

國軍精進 C4ISR 系統之研析

著者／蔡志銓

國防大學海軍學院指參班 103 年班
歷任排、連、中隊長、人事官、運輸官
現任海軍陸戰隊學校小部隊兵器組少校戰術教官

C4ISR 是利用現代的科技技術與軍隊指揮相結合的產物，其概念是隨著時代戰爭的變遷發展而成，研究例舉波斯灣與科索沃戰爭作為現代戰爭之統一指揮、快速反應、機動作戰、隱蔽突擊、精準打擊之目標實現。而國軍之 C4ISR 發展主要緣由是因應中共軍事威脅，以「博勝專案」作為我國仿效美軍的 C4ISR 的聯戰指管系統。然而現今歷經國防戰略的變遷，臺澎防衛以「防衛固守、重層嚇阻」作為軍事戰略的發展下，現今的 C4ISR 系統已不符需求。因此在「重層嚇阻」的概念下，國軍應重新規劃將 C4ISR 系統鏈結自製之防衛武器，以實現「精準遙攻、決勝境外」的理念。另一方面必需爭取預算的支持以加大國軍現代化建設外，也要廣續「國防自主」的政策發展，透過研製新一代資電作戰裝備來加大嚇阻效能。

壹、前言

自 1990 年 8 月發生波斯灣戰爭以來，資訊作戰已成為現代戰爭的重要方式，而資訊作戰的重要技術基礎與武器裝備的發展，包括電腦網路攻擊與防護手段的發展迅速、大量使用電子作戰飛機、反輻射武器系統與其他高科技干擾手段，可對敵方的指揮控制系統、防空系統、通信等設施實施強大的電子壓制，以期獲取戰場優勢，因此不難看出資訊網路、電子戰裝備

與精準武器已成為未來戰爭中的必備利器。然而資訊網路又與指揮、控制、通信、計算機、情報、監視與偵察 (Command, Control, Communication, Computer, Intelligence, Surveillance, Reconnaissance, C4ISR, 又可稱為指揮自動化) 系統息息相關，整合 C4ISR 系統其目的就在建立資電優勢之作為，以支援軍事作戰而獲取戰爭勝利。美國十分注重發展一體化的 C4ISR 系統，把資訊網路和指揮控制作為聯合作戰的重要能力之一，從包括有效運用天基、

空基、海基和陸基在內的各種偵察、監視、預警、導航等手段以確保資電作戰之持續。

我國的 C4ISR 系統作為國軍的「大腦」，其系統主要由國防部為核心，結合陸、海、空軍的指管系統，既可獨立運作，又可與各級指揮所相互協調。其主要設施有電腦、圖形數據處理等周邊設備以及戰略、戰術通信網路等，可提供三軍共通戰術圖像分享及聯合作戰指管能力。¹近年來中共在國防經費逐年成長挹注下，加速國防與軍隊現代化進程，並積極強化「反介入／區域拒止」(Anti-access / Areadenial, A2 / AD) 戰力，持續強化海空聯合訓練，加速指管信息化建設，提升海空戰略投送及戰略威懾等戰力，建構具備奪取第一島鏈以西制空及制海權之能力。以近期成立戰略支援部隊，以及海、空軍持續在臺海周邊地區演訓並充分展現遠海實戰能力即是明顯例子，而共軍的海、空活動也將考驗我國 C4ISR 系統的應對能力。

C4ISR 系統可以降低出其不意的情況發生，讓各相關部門有更多時間應付緊急狀況，並讓高層決策者能夠得到確切資訊而做出最妥善的決定。雖然武器系統至關重要，但是沒有一個先進的 C4ISR 系統，武器系統的功能將十分受限。隨著現代科技的發展，C4ISR 系統也將

逐步融入體系化、資訊化、網絡化、智能化、匿蹤化、軍民化，並儘可能呈現無人化的發展趨勢，這也是現代化國防之指標。因此我國軍 C4ISR 系統必需朝上述目標發展，強化指揮與監視能力，整合三軍武器載具，爭取戰場資電作戰優勢。也就是說，強化 C4ISR 系統與載具武器、資電裝備的整合以實現「精準遙攻、決勝境外」的理念，以期能嚇阻中共的武力進犯。因此本文主要探討 C4ISR 的發展歷程與精進作為，以期作為我國軍建軍武備之參考。

貳、C4ISR 系統對整體作戰之影響

隨著無線電報問世以及基於作戰中刺探軍情以求知己知彼之必要性，因而開啟電子戰的運用與發展。1904 年爆發的日俄戰爭中首度開啟電子戰之先驅，作戰雙方首次運用通訊保密手段而使用無線電密碼，同時都採取偵測與干擾的方式以企圖擾亂與阻止對方的進攻。²第一次世界大戰中，由於電子通訊技術成熟且使用廣泛，故對通訊密碼的監聽與解讀成為電子戰的主要手段。第二次世界大戰初期，電子戰仍僅侷限於通信對抗，只是運用電子偵察與電子欺騙等簡單手段，故只能影響作戰的一種輔助手段，還未能成為戰爭的重要組成；直到雷達、

1 呂欣懌，〈國防部：迅安系統已與衛指所完成通聯〉，《中央通訊社》，2018 年 10 月 21 日，〈<https://www.cna.com.tw/news/aip/201810210058.aspx>〉(檢索日期：2020 年 8 月 2 日)。

2 李海元，〈人類歷史上第一場電子戰〉，《人民網》，2004 年 6 月 15 日，〈<http://www.people.com.cn/BIG5/junshi/1078/2571447.html>〉(檢索日期：2020 年 8 月 2 日)。

導航技術與武器射控系統的相繼問世而使得電子戰的地位和作用明顯的提升。美蘇冷戰期間，隨著電腦、飛彈、航空與紅外線等技術快速發展，特別是在越戰、中東及英阿福島等局部戰爭中，各種軍用高科技裝備的廣泛運用，更加凸顯出電子戰在戰爭中的重要性。直到近代歷經波斯灣戰爭與科索沃戰爭都驗證了電子戰與資訊戰的發展，在陸上、海上、空中、太空等「四維作戰空間」之外還有「資訊（網際）空間」與「電磁空間」。³ 電子戰貫穿戰爭全程，資訊戰開創有利態勢，故是現代戰爭之首重為奪取「制電磁權與制資訊權」，才能獲致戰爭的主動權。⁴ 然而電子戰與資訊戰的重點目標是 C4ISR 系統，運用資訊破壞與電子干擾手段，可以保護我方的 C4ISR 系統，干擾敵方的 C4ISR 系統。本文礙於篇幅限制，僅以兩場戰爭之例證來探討、分析與借鏡。

一、波斯灣戰爭

1990 年的波斯灣戰爭是一場大規模、高度現代化的局部戰爭，也是有史以來電子戰裝備最集中、手段最完善、作戰最激烈、影響最深刻的一場戰爭。以美軍為首的盟軍部隊之所以

勝利，主要是依靠科技的廣泛應用，包括電子戰、精準武器及 C3I 系統，這也是決定陸、海、空戰的關鍵因素。美軍早在波斯灣戰爭爆發前開始啟用部署在高、中、低軌道上的偵察衛星以及各式電子偵察機與空中預警機等，晝夜不停地對伊軍的重要軍事設施、雷達、通信、導航和飛彈系統實施不間斷的電子偵察；另在地面上則運用了數十座地面偵聽站，對伊軍雷達與通信網路進行遠距離的偵察和監聽，⁵ 也就是說再開戰前整個波灣地區早已被美軍嚴密監控。由於透過各種電子偵察手段將所獲得具有威脅的電磁信號輸入盟軍作戰飛機的電子戰數據庫，為雷達預警、電子干擾與各式反輻射飛（炸）彈提供了參數。

於是在歷時 38 天的沙漠風暴行動中，以美國為首的盟軍部隊始終將伊軍的指揮、通信、情報、防空等軍事資訊系統作為打擊的核心，使伊軍從開戰的第一天起就處於混亂無序，甚至癱瘓的狀態，直至戰爭結束也未能恢復。⁶ 就戰爭之分析可歸納出幾項特點：第一，運用太空衛星偵察系統偵測伊軍作戰指揮機構、通信、雷達、飛彈等軍事設施之位置與訊號；第二，

善用電子戰優勢對伊軍 C3I 系統干擾與破壞；第三，各種精準打擊武器摧毀伊軍防空系統，迫使地面部隊處於被動挨打的地位；第四，飛彈防禦預警系統經電子計算機處理後可對伊軍地對地飛彈提供攔截與防護措施；第五，運用電腦病毒攻擊伊軍指揮中心，是世界上首次使用電腦病毒進行作戰的戰例，也揭開病毒武器投入實戰的序幕。

