值得再三探究。

在金大陳書院長的引領下，我們得以逐一走訪金門當地豐富的戰史遺跡，本次活動也邀請到本校前教育長楊肅祺老師同行。楊老師在服役時曾是雷虎特技小組的成員，如今退役後擔任本中心「領導藝術」、「飛航與物理」等課程講師，是空軍裡優秀的前輩，加之又是金門子弟身分，更能讓我們體驗到在地原始風光。

一、金城鎮（後浦城區）

金城鎮位於金門西南隅，是當地的政經文化中心，古稱後浦，亦是金門縣人口最多、人口密度最高的行政區。金城鎮的歷史可以追溯到明朝洪武年間，當時為了抵禦沿海的倭寇，便在此建築金門守禦千戶所城。清朝康熙年間，金門的軍政、經濟中心逐漸轉移至此，並設立了金門鎮總兵署和浯江書院等機構。自1949年古寧頭戰役後，金城鎮遂成為金門的重要軍事據點(Szonyi, 2016；宋怡明、李仁淵，2009；許峰源，2020；「金門縣文化資產」，2024)。

在教育方面，金城鎮由於人口集中的優勢，設有金門高中及金城國中等，而本次到訪的目的地金門大學亦在該鎮近郊處。在文化方面，金城鎮擁有豐富的文化古蹟景點，隨著1995年成立金門國家公園，當地的文化及戰史遺產得以被完整地保留下來。



位於鎮上的清金門鎮總兵署，原先是明朝進士許子遜的書齋「叢青軒」，到了清朝康熙年間，考量當地的戰略價值，以及後浦地方的人口優勢，因此便將位於舊金城的總兵署遷至此地，而後雖經歷朝代更迭，金城始終是成為金門的行政中心(卓克華，2008；王宏男，2022；陳仲玉、董倫道、黃信凱，1997)。

由於離大陸近，金門開發得較早，因此當地也形成許多姓氏聚落。陳氏是金門第一大姓，陳氏總祠「潁川堂」便是設立後在後浦一帶，自清宣統2年(1910)迄今已有百餘年歷史，門口的宗祠牌坊亦是當地著名景觀之一(林政緯、吳品萱，2023；羅志平，2010；陳奇中，2022)。



(a)



(b)



(c)



(d)

圖4. (a) (b) 清金門鎮總兵署原址，現為金門縣定古蹟 (c) 清金門鎮總兵署內觀 (d) 金門後浦陳氏祠堂

資料來源：(a)整理自(「清金門鎮總兵署」，2024)，(b)(c)(d)本次活動拍攝。

二、金沙鎮(官澳聚落)

本次一同前行的楊肅祺老師，即出身自金門官澳一帶，由他為我們解說當



地風光，比起觀光手冊上面的宣傳標語更具說服力。官澳是金門為數眾多的聚落之一，其身後依傍大片野原，對面則是美麗的官澳海堤，與市區不同的是，官澳村當地的建築半為現代洋房、半為傳統的閩式古厝，在緩慢的翻新步調中，仍然呈現出不同於其他地區的傳統之美。

官澳居民大多傍海維生，自明清以來盛行養殖石蚵，早期當地物資缺乏，便將岩石鑿成條狀並豎於淺灘，蚵仔就會附著於石條表面，這就是所謂的「石蚵」由來(王哲謙，2021；陳怡嘉，2023)。儘管居民現今已不再從事養蚵事業，但這一習慣卻依然存在。本次來訪官澳地帶，楊老師的母親便以特產的石蚵熬煮成美味的蚵仔麵線加以款待，緊實的蚵肉鮮甜味甘，濃



圖5. 金沙官澳楊氏祖廟「達山堂」

資料來源：本次活動拍攝。

郁的麵線有著本島人不曾嘗過的美味，這正是金門特有的離島氣息。

在午餐後，楊老師便帶領我們參觀楊氏祖廟，偌大的中式古厝幾經修建，幾乎不見一絲陳舊的痕跡，上頭懸滿款式各異的匾額，全是不同朝代的楊家後人曾獲功名的證明。楊老師對於此地如數家珍，憶起幼年時期，每日都必須隨當地駐軍一同集合、點名、出操等，彷彿成了額外的編制部隊，是相當特別的童年經驗(呂靜怡，2014；江柏煒，2007)。

沿路來到著名的馬山觀測所，距離對岸僅約兩公里，是金門本島距離對岸最近處，在抗戰初期即用來觀察敵軍海空動靜，隨著戰事漸歇，此地也逐漸成為熱門的觀光景點。一旁的馬山播音站(舊稱馬山喊話站)，裡頭建有一面巨大圍牆，上書「還我河山」之大幅標語，透露出國軍當年的抗戰決心。播音站本體由綿延的坑道組成，不同的岔道通往中山室、播音室等，宛如大型蟻窩一樣的構造，行走其中使人深刻體會到當時離島駐兵的生活氛圍。

在距離馬山觀測所不遠處，一座迷彩塗裝的碉堡矗立於海濱，便是著名的馬山三角堡，其名來自上空俯瞰可見之三角狀堡體，又稱「無敵堡」，在堡頂



有一條小徑通往靠海一側之瞭望台，對岸風光一覽無遺。



圖6. (a) 合影於馬山播音站中的「還我河山」標語牆 (b) 馬山播音站入口一景

資料來源：本次活動拍攝。

自馬山觀測所離開後，沿途行至附近的獅山砲陣地，是全國唯一建於坑道內的榴砲陣地，設有一尊巨型的8吋美造M115榴砲，此地又名震東坑道，期以「威震金東」之意，每日定期舉行砲操表演，一共七位榴砲操作手參與演出，其口令下達在封閉的坑道內極其震撼，再配上十分逼真的砲聲震響，臨場感十足。

在獅山砲陣地後方，是金門著名的山后民俗文化村，此處的閩南式建築又是另一番風景，相較於前述的官澳聚落更具古風氣息，是金門現存最完整的文化建築群。

三、烈嶼鄉(小金門)

由金門本島沿金門大橋一路行駛，便會來到素有小金門之稱的烈嶼，再遙望對岸便是廈門。烈嶼有著名的三堡：勇士堡、鐵漢堡與將軍堡，其中的勇士堡和鐵漢堡首尾相連，分別為坑道的兩端，並改建成為地雷展示館供人參觀。逼仄漫長的坑道給人相當的壓迫感，更遑論當時死守的先賢義士們，此地也是國共對峙的最前線，儘管陳設簡單，卻幾乎保留了當時情景。坑道內壁介紹當時地雷在戰爭中運用的諸多樣貌與實際照片，令人怵目驚心(蔡慧敏、李其霖，2017；王宏男，2024b)。

從勇士堡進入，直到鐵漢堡出口離開，全程費時甚久，值得一提的是，這次在我們踏出鐵漢堡時，恰巧瞥見一抹黝黑健壯的身影，上前詢問後才發現是當年曾在金門服役、如今舊地重遊的退役同袍。這位同袍儘管已五十多歲卻仍



圖7. (a)勇士堡暨地雷展示館入口處 (b) 於鐵漢堡出口巧遇退役同袍赴舊地重遊，眾人熱情合影 (c) 合影於湖井頭戰史館入口合影 (d) 湖井頭戰史館內陳展空戰油畫，描繪八二三炮戰期間前夕我空軍與敵接戰一景

資料來源：本次活動拍攝。

維持精壯的身材，胸口更紋有國旗圖樣，其愛國情操無不令人敬佩。再抬頭看向勇士堡、鐵漢堡等字樣，用來形容這位剛強堅毅的同袍是再適合不過了。

坐落於烈嶼的湖井頭戰史館，始建於民國78年，裡面主要陳展烈嶼部隊在大、二膽戰役及八二三炮戰的功績，其內部是一座觀景台，透過望遠鏡可清楚眺望對岸廈門光景。在觀景窗另一側的牆上，設有復古的投幣式電話，拿起話筒才發現裡頭錄有當年駐軍士兵的心聲小語，搭配復古佈景，不難想見當年駐守此地的心情點滴。

四、金湖鎮(太武山)

說到金門最具代表性的地標，便不能不提到位於太武山上的毋忘在莒碑石



圖8. (a) 太武山風景區玉章路牌坊 (b) 合影於太武山毋忘在莒碑石前

資料來源：本次活動拍攝。

，此石由先總統蔣中正先生親頒題字，是全體金門軍民的精神指標，用以警惕全體官兵，勿要忘記過往教訓，並戮力革命大業之精神(王宏男，2024a)。

太武山是金門本島最高峰，海拔高達253公尺，也是我國小百岳之一，攀登太武山的山路便是玉章路，以紀念劉玉章將軍對金門的貢獻。在入口處可見一座壯觀牌坊，沿路攀登而上的路途對於缺乏運動量的同仁來說幾乎快要力竭，但最終見到目的地的碑石卻令人驚喜，頗有不虛此行之感。

五、金寧鄉

金寧鄉位於金門本島北側，是著名的古寧頭戰役所在地，如今許多戰爭設施與遺址都紛紛改建成觀光景點，例如著名的北山播音牆，高聳的方形建築坐落於北山斷崖上，面向海上一側設置多達48座播音器，作為抗戰期間的心戰喊話設備，當我們到達時，播音牆正緩緩播放鄧麗君的歌曲，令人彷彿重返那段歷史時光。

同樣位於金寧鄉的雙鯉濕地自然中心，則是介紹金門當地的自然人文資源，包括自然生態、動植物分布資料以及人文景觀等，牆上壁畫細細陳述當地建築是如何歷經砲火攻擊，隨後形成現今所見景觀(劉小蘭、陳志霞、劉銘，2015；江柏煒，2007，2022)。地下一樓特別設計為一半沉於四周湖中，並在周圍設置透明觀景窗，使我們能近距離觀看水面及水下生態，頗具巧思。

翟山坑道則位於金門本島南端，當年因應第二次台海危機的戰略考量，故選在遠離前線的南端建立運補通道，由陸軍工兵日夜不停施工，耗時五年方完



圖9. (a) 合影於北山播音牆 (b) 翟山坑道內景

資料來源：本次活動拍攝。

成，坑道內部即內含水道，最多可容納42艘小艇。坑道內景十分壯觀，儼然天成，足見當年前線戰事之猛烈。如今本校培育之飛行員在畢業後也將紛紛派往前線，在今日見到許多戰場遺址之後，或許能進一步了解武德精神在真正面臨戰事下的體現，並思考未來該如何付諸實行。

伍、結論與建議

本次蒙金大邀請赴金門舉行研習活動，讓參與人員獲益甚多，尤以本中心有部分同仁從未到過金門，在人文景觀與飲食風俗上，均感十分新鮮，放眼全國縣市，大概很難找到如同金門這般古色古香的都市了。

藉由本次交流及觀摩，發現金大推行以「書院」為主要的教育方針，對於塑造學生全人素養有著意想不到的助益。在高等教育中，若將專業課程比喻為人的骨與肉，通識課程則可比喻為靈魂，兩者相輔相成，才能成為完整的「人」，而這正是博雅教育所提倡的。現今國內部分大專院校紛紛創設特有的書院制度，要求書院學生團體生活、修習書院特色課程，並著重於培養學生之素養精神，這點本身便與官校生現行體制不謀而合，本中心教師同仁也十分認同，本校在未來可考慮參採用此類書院制度。

本校素以實踐忠勇軍風、發揚筭橋精神為教育理念，乃官校學生賴以立命的基石，也是武德素養的關鍵核心，若未來將這樣的特質與上述的書院制度結合，將本校通識教育中心提升為「筭橋書院」，傳承我空軍「有我無敵，冒險犯難，以寡擊



