

強化網路作戰，培養科技創新

(Cultivating Technology Innovation for Cyberspace Operations)

譯者／洪琬婷少校、曾雅惠士官長

作者／Colonel Trent, Stoney, Ph.D.

提要

- 一、科技冷戰正在肆虐，美國是損失最大的國家。儘管美網路部隊現已達全戰備能力，但仍需要不斷的提升技術才能領先於對手。不幸的是，美陸軍的大部分研發單位都沒有善用國家的優勢，營區位置也和業界研發人員有段距離。一個統一的、以作戰為導向的網路研發團隊可推動組織和個人持續創新，同時幫助陸軍更有效利用既有的人才和資源。美陸軍未來司令部的共同技術發展和團隊設計能力，可使其提升技術交流，有效發揮戰力。
- 二、改進技術創新至關重要，透入成本和努力是必然的。需要做很多工作來制定所需環境條件和團隊設計以支援個別行動。幸好美國國防部目前已獲 2019 年度增列國防預算支應此政策。
- 三、美國防部長瞭解科技創新大幅改善的必要性，因過去 15 年來陸軍採購案成效不彰，所以必須改革當前作法。難得的是，美陸軍部長和陸軍參謀長同時已開始提倡改善創新作為，現在便是絕佳機會。如果沒有立即採取大膽的行動，陸軍將錯過在當前科技冷戰中抓住主動權的最佳機會。數十年的研究指出了實驗文化的重要性。假想敵正持續研究網路作戰，美國絕不能猶豫不決。

關鍵詞：美國網路司令部(USCYBERCOM)、美聯戰網路任務部隊(CNMF)、交互記憶(Transactive Memory, TM)、美陸軍未來司令部(United States Army Futures Command)、陸軍作戰能力發展指揮部(Combat Capabilities Development Command, CCDC)。

前言

追尋創新不需冒險賭上不確定的未來，美軍應可透過有效汲取過去經驗來獲得成效。美國及盟國正在打一場「科技冷戰」，對抗多個強大的對手；如同過去的冷戰時期，美國在前十年也處於劣勢，沒有瞭解對手行動中的深度與廣度。雖然近期的財經體系與政府機關網路攻擊事件，受到廣泛的注意，但部分嚴重的攻擊，已指向軍事單位與核能電廠。令人遺憾的是，遭遇網路攻擊事件，通常的反應竟是沒有精進作為。俄國

針對烏克蘭的大幅網路攻擊，是為塑造分離主義氛圍並為後續的侵略做準備。最近的美國國安政策已指出，中國大陸與俄國資訊作戰的嚴重性，於網路散布假消息，導致美國國內爭吵不斷，也限縮了政府治理的效率及能力，更不用說採取有效的應對措施了，實在令人扼腕。

好在美國與盟國有足夠的潛能再次領先。從歷史來看，美國常具有反敗為勝的能力。如同冷戰時期，美政府必須利用國內深厚工業基礎，以支持軍事武力適應並戰勝新興網路戰威脅。例如，為因應不斷增長的網路威脅，美國國防部(DoD)於 2009 年成立了美國網路司令部(USCYBERCOM)，以打擊網路空間威脅。

美網路任務部隊(The Cyber Mission Force, CMF，即網軍)將由大約 6,200 名現役人員組成 133 個網路分隊(任務、支援、防護等三類部隊)；如遇動員狀況，約 2,740 員後備部隊及國民兵部隊可納入掌握。其中陸軍有 62 個分隊，包含 11 個國民兵及後備的網路防護分隊，分別部署於首都華府、喬治亞州、德州及夏威夷州；國民兵與後備分隊分布於境內 30 州、境外的南韓及德國。與過去的軍事衝突經驗類似，透過作戰行動、訓練，以及科技等方面的創新，能確保美網路作戰部隊得以戰勝假想敵。(如圖一)

圖一 網路任務部隊組織架構圖



資料來源：Colonel Trent, Stoney, Ph.D., “Cultivating Technology Innovation for Cyberspace Operations,” The Cyber Defense Review, Vol.3, No.3(FALL 2018), pp.116.