二、科索沃戰爭

發生於 1999 年的科索沃戰爭中是首次大規模實戰運用全球一體化 C4ISR 系統，從此改變傳統的作戰模式。以美國為首的北約（North Atlantic Treaty Organization, 北大西洋公約組織）以中、長程打擊的手段空襲南聯盟（南斯拉夫聯盟共和國），歷經 78 天後迫使南聯盟從科索沃地區撤軍。比起波斯灣戰爭，在電子戰方面確有不少進展。如美軍「F-15」與「F-16」戰機都是經過改良且加裝多功能資訊分發系統，使飛機與地面部隊能迅速傳遞音頻信號與目標數據來共享情報。而早在科索沃戰爭爆發的前一年，美國與北約盟國即利用各種衛星及多種電子偵察飛機對南聯盟實施偵察，獲得近百個軍事目標的詳細情報，充分掌握了制資訊權。⁷ 並在空襲行動前，由多架「EA-6B」與「EC-130H」電子戰飛機組成干擾機隊至南聯盟防空飛彈射程之外實施電子干擾癱瘓其 C3I 與飛彈系統，並運用反輻射飛彈摧毀雷達設施。

北約在空襲行動中除使用「F-117」隱形戰機與「AGM-129」隱形巡弋飛彈外，還首次使用高單價的「B-2」隱形轟炸機，由於隱形載具與武器的使用，也增加北約的空中突擊能力。

雖然南聯盟在電子戰運用方面雖處於劣勢，但根據波斯灣戰爭的經驗，靈活運用戰術適時調整作戰方針以期能打持久戰，因此採取一系列的反偵察及電子戰防禦措施，包括將各種重要的軍事裝備如防空雷達、防空飛彈、戰車與重型火炮等武器裝備實施疏散、偽裝、隱蔽與地下，有效的發揮戰力保存作為，並同時製造許多假目標與假設施以迷惑北約戰機。就戰爭之分析可歸納出幾項特點：第一，南聯盟隱真示假設置目標使北約偵察衛星、戰機難以捕捉；第二，採用靈活電子戰術，包括控制雷達開關機與經常改變設施位置避免遭受摧毀；第三，採用燃燒釋放的紅外線輻射與濃煙可使紅外線制導的精準武器出現偏差及衛星偵測困難；第四，雙方運用電腦網路攻擊，運用各種病毒阻斷其資訊渠道，這也是網路對抗首次在戰場上運用。

參、C4ISR 的發展歷程與我劣勢分析

從上述這兩場戰爭也標誌著，作為世界軍事科技領先的美國在作戰中展現各種精準打擊武器外，也凸顯出在 C4ISR 系統上的現代化軍事

3 邱榮守，〈因應灰區侵略 美電磁戰重獲優勢（上）〉，《青年日報電子報》，2018 年 10 月 2 日，〈<https://www.ydn.com.tw/News/307321>〉（檢索日期：2020 年 8 月 2 日）。電磁戰是在電磁頻譜內所採取的諸般軍事行動，包括通信、傳感、干擾和欺騙，作戰手段包括電子攻擊，電子防護和電戰支援。由於新型電戰系統的靈敏度、功率和精密性等性能的大幅提升，使得各系統的運作都會對其他系統產生影響。從軍事層面而言，電磁空間就像陸、海、空、太空和網際網路等領域一樣，它是一個獨立且重要的作戰領域。

4 錢高陞，〈歷代戰爭中電子戰史實與評析〉，《空軍學術月刊》，第 557 期，2003 年 4 月，頁 46-47。

5 湯瑪士·基尼 (Thomas A. Keaney)、艾略特·柯漢 (Eliot A. Cohen) 等著，楊連仲譯，《波灣空戰掀起戰爭革命》（臺北：國防部史政編譯局，2002 年 1 月），頁 235。

6 蔡輝榮、吳宗禮，〈面對資訊作戰之準備、發展與落實〉，《資通安全專論》，2007 年，頁 3。

7 同註 6，頁 3。

技術的優勢。由於現代戰爭是要靠 C4ISR 系統整合方能發揮資電優勢戰力及精準武器威力，美軍在這兩場戰爭中開始運用衛星、無人機及各種監偵系統掌握伊軍及南盟軍的動態，更透過資訊系統整合 C4ISR 使能運籌帷幄。反觀伊軍及南盟軍在戰爭過程中 C4ISR 系統早已被美（盟）軍癱瘓而處於處處挨打的局面，也因如此使得 C4ISR 系統的發展逐漸受到各國軍隊的重視與效尤。

一、C4ISR 的歷史演進

美國為了防範蘇聯的戰略突襲，美軍於 1958 年建立了世界上第一個軍事資訊系統「賽其」（Semi-Automatic Ground Environment, SAGE）半自動地面防空系統。該系統首次實現了資訊蒐集、處理、傳輸和指揮決策過程中部分作業的自動化，使得作戰行動過程中的指揮與控制方式由原本人工作業轉換為自動化處理。⁸ 針對 C2（指揮與控制）系統在 1962 年古巴導彈危機中暴露出通信能力之缺陷，美軍隨後在 C2 系統的基礎上又增加通信，使其成為 C3 系統，⁹ C3 的概念出現表明美軍已逐漸認識到指揮、控制與通信在現在戰爭中應融合為一體。1977 年美軍首次將情報融入到 C3 系統中，形成了 C3I 一體化的綜合體制。1991 年美軍將計算機加入

C3I 系統而演變為 C4I 系統，¹⁰ C4I 系統雖為美軍贏得波斯灣戰爭，但也暴露出各軍（兵）種之 C4I 系統不能相互通聯的問題。

為了解決這一問題，美軍於 1992 年提出名為「武士」（Warrior）的 C4I 計畫，並啟動「全球指揮控制系統」（Global Command and Control System, GCCS）建設，使得各軍（兵）種的 C4I 系統解決了原本不能相互通聯的問題。1997 年美軍決定將監視和偵察納入到 C4I 系統中，從此開啟 C4ISR 系統的建設。2002 年，GCCS 軟體升級到 5.0 版後又具備了情報分析能力；2003 年，GCCS 軟體又升級到 6.2 版而使 C4I 系統可與監視及偵察鏈結，初步形成一體化 C4ISR 系統，有效提升美軍數據共享及聯合作戰能力。美軍在經歷 C2、C3、C3I、C4I 及 C4ISR 系統上（如圖 1 所示），已從原本各軍獨自發展方式整合成全軍一體的模式，並在近幾場戰爭中發揮出功用，也使美軍的各軍種聯合作戰效能迅速提升。

C4ISR 系統雖然在互聯互通方面有效提升，但其多軍種資訊共享功能仍不能滿足其要求，難以滿足未來戰爭的需求。於是美國國防部「國防先期研究規劃局」（Defense Advanced Research Projects Agency, DARPA）於 2001 年

提出 C4KISR 的新概念。由於美軍經過阿富汗與伊拉克戰爭後認為要在作戰中以可靠性高和代價低來對付敵人的隱藏、欺騙目標和日益增多的特殊目標時，應將 C4ISR 系統與殺傷（Kill）武器緊密結合成新的作戰能力。C4KISR 由 C4（指揮、控制、通信、計算機）和 ISR（情報、偵察與監視）以及 K（殺傷與摧毀）等三大類別八大系統所組成。C4KISR 系統的基本功能將 C4ISR 系統的各個環節與主戰武器的殺傷過程緊密結合，並透過地面、空中與太空的各種傳感器、武器平臺與指揮控制中心綜合成一體化網絡，可形成對目標進行搜索、定位、跟蹤、瞄準、攻擊和毀傷，利用高速網絡資訊使其能更精確的遂行作戰，以達成最佳的作戰效果。¹² 因此 C4ISR 既是一種系統，也是一種武器（C4ISR+Kill）。¹³

二、國軍 C4ISR 的建立

由於我國面臨的主要軍事威脅，是來自對岸的共軍海空載具與各式導彈部署，因此也促使國軍為強化整合指揮、控制、通信的防空指管

系統，必需建立一個指揮、控制與通信（C3）網來整合當時的防空系統，除能擴大監視、早期預警與飛航管制等手段外，也能立即聯繫與指揮三軍部隊能在第一時間實施戰力保存與反制回擊。因此國軍自 2004 年著手建構以三軍聯合作戰指管通情系統主導的「博勝專案」項目。

我國的 C4ISR 系統以「博勝專案」作為國軍極為重要的大型資訊系統整合計畫，用途在於整合我國三軍的 C4ISR 等裝備。以國防部「衡山」戰情資訊管理總體系統為核心，連接陸（陸資系統）、海（大成系統）、空（強網系統）三軍指揮通信系統，進行三軍聯合作戰的指揮鏈結，除能分辨友軍、敵軍外，還能充分掌握我軍及敵軍動態，並且與美軍共同分享共軍的軍情資訊，是國軍目前最主要軍事指揮聯絡網路。其運作模式是透過「Link-16」¹⁴ 數據鏈，將三軍各自偵蒐到的敵情整合在一起，依照作戰單位需要給與足夠的資訊，並適當分配接戰程序，避免重複接戰而浪費火力。「博勝專案」能提供最前線的即時影像及相關作戰資訊給國軍最

8 John F. Jacobs, *The SAGE Air Defense System: A Personal History* (Bedford, Mass.: MITRE Corporation, 1986), pp. 168-169.

9 Jan Drent, "Confrontation in the Sargasso Sea: Soviet Submarines During the Cuban Missile Crisis", *The Northern Mariner*, Vol. 13, No. 3 (July 2003), pp. 18.