眾，以弱制強」之英勇精神，將可進一步完善本校在通識教育、全人教育、武德素養等方面的推展基礎，其成效指日可期。

本次的戰地走訪活動，讓過往只在課本上出現的名詞，活生生地出現在眼前，有種別樣的感觸，也令我們認知到，武德素養並非只是窮究書本文字，而應體現於實際生活以及人與人的應對之中。對於生活在承平時期的我們來說，前線、備戰等概念逐漸陌生，然而這次的走訪，透過近距離接觸這些珍貴的文化資產，皆令人深刻體會到戰火下的艱辛，以及和平的得來不易。近日適逢八二三炮戰以及抗戰勝利紀念日，在緬懷紀念之餘也值得我們省思，如何落實承平時期的備戰作為，以及武德精神的傳承，是我們這一代人的課題。

參考文獻

- 一、中央社(2024年7月22日)。《博觀通識》出版 全人培育新思維 通識教育里程碑|中央社訊息平台。上網日期：2024年9月10日，檢自：<http://cna.com.tw/postwrite/chi/376904>
- 二、王宏男(2022)。清朝金門總兵官考略以陳化成為例。科學與人文研究，9(4)，39-57。doi：10.6535/JSH.202208_9(4).0003
- 三、王宏男(2024)。金門無形文化資產之調查研究：以2011-2024年為例。科學與人文研究，12(3)，41-67。doi：10.6535/JSH.202407_12(3).0003
- 四、王宏男 H. N. (2024)。金門僑批研究：以烈嶼鄉為例。科學與人文研究，12(2)，56-94。doi：10.6535/JSH.202404_12(2).0004
- 五、王哲謙(2021)。海的界線—以金門牡蠣養殖為探討。臺灣師範大學歷史學系學位論文，1-130。doi：10.6345/NTNU202100406
- 六、江柏煒(2007)。誰的戰爭歷史？：金門戰史館的國族歷史vs. 民間社會的集體記憶。民俗曲藝，56，85-155。doi：10.30157/JCRTF.200706.0004
- 七、江柏煒(2022)。僑刊史料中的金門(1920s-40s)：珠山《顯影》(shining)之考察。人文及社會科學集刊，17(1)，159-216。
- 八、呂靜怡(2014)。記憶與認同：金門婦女隊員出操的回顧。獨立作家—秀威代理。
- 九、宋怡明、李仁淵(2009)。戰火下的記憶政治：金門，1949-2008。考古人類學刊，1，47-69。doi：10.6152/jaa.2009.12.0003
- 十、李弘祺。(1995)。傳統中國的書院教育：有“自由教育”效果的“前自由教育。”通識教育，2(1)。doi:10.6745/JGE.199503_2(1).0003
- 十一、卓克華(2008)。古蹟·歷史·金門人。蘭臺出版社。
- 十二、林政緯、吳品萱(2023)。從金門文創產業發展初探在地社會之建構。2023全國大選後府際治理國際學術研討會，b2-34。doi：10.30214/ISIGNE.202312_2023.0017
- 十三、金門縣文化資產(2024年8月2日)。維基百科，自由的百科全書。
- 十四、胡中緯、吳榮上、高世強、涂珀群(2024)。空軍軍官學校第95週年校慶紀念專刊。高雄市：空軍軍官學校。
- 十五、胡適(1923)。書院制史略。北京大學日，1371，1-3。
- 十六、財團法人高等教育評鑑中心基金會(2024年6月3日)。財團法人高等教育評鑑中心基金會 | 關於校務評鑑。關於校務評鑑。上網日期：2024年11月27日，檢自：<https://www.heeact.edu.tw/1151/1196/1497/1333/16059/>
- 十七、國立金門大學涇洲書院設置與實施要點(2021年9月15日)。國立金門大學涇洲書院設置與實施要點，(2021)。
- 十八、教育部(2024)。iGER 教育部提升大學通識教育計畫。iGER 教育部提升大學通識教育計畫。上網日期：2024年11月27日，檢自：<https://iger.pro.edu.tw/>
- 十九、梅貽琦(1941)。大學一解。清華學報，13(1)。



- 二十、清金門鎮總兵署(2024年8月17日)。維基百科，自由的百科全書。
- 二一、許峰源(2020)。論東南軍政長官陳誠在金門戰役的部署。檔案半年刊，19(1)，46－63。
- 二二、逢甲大學(2024年7月4日)。2024通識教育學會年會「我們」的通識教育。上網日期：2024年12月17日，檢自：<https://www.fcu.edu.tw/news/2024070401/>
- 二三、郭盛助(1999)。大學通識教育的理念。通識教育年刊，1－5。doi：10.7107/JGE.199904.0001
- 二四、陳仲玉、董倫道、黃信凱(1997年3月1日)。金門島考古遺址調查研究。
- 二五、陳杏枝、游家政(2014)。全人教育作為通識教育的理念：臺灣14所公私立綜合大學的通識教育理念和課程規畫之研究。通識教育學刊，4，23－43。doi：10.6360/TJGE.201412_(14).0002
- 二六、陳奇中(2022)。金門學概論(增修版)。金門：國立金門大學。
- 二七、陳怡嘉(2023)。動態震盪：金門石蚵林形成與變遷中的歷史因素。海洋文化學刊，4，125－179。
- 二八、陳康芬(2024)。通識教育的全人、跨域與實踐。台灣：元華文創。
- 二九、陳舜芬(2000年8月18日)。我國大專校院課程自主之研究：以共通課程為例(行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告，計畫編號：NSC 88-2413-H-007-001)。
- 三十、彭宗平(2009)。從中西方的書院傳統談大學宿舍的改造。通識在線，20，8－10。
- 三一、黃俊傑(2015)。大學通識教育的理念與實踐。台灣：國立臺灣大學出版中心。
- 三二、楊東平(2001)。大學一解。在大學精神。立緒文化。
- 三三、臺大共教中心(2024)。共同與通識課程發展沿革。共同與通識課程發展沿革。上網日期：2024年11月28日，檢自：<https://webpageprodvm.ntu.edu.tw/cge/cp.aspx?n=164976>
- 三四、劉小蘭、陳志霞、劉銘(2015)。金門古蹟與建築的文創活化再思。德明學報，39(1)，49－58。
- 三五、劉金源(2006)。我國大學通識教育的現況、問題與對策。通識學刊：理念與實務，1(1)，1－30。doi：10.6427/JGEC.200607.0001
- 三六、蔡慧敏、李其霖(2017)。金門島的海防角色及轉變：1300-1937。海洋文化學刊，3，37－86。
- 三七、謝宗順(2021)。梅貽琦〈大學一解〉中的終身學習思想再探索。台灣教育研究期刊，2(5)，69－84。
- 三八、羅志平(2010)。金門行業文化史。秀威出版。
- 三九、Szonyi M. (2016)。前線島嶼：冷戰下的金門(黃煜文、陳湘陽譯)。臺北：國立臺灣大學出版中心。
- 四十、Miller, R. (2000). Caring for New Life: Essays on Holistic Education. Resource Center for Re-designing.

作者簡介

空軍中尉 曾青雲

學歷：空軍官校105年班、空軍作戰參謀軍官班109年甲班、國立高雄科技大學電子工程系博士；經歷：地安官、作戰官、助教。

空軍副教授 郭啟瑞

學歷：中國文化大學史學研究所博士；經歷：副教授、組主任、中心主任；空軍副教授 吳建忠

學歷：國立臺灣師範大學政治學研究所博士；經歷：助理教授、副教授。

空軍上校 林俊成

學歷：空軍官校93年班、國立成功大學電機工程學系材料組博士；經歷：電子官、區隊長、組主任、中心主任。



軍事作戰

DOI:10.29683/AFOB.202508_(243).0004

淺析不對稱作戰對我制空作戰之影響 ——以俄烏為例

空軍少校 曾任平、空軍上校 戴慎昌

提 要

臺灣和中國之間的政治及軍事對立，從過去歷史上的臺海危機和近期的裴洛西事件均凸顯了兩岸戰爭風險，而中國從未排除以武力武統臺灣，導致臺海區域持續緊張。臺灣應思考如何避免戰爭，如何從政治外交及軍事嚇阻實力上，建立穩定兩岸關係，以確保國家安全。

本文以俄烏戰爭為例，探討不對稱作戰對我制空作戰之影響。從不對稱作戰的起源定義與案例，強調科技化的不對稱作戰作為一種作戰手段，在現代軍事衝突中的重要性。並從俄烏戰爭中，以無人機、單兵防空武器、星鏈低軌衛星及手機軟體的各項運用案例及性能介紹的基礎中，對未來制空作戰，如何以不對稱的模式去思考 and 制定策略，為未來的建軍提供省思，以應對未來可能面臨的挑戰。

關鍵詞：俄烏戰爭、無人機、單兵防空武器、星鏈低軌衛星。

壹、前言

臺灣和中國間的兩岸局勢一直處於政治對立和潛在的軍事威脅之中。政治上，中國主張實行一國兩制，而臺灣堅持捍衛民主自由，突顯了雙方的政治鴻溝。^{〔註1〕}

註1 〈中國再提「一國兩制」台灣方案陸學者提「智統」〉，《BBC NEWS中文》，2021年1月18日，<<https://www.bbc.com/zhongwen/trad/chinese-news-55675464>>。(檢索日期:2023年12月5日)。



軍事上，中國的各界領導人，從毛澤東到習近平，始終未排除使用武力武統臺灣，造成臺海區域一直處於高度的軍事緊張，尤其臺灣又位於重要的第一島鏈戰略位置。

回顧歷史上臺海危機，如1950年代第一及二次臺海危機，包括一江山戰役、823砲戰等事件，都突顯了兩岸可能發生戰爭的風險。1996年臺海危機，前總統李登輝的兩國論和其訪美行動，都導致中共開始出海執行抗議警告。^{【註2】}

近年從2013年開始中共軍機、航母繞臺等行為顯示其中國夢決心。而2022年8月裴洛西事件更打破了這長年來的平衡，中共開始放棄了避免挑釁的中線政策。從以往相對保守的態度轉向更加主動出擊。2023年4月蔡總統訪美與美國眾議長及跨黨派議員會談後，中共更執行「環臺島戰備警巡」和「聯合利劍」演習。^{【註3】}這揭示了臺海局勢兵兇戰危的現實，使得我們不得不重新評估自身的安全狀態。^{【註4】}

在國際上2022年1月烏克蘭申請加入北約開始，引起俄羅斯強烈不滿，2月24日俄羅斯發動特別軍事行動攻擊烏克蘭，開啟了俄烏戰爭，交戰過程更隨著歐美國家持續援助烏克蘭、對俄羅斯實施經濟與外交制裁，美國甚至公開表明利用戰爭削弱俄羅斯之意圖，更讓戰事無法短時間結束，漸轉變成持久消耗戰。

「今日俄烏、明日臺海」烏克蘭危機為亞太地區，尤其是臺灣，提供了一個戰略啟示。隨著全球局勢的動盪不斷加劇，我國需要仔細考慮如何防止被捲入戰爭，以免使中共動武提供理由。同時在應對大國間壓力時，我們如何防止成為競爭衝突下的受害者。雖然臺灣的軍事預算相對有限，如何透過增加不對稱嚇阻實力，有效運用軍民有限資源，投資關鍵領域，並整合國軍整體資源，這才有機會確保國家的整體安全和穩定。^{【註5】}

貳、不對稱作戰之起源定義與案例

一、起源與定義

(一) 起源

不對稱作戰觀念不僅在現代戰爭中出現，古代的歷史中，古希臘或羅馬時期的小型城邦就經常運用非傳統手段去應對強大帝國。如同發生於公元前

註2 〈台灣海峽歷次危機回顧：從一江山島戰役、金門炮戰到飛彈危機 看中美台三角關係演繹〉，《BBC NEWS 中文》，2022年8月4日，<<https://www.bbc.com/zhongwen/trad/chinese-news-53834569>>。(檢索日期:2023年12月5日)。

註3 楊太源，〈共軍「戰備警巡和聯合利劍演習」評析〉，《中共研究雜誌社》，2023年4月11日，<<https://iccs.org.tw/NewsContent/57>>(檢索日期:2023年12月5日)。

註4 Ma, Cheng-Kun, "The CCP 20th National Assembly and PLA Live-Fire Drills Around Taiwan: Lessons Learned," Taiwan Strategists no.16, 2022/12, pp13-30.