創新作為包括運用、調整或發展新的裝置、系統、政策、計畫、流程、產品或服務。這些創新使美陸軍領先敵軍，並能完成所賦予之任務。美陸軍曾表示，認同在當前作戰環境下改變作戰的節奏，但仍需要更多創新作為，以及各級指揮官運用其戰略與思維始能達成；即使最優秀的指揮官，也會在缺乏組織文化支持及資源貧乏時，無法實現其作戰意圖。本篇報告針對過往創新作為之特徵做出總結，並對美陸軍在網路作戰範疇如何培育創新科技(如裝置及系統)提出建議。

創新動力從何而來？

美國成功的基礎，來自不斷積極創新。歷史學家、社會學家，以及管理科學家完成研究，並記錄下了美國環境、組織、個人等公部門及商業領域的創新活動。研究過往創新環境優勢始於 1990 年代，當時研究的區域有矽谷(Silicon Valley)...等。

加州矽谷是在過去一個世紀培育出來的創新生態系統。在 1960 年代以前，聖克拉拉山谷(Santa Clara Valley)被稱作為「心靈之谷(Valley of Heart's Delight)」，因其具備廣大果園與宜人氣候，故為農業區。此山谷也是史丹佛大學(Stanford University)的所在地；這間私立大學自 20 世紀初以來，一直為美海軍發展無線通信技術。在二戰期間與二戰之後，史丹佛大學工程學院院長特曼(Frederick Terman)不僅持續爭取國防預算，也強化與當地企業的合作，此合作關係透過共享實驗室設施與人才，創造了成功的創投企業氛圍，國防相關投資也自此增加了。在矽谷興起成千上萬的新公司，計有惠普、蘋果、SanDisk、Facebook、Netflix 和其他 56 家公司，均在財星 1,000 大公司榜上有名。

不同於哈特福德市(Hartford，19 世紀後期的精密生產)、底特律市(Detroit，20 世紀初的裝配線汽車製造)或明尼亞波利斯市暨聖保羅(Minneapolis-St Paul，20 世紀 50 年代的醫療技術)等其他創新區，矽谷搭上技術發展浪潮，發展如無線電通信(20 世紀 30 年代)、航空航天(20 世紀 50 年代)、電子學(1970 年代)、計算(20 世紀 90 年代)和網路應用(2010 年代)等領域。美政府持續提供充足實質資源及具備與當地工業密切相關的世界級私立大學是啟發這項演變最主要的兩個特質。矽谷地區具備有利的天氣、風景和移民規則，吸引人才居住，企業和學術文化均鼓勵冒險精神與資訊共享、市政府支持技術發展，許多積極的風險投資者本身就是企業家，他們知識淵博，也參與了新創事業。隨著時間的推移，該地區密集的社交網路和開放的勞動力市場允許優質人才在各新創公司間(包括公司草創、成長及轉變階段)流動。許多科技園區均嘗試複製矽谷的成功，成效憂喜參半。

薩克瑟尼安教授(Annalee Saxenian)曾廣泛地比較了麻州波士頓市(Boston, MA)與加州矽谷這兩城市。她指出，擁有著名大學、長久投注的國防預算、具吸引力的城市

基礎設施及鼓勵技術發展的想望，使波士頓在 1980 年代初期與矽谷平起平坐。然而矽谷公司的價值，在 1986 至 1990 年間增長了 250 億美元；波士頓的公司，包括雷神(Raytheon)、波士頓科技公司(Boston Scientific)和迪吉多電腦公司(Digital Equipment Corporation，於 1998 年被康柏公司收購)等，卻僅增加了 10 億美元價值。麻州新英格蘭地區的商業歷史，阻礙了其 80 至 90 年代的成長，因這地區由高度自給自足的公司主導，有嚴謹的指揮層級、垂直的資訊流及集中式的決策。製造商追求專屬架構，強調保密而非與其他公司相互合作。

這些垂直整合的公司(從事設計、製造、測試、營銷和支援的公司)使利潤得以控制，但降低了變化的可能。商業協會置重點於遊說立法部門和減免稅賦，而非企業合作和統一標準。

再者，創業投資者多是金融專業人士，而不是技術專家或企業家，所以對創投企業發展通常僅能專注於資源及預期利潤這兩方面。有趣的是，當許多矽谷公司在 70 年代末和 80 年代初採用新英格蘭商業模式時，他們便輸給了日本工業，而在 80 及 90 年代回歸合作與共同創新思維時，恢復了矽谷的主導地位。

其他試圖複製矽谷成功的地區，包括了紐澤西州、德州和紐約州。在紐澤西州南部，薩諾夫實驗室(RCA Sarnoff Lab)和貝爾實驗室(Bell Labs)嘗試與普林斯頓大學建立合作關係；薩諾夫實驗室與大學研究員互訪，而貝爾實驗室創立了新計畫，成立科技研究學院，以從內部培養研究人才，除了與普林斯頓大學建立合作以外，貝爾實驗室也向其他地區公司尋求投資。在德州，各公司希望獲得工程專業人才來源的想望，而後有了西南研究中心的建立；該州南衛理公會大學創立了科學與工程基金會，甚至聘請了矽谷之父－特曼擔任會長。德州奧斯丁市成立了微電子與電腦合作中心，以及半導體製造和技術研究所，可惜的是，這些組織均未能整合由各公司習於垂直運行的區域經濟。紐約州則在倫斯勒理工學院(Rensselaer Polytechnic Institute, RPI)裡創建了一個工業創新中心。遺憾的是，紐約州阿爾巴尼至特洛伊地區缺乏強大的工業基礎來掌握創新動力，故倫斯勒理工學院後來還是將其最佳的創意及畢業生人才介紹至其他地區就業。紐澤西州、德州及紐約州的努力，尚缺乏爭取大幅國防預算投入，也未能培養出像矽谷新創公司那樣相互依存的生態。