10 周家波、史良勇，〈美軍綜合電子信息系統的發展與啟示〉，《雷達與電子戰》，2007 年第 4 期，2007 年 4 月，頁 22-23。

11 周美珍、譚紹杰，〈美軍全球指揮控制系統發展現狀和能力〉，《現代電子工程》，2003 年第 3 期，2003 年 3 月，頁 14。GCCS 區分為三個階段實施：第一階段是確定 GCCS 的需求與方案，制定系統標準、作戰政策和條令，使各軍種在一定程度上使數據、語音、圖像、報文和視頻系統的互通。第二階段主要任務是將所有的 C4I 系統組成一個聯通聯網。第三階段為目標階段，最終將實現所有指揮、控制、通信、計算機系統和情報網之間最大程度的相互通聯，並將陸軍「戰術指揮控制系統」、海軍「哥白尼 C4I 體系結構」、空軍「戰區戰鬥管理系統」和海軍陸戰隊「戰術指揮控制系統」整合在一起，建立一個全球資訊管理控制體系。

12 岳松堂、王軍良，〈從 C4ISR 到 GIG 再到 C4KISR：美軍綜合電子信息系統未來發展綜述〉，《國外坦克》，2007 年第 9 期，2007 年 9 月，頁 13-14。

13 周獻中、鄭華利、田衛萍、梁維泰，〈指揮自動化系統輔助決策技術〉（北京：國防工業出版社，2012 年 9 月），頁 24。

14 尹亞蘭，〈戰術數據鏈技術及在聯合作戰中的運用〉（北京：國防工業出版社，2014 年 7 月），頁 3。1970 年代，隨著聯合作戰軍事需求的增加，美軍於 1974 年正式開發「LINK-16」數據鏈路系統，並於 1983 年交付部隊使用。「LINK-16」具備雙向、高速、保密及抗干擾的功能，並裝配於美軍與北約成員國、盟國（包括我國）之軍隊，主要運用在傳輸監視與武器控制等數據信息。

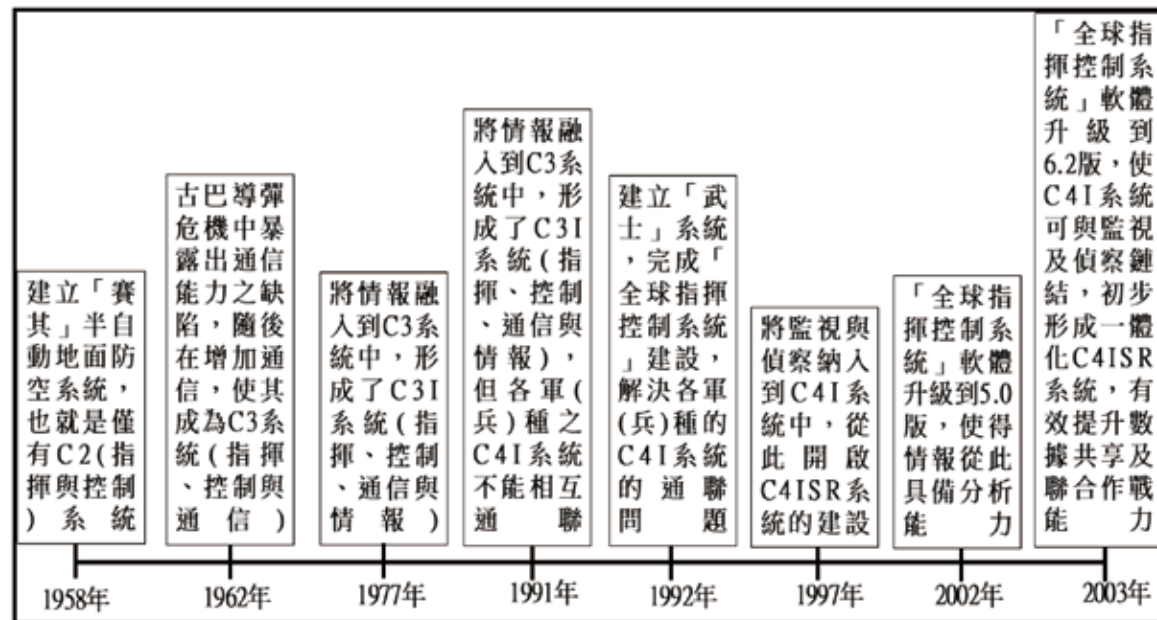


圖 1 美國 C4ISR 系統歷史演進示意圖

資料來源：作者彙整。

高作戰中心「衡山指揮所」，讓最高指揮官下達最終作戰命令。¹⁵

（一）國防部「衡山系統」

「衡山系統」是我國防部最高戰略指揮系統，藉由參謀本部指揮陸、海、空三軍聯合作戰，其主要任務是搜集資訊、輔助決策，並對三軍（兵）種之部隊進行指揮與管理。該系統主要由海空情資、戰情傳遞與突發情況處置、國防資訊庫等三個分系統組成，是我國最頂層之自動化指揮控制中心。「衡山系統」在歷經改造升級的過程中，注重接戰時指揮體制及指揮流程、軍種指揮資訊的傳遞處理，藉由鋪設光纖

網路以構建高速戰情網路，另外藉由各聯參單位進駐「衡山」指揮所實施三軍聯合作戰指揮所需的網路作業環境，確保戰情作業和指揮管制之即時傳送。同時加強對各軍（兵）種、各戰區的指揮控制能力，聯接各軍團、防衛部之戰情中心和各級主官、外離島指揮官的直通專線與視訊會議系統，同時與空軍「強網系統」、海軍「大成系統」相連，不僅能收集海、空軍作戰單位之戰術行動與即時情資，還能透過「Link-16」數據鏈實現對重要海、空作戰平臺的即時指揮與管制作為。

（二）陸軍「陸資系統」

「陸資系統」為陸軍指揮自動化系統，由多重情資分系統、戰場管制分系統、勤務支持分系統等組成，具有大型數據資料庫功能，存有敵情資料、編制戰力、駐地部署、武器裝備、作戰方案、後勤補保、戰場設施等方面的資訊內容，同時還具備情報資訊傳遞、各種方案擬定、進行協調控制、實施決策指揮等功能，以及具備決策支持等各項功能。現階段陸軍僅有軍團級單位列裝「博勝系統」，旅級以上單位配有「陸資系統」，旅級以下單位並未普及該型系統，使得部隊各層級之通訊、指管與火力支援成效不如預期，尚難建立陸軍戰場共同圖像。加上陸軍武器種類、數量龐雜，作戰構想遠比海、空軍來得複雜，更增添了系統建構的困難程度。¹⁶對此，陸軍已於近年委由「國家中山科學研究院」執行研發地面部隊 C4ISR 系統之指管系統通資平臺的開發，也就是傳聞中的「迅合專案」。「迅合專案」是一種可將軍隊符號、系統交換之訊息格式，透過筆記型電腦或平板電腦，將友軍與敵軍情資以圖資、數據、語音等方式呈現。¹⁷據媒體報導指出，「迅合專案」的完善普及將促使陸軍「聯合兵種營

朝向精簡海、空援程序的整合目標邁進，¹⁸惟發展進度目前仍待驗證。

（三）海軍「大成系統」

海軍的「大成系統」即海軍自動化指管通情系統，是在 1980 年初開始籌建，並於 1990 年 5 月進入使用階段。其中心設在臺北海軍司令部作戰中心，主要由海情偵搜、指揮控制和通信傳輸三部份組成。¹⁹目前為止已完成由海軍作戰中心至戰區中心、外離島聯絡組、雷達站、監偵系統、岸基飛彈及各式作戰艦艇連結而成的 C4ISR 網絡，能即時獲得情報資訊，監控臺、澎、金、馬等海域動態，根據所獲得之戰情資訊，平時可監控臺、澎、金、馬海域之目標動態，戰時可對艦艇部隊與陸基飛彈部隊實施統一指揮或協調海上作戰。現階段海軍規劃用於未來新型艦艇的作戰系統稱為「迅聯專案」，這是由國防部軍備局委由「國家中山科學研究院」研製的新一代艦載戰鬥系統。「迅聯專案」目標是研發一種開放式戰鬥管理系統，與船艦防空、水面、反潛、電戰及資料鏈路系統結合；「迅聯」系統透過海軍現有資料鏈路系統取得聯合作戰資訊，呈現在共同戰術圖像中，並可

15 黃敬平，〈幕後通資功能重 博勝案是臺美聯繫及軍情分享平臺〉，《今日新聞網》，2011 年 2 月 8 日，〈<https://www.nownews.com/news/20110208/563420>〉（檢索日期：2020 年 8 月 2 日）。

16 羅琪，〈臺軍陸海空情報共用不易 三大難題拖累「博勝案」〉，《中國網》，2010 年 3 月 20 日，〈http://big5.china.com.cn/military/txt/2010-03/20/content_19648158.htm〉（檢索日期：2020 年 8 月 2 日）。