註5 沈明室，〈俄烏戰爭與臺海情勢的連結〉，《展望與探索月刊》，第20卷第4期，2022/4，頁19-20。



331年的高加米拉戰役，亞歷山大軍隊在數量上趨於劣勢，但其以不同以往的作戰方式，採側翼突擊戰術，快速穿越波斯軍中央陣線直取大流士，成功擊敗擁有龐大戰力的波斯軍。^{〔註6〕}這就是古代不對稱作戰的一種概念，強調戰爭中戰略戰術靈活性和不對稱作戰手段。這些例子雖常在我們熟讀的歷史下發生，但幾乎要到後冷戰時期才有較明確的定義，一直到現在仍然有許多專家學者有不同的看法，這些史記也為當今不對稱作戰奠定了根源，故本段將介紹「不對稱作戰」之起源與定義，並對後續章節提供理論基礎。

「不對稱作戰」較明確的理論，是在1991年由美國提出，當下的背景是，美軍針對1955-1975年越南戰爭失敗的缺陷，^{〔註7〕}及1980年代末期蘇聯解體，^{〔註8〕}美國失去軍備競賽對手，漸漸習慣高科技戰爭型態，當然這使其贏得了1990年至1991年第一次波灣戰爭的勝利，但全球性的恐怖攻擊及網路上輿論認知等新型作戰形態，^{〔註9〕}使美軍不得不重新檢視自己，讓自己不在侷限於傳統高科技、正規戰爭，反而強調正視低層次、非正規威脅，以適應往後的戰爭變革。^{〔註10〕}

在1991年後美軍提出了不對稱作戰的概念，這一理論首先在1991年「美國參謀首長聯席會議」(Joint Chiefs of Staff)中得到具體論述，並逐漸融入1996年美軍的《2010聯合作戰願景(Joint Vision 2010)》、1997年美軍的《四年期國防總檢討(Quadrennial Defense Review 1997)》以及2017年美軍公布的《JP3-0聯合作戰(Joint Publication 3-0, Joint Operations 2017)》中。^{〔註11〕}許多專家學者也進一步深入探討這些小國對大國的戰爭問題，就字面上來說「不對稱作戰」直覺會是以小對大這層面來解讀，但其邏輯來說仍有大對小、中對小等各層面可討論，這些不同層面的考量，引起了廣泛的學術討論和關注。^{〔註12〕}

綜合上述，不對稱作戰從古代戰史的傳統戰術戰法，以及物理層面的力

註6 Lendering, Jona, "Gaugamela (331 BCE)," Livius.org, 2020/8/10. <<https://web.archive.org/web/20230517192652/https://www.livius.org/articles/battle/gaugamela-331-bce/>> (檢索日期:2023年11月20日)。

註7 沈明室，〈越戰的再檢視－原因、戰略及思考〉，《台灣國際研究季刊》，第10卷第2期，2014/6，頁135-138。

註8 關中，〈後冷戰時代美國外交政策的批判（上）〉，《海峽評論》，第144期，2002/12，頁6-9。

註9 蔡育岱，〈蓋達組織與賓拉登年代恐怖活動之概況回顧〉，《全球政治評論》，第35期，2011/7，頁13-18。

註10 李皓、張瑞麟，〈「不對稱作戰」之發展探討〉，《海軍學術雙月刊》，第46卷第3期，2012/6，頁35。

註11 陳子平，〈中共「不對稱作戰」的發展與影響－從美國《2006中共軍力報告》的觀察〉，《國防雜誌》，第21卷第6期，2006/12，頁170。

註12 王高成，〈中共不對稱作戰戰略與台灣安全〉，《全球政治評論》，第6期，2004/4，頁22。



、空、時等不對稱手段，一直到現今高科技、情報監偵，甚至精神層面輿論、認知上的不對稱作戰，這告訴我們小國仍有在有限資源下，運用不對稱作戰方式，保護自己國家安全的可能性。後續因本文為俄烏戰爭對我國省思的敘述，故範圍以小國對大國上的不對稱作戰概念作論述。

(二) 定義

1. 美國

1991年「美國參謀首長聯席會議」(Joint Chiefs of Staff)中對國家「不對稱作戰」定義：「一方面迴避或削弱對手之優勢，另一方面又利用其弱點，而採取之手段截然不同於對手慣用作戰模式」。^{【註13】}這反映在作戰規劃中應依據敵我實力、情勢變化等，靈活選擇應對方式。如當我實力較弱時，可選擇退守防禦，展現地形及防禦優勢；當需要速戰速決時，則可選擇正攻；而在敵軍實力龐大時，則應考慮分割其實力，甚至避開敵軍。這種不對稱作戰思考強調了彈性和變通性，融會運用才能在不同情境下獲得更好的戰果。

1996年公布《2010聯合作戰願景(Joint Vision 2010)》，該願景強調聯合部隊透過跨領域攻擊，如空中、海上對地面目標的聯合打擊，或由地面和海上聯合攻擊敵方防空系統，力求創造優勢。^{【註14】}在多變的戰爭環境中，我們須善用空間和時間的多維度性，以及不同軍種的聯合作戰能力，創造出不對稱的戰場局面。我們可能在空間上處於劣勢，但透過時間和空間運用，轉為戰略上的優勢。同樣在單一軍種中可能存在劣勢，可以透過聯合作戰的方式來彌補不足。因此善用多維度及聯合作戰特性，是實現不對稱戰作戰的關鍵。

1997年美國公布《四年期國防總檢討(Report of the Quadrennial Defense Review 1997)》提到「美國在正規的武器競爭中的優勢，促使對手使用諸如不對稱的方式來攻擊美國」。^{【註15】}這種轉變反映了美國在傳統戰爭的實力，迫使敵人尋找創新不對稱的方式來對抗美國。強調在現代複雜的地緣政治和安全環境中，對手可能通過不尋常手段來挑戰強大國家。

註13 陳鈞奎，〈美國因應不對稱作戰威脅之啟示〉，《國防安全週報》，第38期，2019/3，頁24。

註14 張立德，〈不對稱作戰原則研究：案例與臺海運用〉(淡江大學國際事務與戰略研究所博士班/博士論文，2022/06)，頁19。

註15 U.S. Department of Defense, "REPORT OF THE QUADRENNIAL DEFENSE REVIEW," 1997/5, p.46.。



2017年公布的《JP3-0聯合作戰(Joint Publication 3-0, Joint Operations 2017)》，當敵方對美國及其利益發動攻擊時，通常會採不對稱手段。他們傾向選擇攻擊較軟弱、易受攻擊的目標，而非防禦嚴密的目標。目標包括通信線路、港口、機場、平民區域、關鍵基礎設施等。因此在應對不對稱攻擊時，美軍以聯合行動、跨機構合作和全面策略，確保美國安全與利益。^{【註16】}

2. 中共

中共學者高文述指出，通常不對稱因素包含數種(如表1)。^{【註17】}個人認為因應現代化戰爭改變還可以分成傳統與現代的不對稱因素與型態。傳統不對稱因素凸顯了力、空、時、作戰手段及戰術戰法等元素，這些因素在實戰中創造了難以預測的戰局。另外在現代不對稱型態，則著重於現代科技和新思維。如資訊戰、太空戰、人工智慧(Artificial Intelligence, AI)戰等新興手段，彰顯了技術進步對於戰爭格局的改變。而透過心理輿論戰和認知戰，戰爭的本質不僅在物理層面上進行，更深入到精神和社會層面，使得戰爭變得更加複雜。所以在現代戰爭中我們必須了解戰爭的全貌，藉由傳統和現代不對稱的對比，去思考未來戰爭的特有形式。

表1. 不對稱因素型態及其軍事化描述

傳統不對稱因素	軍事化描述
作戰力量	一方具備戰術上的優勢，能夠巧妙運用數量和素質的強大優勢。
作戰空間	在戰區內享有更大的機動自由，能夠靈活調整戰術佈局。
作戰時間	擁有強制壓力，迫使一方必須在極短時間內迅速結束戰鬥。
作戰手段	巧妙運用戰爭手段或裝備，以最小的代價達到最大的作戰效果。
作戰軸向	以多層次作戰軸向，創造更複雜且難以預測的作戰環境。
作戰戰法	具備特殊的戰術和靈活的戰法，讓對手難以預測和應對。
現代不對稱型態	軍事化描述
資訊戰	利用資訊科技和宣傳手段，在網路和媒體上操縱輿論。
太空戰	運用太空戰爭作為新興的不對稱手段，干擾對手的通信和監察能力。
情監偵戰	利用科技武器和先進的偵查技能，創造高科技作戰的制高點。
AI戰	運用人工智慧技術，提高作戰效能並創造新型作戰模式。
心理戰	透過心理學原理影響對手的思維和行為，創造心理上的不對等。
輿論戰	利用宣傳手段塑造和影響國際和國內輿論，以達到戰略目標。
認知戰	透過改變對手的知覺和認知，瓦解其對戰爭的認知和信念。
生物戰	利用生物武器對敵方實施攻擊，造成其無法有效應對的困境。

資料來源：同註17及本研究整理分析。

註16 Joint Chiefs of Staff, “JP3-0, Joint Operations,” 2017/1/17, p.1-4.。

註17 高文述，〈當代解放軍兵法研究〉，頁22。



3. 臺灣

《國軍軍語辭典》對「不對稱作戰」的定義：「以不對稱手段、不對等力量與非傳統方式所進行的作戰，旨在迴避敵人強點，並以適當的戰法、戰具攻擊敵人的弱點，從而改變戰爭結果，使戰爭朝向有利己方的方向發展」。^{〔註18〕}故我們從自身所擁有的部隊、武器裝備及情監偵能力中，依當下情況選擇敵人難以反擊或反應的打擊力量。因此這樣的定義提醒我們，在現代複雜且多變的戰爭環境中，我們需要超越傳統戰爭理念，運用不對稱手段和非傳統方式，以更靈活、更有效地應對各種威脅。

二、案例

（一）越南戰爭

越戰是19世紀中具爭議的軍事衝突之一，美國這世界第一強國對上北越的戰事，卻使美國打得非常膠著。北越善用地勢優勢，不但採用靈活的游擊戰術及地道戰，也成功創造國際輿論壓力，這些非傳統的戰術手段使得美國在複雜的地形上被迫面對如表1中，作戰空間、手段及戰法上、甚至是輿論上的不對稱作戰。^{〔註19〕}該戰爭也反映了不同規模和軍事技術水平國家間的對抗，較弱的國家仍有運用不對稱作戰的特性，與強國抗衡的可能。

首先北越善用越南複雜的叢林環境選擇游擊戰術，躲避美軍的主力部隊，進行襲擊且能迅速撤退，使美軍難以捕捉敵軍的位置，而陷入被動

局面。^{〔註20〕}其次北越運用地形上的優勢

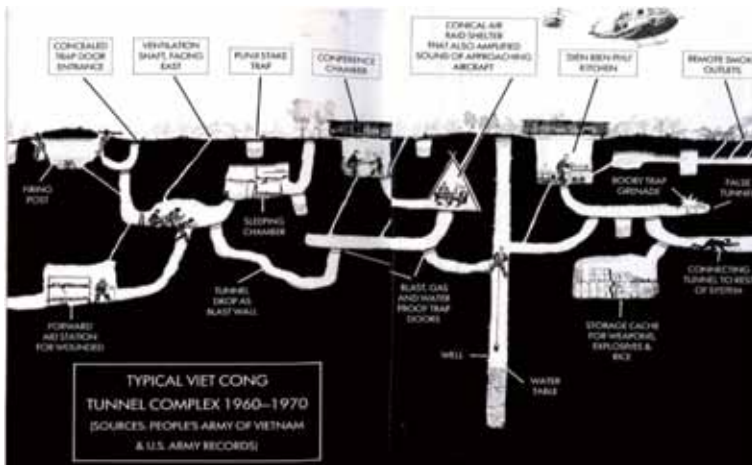


圖1. 越共地道系統示意圖

資料來源：參考NATIONAL MUSEUM OF THE UNITED STATES ARMY, "TUNNEL RATS OF THE VIETNAM WAR," <<https://www.thenmusa.org/articles/tunnel-rats-of-the-vietnam-war/>> (檢索日期:2024年4月22日)。

