

淺談美國軍事各面向的革新

賀增原、洪既珍

提要

- 一、隨著1991年12月25日前蘇聯解體，象徵冷戰結束，也使得美國成為唯一大國；但是美國本土於2001年9月11日遭受911攻擊事件，使得美國國會質疑軍事事務是否有革新的必要，其獲得武器需求已經從任務需求，更新為能力差距（戰力間隙）；武器獲得的各階段也做適度的調整。
- 二、美國經常從事各種不同軍事行動，從軍事行動中修正作戰思維，並且檢討從聯合作戰，發展至多域戰、全域戰，其作戰概念已經將傳統“物理域”，即所謂“陸、海、空、天”一般稱為“聯合作戰”，擴展至“功能域”，即所謂：資訊戰、認知域、社會域、生物域、網路攻防、電子戰、情報戰、輿論戰、宣傳戰等，美軍擺脫單純以武力在空間上消滅對方，而是藉由不同功能鋪天蓋地的打擊敵人、解決衝突。
- 三、伴隨著人工智慧科技日新月異，最新武器的設計已經擺脫以人為中心的載具系統，依照不同攻擊、偵蒐、分析、決策等功能，如同馬賽克一般地自適應調整戰場環境的變化，作更彈性的運用，已經成為美國武器系統不斷測試發展最新趨勢。

關鍵詞：能力差距、多域戰、全域戰、馬賽克戰

圖片來源：青年日報



前言

回顧人類的戰爭史，莫不是運用軍事力量從物理空間中，迫使敵人失去反擊能力，例如：攻佔敵人島嶼或者領土；但是除此之外，是否有演化出其他的形式？逼使對方心生恐懼，達到不戰而屈人之兵。美國經年從事各種不同軍事行動，且從軍事行動中修正作戰思維，並且將戰場中或者恐怖攻擊中獲得實際經驗，進一步檢討這些原因，修改至武器獲得流程、戰略模式、以及教育訓練準則中，以使其軍人可以運用最新的武器、戰術、戰法，以迎接未來不可知的戰役降低軍事衝突。然而根據近期發生的以巴衝突，全球第一場 AI 戰爭已經出現，無人機的攻擊模式也發生於此次俄烏戰爭，因此參考美國軍事各面向的革新，以作為我國軍面臨中國大陸龐大軍事威嚇的參考方向。

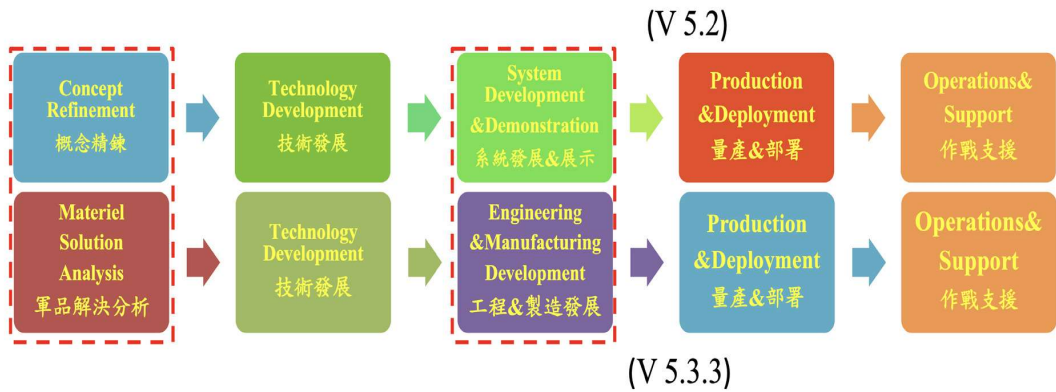
本文對於美軍於戰場中的演化整理為三個段落，分別詳述如下：

一、美軍武器獲得流程改變

隨著1991年12月25日前蘇聯解體，象徵冷戰的結束，也使得美國成為唯一的大國；但是美國本土於2001年9月11日遭受911攻擊事件，使得美國國會質疑軍事事務是否有革新的必要，迫使美國轉向注意國土安全、反恐戰爭及全球整體作戰。隨後美國將2005年8月武獲流程5.2