17 洪哲政，〈指揮營級部隊不再只能喊破喉嚨 陸軍迅合專案曝光〉，《聯合新聞網》，2017 年 7 月 13 日，〈<https://video.udn.com/news/720082>〉（檢索日期：2020 年 8 月 2 日）。

18 洪哲政，〈目擊戰場看不見的聯兵營 神秘戰場管理系統驗證中〉，《聯合新聞網》，2020 年 7 月 16 日，〈<https://udn.com/news/story/10930/4706532>〉（檢索日期：2020 年 8 月 2 日）。

19 伍凡，〈中國積極準備對臺灣進行信息戰〉，《大紀元》，2004 年 12 月 7 日，〈<https://www.epochtimes.com/b5/4/12/7/n739408.htm>〉（檢索日期：2020 年 8 月 2 日）。

接受聯合作戰中心的指揮，執行聯合作戰任務。²⁰

(四) 空軍「強網系統」

「強網系統」即是空軍自動化防空作戰指揮系統，也是目前國軍實施聯合防空作戰的主要系統。由於換裝了先進的美製防空雷達系統，可對臺灣本島空域和中國大陸沿海 463 公里內的所有空中目標進行監控，同時可顯示 600 餘架目標，並可引導 150 架飛機實施攔截作戰，實現了從目標判斷到選擇作戰方案、下達作戰命令、指揮引導攔截等防空作戰過程的全自動化。²¹ 也就是說「強網系統」已具備對中國大陸內陸進行中、遠程探測的能力，也是國軍各系統中最為先進的 C3I 系統。該系統平時用於監控、識別空中目標，分發即時空中目標情勢，對在空任務飛機實行管制，確保飛機航行安全及實施搜救任務；戰時可擬製作戰方案，下達作戰命令，並對飛行部隊、防空飛彈部隊、防空砲兵部隊及戰管雷達部隊實施指揮管制。「強網系統」主要由地面雷達站、空中預警機、自動化指揮控制系統等組成，並利用先進的電腦系統把雷達陣地、空軍基地、防空飛彈部隊等作戰單位相鏈結，構成一體化的防空體系。到目前為止，已建立地下化空中作戰管制中心，並進一步完善了與國防部的「衡山系統」、陸軍的「陸資系統」、海軍的「大成系統」相互

聯網，簡化作戰指揮程序，縮短反應處置時間。空軍「強網系統」經過多年升級後，現今已改稱為「寰網系統」。²²

三、國軍 C4ISR 的缺陷分析

「博勝專案」的構建完成，使國軍能有效整合各式武器系統之戰力，大幅提升國軍實施三軍聯合作戰之能力。雖然我國的 C4ISR 系統的現代化程度和技術水準已明顯提升且達到世界水準，但從整體上看，我國軍的 C4ISR 系統仍有明顯的問題，而這些問題也將會在未來的臺海衝突中逐步暴露出來：

(一) 偵監設施大部暴露且易受攻擊

我國 C4ISR 系統中的對空及對海偵察之預警雷達多為固定站臺，大部分設施處於暴露且建立在高山或高地區域，共軍可透過衛星、空中或電子偵察等手段確定其坐標，戰時極易遭受反輻射或精準武器的攻擊。加上設施的抗毀性不強，以及抗干擾能力是否符合實戰要求？極容易因共軍的電子干擾而失去作用。

(二) 戰略資訊獲取受制他國

我國 C4ISR 系統中雖然裝備了不少先進的雷達，但其偵察效果、範圍受到許多限制。據媒體報導，空軍樂山長程預警雷達是我國耗資數百億建造與維護，但關鍵技術與操作仍由美方實際掌握操作。如軟體使用權利，仍屬美國政

府武器輸出管制法所管制之設備；另外如戰術終端機、閘道器、軍規裝備等保修，都需由美方派出技術代表提供後勤支援與技術服務。²³ 我國目前雖有自行研發的福爾摩沙衛星，但有些軍事情報不得不花大錢向西方國家購取戰略情報資訊，²⁴ 因此在關鍵時刻易受制他國。

(三) 系統智能化低且即時指揮決策難

在 C4ISR 系統中，決策支持系統是整個 C4ISR 系統實施作戰、贏得戰爭的根本。「衡山」系統是我國最大的數據資料庫，但僅能與旅級以上單位溝通，未能建立智能化的決策系統，由於智能性不強缺乏思維、判斷和決策能力，只能按預先編好的程序工作，一旦沒有人去操作或人員的工作狀態疏失下，將導致整個 C4ISR 系統無法運作；另一方面想要在各種情況下有效的對陸、海、空三軍統一即時指揮控制難度極大（由於臺灣本島地域狹小，防禦縱深短淺，若從「發現目標→情資傳遞→進行決策→命令下達→進入戰備→接戰目標」等作為上必需在短時間內完成恐極為困難）。再加上互通性不強，也使得各軍（兵）種之間、戰略戰術系統之間互通能力不能滿足需要。²⁵

(四) 電子戰設備少無法抵擋飽和攻擊

我國電子戰設備參差不齊，許多設備由於價格昂貴，未能配套引進，其作戰效益大打折扣。電子戰飛機雖經過幾次改裝，但輻射功率還是有限。地面部隊電子抗干擾能力較弱，在共軍運用各式電子戰裝備打擊下，難以有效發揮作用。

(五) 空中預警機缺乏安全防護措施

我國採購引進的「E-2T」與「E-2K」空中預警機除了擔任早期預警與航空管制外，也是我國海空、陸空一體作戰的指揮樞紐。但由於預警機在臺灣海峽或臺灣本島上空飛行時易遭共軍發現，也是遠程精準武器打擊的目標，由於飛行速度慢、自我防衛能力差，使得安全受到極大的威脅。

(六) 雷達難以發現追蹤戰術導彈

中、短程戰術導彈的射程大約在 1000 公里以內，其彈道高度可超過 200 公里以上，基本上已超出常規雷達的探測範圍，因此無法具備發現與追蹤戰術導彈的能力，在未來的臺海衝突中若僅依靠常規雷達的預警手段是很難提供戰術導彈的預警情報。我國雖然引進美國「鋪路爪」長程預警雷達其監控測距可達 3000 公里，但該雷達受限於地球曲率的關係，在彈道導彈初期發射時無法偵知，必需要等彈道導彈到達

20 洪哲政，〈中科院「迅聯專案」涉臺美聯戰資料鏈整合〉，《聯合新聞網》，2019 年 9 月 13 日，〈<https://udn.com/news/story/10930/4046211>〉（檢索日期：2020 年 8 月 2 日）。

21 同註 19。

22 呂炯昌，〈攔截共機寰網系統年故障 19 次！空軍編 4700 萬維修〉，《今日新聞網》，2019 年 4 月 15 日，〈<https://www.nownews.com/news/20190415/3325099/>〉（檢索日期：2020 年 8 月 2 日）。

23 洪哲政，〈臺美建構迅安聯戰系統十餘年 現在仍通不到衡山指揮所？〉，《聯合新聞網》，2018 年 10 月 21 日，〈<https://udn.com/news/story/10930/3433584>〉（檢索日期：2020 年 8 月 2 日）。

24 李潤田、李海元，〈加入美國監聽網絡 臺軍截收大陸衛星信號〉，《人民網》，2004 年 1 月 2 日，〈<http://www.people.com.cn/BIG5/junshi/2278643.html>〉（檢索日期：2020 年 8 月 2 日）。

25 呂禮詩，〈為臺灣軍力陷落診脈〉，《亞洲周刊》，2013 年 12 月 15 日，〈http://www.yzzk.com/cfm/content_archive.cfm?id=1386214756627&docissue=2013-49〉（檢索日期：2020 年 8 月 2 日）。陸軍 AH-64E 攻擊直升機雖具有多目標接戰能力、惡劣天候下的作戰能力、先進電戰防護能力與射後不理的地獄火飛彈，但戰術資訊無法透過「Link-16」鏈傳，亦無法與現有的 AH-1W 攻擊直升機構聯。

一定高度時才能發現，因此最初期的預警可能得靠美國通知。²⁶

（七）數據鏈未能普及空軍現役載臺

數據鏈是現代化軍事體系所不可或缺的核心技術之一部，可以固定鏈路之通信，也可以保持載臺移動之連結，可以把不同作戰平臺聯繫起來，並使各種資訊透過有組織的交換傳輸，實現海、陸、空一體化的作戰系統平臺。說起數據鏈，不得不提起美軍所發展的「Link-16」系統，這是個被北約及盟國軍隊所廣泛使用的數據鏈，是一種專門為支持戰術數據通信的軍事需要而設計的高效能鏈路系統。美軍的「Link-16」除用於陸、海、空通信外，還可在各種作戰平臺之間傳遞定位與識別訊息，提高了在海空作戰的遠程預警能力與聯合作戰能力。我國的「博勝專案」中曾把陸、海、空三軍的作戰平臺與載具納入安裝數據鏈「Link-16」系統，但因技術問題與種種原因，使得空軍「經國號」戰機與「幻象 2000」戰機至今仍未獲得美方同意釋出相關技術文件給我國，²⁷這也將影響空軍上述機種無法有效執行國軍聯合作戰之需求（缺乏軍種間互通的數據鏈，作戰能力將大打折扣）。