註18 國防部，《國軍軍語辭典》，2004年3月，頁2-6。

註19 黃兆馨，〈越南戰爭成敗的戰略研究：以孫子兵法觀點之研析（一九五八—一九七三）〉，〈淡江大學東南亞研究所碩士班學位論文〉，2009/1，頁102。

註20 沈明堂，〈越戰的再檢視－原因、戰略及思考〉，《台灣國際研究季刊》，第10卷第2期，2014/6，頁140-141。



，如地道戰也是不對稱作戰的表現，複雜的地道為北越提供了理想的掩護和移動通道，使得其能夠迅速穿越戰場，進行出其不意的襲擊(如圖1)。

其次北越在輿論和民間支持上也發揮了優勢，除了在武力的較量外，針對訊息宣傳也造就了輿論戰上的不對稱應用。北越結合民族主義和共產主義，充分運用其在政治和社會層面的影響力，贏得本土居民的支持，並透過披露美軍在越南的不當行為，成功煽動了全球的反戰情緒，形成國際輿論壓力。反觀當時美國國內強烈的反戰情緒，使得美國政府難以獲得全國性的支持，進一步削弱了美國的戰爭意志。【註21】

總體而言，越戰中的不對稱作戰呈現多個層面，包括游擊、地道戰和輿論支持等方面，主要又如表1中「傳統不對稱作戰因素」的作戰空間、手段及戰法上的不對稱運用，以及「現代不對稱形態」的輿論及認知上的不對稱特性。這種多元的不對稱性在戰爭中形成了不同的作戰格局，並提供了後來軍事衝突中的重要經驗和啟示。

(二) 貝卡山谷戰役

1982年的貝卡山谷戰役是一場以色列對抗敘利亞的軍事衝突。以軍在兵力上雖較敘軍少，但在裝備性能上卻佔優勢。敘軍在第四次中東戰爭中運用強大防空體系重創以軍，並持續在第五次中東戰爭中保持其防空優勢。【註22】然而以軍運用不對稱戰術和技術，包括無人偵察機、電子干擾和反輻射飛彈等，展現了以軍在現代戰爭中的戰術創新和科技應用，有效地瓦解了敵軍的指揮結構和戰術部署，故在短時間內迅速擊毀敘軍10多座飛彈基地。【註23】

這種不對稱作戰是以軍綜合運用多種現代技術，包括情報收集、電子戰及空中打擊等，在短時間內迅速削弱敘軍的能力，顯示了其高效率 and 迅速反應的能力。以軍也利用了其武器裝備的性能優勢，調整了戰術戰法，成功擊破了敘軍的防空體系，展現了如表1中「傳統不對稱作戰因素」的作戰力量及戰法上的不對稱運用，也造就了「現代不對稱形態」中，情監偵上的不對稱作戰的經典案例。

參、俄烏戰爭之不對稱作戰運用

註21 馬克·謝亞 (Mark Shea)，〈越南戰爭50週年：再看美國失敗的七大原因〉，《BBC NEWS 中文》，2023年3月29日，<<https://www.bbc.com/zhongwen/trad/world-65108729>> (檢索日期:2023年11月27日)。

註22 蔡志昇，〈1982年以色列入侵黎巴嫩之研析〉，《軍事史評論》第29期，2022/6，頁95-96。

註23 冷金緒、薛吉順，〈從不對稱作戰談通資電研發創新思維〉，《新新季刊》，第四十一卷第四期，2013/10，頁17-18。



俄烏戰爭開戰迄今打了將近2年多，2022年2月24日俄烏戰爭爆發，全球目睹俄羅斯對烏克蘭的侵略，引發國際社會強烈譴責及反制行動。在2022年的全球火力(Global Firepower, GFP)來看俄軍跟烏軍兵力比較，無疑是俄軍比烏軍強大。

【註24】所以也造成初期大家都不看好烏克蘭，然而烏軍運用不對稱思維、裝備與戰術，尤其在無人機、單兵防空武器及星鏈低軌衛星等方面，提供烏軍在情報監偵、精準打擊及通信中繼共享等有效援助。這無疑讓俄烏戰爭從大家預想的速戰速決，轉而進入持久戰產生深遠的影響。

一、無人機之運用

在俄烏戰爭中無人機不僅具有強大的情報監控能力，在精確打擊方面也表現出色。【註25】相較於傳統航空器，無人機的功能靈活多樣，不僅更經濟且更具即時性，透過資料或影像的回傳可執行分析、處理及運用，或是即時提供防空及轟炸部隊執行即時打擊。這種變革性使得指揮官能夠在戰場於短時間內實現情報共享，並更有效掌握全般狀況。【註26】這也如表1中「傳統不對稱作戰因素」的作戰力量及空間上的不對稱運用，以及「現代不對稱形態」中，情監偵上的不對稱特性。

根據上述我們可以發現無人機在情報監偵及精確打擊能力這兩部分有著優越的表現，以下針對俄烏戰爭中，烏軍所使用這兩類型無人機的裝備、性能及其在成功案例的作介紹。

(一) 情報監偵能力

俄烏戰爭中無人機的情報監偵能力，彌補了作戰初期烏軍情蒐設施遭破壞的不足，以下介紹兩款烏軍使用的情報監偵類型的無人機，第一款是由捷克Primoco UAV公司所研發的Primoco One 150無人機，第二款是德國Quantum Systems公司所設計的Vector無人機，了解俄烏戰爭中無人機的情報監偵能力，內容如後：

1. Primoco One 150無人機(如圖2)

2022年11月盧森堡向烏克蘭提供Primoco One 150無人機。此無人機使用了包含複合式材料-提升航空器的輕量性和耐用性；短場起降能力-在有限的空間內快速部署；全天候機動-確保在不同環境下維持作戰能力

註24 謝志淵，〈2022年俄烏戰爭源起、戰略與對我國之啟示〉，《國防雜誌》，第37卷第3期，2022/9：頁18。

註25 翁予恆，〈發揮不對稱戰力 烏克蘭扭轉劣勢〉，《青年日報-軍事論壇》，2022年5月3日，<<https://www.ydn.com.tw/news/newsInsidePage?chapterID=1500831&type=forum>> (檢索日期:2023年11月28日)。

註26 王鵬程，〈不對稱作戰研究-以2022年烏克蘭對抗俄羅斯入侵戰爭為例〉，《後備半刊》，第107期，2023 /6，頁99。



；遠端遙控技術－操作者能在安全位置控制無人機；輕型滯空長－提供長時間的情報監控和作戰支援。^{【註27】}也有案例顯示Primoco One 150無人機幫助烏軍成功偵測，並成功擊落了俄軍無人機。^{【註28】}



圖2. Primoco One 150無人機

資料來源：參考PRIMOCO UAV, “PRIMOCO UAV ONE 150,” <<https://uav-stol.com/primoco-uav-one-150/>> (檢索日期:2023年11月29日)。

Primoco One 150無人機的先進感測技術，在情報監控和目標獲得上發揮關鍵作用。透過專業加密的軍用無線電及高解析度紅外線光電感測器，掌握即時戰場情監偵(ISR)與目標獲得(TA)能力，精確且詳盡的監控敵點、線、面一直到區域，並提供即時的情資，有助於評估敵我態勢；另其目獲能力也可運用於搜救任務，提高整體戰場存活率及減少傳統搜救直升機被擊殺風險。^{【註29】}

2. Vector無人偵察機(如圖3)

2022年8月烏克蘭國防部與Quantum Systems公司合作，引進具AI技術的Vector中程偵察無人機，這不僅強化了烏克蘭軍隊的戰術情報搜集，更



圖3. Vector無人偵察機

資料來源：參考QUANTUM-SYSTEMS, “Vector,” <<https://quantum-systems.com/vector/>> (檢索日期:2023年11月30日)。

註27 王光磊，〈盧森堡援烏6架捷克製無人機 強化情監偵〉，《青年日報－寰宇安全》，2022年11月29日，<<https://www.ydn.com.tw/news/newsInsidePage?chapterID=1549150&type=universal>> (檢索日期:2023年11月29日)。

註28 “Czech Drones in Bachmut Helping Ukrainian Soldiers against Russian Attackers,” DEFENSE MIRROR, 2023/3/21, <<https://www.defensemirror.com/news/33846>> (檢索日期:2024年5月2日)

註29 PRIMOCO UAV, “PRIMOCO UAV ONE 150,” <<https://uav-stol.com/primoco-uav-one-150/>> (檢索日期:2023年11月29日)。



凸顯了無人機技術的關鍵地位。

根據國防快報(Defense Express)報導Vector在2022年5月的西維爾斯基頓涅茨(Siverskyi Donets)戰役中協助烏軍打擊俄軍士兵及其裝甲車輛等



圖4. 俄羅斯裝甲車在穿越西維爾斯基頓涅茨河時被Vector偵獲

資料來源：參考Defense Express, “This Drone Helped Ukrainians Annihilate Dozens of russians and Military Vehicles at River Crossing in 2022,” <https://en.defence-ua.com/industries/this_drone_helped_ukranians_annihilate_dozens_of_russians_and_military_vehicles_at_river_crossing_in_2022-9295.html>(檢索日期:2024年5月2日)。

(如圖4)。Vector的優勢在其先進的AI能執行物體檢測

、分類和追蹤監視，並以消息或警告通知操作員，這除了對目標識別有了更精準的判斷外，還減少了人員長時間監控的負擔。^{【註30】}此外Vector無人偵察機設定為一機兩用型，可針對不同的場地、天氣或應用等考量，彈性調整起降及感測器方式。Vector擁有全天候探測、高速度和長航時特性，使其成為面對多變戰局的理想選擇，加密數據鏈路、智慧運算和即時數據傳輸，進一步提高了Vector在情報戰術層面的實用性。^{【註31】}

(二)精準打擊能力

以下藉由烏軍運用旗手式(Bayraktar TB2)(如圖5)這款土耳其Baykar公司研發的戰術武裝無人機對俄軍執行精準打擊



圖5. Bayraktar TB2戰術武裝無人機

資料來源：參考BAYKAR, “TB2,” <<https://www.baykartech.com/en/uav/bayraktar-tb2/>>(檢索日期:2024年1月9日)。

註30 QUANTUM-SYSTEMS, “Vector,” <<https://quantum-systems.com/vector/>> (檢索日期:2023年11月30日)。

註31 陳成良，〈為砲兵開天眼！烏克蘭加購105架德國Vector偵察無人機〉，《自由時報》，2023年5月15日，<<https://def.ltn.com.tw/article/breakingnews/4301588>> (檢索日期:2023年11月29日)。



的報導，了解精準打擊類型的無人機能執行的作戰用途，內容如後：

俄烏戰爭初期俄軍以傳統空中戰力對烏軍機場、雷達站及防空系統等重要目標執行打擊。然而烏軍無人機卻打破這個傳統空優的平衡，烏軍在無絕對空優的情況下，利用無人機對俄軍陸地、海上及空中等不同作戰區域執行精準打擊。2022年3月烏克蘭將軍謝爾蓋·沙普塔拉(Serhiy Shaptala)分享了一段視頻，其中一架Bayraktar TB2無人機擊中基輔西北約100公里處的俄羅斯Buk地對空防空系統。^{【註32】}後續也有報導關於Bayraktar TB2無人機襲擊了許多俄羅斯目標，如坦克、海上艦艇、指揮所以及防空系統等。烏軍於戰場上成功運用各式無人機於戰場之靈活戰術運用，除可進行遠距監視外，更可進行先制打擊與奇襲。