版「整合國防獲得、科技及後勤全壽期管理架構 (Integrated Defense Acquisition, Technology, and Logistics Life Cycle Management Framework)」於2009年1月修改為最新武獲流程5.3.3版，名為「整合國防獲得、科技及後勤全壽期管理系統 (Integrated Defense Acquisition, Technology, and Logistics Life Cycle Management System)」，兩種不同版本各階段差異如圖一所示。

(一) 各階段的流程僅作程序上的修改，例如：第5.2版第一階段「概念精鍊」(Concept Refinement Phase) 修改成5.3.3版「軍品解決分析」(Materiel Solution Analysis)，此處“materiel”是指軍品，例如：戰機、軍艦或者戰車；然而常用的“material”通指材料，例如：鋁、鋼等。此階段修改的原因在於早期武獲流程注重任務以及作戰環境，911事件造成美國國土防衛缺陷與恐怖組織多元攻擊，因此將2003年「任務需求說明書」(Mission Needs Statement, MNS) 改為針對能力差距 (或者稱戰力間隙) (Capabilities Gaps) 產生「初始能力文件」(Initial Capabilities Document, ICD)；並將原先「作戰需求文件」(Operational Requirements Document, ORD) 改為支援評審點B (Mile-



圖一 整合國防獲得、科技及後勤全壽期管理差異

圖片來源：作者整理自美國國防獲得大學 (Defense Acquisition University, DAU)

stone B) 的「能力發展文件」(Capabilities Development Document, CDD) 與支援評審點C (Milestone C) 的「能力生產文件」(Capabilities Production Document, CPD)；簡而言之，美軍將傳統的“任務需求”依據作戰的被動模式，改為依據“戰力間隙”主動模式，並且以能力（戰力）為主軸貫穿整個武獲的流程，透過戰力間隙尋獲適當的武器系統，不僅可

以快速反應即時的需求，也可以將國防預算武器獲得的投資做最佳化投資，參考與整理美國國防獲得大學的資料，可以發覺現今武器系統的獲得已經與以往不同如表一所示：

(二) 武獲第三階段舊版的「系統發展與展示」(System Development and Demonstration) 修改為「工程與製造發展」(Engineering and Manufacturing Development)；此處系統是指由

表一 武器系統獲得的差異

武器差異	武器發展	武器型式	技術	任務	規格
以往武器	多數新武器	核子武器	技術發展	特殊任務	獨特軍規
現今武器	少數新武器；改良現有武器	傳統武器	技術嵌入	聯戰計畫	商業規格

資料來源：整理DAU資料

多種不同單元，包括硬體、軟體、韌體、人員、資訊、技術、設施、服務和其他支援元件所組成而能共同執行某一特定功能或任務組合體；工程則是指針對計畫目標或任務要求所進行的設計、製造、測試、驗證、可行性分析等全部的科學與技術行為。¹ 由以上的解釋可以瞭解美國在面臨二十一世紀的恐怖攻擊或者軍事行動，其武器系統的獲得流程應用範圍更加擴大，不會僅僅侷限於發展武器系統、受限長久的研發時間、耗費不貲的測試經費，促使美軍可以應用的武器更加彈性。

二、美軍戰略思維的改變

美國於2011年11月，擔任美軍參謀長聯席會議主席馬丁·愛德華·鄧普西（Martin Edward Dempsey）陸軍上將在軍事訓練協調委員會中提出一個問題：“‘聯合作戰’概念隨後是什麼戰略思維？”² 美國每年均在世界各地展開不同型式的軍事行動，在面臨先進資訊技術不斷更新的作戰環境下，單憑物理域的作戰空間已不足以面對資訊快速且巨大的變化。

美國陸軍於2016年11月，其陸軍訓練與準則司令部正式將“多域戰”（Multi-Domain Battle）概念列入《ADP-3》教則中，旨在推動陸軍由傳統陸地向海洋、空中、太空、網路與電磁空間拓展，最終形成一域作戰、多域聯合支援的效果。³