肆、國軍強化 C4ISR 系統之作為

共軍在國家主席習近平所奠定「強國夢」與「強軍夢」的戰略指導下國防及軍事現代化更朝機械化及資訊化方向建設，以期能夠打贏「信息化（資訊化）局部戰爭」，因此積極推動軍事改革與軍事現代化的建設。其信息（資訊）作戰之軟、硬體包括籌建網軍、組建天軍、陸、海、空、太等偵監系統、遠距離精準打擊武器、隱形與反隱形技術等，而新一代武器與 C4ISR 系統之資訊運用能量亦逐漸擴建當中，因此國軍必需強化現行的 C4ISR 系統來應對中共的軍事威脅。

一、當前的困境與挑戰

C4ISR 系統的建設是一種循序漸進、逐步發展的過程，期間必需投入相當的資源，如財力、技術、人力等方面。因此我國在「重層嚇阻」戰略的指導下，必需以資訊戰與電子戰為考量場景，以平戰時結合之理念，戮力建軍備戰強化我 C4ISR 系統，方能於臺海衝突關鍵戰役中能剋敵機先。然而國軍在 C4ISR 系統的規劃與執行上仍存窒礙難行之困境，亟待我政府高層重視。

（一）國防預算偏低

國家安全是國防必要的支出，但近年來我國國防預算占 GDP 比率未能達到 3% 的標準，雖然當前政府重視自我防衛能力，但仍然未達 3% 之

預期。由於我國政府致力於控制預算赤字，使得國防預算呈下降趨勢，但衡量國家財政吃緊、舉債不斷攀高，此一標準是否能夠持續維持實不樂觀。特別是我國面對中共軍事威脅始終存在，臺海情勢依然緊張，國軍重大軍事投資預算編列必需以國家安全為首要考量。因此政府必需檢討資源統籌分配，以維護我國家安全。

（二）對外採購困難

軍購武器裝備是我國高科技武器裝備的主要獲得來源，由於中共的壓力與阻擾的政治考量下，往往被列為國防的最高機密，而 C4ISR 系統重振需要適當投資採購新型裝備之建設尤所費不貲。由於我國國防預算緊縮，衝擊最鉅者為軍事採購；也在於我國外交孤立與困境，對外軍購更是不易。因此，我國必需達成內部的共識與團結，突破對外政治與外交困境，強化與友邦的安全合作關係，以獲得高科技防衛性武器或裝備。

（三）國防自主困境

我國由於科技實力不足，財力資源有限，高端裝備種類多投資大，本身需求小，外交孤立出口困難，無法有效達成經濟規模。以我國二代兵力整建計畫為例，主要包括「經國號」戰機、「成功級」飛彈巡防艦與「勇虎」戰車等，但關鍵技術如發動機、航電、武器系統等需從外國進口，尤其這些關鍵技術裝備是具有高度

政治敏感性的商品要進出口並不容易。而這些武器載臺都具有長期使用壽命，使得二代兵力整建計畫完成後，人員、設備無以為繼而置散，加上軍民通用並不如預期而無法形成產業外溢效果。²⁸

（四）軍種資源欠整合

我國傳統威脅概以非法侵入和領土爭議為主要，海、空軍將是面對最多威脅和處於前線之軍種。我國海軍目前依艦艇級別不同，均已配置「Link-16」系統，如紀德級、成功級、拉法葉級以及諾克斯級軍艦，可以進行艦對艦、艦對機及艦對陸岸設施（如雷達站）之間的戰術數據即時傳輸，至於飛彈巡邏艦及作戰支援艦艇則配置「Link-11」系統，目前僅能執行艦對艦功能。²⁹面對近年中共國防建設持續增長，共軍現代化腳步的日益加快，且已具備聯合作戰之能力，可以威嚇區域外大國的介入。然而我國國防預算卻呈逐年遞減的情況，產生陸、海、空三軍間的任務與預算排擠問題之現象，使得軍種之間出現矛盾。因此國防部應主導統籌，強化普及現有機艦與新造（購）機艦的戰術資訊傳輸鏈路系統功能，並逐步發展具有協同接戰能力（Cooperative Engagement Capability, CEC），³⁰即可透過空中預警機（海、空雷達站）將偵測到的目標資料傳送至各作戰單位或作戰載臺，隨時進行境外打擊（如

26 張國威，〈鋪路爪監控 初期預警得靠美〉，《中時電子報》，2017年9月17日，〈<http://www.chinatimes.com/newspapers/20170917000297-260119>〉（檢索日期：2020年8月2日）。

27 梅復興，〈新購的F-16 Block 70 戰機不容小覷（下篇）〉，《ETtoday 新聞網》，2019年7月26日，〈<https://forum.ettoday.net/news/1499061>〉（檢索日期：2020年8月2日）。

28 歐錫富，〈臺灣發展國防產業的困境〉，《蘋果日報電子報》，2016年11月21日，〈<https://tw.appledaily.com/headline/daily/20161121/37458874>〉（檢索日期：2020年8月2日）。

海、空軍之防空飛彈、攻艦飛彈與巡弋飛彈等)，達成「防衛固守，重層嚇阻」之目標。

二、國軍應有之作為

為達成「防衛固守、重層嚇阻」的新戰略目標，若僅以單一軍種作戰並無法有效發揮戰力，因此必需站在國防戰略的高度思維來整體規劃，尤其是未來的資訊化戰爭，具有目的有限、作戰速決、毀傷最小、空間多維、手段一體等特點。隨著高科技武器裝備的迅速發展及其在現代戰爭中的運用，C4ISR 系統成了現代戰爭的「神經中樞」，作戰載具及精準武器成了現代戰爭的「主戰兵器」，資訊及電子戰攻防裝備成為武器系統的「守護神」與「效能倍增器」。這三種軍事系統、武器與裝備已成為現代戰爭的三大角色，因此國軍礙於科技技術與財力資源的有限下可在這三大角色方面實施重點發展。

(一) 在 C4ISR 系統方面

1. 強化各軍資訊裝備與系統的鏈結

資訊與裝備發展中運用到的技術既與國家工業基礎相吻合，又能跟上日益發展的脚步，還能做到各軍通用，人員與載具資訊融合，以實現資訊與裝備的標準化、系統化與通用化。因

此國防部也將委託「國家中山科學研究院」將陸軍作戰部隊打造成數位化部隊，建構「人員攜行式」、「車載式」及「指揮所層級」三種模組化系統。在人員攜行式方面，則由最前線負責作戰或偵察士兵配備，他們將穿戴 360 度的擴增實境鏡頭、生理監測系統等裝置，除可讓現場指揮官瞭解戰場實境，連官兵傷亡及心理狀態，都可經此套系統回傳作戰指揮中心，供指揮官瞭解戰況。

除官兵穿戴裝置，陸軍現有的主戰裝備如「M60A3」、「CM11」等戰車、「CM21」、「M113」等裝甲運兵車及「M109」自走砲等裝備，也都將裝上數位化系統，以提升陸軍火炮射擊精準度，讓指揮官依當時戰況，直接下令前線戰車、火炮支援作戰官兵或直接摧毀敵軍。未來建構完成後，即可整合及接收國軍現有或建置中的情蒐與指管等系統及資安防護與監控系統，使作戰區、作戰分區、旅、營級指揮所共享情資，形成共同戰術圖像，可完全掌握敵軍攻防。預計 2021 年由駐守北部的第六軍團完成裝備，並逐步推廣到各作戰區。³¹ 未來必需逐次擴及三軍各部隊，透過有線、無線、衛星通訊的資料鏈結並分層別類的傳遞給每一架戰機或直升機

的飛行員、軍艦的艦長、戰車的車長，砲陣地的砲長及戰地指揮官，使其都能清楚明瞭敵我兵力佈署、部隊動態、戰場環境等情資。

2. 預警偵察多樣化與全方位警監系統

世界多數國家採以運輸機作為運載平臺，我國空軍也不例外，空軍以「C-130」運輸機改造成「C-130HE」作為我國電子作戰飛機。³² 一些國家還發展以直升機為平臺的預警機，³³ 由於直升機具備經濟實用、機動靈活等特性，特別適用於海軍艦隊對空預警，也可與其他預警機實施高、低空搭配使用，如圖 2 所示。此外先進國家還研製新型高性能小型化的預警雷達系統，並與其他的電子設備（如紅外線追蹤、電子干擾系統）安裝於吊（莢）艙內，³⁴ 可掛載於戰鬥機上並與其他戰機一起行動、編隊飛行，也可達到空中預警作用，如圖 3 所示。另一方面也可發展多用途無人機搭載預警系統，鏈結衛星、雷達與預警機，協助空中預警指揮任務。