Bayraktar TB2是一種戰術無人機，以中空層、長飛行時間和複合材料機身為特點。可執行情報、偵察和攻擊任務。機身可根據任務更換EO/IR/LD或AESA雷達，並擁有全自動導航和路線跟蹤功能。^{【註33】}其機翼下有4處武器掛架，可攜帶各種武器，包括雷射導引的智慧微型彈藥系統(MAM)和長程空對地反裝甲飛彈(UMTAS)，可對不同目標進行射後不理的打擊能力。^{【註34】}

二、單兵防空武器

俄烏戰爭中，除了無人機的應用外，單兵防空武器也發揮了重要作用。由於大量無人機的使用，導致防空飛彈的巨大消耗。因此單兵防空武器扮演了關鍵角色。與昂貴的防空飛彈相比，單兵防空武器更加實惠，烏軍運用廉價武器對抗俄軍高價值裝備，呈現了作戰手段上的不對稱特性。以下針對兩款烏軍使用的單兵防空武器作介紹，第一款是美國雷神公司(Raytheon Company)所研發的刺針飛彈(FIM-92 Stinger)，第二款是法國泰雷茲公司(THALES)公司所設計的星光飛彈(Starstreak Missile)，內容如後：

(一)刺針飛彈(FIM-92 Stinger)(如圖6)

2022年10月10日在烏克蘭抵禦俄羅斯侵略的過程中，第57獨立無線電工程營防飛彈排軍官舒姆斯基(Dmytro Shumsky)成功使用FIM-92 Stinger飛彈擊落敵軍巡弋飛彈。^{【註35】}12月2日邊防警衛隊的MANPADS小組在巴赫穆

註32 Lauren Kahn, "How Ukraine Is Using Drones Against Russia," Council on Foreign Relations, 2022/3/2, <<https://www.cfr.org/in-brief/how-ukraine-using-drones-against-russia>>(檢索日期:2024年1月9日)。

註33 BAYKAR, "TB2," <<https://www.baykartech.com/en/uav/bayraktar-tb2/>>(檢索日期:2024年1月9日)。

註34 〈納卡衝突一戰成名 旗手式TB-2無人機〉，《青年日報-武備巡禮》，2021年5月31日，<<https://www.ydn.com.tw/news/newsInsidePage?chapterID=1374331&type=military>>(檢索日期:2024年1月9日)。

註35 陳成良，〈猛！用肩射「刺針」擊落2枚俄軍巡弋飛彈 烏軍獲澤倫斯基表揚〉，《自由時報》，2022年10月12日，<<https://news.ltn.com.tw/news/world/breakingnews/4086991>>(檢索日期:2023年12月29日)。



特擊落了一架俄軍SU-34戰機，成功阻止了敵軍的轟炸。【註36】

FIM-92 Stinger飛彈是由單一操作員使用的肩射地對空飛彈，其使用近發引信，能夠透過直接命中或在附近引爆來摧毀



圖6. 刺針飛彈(FIM-92 Stinger)

目標。【註37】在目標被確定為威脅後，會

資料來源：參考Raytheon An RTX Business, “Stinger Missile,” 2022/7/25, <<https://www.rtx.com/raytheon/what-we-do/integrated-air-and-missile-defense/stinger-missile>>(檢索日期:2024年1月18日)。

發送信號給操作員後，即可啟動飛彈，整個過程約需6秒，包括紅外線導引冷卻、陀螺儀和電子系統啟動。另飛彈從發射器中彈出，在與操作員保持安全距離後，開始點火加速到2.2馬赫，約17秒(±2秒)後如未擊中目標，飛彈將自毀。【註38】

(二)星光飛彈(Starstreak Missile)(如圖7)

2020年3月英國向烏克蘭提供了「星光飛彈」也是屬於攜帶型防空武器，再2022年4月烏軍於盧甘斯克地區擊落俄軍Mi-28N攻擊直升機，成功阻止敵軍的攻擊。【註39】



圖7. 星光飛彈(Starstreak Missile)

資料來源：參考THALES, “STAR Streak,” <<https://www.thalesgroup.com/en/markets/defence-and-security/air-forces/advance-air-defence/starstreak#relatedcontents>>(檢索日期:2024年4月28日)。

註36 陳成良，〈猛！烏軍用肩射「刺針」擊落俄軍Su-34〉，《自由時報》，2022年12月4日，<<https://news.ltn.com.tw/news/world/breakingnews/4144498>>(檢索日期:2023年12月29日)。

註37 Raytheon An RTX Business, “Stinger Missile,” 2022/7/25, <<https://www.rtx.com/raytheon/what-we-do/integrated-air-and-missile-defense/stinger-missile>>(檢索日期:2024年1月18日)。

註38 Directory of U.S. Military Rockets and Missiles, “FIM-92,” 2005/2/14, <<https://www.rtx.com/raytheon/what-we-do/integrated-air-and-missile-defense/stinger-missile>>(檢索日期:2024年1月18日)。

註39 〈畫面曝光！英提供「星光飛彈」告捷烏軍擊毀俄Mi-28N直升機〉，《自由時報》，2022年4月2日，<<https://news.ltn.com.tw/news/world/breakingnews/3880767>>(檢索日期:2023年11月28日)。



星光防空飛彈(Starstreak)採用複合導引方式，操縱手針對當下環境因素輸入，並通過瞄準器進行光學追蹤。飛彈為兩段式三彈頭之超音速飛彈，第一段是使飛彈與操縱手取出安全隔離，第二階段則是加速至極致，最終才釋放三枚使用延遲引信的「飛鏢」子彈頭，確保在撞擊目標後再爆炸。^{【註40】}但其也存在一些缺陷，如更換彈藥耗時較長；子母彈頭無近發引信，必須直接與目標撞擊才能完成爆炸；最後因系統採光學方式搜索目標易受天氣影響，故操作人員必須經過專業的體能、戰場環境管理及操作訓練方能有效達成射擊。^{【註41】}

三、星鏈低軌衛星及手機軟體應用

在俄烏戰爭中，除了無人機和單兵防空武器外，星鏈低軌衛星和手機軟體的應用也成為引人注目的焦點。根據科學家聯盟(Union of Concerned Scientists)中的衛星資料庫中得知，俄羅斯擁有181顆人照衛星，烏克蘭則僅有6顆。^{【註42】}對烏軍而言，由於指揮通訊裝備受到破壞，且缺乏衛星的應用，低軌衛星和手機軟體的應用成為了其持續作戰的關鍵。這種技術展現了作戰手段和情報監控在戰場上的不對稱特性，使得烏軍能夠在缺乏傳統指揮控制系統的情況下，依然保持對戰局的掌控，並有效地應對俄軍的行動。以下針對星鏈低軌衛星及手機軟體在俄烏戰爭中的應用作介紹。

(一) 星鏈低軌衛星支援

俄烏戰爭中烏克蘭利用星鏈低軌衛星技術，使其能在設施遭破壞後，仍然能恢復指揮通訊能力，從而靈活應對及採取反制措施。^{【註43】}這種情監偵上的不對稱作戰方式對未來戰爭影響重大。打破傳統的攻擊手段，並掌握創新的太空技術，善用情監偵裝備及手段，將對新型國家安全產生影響。

在俄烏戰爭初期，俄軍企圖以傳統手段對烏軍的通訊、雷達站等設施進行轟炸，以削弱對手的指揮控制能力。在開戰後烏克蘭副總理費多羅夫(Mykhailo Fedorov)在推特上求援馬斯克(Elon Musk)協助烏克蘭，也得到馬斯克回應，表示星鏈低軌衛星已在烏克蘭啟用。對於星鏈系統的支援使

註40 Armed Forces International, "Starstreak High Velocity Missile," 2022/7/25, <<http://www.armedforces-int.com/projects/Missiles/starstreak-high-velocity-missile.asp>> (檢索日期:2023年11月28日)。

註41 THALES, "STAR Streak," <<https://www.thalesgroup.com/en/markets/defence-and-security/air-forces/advance-air-defence/starstreak#relatedcontents>>(檢索日期:2024年4月28日)。

註42 Union of Concerned Scientists, "UCS Satellite Database," 2023/5/1,<<https://www.ucsusa.org/resources/satellite-database>>(檢索日期:2024年4月28日)。

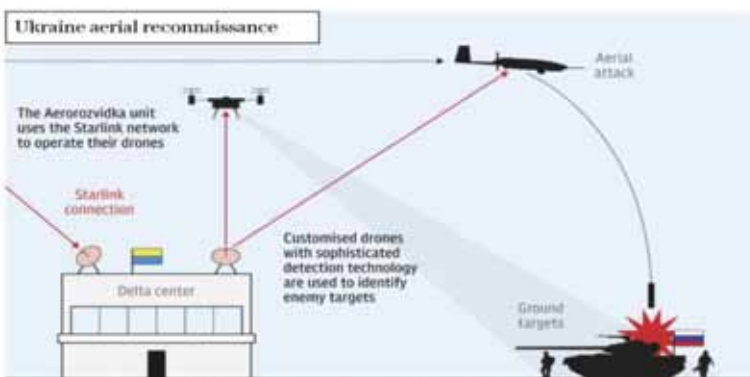
註43 董慧明，〈從「星鏈」衛星在俄烏戰爭的應用看中共低軌道衛星的發展〉，《戰略安全研析》，第175期，2022/8，頁59。



烏軍得以迅速恢復通訊指揮能力，不僅在社群媒體上即時發布戰況穩定軍心，還協助烏軍成功應用無人機進行作戰，展現了太空資源在現代戰爭中的關鍵作用(如圖8)。

美國太空司令部 圖8. Aerorozvidka部隊使用Starlink系統來操作他們的無人機

司令狄金生(James Dickinson)在參議院軍事委員會報告中強調，馬斯克的星鏈計劃展現出了龐大衛星群或擴散型太空架構，在指揮通訊不利時所提



供的效益。星鏈系統不僅能夠在各種環境維持通訊連接，更能提供各項裝備相容整合能力，確保軍事行動中的資訊安全 and 作戰效率。【註44】

資料來源：參考The Telegraph, “Elon Musk’s Starlink helping Ukraine to win the drone war” 2022/3/18, <<https://www.telegraph.co.uk/world-news/2022/03/18/elon-musks-starlink-helping-ukraine-win-drone-war/>>(檢索日期:2024年4月27日)。

(二) 手機軟體運用

俄烏戰爭中烏軍運用星鏈低軌衛星網路，將烏軍通訊裝備與民眾手機連結，展現了創新的策略。這種「新型人民戰爭」不再只侷限於軍隊，而是將所有持有手機的平民也納入戰爭範疇。透過這樣的聯繫，烏軍得以即時獲取情報，精準掌握俄軍調動，有效反制俄軍的進攻。展現了作戰手段和情報監控在戰場上的不對稱特性。【註45】

烏克蘭國內科技精英也設計了多款手機軟體，包括反監控、即時戰況分享和全民獵殺無人機等功能(如圖9)。這些軟體為民眾提供了便捷的通訊平台，能夠即時分享情報、追蹤敵方動向，讓烏軍能夠即時了解敵方部署，使全民夠有效支援軍方作戰，展現了國家整體戰力。【註46】