根據2017年《聯合出版物3-0：聯合作戰》的定義，整體作戰環境（Operational Environment）是「由影響聯合能力使用和指揮官決策的各種可變因素、情況、影響等組成的，包括空域、陸域、海域、太空域等物理域，資訊環境（含網路空間），電磁頻譜，以及其他與具體的聯合作戰有關的，包括敵對的、友好的、中立的政治、軍事、經濟、社會、資訊、基礎設施等各種系統，這些系統的性質及相互作用，將影響指揮官如何計畫、組織、實施聯合作戰」。⁴

美軍先後將多域戰鬥（Multi-Domain Battle）擴大為多域作戰（Multi-Domain Operation）甚至到全域作戰（All-Domain Operation），此處戰鬥（battle）與作戰（operation）有何差異呢？戰鬥（battle）一般是在戰場上，依據準則所執行的

1 傅鶴齡，《系統工程概論》（臺中市：滄海書局，民國96年8月），頁12-17。

2 張宏軍、黃百喬、鞠鴻彬，〈“多域戰”美軍作戰概念新思考〉《艦船知識》，總第485期，2020年2月，頁56-59。

3 熊偉，〈大數據、城市、灰色與智能化作戰〉，《兵器知識》，2020年5期，頁14-19。

4 軍事新聞，〈探析「多域戰」概念中的「域」〉，每日頭條，<https://kknews.cc/military/56kxnjl.html>，檢索日期：民國111年2月24日。

戰技、戰術或者戰法；而擴大至作戰（operation）則是指部署軍事行動開始規劃、運籌、兵棋推演、乃至於執行軍事行動；此段與第二章利用武器系統去執行軍事任務，變更為整體的考量，從能力差距，利用工程上的技術尋找出軍品解決方案是同樣的情況，其最主要皆在於化被動為主動，能夠更快速反應與打擊。然而，美國國防部長馬克艾斯培（Mark Esper）在2019年指示為全域戰所創建新聯合作戰概念，此全域是指陸、海、空、太空、網路與電磁頻譜，全域作戰則增加太空與網路領域的指揮官，如圖二所示，可以在任何危機與衝突中，在這兩個領域中指揮作戰。⁵ 其實全領域的作戰概念不僅是有形的武器系統投射，即傳統上所謂陸域、海域、空域、太空域（物理域），另外包含有無形的武器，例如：輿論、網路（資訊域）、認知、生化等（功能域），全域戰除了傳統作戰計畫外，當出現強度尚未到達軍事程度，例如：恐怖攻擊、網路攻擊、生化事件，這些危機均可以由軍隊去執行，

此也正說明將任務需求更改為能力差距（戰力間隙）更具彈性的作法。

另外文章內所提到的“電磁頻譜”可以用兩個方向來說明：一是隨著科技的進步，人們運用不同頻譜來提供全面軍事攻擊能力；從用低頻段無線電通信的水下潛艇，到用微波通信的武器系統（如飛機、衛星、陸地部隊、艦艇），還有使用紅外線的技術去搜索、探測敵方的動態，當前武器系統幾乎都依賴電磁頻譜；⁶ 二是美軍現今作戰環境不斷來自於以中、俄為首的挑戰，當其高度依賴網路與衛星通信，來進行部隊的聯合作戰，中、俄便有機會發展對太空、網路和電磁頻譜的干擾能力，以期能挫敗美軍的行動。所以為了應對此種挑戰，美軍近年來發展「低至零功率」新型作戰概念，透過「無發射源模式」（non-emissive mode）或者是低截獲率的技術，通過分布不同位置的作戰平臺，以無源偵測或多地探測方式，在降低被偵測機率下，定位對手的電磁發射源，並進行干擾反制。⁷ 因此電磁頻譜的兩個方向，

5 舒孝煌，〈美國陸海空軍推動全領域作戰合作〉，《國防安全雙周報》，<https://indsr.org.tw/tw/Download/1/%E5%9C%8B%E9%98%B2%E5%AE%89%E5%85%A8%E9%9B%99%E9%80%B1%E5%A0%B1?page=6>，檢索日期：民國111年2月27日。