由於臺灣本島地理條件所限，國軍作戰具有「預警短、縱深淺、決戰快、持續難」等特點，因此必需建立即時、高效的指揮系統來掌控戰場態勢以扭轉處於被動的局面。我國目前已初

步建立一個由雷達（「鋪路爪」長程預警雷達）、預警機（「E-2」空中預警機）和衛星（福爾摩沙衛星）組成的地面、空中和太空立體配置，區分近、中、遠程探測手段相結合的全方位預警系統。未來必需鏈結無人機、艦載雷達各式防空（反艦）武力以形成一體化的多維預警、偵察與攔截系統，也就是全方位的警戒監視網，以期有效探測臺海周邊各式戰機、船艦、飛彈等海空目標，儘早獲取預警資訊，以贏得更長的攔截反應時間。



圖 2 英國「海王」預警直升機示意圖

資料來源：李琨，〈英國新一代海上直升機載預警系統發展綜述〉，《搜狐網》，2017 年 10 月 6 日，〈http://www.sohu.com/a/196520917_610290〉（檢索日期：2020 年 8 月 2 日）。

29 羅添斌，〈臺美軍購 國造新艦將裝美 Link16 系統〉，《自由時報電子報》，2017 年 1 月 22 日，〈<https://news.ltn.com.tw/news/focus/paper/1073100>〉（檢索日期：2020 年 8 月 2 日）。

30 張豐麟，〈俄羅斯豬隊友給臺灣空軍的啟示〉，《上報電子報》，2019 年 1 月 31 日，〈https://www.upmedia.com/news_info.php?SerialNo=56680〉（檢索日期：2020 年 8 月 2 日）。美國的聯合作戰體系中，擁有協同作戰能力（Cooperative Engagement Capability, CEC）之功能，可大幅提升在混亂戰場的海空管制能力並有效減少誤擊事件的發生。我國自行研發的各式飛彈種類龐雜，更增加了戰時誤擊的可能性，因此強化三軍控管能力的重要性將不言而喻。

31 王焜華，〈國軍砸 23 億 造數位化部隊〉，《蘋果日報電子報》，2016 年 3 月 16 日，〈<https://tw.appledaily.com/new/realtime/20160316/817416/>〉（檢索日期：2020 年 8 月 2 日）。

32 王焜華，〈空軍最神秘天電戰機 陳月芳駕駛過〉，《蘋果日報電子報》，2016 年 5 月 15 日，〈<https://tw.appledaily.com/new/realtime/20160515/861822/>〉（檢索日期：2020 年 8 月 2 日）。

33 李琨，〈英國新一代海上直升機載預警系統發展綜述〉，《搜狐網》，2017 年 10 月 6 日，〈http://www.sohu.com/a/196520917_610290〉（檢索日期：2020 年 8 月 2 日）。

34 Tyler Rogoway, "Infrared Search And Track Systems And The Future Of The US Fighter Force," Foxtrot Alpha, March 26, 2015, 〈<https://foxtrotalpha.jalopnik.com/infrared-search-and-track-systems-and-the-future-of-the-1691441747/>〉（檢索日期：2020 年 8 月 2 日）。

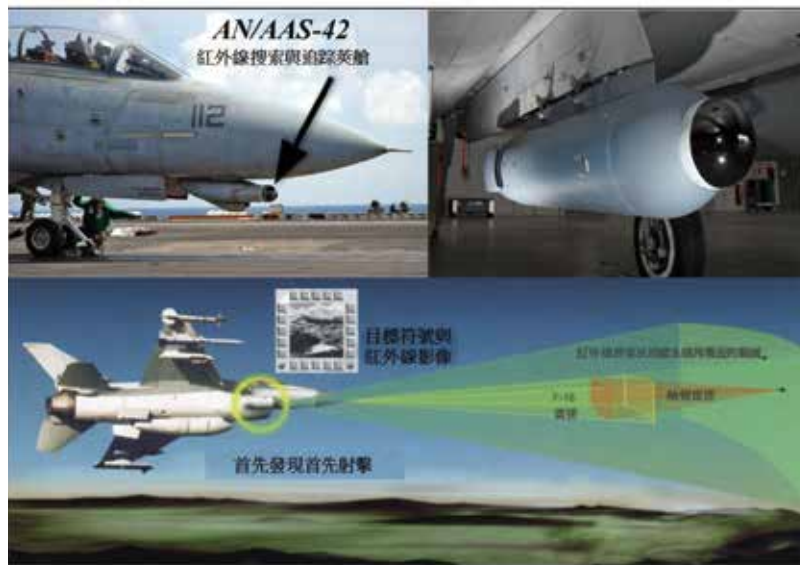


圖3 美國戰機搭載先進英艙示意圖

資料來源：

1. Tyler Rogoway, "Infrared Search And Track Systems And The Future Of The US Fighter Force," Foxtrot Alpha, March 26, 2015, <<https://foxtrotalpha.jalopnik.com/infrared-search-and-track-systems-and-the-future-of-the-1691441747>> (檢索日期：2020年8月2日)。

2. 作者翻譯繪製。

(二) 在作戰載具與精準武器方面

1. 廣續發展軍民通用之武器研製能量

由於發展高科技武器裝備價格昂貴，而我國在研製、開發和生產武器裝備的費用極為有限。因此必需結合國家各部會（機關）資源與民間產業能量，共同帶動國防產業發展，達成滿足我國防需求及創造經濟效能之雙贏目標。而國防工業與民生工業在技術發展與產品生產上要能一體化，確保軍民結合、平戰結合之原則。

「國家中山科學研究院」是我國三軍高科技和系統裝備研製的核心機構，該院成立於1969年，過去曾在「成功級」飛彈巡防艦及「經國號」戰機等海空軍用裝備、飛彈系統、電子戰系統的研發中發揮關鍵作用。雖然現階段已轉型為行政法人機構，也將聚焦於整合民間產業能量轉而投入國防科技與先進武器研製。

基於國際軍售的不確定因素、中共的干預抵

制及「國防自主」不能完全仰賴外購的因素考量下，對於重要、關鍵性的科技能量、武器技術仍必需自行開發、掌握，以免受制於他國。因此國防部必需強化與「國家中山科學研究院」的合作來提升國防科技能力、建立自主國防工業、拓展國防及軍民通用技術等雙贏目標邁進。由於武器裝備發展的許多關鍵技術主要來自民間產業（如電腦軟體、印刷電路、通信器材和先進材料技術等），而我國電子產業發展蓬勃，具體的硬體包括VR裝置、穿戴式產品、智慧汽車、機器人等產品；軟體的產品如物聯網、5G、行動服務、人工智慧等技術與服務也都順應而生。因此，國防部應持續關注民間企業及其技術、產業動態等，以便建立國防產業供應鏈，確保將最先進的技術即時引入武器裝備發展領域。

2. 發展各式不對稱武器與作戰載具

「嚇阻」與「防禦」何者應優先著重，及較能有效因應共軍的威脅，乃是我國家安全政策上所持續探討的焦點，因此有不少學者提出應思考發展「有限攻擊能力」來嚇阻中共。我國2017年國防報告書也指出國軍將依「防衛固守，重層嚇阻」之軍事戰略，武器系統發展將以「機動、隱匿、快速、價廉、量多、損小、效高」為方向，作為投資的重點，³⁵而重點發展精準打擊的不對稱武器，以提升整體作戰效益。不對稱武器負有打亂敵方作戰節奏之任務，以增加共軍進犯的困難度與不確定性，可爭取戰力重整以遂行抵抗反擊的時間。而國軍過去曾研製出性能優異、相對價廉的不對稱武器，如巡弋飛彈、攻艦飛彈、水雷等，未來除持續維持研製新一代反輻射飛彈外，無人飛行系統也將是另一研製要項。國軍應積極配置小型無人機到基層作戰單位，以強化國軍在資電作戰中戰場資訊的整合。如果能持續研究發展，國軍的無人機未來可以替代攻擊直升機的功能，成為戰場偵搜及打擊的主要力量。

另一方面，研製或採購可在敵第一擊突襲下存活的可恃戰力，如潛艦與垂直或短場起降戰機。我國期望獲得「F-35B」垂直起降戰機以改善機場跑道被攻擊後飛機起降的問題，該型戰機也具備隱形能力，可對中國大陸沿海軍事設

施造成威脅，但價格不菲而且維修及營運成本極高。而「F/A-18」戰機可通過隱形改進和強大電戰干擾手段，可以降低甚至於破解隱形戰機的優勢，且對於跑道的長度要求較小，可以降低機場跑道被攻擊後飛機起降的衝擊。³⁶我國建構（採購）新一代戰機將可執行雷達對抗、通信干擾和發射反輻射飛彈等任務，有利壓制敵人的空中優勢，尤其具有高機動性的隱形戰機搭載精準武器可實施對敵重要目標的突擊。另外必需尋求國內外廠商的協助與合作，改善現有戰機的隱形性能、戰機雷達航電的性能、視距外（空對空、空對地、空對海、防區外）的打擊能力以及空中加油設備的添置。³⁷

(三) 在資訊及電子戰攻防裝備方面

1. 持續建構（採購）電子戰攻防系統

由於共軍近年來大力提倡「科技強軍」的戰略指導與在「複雜電磁環境下打贏局部戰爭」之目標推動下，全面提升電子戰能力，現已具備奪取「局部制信息（資訊）權」進攻作戰能力及電磁頻譜管控能力，使得我國軍的電子戰能力已無優勢存在。加上國防財力與資源的有限下，無法全面提升技術與裝備水準，因此必需集中現有的人力、物力、財力在重要層面上研究開發關鍵技術與資訊裝備，才能有效提升國軍電子戰裝備的實戰水準。鑑於上述情況，