註44 黃志軒，〈新型態戰爭－「混合戰」威脅之應處作為：以俄烏戰爭為例〉，《軍事社會科學專刊》，第23期，2023/8，頁34。

註45 楊國智，〈不對稱作戰之研究－以烏克蘭運用星鏈衛星協助作戰為例〉(淡江大學國際事務與戰略研究所博士候選人，2022/12)，頁50。

註46 黃志軒，〈新型態戰爭－「混合戰」威脅之應處作為：以俄烏戰爭為例〉，《軍事社會科學專刊》，第23期，2023/8，頁33。

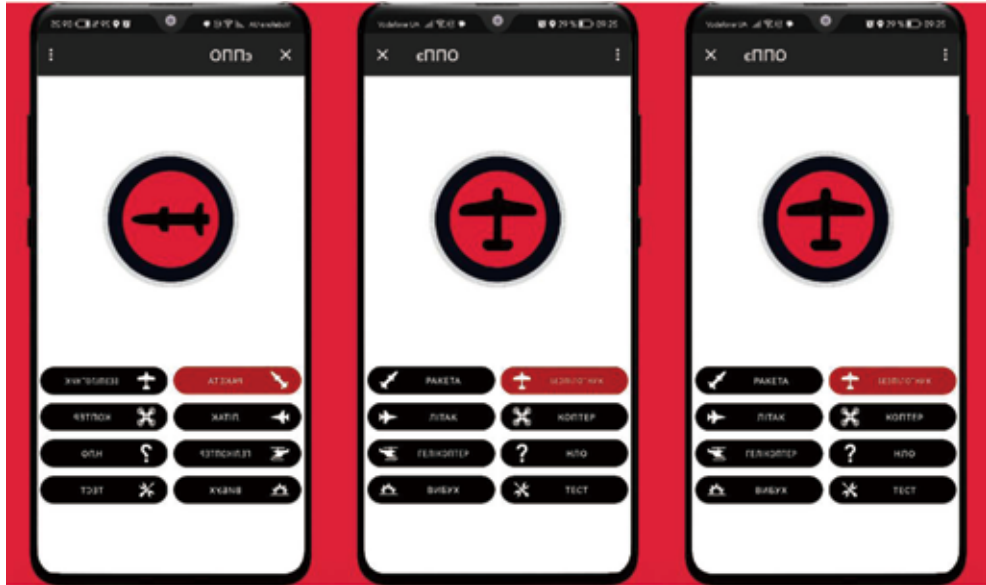


圖9. 烏軍「EPP0」手機軟體，讓民眾將目標位置上傳，轉交軍方攔截

資料來源：參考，賴名倫，〈烏國推民防App強化攔截無人機〉，《青年日報-寰宇安全》，2022年10月30日，〈<https://www.ydn.com.tw/news/newsInsidePage?chapterID=1542676>〉（檢索日期：2024年04月27日）。

肆、俄烏戰爭對我制空作戰現況省思

在探討制空作戰的概念之前，我們需要了解其主要的兩種類型。根據《空權戰略與空權作戰藝術之準則》，制空作戰可以分為攻擊及防守兩種類別。^{【註47】}本章先針對攻勢及守勢制空作戰作介紹，並以第二章不對稱作戰理論及第三章俄烏戰爭中所論述之不對稱作戰方式為基礎（無人機、單兵防空、星鏈及手機軟體應用），綜合上述考量對我制空作戰現況的省思，進而提出一、建構多元化無人機部隊，二、整合多層精準防空體系，三、強化整體情監偵察體系等個三層面，期望我國未來建軍能摒除軍種本位主義，以實際國家安全須要提供淺見。

攻勢制空作戰成功與否會直接影響到國軍後續作戰效能，因此必須給予足夠的重視和資源。攻勢制空作戰旨在消除、破壞或遲滯敵方空中有生戰力與防空威脅，使我軍能取得絕對、部分空優或是空中拒止效果，同時也企圖降低敵方的聯合作戰能力。這包括反制作戰、掩護作戰、掃蕩作戰等，其中以反制作戰特別關鍵，因其能夠對敵方的防空系統、機場等設施進行源頭打擊，能實質上阻止敵方戰機、無人機及防空飛彈升空。^{【註48】}

註47 簡金渠，〈美軍「空海一體戰」F-22之角色〉（淡江大學國際事務與戰略研究所碩士在職專班/碩士論文，2012/6），頁141-142。

註48 陳文政，〈台海制空均勢的轉變及其對台灣防禦計畫的意涵〉，《國防政策評論》，第三卷第二期，2002/3。



在守勢性制空作戰包括積極防空和消極防空兩類。旨在保護我方有生戰力及重要設施，免受敵方的空中武力和飛彈攻擊。積極防空包括使用各式戰機、無人機及各型防空系統，對來犯的威脅進行主動接戰。消極防空則是透過各種手段，如偽裝、隱匿、強化及分散機動等方式，來降低敵方攻擊的效果。這兩種手段通常是相輔相成的，守勢作戰可以與攻勢作戰共同進行，也可以獨立執行，但有效的攻勢作戰可降低守勢作戰的需求，是無可否認的，這使我方能夠有效應對敵方的空中各項威脅，並保護我方戰力和設施，確保戰力持續。^{【註49】}

從俄烏戰爭開戰初期俄軍以傳統作戰方式發動攻擊，首要目標是烏軍機場、防空、情監偵及指揮通訊等單位。^{【註50】}反觀臺海作戰，作戰初期上述軍事目標可能也是中共的打擊對象，但其對地戰術彈道飛彈不可能全數用於臺海作戰上，故中共仍需運用戰機再有空優的情況下持續對我重要目標執行精準打擊，才有可能持續癱瘓或摧毀我指揮通訊、戰機及防空系統等戰力。故國軍該如何避免其擁有絕對制空權，應綜合考量上述內容，制空作戰是一項攻守兼具作戰模式，旨在確保在關鍵時刻擁有空中優勢，並限制敵方空中行動能力。如此我國必須構成了一套完整的制空作戰體系，在攻守的交互運用下，使中共無法輕易地獲得絕對制空權。

一、建構多元化無人機部隊

（一）備援情監偵機制

我國情監偵手段中，重要的雷情、截情及負責傳輸的網路系統陣地大多採用固定式配置。然而這種固定式配置在戰時往往成為敵方攻擊的首要目標，進而對我們的情報監控能力造成直接影響。因此建構各層次無人偵查機，並與第三章所提及的星鏈低軌衛星結合，作為戰時的備援手段，將有助於提升我軍應對突發情況的能力。相對於籌獲高價值預警機及衛星等技術的發展上，無人機可具有價格較低廉、數量上的優勢，同時能夠靈活部署在不同位置，從而能夠提供更為廣泛的監控及網路傳輸範圍，減少對固定陣地的過度依賴。

（二）發展無人機蜂群模式

在俄烏戰爭中，烏軍廣泛採用無人機蜂群戰術，且在戰場上展現了強大的破壞性。透過大量無人機同時進行攻擊，蜂群戰術有效地使對方的防空系統面臨飽和，導致防空火力的分散和消耗。這導致對方防空飛彈或是戰機彈

註49 USAF, "Counter-Air Operation Doctrine," 2023/6/15, p.4-7.

註50 〈從俄烏開戰前72小時，解析俄軍大縱深作戰與首波戰略目標【觀點】〉，《公視新聞網》，2022年3月3日，<<https://news.pts.org.tw/article/570073>>（檢索日期：2024年2月26日）。



藥的大量消耗，也影響了物資及後勤支援的持久性。【註51】

蜂群戰術主要運用於攻勢作戰，並可在不同作戰進程中展現出效能。戰爭初期我方通常希望取得制空權，故必須消耗甚至摧毀敵方的防空系統。我軍亦可利用蜂群戰術對敵防空系統實施反制打擊，以達成破壞敵防空系統、提高我軍戰機生存率的目標。同樣地在聯合截擊階段時，現今中共船團的防空武力範圍已超出我軍戰機的打擊距離，我軍同樣可以利用蜂群戰術，對敵船團的防空武力進行破壞，從而提升我海空軍執行聯合截擊的任務攻算。

(三) 建構忠誠僚機混編作戰

在第三章探討到俄烏戰爭中精準打擊型無人機所具備的能力及效果，我軍也應參考美軍忠誠僚機所帶來的效益。忠誠僚機除了能夠達成前述的精準打擊效果外，亦可與有人機共同執行作戰任務，增加了作戰靈活性。當我們運用蜂群戰術進行反制打擊後，可能會取得局部制空權，而後續的任務仍須對中共重要目標進行精準打擊，以持續遲滯或癱瘓敵進攻的企圖。【註52】

在有人機和無人機混合編隊的情況下，忠誠僚機可提升任務攻算及提升有人機戰場存活率。忠誠僚機亦可以獨立執行任務，也由於無人機的起降距離較短，且較不受天氣限制，因此可彌補有人機須較長起降帶及天氣限制上的不足，這不僅擴大了作戰能力的範疇，也提升了整體作戰效能。【註53】

二、整合多層精準防空體系

(一) 整體防空體系

依目前現行國軍防空體系，當戰時敵軍想取得制空權，勢必會以戰術彈道飛彈、無人機及戰機對我指管、防空、機場等重要軍事設施實施打擊，當發現敵飛行器或飛彈，我空軍防空體系首當其衝，依距離遠近、高低及數量等考量，可運用戰機、防空飛彈等予以攔截。

空軍現行防空體系中飛行部隊可運用戰機、無人機等空對空武器，防空部隊運用愛國者、天弓、車載劍一及三五快砲執行接戰，但以整個國軍來說，仍有陸軍復仇者飛彈、刺針飛彈、欖樹飛彈及陸劍二等，以及海軍可運用艦載標1、標2、海天弓及海欖防空飛彈實施接戰。除部分軍種防空武器於作戰初期可納入空軍執行整體運作外，餘防空武器須經軍種協調後始可運用，

註51 Federico Borsari and Gordon B. "Skip" Davis, Jr., 2023/9/27, "An Urgent Matter of Drones," CEPA, <<https://cepa.org/comprehensive-reports/an-urgent-matter-of-drones/>> (檢索日期:2024年4月20日)。

註52 舒孝煌，〈美國未來無人機發展與運用概念〉，《國防情勢特刊》，第16期，2002/3，頁10。

註53 〈不需要飛行員！洛馬首次以AI駕駛戰機〉，《自由時報》，2023年2月14日，<<https://news.ltn.com.tw/news/world/breakingnews/4210563>> (檢索日期:2023年11月29日)。



在戰場上會有時效的問題產生，而空軍的防空接戰能量，可能無法應對敵戰術彈道飛彈、戰機及無人機數量，這時就可能就會造成防空罅縫。

從俄烏戰爭中的經驗，原本遠程、中長程及近程的多層防空系統，不足以應對現代化的戰爭，我們從本文提及的無人機、單人防空武器及制空作戰應是攻防兼具的特性上，將不對稱作戰概念納入整體防空體系，可加強以下三層面，包括一、最外圍的敵後及我方反制能力，於源頭就對其有生之空中武力執行打擊摧毀，二、相對廉價的單兵防空武器，彌補空防罅縫。三、無人機反制系統納入短程防空的一環，應對敵蜂群戰術的飽和攻擊。

綜上整合國軍整體防空系統，再依上述建議新增防空手段，形成完善的整體防空體系，如同美軍「綜合防空導彈防禦系統」(Integrated Air and Missile Defense, IAMD)概念中認為單一防禦或進攻策略可能無法完全應對未來作戰，故必須將防禦與進攻結合，針對敵方的戰力實施關鍵打擊，能有效減少防禦上彈藥使用。【註54】

(二)精準識別

俄烏戰爭中大量使用蜂群戰術及協同有人機共同作戰，考慮我國屬海島型國軍，在後勤補給上無法像烏克蘭擁有源源不絕的後援，因此彈藥的樽節和精準運用格外重要。我們在防空系統上，必須精準了解及識別，敵來襲目標該用何種系統接戰應對。另外許多俄羅斯戰機和指管機被擊落的報導，有學者認為可能是遭到俄軍自身防空系統擊落，因此精準識別對我國軍整體防空體系來說具有重要的意義。【註55】

國軍可參考美軍「整合防空與飛彈防禦作戰指揮系統」(Integrated Air and Missile Defense Battle Command System, IBCS)。【註56】此系統將整合跨軍種資源，以有效反制及有助於提高國軍對抗各種武器和戰術的能力，確保國軍防空系統的整體作戰效能。最後對我國而言建構完整整體防空體系，並搭配精準識別能力，有助於國軍發揮不對稱作戰的特性，並取得制空作戰上優勢。