歷史學家歐梅桂(Margaret O'Mara)在縝密研究後，提出了喬治亞州理工學院(Georgia Institute of Technology)及亞特蘭大市(Atlanta)公司的對比案例。喬治亞州理工學院受州政府資助，旨在強化美國南方的工業。作為一所州立大學，它受到州議員對於其資金運用的監督，故其刺激亞特蘭大市經濟發展的幅度與動機均受限。這導致大部分科技開發均在偏遠郊區發展，與學院相距遙遠，沒有建立聯繫。城市規劃官員當時注重的是零售業及娛樂業，而非高科技發展。喬治亞理工學院也沒有受到二戰後的

國防預算青睞，為了持續獲得州立資金，學校不敢遠離最初使命：為喬治亞州提供服務，而沒去追求更遙遠的、無形的學術發展。亞特蘭大市當時也正逢種族歧視與經濟落差過大等難題，並被這種政治性分裂消耗了數十年，其他州反而取得了重大進展。總結來說，喬治亞理工學院沒能成為另一個矽谷，係因規模、縱深均不足，也缺乏強而有力的領袖。

縱使上述的歷史分析，僅側重於 20 世紀創新地區的發展，但仍有參考價值。自 2000 年以來，上述地區都已經發展成熟，這點不容否認；但是，能夠去了解這些地區為何以不同方式與速度發展，也對本文具有幫助。在上述地區裡，區域經濟、文化、基礎設施及政策等因素，都是各地對其創新產業的重要貢獻。事實上，這些因素可以被視為是孕育了創新生態的土壤。

研究城市發展的科學家已注意到有趣的趨勢，那就是強調地緣優勢的重要性。對多項城市發展措施所做的分析指出，透過專利研究數量和研發職位數量，對於發展創新和創造力呈現正相關，其指數在 1.15 與 1.27 之間。例如，比其他大 10 倍的城市的發明者人數增加了 18 倍；而規模較其他大 50 倍的城市的專利數量增加了 143 倍。創新能力這指數性的增長，源於大型且人口密度高的城市，同時具備開放的社交網路，得以連結各種想法、資源與專業。在人口密集的都市，交易成本較低，專業人才易於在當地受雇，也能更自由的在各公司間轉換。隨著各行各業的專家進行社交互動，交流創新更有可能發生。不過，受到過多資訊控管的大型地區，其地緣優勢獲益程度會降低。這似乎解釋了為什麼亞洲人口眾多的大城市，未能發展出與其規模相稱的創新與成功。此外還有一個趨勢，那就是繁榮地區受益於那些樂於播種與培育創新能力的公司。

崇尚個人主義的社會，如美國，傾向於強調一個專家在創新成果上的貢獻；而近期的研究挑戰了這個觀念，也就是認為孤獨的天才是典型的創新者的觀念。安德魯·哈格頓(Andrew Hargadon)提出了人際網路的見解，認為創新者不一定較聰明，而是更能與他人連結；這對於公司組織如何提倡創新，可視為重要的註解。雖然專業人才很重要，但資訊共享也許更重要。哈格頓用愛迪生門羅公園(Edison's Menlo Park)、福特(Ford's)工廠，以及賈伯斯的車庫(Jobs' Garage)等分析技術創新，歸納出大多數創新作為，是將現有物品、概念、人才共同結合，來激盪出技術革新的火花。要促成這樣的活動，需要跨行業合作、意見共享及成立新創社群；而雇用天才、建立扁平公司組織和跨職能團隊、參與腦力激盪會議及加速原創作品製作等元素，並不足以使公司更趨創新。

創新形態的公司組織與生態，包括了一群專家作為核心，以及一群幹部負責拓展業務及擔任經紀。拓展業務的幹部不是聯絡人員，而是具備高度意願去發展新領域草

創經驗的幹部，以往在矽谷，通常由律師擔任這樣的角色，他們能夠接觸各公司，具有公信力，並為企業與企業間搭起聯繫。律師可以居中調解關鍵資源與資訊流，並促進新想法的整合成型與合法化。全球管理諮詢公司之一的麥肯錫公司(McKinsey and Company)，不僅負責經紀各公司間的資訊交流，同時運用其自創的快速反應團隊；該團隊負責在公司找出適合的專家，並促成他們從事新的專案。這些拓展業務的人先具備專案草創的想法來與專家們初步溝通，後續再強化說法，讓專家願意投入這項專案。工作空間的設置可激勵這樣的連結，也可以弱化這些連結。