6 軍事新聞，〈美國電磁頻譜的軍事應用綜述〉，每日頭條，<https://kknews.cc/military/qxparpo.html>，檢索日期：民國111年3月3日。

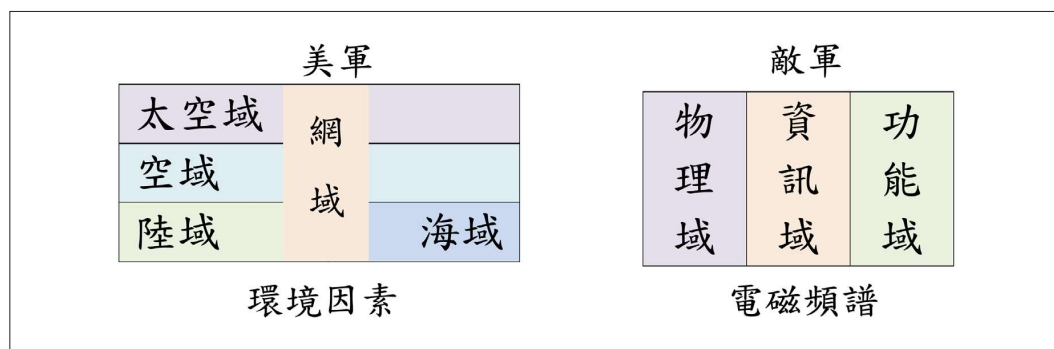
7 謝沛學，〈美國國防部電磁頻譜戰略走向〉，《國防安全雙周報》，<https://indsr.org.tw/tw/Download/1/%E5%9C%8B%E9%98%B2%E5%AE%89%E5%85%A8%E9%9B%99%E9%80%B1%E5%A0%B1?page=5>，檢索日期：民國111年3月3日。

一個是利用頻譜中的特性去發展新技術的武器系統，另一個是想方設法減少對手的干涉。

三、美軍無人系統的運用

發表於美國海軍學院《行動》會刊，AI專家揭密「新世代作戰技術」短短幾分鐘就能逼美國艦長下令棄船，首先網攻，破壞艦上感測器，將防禦系統隔絕在外，幾乎癱瘓整艘艦艇，隨之而來是一大群無人機致使艦長決定棄船。⁸

美國海軍陸戰隊決定於遠征部署時，取消主力戰車隨行；戰車是由英國人率先發明的武器系統，但也是英國人首先在打擊部隊中刪除主力戰車的編制，為何會作這些戰術上的改變？⁹其實根據參考資料，^{10、11}主力戰車編制的刪除主要原因有兩個：（一）來自戰場上主力戰車的威脅：無人機、戰機、直升機、敵人裝甲部隊、伏雷與爆裂物；¹²雖然戰車上有主動防護系統（Active Protection System，



圖二 敵我雙方對整體作戰環境的描述

圖片來源：作者整理自美軍聯合出版物3-0：聯合作戰

- 8 埃米爾·侯賽因／溫力秦譯，《AI創世紀：即將來臨的超級人工智慧時代》（臺北市：寶鼎，2018年11月2日）。
- 9 賀增原、陳志沛、黃景裕，〈運用系統思考探討戰車發展脈絡〉，《新新季刊》，第47卷第3期，民國108年7月，頁176-184。
- 10 紀永添，〈臺灣買M1A2主力戰車是對的嗎？〉，《上報》，<https://today.line.me/tw/v2/article/eEyOnn>，檢索日期：民國111年3月3日。
- 11 魯涅夫，〈戰車無用論的反思—淺論島嶼作戰中輪砲車與主戰車優劣〉，《全球防衛雜誌》，第48卷第5期，2009年5月，頁88-95。
- 12 A. H. Rahman, A. M. Shaik, J. R. Kumar, V. Balaguru, and P. Sivakumar, “Design Configuration of a Generation Next Main Battle Tank for Future Combat”, Defense Science Journal, Vol. 67, No.4, p.343-353, 2017.