35 中華民國106年國防報告書編纂委員會，《中華民國106年國防報告書》（臺北：國防部，2017年12月），頁74。

36 劉暢，〈求購F-35無望臺灣準備在F-15與F/A-18中二選一？〉，《鳳凰網》，2018年2月13日，〈http://news.ifeng.com/a/20180213/56012654_0_shtml〉（檢索日期：2020年8月2日）。

37 蔡翼，〈另類觀點檢視臺灣本島防禦作戰〉，《臺北論壇》，2014年1月28日，〈<http://140.119.184.164/view/118.php>〉（檢索日期：2020年8月2日）。

國軍一方面要提升 C4ISR 系統的智能性、抗毀性和互通性，另一方面必需發展可對敵 C4ISR 系統造成癱瘓的殺手武器之研製，以期能加大嚇阻效能。

為因應共軍癱瘓我指管系統，我國也配合新一代雷達換裝，各型雷達都已陸續裝設「電子誘標系統」，以便能在遭遇反輻射飛彈攻擊時，能借由電子干擾等方式使飛彈偏離攻擊目標，提高在「第一擊」下的防護能力。另外自行研發的「天劍-2A」反輻射飛彈也與「IDF」戰機進行空電系統整合，可具備攻擊敵指管系統之能力，³⁸ 以及持續向美國爭取購買「AGM-88」高速反輻射飛彈掛載在「F-16」戰機上。³⁹ 另一方面，為反制中共所建構的「北斗衛星」系統，「國家中山科學研究院」也成功研發「單兵導航衛星干擾系統」、「衛星導航干擾系統」及「合成孔徑雷達衛星反制系統」，均以電子頻譜干擾方式讓飛彈無法命中目標，另可設置輔助導彈誘標系統讓共軍攻擊假目標，以降低我方設施傷損。⁴⁰ 未來電子對抗將擴展到電子干擾頻譜，因此我國必需發展多波道干擾技術並提高干擾功率，採用隱形、偽裝技術，此外

還需增強我方電子設備的電子反制能力。

2. 發展各式可癱瘓設備之電腦病毒

在軍事上，電腦病毒可作為新型電子戰應用手段，也是最經濟及最有效的方式。相較於傳統武器的研發與製造，電腦病毒及攻擊程式具備低成本、高效益及無限制等特點。由於網路的迅速發展下，其電腦病毒可以攻擊網電空間和所有外圍設備，包括電腦、PDA 與手機，其感染的載體具有磁片、USB、CD、DVD、網路、網站、電子郵件等。⁴¹ 以科索沃戰爭為例，以電腦病毒攻擊為重要手段的「網路戰」則更為激烈。「網路戰」是以電腦病毒攻擊、硬體摧毀等手段，對敵方資訊網路系統進行干擾、破壞、摧毀或控制，並以此影響、破壞以資訊網路為基礎的軍事系統及國家資訊基礎設施，同時保護我方以資訊網路為基礎的軍事系統及國家資訊基礎設施不受敵方類似行動影響的作戰行動。

戰爭期間美軍將大量病毒和欺騙性資訊輸入南聯盟電腦網路與通信系統，以阻塞其資訊傳播渠道；南盟軍駭客使用各種病毒進攻北約的指揮通信網路，導致北約通信陷入癱瘓。⁴² 因

此國軍應以此為借鏡，積極發展各式電腦病毒干擾或破壞敵方武器控制系統之中樞，使其指揮系統癱瘓或操作失靈的新型電子戰手段，並將資訊戰、駭客攻擊、網路攻擊等納入未來各項演習的範疇。其運用發展方向可朝利用電磁波及附屬系統進行傳播與擴散，尤其電子設備具有許多附屬設備，包括天線、電源系統、傳感系統與驅動系統等，而這些附屬設備直接或間接與主機相聯接且不具備抗病毒能力，因此研發可將電腦病毒藉由電磁波方式進入到敵方無線電接收機後在系統中擴散與蔓延。

3. 重視人才培訓與資訊保密安全

為了整合國軍現有資電作戰與民間能量，已於 2017 年 7 月 1 日編成「資通電軍指揮部」，整合陸、海、空三軍資通電能量，平時維護國軍各式資通電系統及防衛國防資訊網路，支援國家層級網際防禦為任務；戰時確保國軍指管網路、資訊安全及情監偵系統有效運作，捍衛國家安全。⁴³ 由於國軍強調資電建設的發展下使得專業與技術人才越顯得重要，不能只是把目光焦點放在資電裝備的更新上而忽略人才對作戰勝負產生關鍵性的作用，尤其資訊人才培育（訓）、證照等相關問題皆需透過跨界整合方能解決。為培育「熟悉資訊技術、明瞭管理理念、發展資訊系統、提升資訊應用」之國軍基層資管人才，以支援國軍資管系統發展及國軍資訊基礎建設之需要，在人才的培育（訓）

上可鏈結政府機關如教育部與經濟部，結合國內大學院校的教學能量，培養實務應用人才，提供國軍各項資電人才之所需。

另一方面，在未來的資訊化戰爭中，敵我雙方為爭取資電優勢將會競爭激烈，而資訊安全保密將至關重要。由於各式資訊洪流透過傳播媒體流動於人與人、國與國之間，不論是平板電腦、智慧手機，都為我們日常生活帶來便利及豐富精采的資訊洗禮之同時，國軍應更加提防軍事機密與安全防護上可能的漏洞，除了通信保密、文書保密外，新型態的網際網路保密問題更應重視，諸如網際交談、電子郵件等衍生許多安全漏洞。因此國軍各單位在資訊設備運用日趨廣泛之際，更應著重於駭客入侵、病毒擴散與資料安全等問題之防範，強化資安保密紀律以維國軍資訊安全。

伍、結論與建議

一、結論

指揮、控制、通信、計算機、情報、監視與偵察，即 C4ISR 系統對我國來說至關重要。強化該系統不僅可以應付來自中共的軍事威脅，在災害搶救方面也能發揮重要作用。近年來國軍積極推動「博勝專案」建構戰場資訊化下，目前已實現聯合作戰指揮、數據鏈及網路整合工作，提供三軍共通戰術圖像的分享及聯合作戰指管能力已初具成效，未來可針對戰爭型態

38 子木，〈美助臺組電戰部隊 妄擁攻擊大陸能力〉，《中國網》，2003 年 3 月 21 日，〈<http://big5.china.com.cn/chinese/junshi/297552.htm>〉（檢索日期：2020 年 8 月 2 日）。

39 洪哲政，〈國防部長：我對美採購高速反輻射飛彈政策不變〉，《聯合新聞網》，2017 年 9 月 26 日，〈<https://udn.com/news/story/6656/2724601>〉（檢索日期：2020 年 8 月 2 日）。

40 王焜華，〈臺製干擾車 癱瘓中共北斗衛星〉，《蘋果日報電子報》，2017 年 3 月 13 日，〈<https://tw.appledaily.com/headline/daily/20170313/37581173>〉（檢索日期：2020 年 8 月 2 日）。

41 文徹 (Daniel Ventre) 著，胡生亮、賀靜波、劉忠、王旭東、卞小林、李軻譯，《信息戰》（北京：國防工業出版社，2013 年 5 月），頁 162-163。

42 吳敏文、楊鐵虎，〈美軍為何青睞計算機病毒武器？〉，《人民網》，2005 年 1 月 19 日，〈<http://www.people.com.cn/BIG5/junshi/1078/3131196.html>〉（檢索日期：2020 年 8 月 2 日）。

43 同註 35，頁 61。

與作戰需求，有效遂行戰場管理。雖然美軍針對境外作戰需求下已從 C4ISR 系統基礎上發展成 C4KISR 系統，由於我國與美國在戰略、戰術、文化與裝備等方面存在很大的差異，如果我國只是一昧盲從仿效美國的作戰理論將無法達到所需。畢竟美軍是對本土以外使用武力，而國軍是保衛自己的家園。

國軍面對「首戰即是決戰」下，必需建構有效率的防禦力量。首先，必需強化 C4ISR 系統，及早掌握敵方動態，透過網路通信的整合平臺，進行有效的戰場指揮管理。如果無法看到敵軍來襲的動向、無法監控戰場景況、沒有即時通訊來調度兵力、無法進行即時性的指揮作戰、無法協調各軍（兵）種聯合（協同）作戰，在作戰節奏極為迅速的現代化戰爭當中，只能處於被動挨打的局面（就如同本研究例舉兩場戰爭為例）；第二，C4ISR 系統必需採軟硬殺結合為手段，軟殺即為資訊與電子戰等系統裝備，硬殺即為作戰載具與精準武器。攻擊是最積極有效的防禦策略，也符合現階段「重層嚇阻」的概念。面對中共的現代化軍力威脅，發展攻勢武器將是「嚇阻」的必要手段，可對共軍沿海重要的軍事目標實施打擊，提升防禦作戰的勝算。因此除「國防自主」有關的飛機與船艦載具等硬體外，應將軟殺正視並列為我國武器裝備研發的重點，避免一味「以載具為中心」的龐大軍事投資。