三、強化整體情監偵察體系

(一)軍民航太機構

註54 陳昱璋，〈從中共空中威脅論我制空作戰作為〉，《空軍軍官雙月刊》，第225期，2022/8，頁23。

註55 謝宜哲，〈才擊落蘇-35 俄軍又打下自己戰機！俄媒：再這樣下去 就無機可飛了〉，《Newtalk新聞》，2023年10月7日，〈<https://newtalk.tw/news/view/2023-10-07/891467>> (檢索日期:2024年3月3日)。

註56 賴名倫，〈美陸軍採購IBCS 邁向全領域指管〉，《青年日報-軍視界》，2021年12月28日，〈<https://www.ydn.com.tw/news/newsInsidePage?chapterID=1472863&type=international>> (檢索日期:2024年3月2日)。



俄烏戰爭中可以看到烏軍運用小型無人機連結地面終端設備，使烏軍能夠在偵察任務中迅速獲取戰場資訊，並即回傳指揮部或無人機控制站，這些資訊能夠幫助指揮官了解即時戰場狀況，制定適切的作戰策略，並下達精準的攻擊命令。烏軍運用星鏈能力，將無人機、機動雷達、指揮通訊機、手機軟體及各軍種情監偵手段中的系統進行鏈結，保有持續的情監偵備援能力。這也凸顯星鏈低軌衛星對各項裝備具有一定程度的相容性。【註57】

美國於2021年成立國家太空委員會，目的在確保太空活動的安全，重點在維護太空產業和太空資源。而民間企業如SpaceX的崛起，展現出其在太空領域的後發先至能力。如SpaceX的「星鏈」在與政府的合作後提升了美國空軍和太空軍的能力。【註58】臺灣亦可利用資訊產業的優勢發展低軌衛星，整合現有產業技術和資源，建立低軌衛星供應鏈，可加強我國在太空情報收集、監視和通訊等領域的能力。【註59】因此國家未來發展必須重視軍民企業的整合運用，提升國防科技產業的技術水準和國際競爭力，確保太空活動安全和運用效能。

(二) 全域指管作為

從本文第四章所論述，在俄烏戰爭的省思中，可以得出一個重要的觀點，現代戰爭已不再適合單打獨鬥或僅依賴單一軍種的作戰。相反的現代戰爭需要各軍種和作戰單位之間的緊密整合。無論是建構多元化無人機部隊、整合多層精準防空體系、強化情監偵察體系，這些構想都彰顯了一個重要的原則，國軍必須透過整合化的系統，以共同作戰圖像為基礎，採分散式指管模式，才能在有限的國防資源成本下，發揮最大的整體戰力。

觀看中共軍力現代化改革的目標可以看出，無人化作戰平台已成為現代戰爭的趨勢。這種作戰方式包括整合陸、海、空、天、電等裝備，以實現奪取和保持決策優勢。無人化作戰平臺將提供更靈活、多樣的作戰能力，可在不同的戰場環境中發揮作用，能夠實現更高效安全的作戰行動，降低人員傷亡風險，同時提高作戰效能和持久力。【註60】

我國建軍以自主研發與對外軍購兩方面發展，各具有不同基礎和優勢。

註57 董慧明，〈從「星鏈」衛星在俄烏戰爭的應用 看中共低軌道衛星的發展〉，《戰略安全研析》，第175期，2022/8，頁60。

註58 廖明輝、洪尉淳，〈國際新太空產業政策布局與新創聚焦領域〉，《經濟前瞻》，第206期，2023/3，頁89。

註59 唐豪駿，〈我國推動低軌衛星產業之發展策略〉，《台灣經濟研究月刊》，第45卷第11期，2022/11，頁57。

註60 董慧明，〈從「星鏈」衛星在俄烏戰爭的應用 看中共低軌道衛星的發展〉，《戰略安全研析》，第175期，2022/8，頁64-65。



國軍可參照美軍的「聯合全領域指揮管制」(Joint all-domain command and control, JADC2)概念，建立高度整合系統，有效地鏈結陸、海、空、太空和網路領域數據。藉使指揮官能更靈活調整部署及戰術，以應對各種戰場環境。這種整合性的作戰系統，不僅提高作戰效能，還加強對敵方的全面感知，從而提升了整體戰場優勢。^{〔註61〕}

伍、結語

不對稱作戰在現代戰爭中扮演著不可或缺的角色，從過去傳統的對稱作戰主要著眼於軍事實力的對抗，而現代戰爭已漸偏離了傳統的抗衡，著重於多層次及多元化的手段。透過新興手段如資訊戰、人工智能戰以及輿論認知戰等，戰爭已不僅在物理層面進行，更深入到精神和社會層面。因此不對稱作戰對於未來小國的國家安全穩定至關重要。

俄烏戰爭中展示了不對稱作戰應用中，特別在相對廉價及具科技化不對稱作戰武力或裝備運用。如無人機、單兵防空武器、星鏈低軌衛星等技術提供了未來制空作戰應對策略的省思。這些案例提醒我們要不斷關注新科技的發展及其國防運用的腳步，並思考如何運用現代科技來應對未來的戰爭挑戰。

透過上述俄烏戰爭中種種案例，我們可看到無人機除可運用其機動、智能及不易遭偵測等特性執行情監偵作為，也有中小型或是大型無人機對俄軍軍事設施甚至軍艦執行精準打擊；在防空系統上，雖可聽到常規的防空武器有攔截俄軍戰機或飛彈案例，但在遭受飛彈、戰機或是無人機飽和攻擊時，單兵防空武器也發揮其廉價及精準的特性，彌補烏軍防空罅系及彈藥不足問題；至於星鏈低軌衛星及手機軟體運用，在有線、無線及微波等傳輸手段遭破壞的情況下，星鏈使軍民恢復網路通訊，讓指揮傳輸機制死灰復燃，也與無人機、手機軟體及情監偵系統整合運用，強化了不論是軍種或是軍民間共同作戰的韌性。

在現代複雜戰爭環境，制空作戰已經不再局限於傳統的軍事對抗。攻勢制空作戰的成功，直接關係到後續作戰效能，而守勢制空則是保護我方戰力和設施的關鍵。從俄烏戰爭經驗中可見，敵方可能採取不同戰術，因此我們需具備全面的防禦和反制能力。以建構多元化無人機部隊、整合多層精準防空體系、強化情監偵察體系等三個層面，以確保在關鍵時刻擁有空中優勢，同時限制敵方行動能力。

建構多元化無人機部隊，可備援國軍情監偵手段，以應對敵方對我情監偵體系

註61 謝志壕，〈從空中拒止概念探討國軍聯合防衛作戰之研究〉，《國防雜誌》，第三十八卷第三期，2023 /9，頁35-36。



造成的破壞，此外發展無人機蜂群模式，可在攻勢制空作戰中達到一定程度的作戰效能。最後建構忠誠僚機混編作戰模式，可以提高指揮系統的靈活性和適應能力，增強國軍不對稱作戰的效能。

在整合多層精準防空體系以及強化整體情監偵察體系方面。不僅須要建立整體防空體系，以提高對空中威脅的防禦效能，還需要加強對敵方目標的精準識別能力，以確保對目標的有效打擊。強化整體情監偵察體系當中，則透過軍民航太資源整合發展和推動全域指揮管控系統的應用，可以提高情報的整合及分散式運用，增強指揮系統的韌性及決策能力。

最後，在面對未來充滿挑戰的新局面，需要我們不斷創新和改進，以應對不斷變化的戰爭形勢。唯有通過武器裝備的整合、軍民工業共同加強國防科技研發，才能確保國軍有足夠的能力，面對強大的威脅。

參考文獻

中文部分

一、期刊論文

- (一) 沈明室，2022/4。〈俄烏戰爭與臺海情勢的連結〉，《展望與探索月刊》，第20卷第4期，頁16-21。
- (二) 沈明室，2014/6。〈越戰的再檢視—原因、戰略及思考〉，《台灣國際研究季刊》，第10卷第2期，頁129-148。
- (三) 關中，2002/12。〈後冷戰時代美國外交政策的批判(上)〉，《海峽評論》，第144期，頁6-9。
- (四) 蔡育岱，2011/7。〈蓋達組織與賓拉登年代恐怖活動之概況回顧〉，《全球政治評論》，第35期，頁13-18。
- (五) 李、張瑞麟，2012/6。〈「不對稱作戰」之發展探討〉，《海軍學術雙月刊》，第46卷第3期，頁35-51。
- (六) 陳子平，2006/12。〈中共「不對稱作戰」的發展與影響—從美國《2006中共軍力報告》的觀察〉，《國防雜誌》，第21卷第6期，頁169-179。
- (七) 王高成，2004/4。〈中共不對稱作戰戰略與台灣安全〉，《全球政治評論》，第6期，頁19-34。
- (八) 陳鈞奎，2019/3。〈美國因應不對稱作戰威脅之啟示〉，《國防安全週報》，第38期，頁23-26。
- (九) 高文述，〈當代解放軍兵法研究〉。
- (十) 蔡志昇，2022/6。〈1982年以色列入侵黎巴嫩之研析〉，《軍事史評論》第29期，頁55-99。
- (十一) 冷金緒、薛吉順，2013/10。〈從不對稱作戰談通資電研發創新思維〉，《新新季刊》，第四十一卷第四期，頁16-22。
- (十二) 謝志淵，2022/9。〈2022年俄烏戰爭源起、戰略與對我國之啟示〉，《國防雜誌》，第37卷第3期，頁1-32。
- (十三) 王鵬程，2023 /6。〈不對稱作戰研究—以2022年烏克蘭對抗俄羅斯入侵戰爭為例〉，《後備半刊》，第107期，頁92-114。
- (十四) 董慧明，2022/8。〈從「星鏈」衛星在俄烏戰爭的應用看中共低軌道衛星的發展〉，《戰略安全研析》，第175期，頁57-67。
- (十五) 黃志軒，2023/8。〈新型態戰爭—「混合戰」威脅之應處作為：以俄烏戰爭為例〉，《軍事社會科學專刊》，第23期，頁23-48。
- (十六) 陳文政，2002 /3。〈台海制空均勢的轉變及其對台灣防禦計畫的意涵〉，《國防政策評論》，第三卷第二期。
- (十七) 舒孝煌，2002/3。〈美國未來無人機發展與運用概念〉，《國防情勢特刊》，第16期，頁1-16。
- (十八) 陳昱璋，2022/8。〈從中共空中威脅論我制空作戰作為〉，《空軍軍官雙月刊》，第225期，頁16-29。
- (十九) 廖明輝、洪尉淳，2023/3。〈國際新太空產業政策布局與新創聚焦領域〉，《經濟前瞻》，第206期，頁88-92。
- (二十) 唐豪駿，2022/11。〈我國推動低軌衛星產業之發展策略〉，《台灣經濟研究月刊》，第45卷第11期，頁52-58。



(二十一)謝志壕，2023/9。〈從空中拒止概念探討國軍聯合防衛作戰之研究〉，《國防雜誌》，第三十八卷第三期，頁23-44。

二、學位論文

(一)張立德，2022/6。《不對稱作戰原則研究：案例與臺海運用》。淡江大學國際事務與戰略研究所博士班/博士論文。

(二)黃兆馨，2009/1。〈越南戰爭成敗的戰略研究：以孫子兵法觀點之研析(一九五八—一九七三)〉。淡江大學東南亞研究所碩士班學位論文。

(三)尹源，2015/1。〈論美軍在阿富汗戰爭之反叛亂行動以重心概念分析〉。淡江大學國際事務與戰略研究所碩士班/碩士論文。

(四)賴達文，2015/1。《北約在阿富汗的反叛亂作戰之研究》。淡江大學國際事務與戰略研究所碩士班/碩士論文。

(五)楊國智，2022/12。《不對稱作戰之研究—以烏克蘭運用星鏈衛星協助作戰為例》。淡江大學國際事務與戰略研究所博士候選人。

(六)簡金渠，2012/6。《美軍「空海一體戰」F-22之角色》淡江大學國際事務與戰略研究所碩士在職專班/碩士論文。

三、官方文件

國防部，2004/03。《國軍軍語辭典》。

四、網際網路

(一)2021/1/18。〈中國再提「一國兩制」台灣方案陸學者提「智統」〉，《BBC NEWS中文》，〈<https://www.bbc.com/zhongwen/trad/chinese-news-55675464>〉。