APS) 與被動爆炸反應裝甲 (Explosive Reactive Armor, ERA)，但仍然解決不了戰車頂攻的奇襲；(二) 為適應戰場環境的多變，以及科技不斷創新，主力戰車編制的刪除，逐漸採用輕型戰車的快速機動性 (如圖三)，與各式無人載具來執行偵蒐、攻擊與後勤等戰鬥任務。

美國國防高等研究計畫署 (The Defense Advanced Research Projects Agency, DARPA) 在2018年9月其60周年研討會全面推動馬賽克作戰概念，¹³其戰

略技術辦公室主任博恩斯曾用一個例子說明，當進行空戰，並且是由戰鬥飛行員與無人機編隊，無人機當中，第1架負責執行雷達干擾或其他電子戰任務；第2架掛載武器；第3架掛載傳感器；第4架執行欺敵任務；如此一來戰鬥飛行員駕駛四架與無人機四架，敵人雷達上將出現八架飛機，同時也無法判斷其特性。具體而言，馬賽克戰具有兩項基本特徵：(一) 分散化配置、模組化編配；(二) 敏捷反應、靈活編組的兵力運用謀式。同時，馬賽克戰可



圖三 輕型戰車具快速機動性

圖片來源：中時新聞網¹⁴

13 李磊、蔣琪、王彤，〈美國馬賽克戰分析〉，《戰術導彈技術》，第6期，2019年，頁108-114。

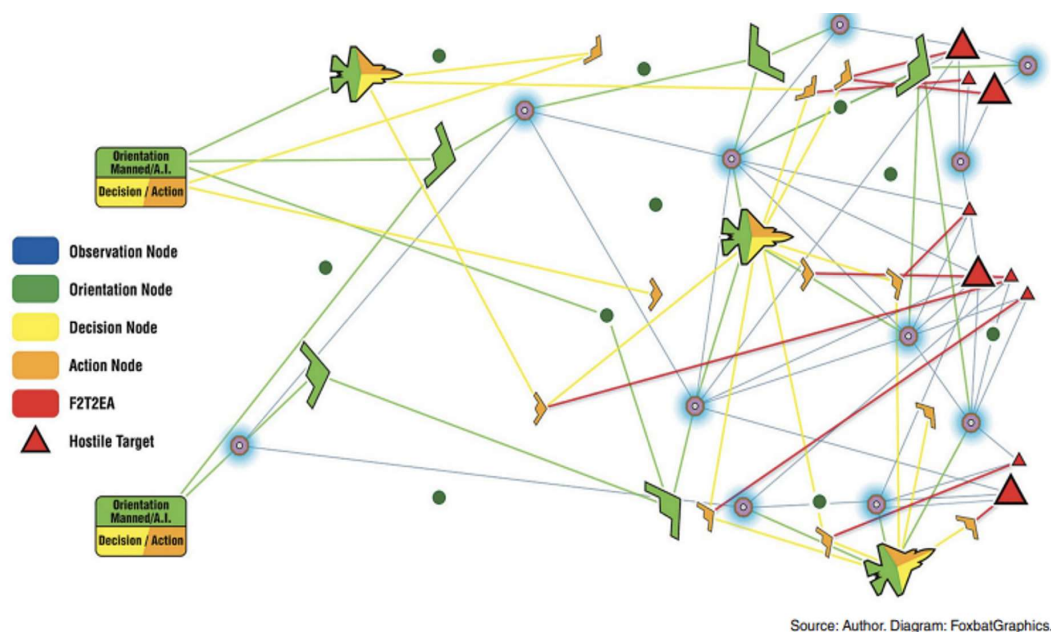
14 盧伯華，〈陸新15式輕坦克，穿甲彈號稱對付臺版M1A2T〉，《中時新聞網》，<https://www.chinatimes.com/realtimenews/20190724004161-260417?chdtv>，檢索日期：民國111年5月3日。