二、建議

研究發現，現階段國軍部隊在資訊共享與數位化指揮領域上仍有很大的缺口，尤其在戰時容易受到強烈電子干擾和電子欺騙的環境下，要有效掌握戰場態勢及時作出決策勢必困難。各軍種雖有建立各自的資訊鏈且已藉由「博勝專案」加以整合，但相互之間的構聯仍有缺陷，對三軍統一指揮機制造成影響，這也將影響聯合作戰效能。因此必需積極建構所有通信與資訊資源，整合三軍戰力為目標的聯合指揮管理機制。國軍在建立 C4ISR 的優勢上，首先應從全面監偵、網路節點管理，掌控全軍資訊安全交換與傳輸，構建通資網路安全防護網；蒐集各種病毒種類與分類，研發關鍵技術，構建有效的電子戰武器，建立資電作戰能量；第三，精進戰情、防空與戰管、各級戰情，應結合 C4ISR 系統整合，建立智能化指揮管制系統，以符合現代化作戰需求。

參考資料

一、中文部分

（一）專書

- 中華民國 106 年國防報告書編纂委員會，2017/12。《中華民國 106 年國防報告書》。臺北：國防部。
- 尹亞蘭，2014/7。《戰術數據鏈技術及在聯合作戰中的運用》。北京：國防工業出版社。
- 周獻中、鄭華利、田衛萍、梁維泰，2012/9。《指揮自動化系統輔助決策技術》。北京：國防工業出版社。

（二）專書譯著

- 文 (Daniel Ventre) 著，胡生亮、賀靜波、劉忠、王旭東、卞小林、李軻譯，2013/5。《信息戰》。北京：國防工業出版社。
- 湯瑪士·基尼 (Thomas A. Keaney)、艾略特·柯漢 (Eliot A. Cohen) 等著，楊連仲譯，2002/1。《波灣空戰掀起戰爭革命？》。臺北：國防部史政編譯局。

（三）期刊論文

- 周家波、史良勇，2007/4。《美軍綜合電子信息系統的發展與啟示》，《雷達與電子戰》，第 4 期，頁 22-27。

- 周美珍、譚紹杰，2003/3。《美軍全球指揮控制系統發展現狀和能力》，《現代電子工程》，第 3 期，頁 13-19。
- 岳松堂、王軍良，2007/9。《從 C4ISR 到 GIG 再到 C4KISR：美軍綜合電子信息系統未來發展綜述》，《國外坦克》，第 9 期，頁 11-14。
- 蔡輝榮、吳宗禮，2007。《面對資訊作戰之準備、發展與落實》，《資通安全專論》，頁 1-27。
- 錢高陞，2003/4。《歷代戰爭中電子戰史實與評析》，《空軍學術月刊》，第 557 期，頁 46-64。

（四）網際網路

- 子木，2003/3/21。《美助臺組電戰部隊 妄擁有攻擊大陸能力》，《中國網》，〈<http://big5.china.com.cn/chinese/junshi/297552.htm>〉。
- 王焯華，2016/3/16。《國軍砸 23 億 造數位化部隊》，《蘋果日報電子報》，〈<https://tw.appledaily.com/new/realtime/20160316/817416/>〉。
- 王焯華，2016/5/15。《空軍最神秘天干電戰機 陳月芳駕駛過》，《蘋果日報電子報》，〈<https://tw.appledaily.com/new/realtime/20160515/861822/>〉。
- 王焯華，2017/3/13。《臺製干擾車 癱瘓中共北斗衛星》，《蘋果日報電子報》，〈<https://tw.appledaily.com/headline/daily/20170313/37581173>〉。
- 李琨，2017/10/6。《英國新一代海上直升機載預警系統發展綜述》，《搜狐網》，〈http://www.sohu.com/a/196520917_610290〉。
- 李潤田、李海元，2004/1/2。《加入美國監聽網絡 臺軍載收大陸衛星信號》，《人民網》，〈<http://www.people.com.cn/BIG5/junshi/2278643.html>〉。
- 李海元，2004/6/15。《人類歷史上第一場電子戰》，《人民網》，〈<http://www.people.com.cn/BIG5/junshi/1078/2571447.html>〉。
- 伍凡，2004/12/7。《中國積極準備對臺灣進行信息戰》，《大紀元》，〈<https://www.epochtimes.com/b5/4/12/7/n739408.htm>〉。
- 呂禮詩，2013/12/15。《為臺灣軍力陷落診脈》，《亞洲周刊》，〈http://www.yzsk.com/cfm/content_archive.cfm?id=1386214756627&ddocissue=2013-49〉。
- 呂炯昌，2019/4/15。《攔截共機網系統年故障 19 次！空軍編 4700 萬維修》，《今日新聞網》，〈<https://www.nownews.com/news/20190415/3325099/>〉。
- 呂欣德，2018/10/21。《國防部：迅安系統已與衡指所完成通聯》，《中央通訊社》，〈<https://www.cna.com.tw/news/aip/201810210058.aspx>〉。
- 邱榮守，2018/10/2。《因應灰區侵略 美電磁戰重獲優勢 (上)》，《青年日報電子報》，〈<https://www.ydn.com.tw/News/307321>〉。
- 吳敏文、楊鐵虎，2005/1/19。《美軍為何青睞計算機病毒武器？》，《人民網》，〈<http://www.people.com.cn/BIG5/junshi/1078/3131196.html>〉。
- 洪哲政，2017/9/26。《國防部長：我對美採購高速反輻射飛彈政策不變》，《聯合新聞網》，〈<https://udn.com/news/story/6656/2724601>〉。
- 洪哲政，2018/10/21。《臺美建構迅安聯戰系統十餘年 現在仍通不到衡山指揮所？》，《聯合新聞網》，〈<https://udn.com/>

[news/story/10930/3433584](https://udn.com/news/story/10930/3433584)〉。

洪哲政，2017/7/13。《指揮營級部隊不再只能喊破喉嚨 陸軍迅安專案曝光》，《聯合新聞網》，〈<https://video.udn.com/news/720082>〉。

洪哲政，2020/7/16。《目擊戰場看不見的聯兵營 神秘戰場管理系統驗證中》，《聯合新聞網》，〈<https://udn.com/news/story/10930/4706532>〉。

洪哲政，2019/9/13。《中科院「迅聯專案」 涉臺美聯戰資料鏈整合》，《聯合新聞網》，〈<https://udn.com/news/story/10930/4046211>〉。

張國威，2017/9/17。《鋪路爪監控 初期預警得靠美》，《中時電子報》，〈<http://www.chinatimes.com/newspapers/20170917000297-260119>〉。

張豐麟，2019/1/31。《俄羅斯豬隊友給臺灣空軍的啟示》，《上報電子報》，〈https://www.upmedia.mg/news_info.php?SerialNo=56680〉。

黃敬平，2011/2/8。《幕後 / 通資功能重 博勝案是臺美聯繫及軍情分享平臺》，《今日新聞網》，〈<https://www.nownews.com/news/20110208/563420>〉。

歐錫富，2016/11/21。《臺灣發展國防產業的困境》，《蘋果日報電子報》，〈<https://tw.appledaily.com/headline/daily/20161121/37458874>〉。

劉暢，2018/2/13。《求購 F-35 無望 臺灣準備在 F-15 與 F/A-18 中二選一？》，《鳳凰網》，〈http://news.ifeng.com/a/20180213/56012654_0_shtml〉。

蔡翼，2014/1/28。《另類觀點檢視臺灣本島防禦作戰》，《臺北論壇》，〈<http://140.119.184.164/view/118.php>〉。

羅琪，2010/3/20。《臺軍陸海空情報共用不易 三大難題拖累「博勝案」》，《中國網》，〈http://big5.china.com.cn/military/txt/2010-03/20/content_19648158.htm〉。

羅添斌，2017/1/22。《臺美軍購 國造新艦將裝美 Link16 系統》，《自由時報電子報》，〈<https://news.ltn.com.tw/news/focus/paper/1073100>〉。

梅復興，2019/7/26。《新購的 F-16 Block 70 戰機不容小覷 (下篇)》，《ETtoday 新聞網》，〈<https://forum.ettoday.net/news/1499061>〉。

二、外文部分

（一）專書

John F. Jacobs, 1986. The SAGE Air Defense System: A Personal History. Bedford, Mass.: MITRE Corporation.

（二）期刊論文

Jan Drent, 2003/7. "Confrontation in the Sargasso Sea: Soviet Submarines During the Cuban Missile Crisis," The Northern Mariner, Vol. 13, No. 3, pp. 1-19.

（三）網際網路

Tyler Rogoway, 2015/3/26. "Infrared Search And Track Systems And The Future Of The US Fighter Force," Foxtrot Alpha, 〈<https://foxtrotalpha.jalopnik.com/infrared-search-and-track-systems-and-the-future-of-the-1691441747>〉。