(二)2022/8/4。〈台灣海峽歷次危機回顧：從一江山島戰役、金門炮戰到飛彈危機看中美台三角關係演繹〉，《BBC NEWS中文》，〈<https://www.bbc.com/zhongwen/trad/chinese-news-53834569>〉。

(三)楊太源，2023/4/11。〈共軍「戰備警巡和聯合利劍演習」評析〉，《中共研究雜誌社》，〈<https://iccs.org.tw/NewsContent/57>〉。

(四)馬克·謝亞(Mark Shea)，2023/3/29。〈越南戰爭50週年：再看美國失敗的七大原因〉，《BBC NEWS中文》，〈<https://www.bbc.com/zhongwen/trad/world-65108729>〉。

(五)翁予恆，2022/5/3。〈發揮不對稱戰力，烏克蘭扭轉劣勢〉，《青年日報-軍事論壇》，〈<https://www.ydn.com.tw/news/newsInsidePage?chapterID=1500831&type=forum>〉。

(六)王光磊，2022/11/29。〈盧森堡援烏6架捷克製無人機強化情監偵〉，《青年日報-寰宇安全》，〈<https://www.ydn.com.tw/news/newsInsidePage?chapterID=1549150&type=universal>〉。

(七)陳成良，2023/5/15。〈為砲兵開天眼！烏克蘭加購105架德國Vector偵察無人機〉，《自由時報》，〈<https://def.ltn.com.tw/article/breakingnews/4301588>〉。

(八)2021/5/31。〈納卡衝突一戰成名 旗手式TB-2無人機〉，《青年日報-武備巡禮》，〈<https://www.ydn.com.tw/news/newsInsidePage?chapterID=1374331&type=military>〉。

(九)陳成良，2022/10/12。〈猛！用肩射「刺針」擊落2枚俄軍巡弋飛彈烏軍獲澤倫斯基表揚〉，《自由時報》，〈<https://news.ltn.com.tw/news/world/breakingnews/4086991>〉。

(十)陳成良，2022/12/04。〈猛！烏軍用肩射「刺針」擊落俄軍Su-34〉，〈<https://news.ltn.com.tw/news/world/breakingnews/4144498>〉。

(十一)2022/4/2。〈畫面曝光！英提供「星光飛彈」告捷，烏軍擊毀俄Mi-28N直升機〉，《自由時報》，〈<https://news.ltn.com.tw/news/world/breakingnews/3880767>〉。

(十二)2022/3/3。〈從俄烏開戰前72小時，解析俄軍大縱深作戰與首波戰略目標【觀點】〉，《公視新聞網》，〈<https://news.pts.org.tw/article/570073>〉。

(十三)2023/2/14。〈不需要飛行員！洛馬首次以AI駕駛戰機〉，《自由時報》，〈<https://news.ltn.com.tw/news/world/breakingnews/4210563>〉。

(十四)謝宜哲，2023/10/7。〈才擊落蘇-35俄軍又打下自己戰機！俄媒：再這樣下去 就無機可飛了〉，《Newtalk新聞》，〈<https://newtalk.tw/news/view/2023-10-07/891467>〉。

(十五)賴名倫，2021/12/28。〈美陸軍採購IBCS邁向全領域指管〉，《青年日報-軍視界》，〈<https://www.ydn.com.tw/news/newsInsidePage?chapterID=1472863&type=international>〉。

英文部分

一、專書論文

(一)Ma, C. K., 2022/12, "The CCP 20th National Assembly and PLA Live-Fire Drills Around



Taiwan:Lessons Learned,” Taiwan Strategists, No.16, pp.13-30.。

二、官方文件

(一)U.S. Department of Defense,1997/5, “REPORT OF THE QUADRENNIAL DEFENSE REVIEW,” , p.46.。

(二)Joint Chiefs of Staff,2017/1/17, “JP3-0,Joint Operations,” ,p.I-4.。

(三)USAF, 2023/6/15 “Counter-Air Operation Doctrine,” , p.4-7.。

三、網際網路

(一)Lendering Jona, 2020/8/10, “Gaugamela (331 BCE) ,” Livius.org, <<https://web.archive.org/web/20230517192652/https://www.livius.org/articles/battle/gaugamela-331-bce/>>。

(二)DEFENSE MIRROR, 2023/3/21, “Czech Drones in Bachmut Helping Ukrainian Soldiers against Russian Attackers,” <<https://www.defensemirror.com/news/33846>>。

(三)PRIMOCO UAV, “PRIMOCO UAV ONE 150,” <<https://uav-stol.com/primoco-uav-one-150/>>。

(四)QUANTUM-SYSTEMS, “Vector,” <<https://quantum-systems.com/vector/>>。

(五)Lauren Kahn, 2022/3/2, “How Ukraine Is Using Drones Against Russia,” Council on Foreign Relations, <<https://www.cfr.org/in-brief/how-ukraine-using-drones-against-russia>>。

(六)BAYKAR, “TB2,” <<https://www.baykartech.com/en/uav/bayraktar-tb2/>>。

(七)Raytheon An RTX Business, 2022/7/25, “Stinger Missile” <<https://www.rtx.com/raytheon/what-we-do/integrated-air-and-missile-defense/stinger-missile>>。

(八)Directory of U.S. Military Rockets and Missiles, 2005/2/14, “FIM-92” <<https://www.rtx.com/raytheon/what-we-do/integrated-air-and-missile-defense/stinger-missile>>。

(九)Armed Forces International, 2022/7/25, “Starstreak High Velocity Missile” <<http://www.armedforces-int.com/projects/Missiles/starstreak-high-velocity-missile.asp>>。

(十)THALES, “STAR Streak,” <<https://www.thalesgroup.com/en/markets/defence-and-security/air-forces/advance-air-defence/starstreak#relatedcontents>>。

(十一)Union of Concerned Scientists,2023/5/01, “UCS Satellite Database” <<https://www.ucsusa.org/resources/satellite-database>>。

(十二)Federico Borsari and Gordon B."Skip" Davis, Jr, 2023/09/27. “An Urgent Matter of Drones ,” CEPA, <<https://cepa.org/comprehensive-reports/an-urgent-matter-of-drones/>>。

作者簡介

空軍少校 曾任平

學歷：空軍官校102年班、作戰參謀軍官班108年班；經歷：飛行官、情報官、作訓官、作戰官。

空軍上校 戴慎昌

學歷：指職軍官92年班、空軍指參105年班、美國防大學戰院112年班、美國防大學戰略及戰場規劃碩士；經歷：連長、營長、指管長；現職：防空部794旅副旅長。

空軍軍官學校「空軍軍官雙月刊」徵稿主題及實施要點

壹、徵稿主題：

- 一、下次徵稿：徵求對本校招生方式、學生入學心得、軍事交流參訪及領導統御、學生管理等稿件。
- 二、文稿主題：本刊持續以「培養新世紀優質競爭力」為年度徵稿主題，歡迎本軍軍官及本校各級幹部、教師、學生共同以文字建造新世代科技、人文與優質競爭力的空軍。

主題	撰寫方向	主題	撰寫方向
新世紀的空軍軍官	- 空軍軍事思想、戰略、戰術、戰技、戰法及情報研究 - 教育訓練研究報告及飛行、修護經驗 - 空軍一般指參業務研究心得及工作經驗 - 軍人之社會角色與形象建立 - 全新現代科技介紹與運用 - 航空安全管理研究 - 尊重專業與威權領導下的衝突與化解研究 - 性別平權觀念的建立 - 人力精實後的全面品質管理 - 終身學習與軍人生涯的規劃	軍校教學訓練與領導管理	- 精進領導統御觀念與作法 - 教學方法與教學熱忱的啟發 - 學員生學習心理的研究 - 學員生體能訓練的方法 - 教師(官)教學心得與研究 - 全人教育的落實與推展 - 組織調整後的教學再精進 - 學長制的時代意義與精進 - 軍校與民間大學的教學觀摩 - 以學生為本的前瞻教育觀念 - 教學與訓練裝備的開發運用 - 培養新一代空軍領導幹部與軍校課程設計趨勢
新世代軍校生的思維模式	- 軍校生的國際觀 - 軍校生的生涯規劃 - 軍校生的性別教育 - 軍校生的榮譽感與責任心 - 軍校生的人文素養與社會關懷 - 軍校生的優良傳統與形象塑造 - 軍校生的體能精進與自訓心得 - 官校生習飛過程的心理調適	國內外換裝訓練心得	- 個人目標與團隊目標的結合 - 換裝過程對個人的啟示 - 國外軍人可茲學習之處 - 種子教官的榮譽與期許 - 換裝訓練與空軍整體戰力的提升 - 如何化解新標準操作程序與舊操作觀念的衝突
國外軍校學心得	- 文化衝擊的調適 - 語文能力的精進 - 東西方觀念與作法的差異性 - 成為空軍軍官的自我期許 - 中外軍校生之特色比較	國內外深造心得	- 讀書方法與心得分享 - 學術專文的發表 - 對軍校在學生的期許 - 充實本職學能與精進工作效率

貳、徵稿簡則：

- 一、來稿力求精簡，全文建議以不超過6000至12000字為限，且須寫提要(以300字以內)、前言與結論等項目。
- 二、依總部91.4.15日(91)近思字第1775號令、本校91.5.2日(91)抒旭字第3479號及91.5.24日(91)抒洹字第4162號「空軍軍官雙月刊稿件登載審核具體作法」中規定，嚴禁將分類保密資料或軍中消息，以論文或其他方式刊載於出版物、資訊媒體或提供他人使用，故請各作者宜就相關投稿內容，先簽請各單位權責長官核可後使可供稿，且相關佐證核可資料請併同稿件提供本月刊社彙整，如違反則依相關保密規定辦理。
- 三、如為翻譯稿請先取得原登雜誌或期刊之授權，且於投稿前應先行瞭解「國防譯粹」是否預計刊登該篇譯文。
- 四、請作者對著作詳加校對，本月刊社有修改權責，稿件如未經錄用，雖不退稿但以電話告知未通過原因。
- 五、如文章經本社查有一稿雙投之情事，除稿費不予發放外，如已發放者則須辦理追繳並負一切責任。
- 六、請作(譯)者填寫著作授權書(格式如後頁範例)，連同作品一併寄送本社(若為電子郵件投稿，請將著作授權書以書面方式寄達)，本社拒絕刊登未經合法授權之作品。
- 七、著作人擔保其著作無侵害他人著作、專利權等情事，違者願負一切法律責任。
- 八、稿酬：依本校93.11.25(93)效衛0930010095號令「各機關學校稿費支給要點」辦理。
- 九、文稿請附作者之單位、級職、姓名、學經歷簡介、身份證字號、通訊地址與聯絡電話等相關資料。
- 十、來稿請寄民網aircfa0814@gmail.com，授權書請寄岡山郵政90277附5號信箱，「空軍軍官雙月刊」收，電話號碼(07)625-4800或軍線977073、977074。



國防部空軍司令部

各班隊熱烈招生中

歡迎加入空軍的行列

來這裡，是你現在最好的決定。

在這裡，你將學習獨立自主、領導與團隊合作！

學習專業技能，邁向實現自我的第一步！

軍官班隊

軍校正期班

二年制技術系

專業預備軍官班

飛行常備軍官班

大學儲備軍官訓練團



士官班隊

二年制專科班

專業預備士官班

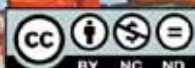
志願士兵



空軍軍官學校

R.O.C. AIR FORCE ACADEMY

軍中刊物 妥慎保管



ISSN 1663-092X



定價：195元

相關規定以當年度
各班隊招生簡章為準

國防部空軍司令部 0800-815-814
空軍航空技術學院 07-6256324

空軍軍官學校 07-6254800
國軍人才招募中心 0800-000-050

廣告