以解決以下三點：（一）傳統昂貴的作戰平臺與易毀性；（二）科技發展太快與傳統武獲時程太久；（三）傳統武器過度依賴集中指揮控制結構。所以美國需要發展自主系統與無人系統，當遭遇指揮鏈路被切斷的情況下，依然具有獨立作戰能力。¹⁵所以在馬賽克戰中的規劃，系統會依照不同攻擊、偵蒐、分析、決策等功能，如同馬賽克一般地自適應調整戰場環境的變化，作更彈性地運用與部署如圖四所示。圖

四中各顏色的區塊分別代表的意思如下：藍色代表偵查節點、綠色代表方位節點、黃色代表決策節點、橙色代表行動節點、紅色（F2T2EA）代表空戰場殺傷鏈（發現（Find）、定位（Fix）、追蹤（Track）、目標（Target）、交戰（Engage）、評估（Assess）、紅色三角形代表敵對目標。

四、結語

本文嘗試探討美軍近幾年來在武器獲得、軍事戰略、科技運用下武器系統的



圖四 各武器系統所具有功能示意圖¹⁶

圖片來源：The Mitchell Institute for Aerospace Studies

15 杜燕波、呂偉，〈“馬賽克戰”，量身打造大國間高端戰爭〉，《領導文萃》，2021年6期，2021年4月，頁4-8。

16 Lt Gen David Deptula & Heather Penney, RESTORING AMERICA'S MILITARY COMPETITIVENESS: Mosaic Warfare, P.31.

創新，分別簡述其發展過程與設法將彼此之間的關聯串連起來，雖然文中的主題是美國軍事事務的革新，但是參考有關的資料，例如本文參考文獻〔2〕、〔3〕、〔13〕、〔15〕可以發覺中國大陸投入大量的人力、時間去研究相關的資訊，基於這個理由，撰寫本文提供給國軍參考，讓國軍可以瞭解當前的戰爭型態。

最後結合當前的時事，從2021年5月10~21日巴勒斯坦哈馬斯（Hamas）基本教義派組織向以色列發射4千多枚火箭，以色列依靠「鐵穹（Iron Dome）防空抵禦系統」擊落90%從加薩飛來的火箭，並利用AI技術，從雷達資訊確定導彈軌跡，攔截飛往人口稠密區的火箭，由於每枚攔截導彈的成本估計超過5萬美元，所以如果是落入無人區則不予理會，以有效控制成本，開啟全球第一場AI戰爭。¹⁷2022年2月24日，俄羅斯與烏克蘭戰爭，烏克蘭運用土耳其TB2「旗手」無人機攻擊俄羅斯地面車隊，俄羅斯也派遣獵戶座-E（Orion-E）攻擊無人機，摧毀烏克蘭軍事設施。¹⁸

由此可知，無人武器運用於戰場已非

未來式，戰場的決勝點也逐漸從「資訊優勢」轉變為「智能優勢」，並且「武器系統智慧化」也演化為「智慧系統武器化」，¹⁹我國面臨少子化的危機，以及對岸軍機、軍艦不時的侵擾，此時更應該參考美軍武獲、戰略，及早重視無人化武器的發展，確保我國家的安全。

作者簡介

賀增原博士，國防大學理工學院動力及系統工程學系副教授，國防大學管理學院運籌管理學系副教授，國家中山科學研究院材料暨光電研究所工程師。

作者簡介

洪既珍少校，陸軍官校95年班，國防大學管理學院採購正規班99年班，國防大學管理學院運籌管理學系碩士班103年班，現任職於國防部國防採購室採購官。

17 林好柔，〈全球第一場AI戰爭！從以色列軍事行動見證未來的戰爭模式〉，《科技新報》，<https://technews.tw/2021/06/28/ai-conflict-israels-gaza/>，檢索日期：民國111年3月3日。

18 江飛宇，〈俄羅斯獵戶座-E無人機，派上烏克蘭戰場打擊烏軍陣地〉，《中時新聞網》，<https://www.chinatimes.com/realtimenews/20220308004258-260417?chdtv>，檢索日期：民國111年3月8日。

19 曾祥穎，〈人工智慧（AI）對未來戰爭之影響〉，《陸軍學術雙月刊》，第56卷第572期，民國109年8月1日，頁4-22。