人們越來越關注工作團隊如何受到工作空間的影響。創新工作場所通常需要在整齊秩序與一團混亂間取得平衡。開放式的辦公室沒有隱私，而密閉式的辦公室降低了協調的可能。跨領域意見及跨學科工作需要充足的活動空間來交換意見，而密閉式的空間可以用來隔離工作吵雜，並獨自思考回顧。在家用網路上班減少了管理費用並提供了個人的彈性，但減少了員工彼此熟識的機會。由於員工互動對於團隊及跨團隊合作至關重要，故成功的科技公司持續投資辦公室實體空間來促進員工面對面的互動，這樣的投資也就不足為奇了。總而言之，工作場所必須有彈性，並根據團隊當前的工作需求來量身打造。千篇一律的辦公室配置，也只能激發出員工一成不變的想法。麻省理工學院的 20 號大樓(MIT's Building 20)(現以史達塔中心(Stata Center)取代)是二戰時期的臨時建築，在那 50 年間提供了絕佳的靈活度，培養了多樣化的人才，包括史上第一批駭客、諾姆喬姆斯基(Noam Chomsky)的語言部門、博思(Bose Acoustics)和迪吉多電腦公司。微軟的雷德蒙實驗室，或稱 99 號大樓，即是類似的方式。這樣的彈性對於壽命有限(平均約 20 年)的創新區或團隊非常重要。

組織行為研究指出創新工作中常見的各種因素。對 1960 年至 1988 年間進行的 46 項研究的趨勢分析發現，專業分工、對創新的管理態度、資源充裕和充分溝通都與創新工作相關。最近一項對 1990 年至 2013 年間 133 項公共部門創新研究的趨勢分析顯示，在創新活動中，充沛資源、領導風格、明確目標、風險趨避，和員工自主等都是常見的因素。對澳洲公共服務委員會員工的一項調查顯示，嘗試實驗、對低績效者的改正措施、回饋意見的循環，以及激勵員工均強化了創新的可能。對 1999 至 2006 年間加拿大工作場所調查的 9 萬 6,000 多份回復進行的分析發現，高素質的人才、積極且不斷創新的員工，或公司持續強調創新作為是策略重點等因素，均有助於創新。史密森尼學會的一項研究表明，在美國的創新領域中，常見魅力型領導者支持個體研究者的自主管理，並鼓勵跨領域團隊合作。員工自主管理的例子可以參考 Google 和 3M 公司，他們讓工程師運用 15%到 20%的工時來研究其感興趣的領域，工程師只需要定期向主管回報進度即可。這些研究為個人和公司對創新的貢獻提供了令人信服的證明。這些可以是美陸軍鼓勵創新的參考。

美陸軍應如何為科技創新做好準備？

雖然各地區特性對於科技創新佔有一席之地，但美陸軍對於各營區即主要創新活動的投入資源有限(需從美國防部提出需求，再由國會核定)。由於數十年來的營區調整與關閉，大多數軍事研究和網路能力開發能量都置於缺乏科技創新環境因素的地區。無庸置疑的，美陸軍因營區過於偏遠，一直難以聘到高素質的科技人才與工程師。數十年來，美陸軍各研發工程中心聘用的科學家與工程師有博士學位的，僅占其中心人員的 2%到 5%不等。截至 2007 年，陸軍研發實驗室(Army Research Laboratory, ARL)在過去十年中將具博士學位的人數從 25%提高到 35%，但仍遠低於海軍研究實驗室(Navy Research Laboratory)的 50%(海軍實驗室均在華盛頓特區或鄰近地區)。

在此，美國華府(National Capital Region, NCR)值得關注。由於位於華府 50 英里範圍內的許多政府研究項目佔了優勢，此地已然成為新創區。憑藉遍布首都的聯邦機構和政府租賃大廈，新創科技仍有持續增長空間。在其他地方，國防部很少針對位在創新區內的營區來作運用，如加州矽谷的莫菲特空軍基地(Moffett Air Field)、波士頓附近的德文斯堡(Fort Devens)，和紐約市的漢密爾頓堡(Fort Hamilton)原可作為軟體開發和大數據研究的中心，但科技發展卻一直處於閒置狀態。(如圖二)

圖二 現行網路研發能量單位之駐地位置

美軍網路研發能量單位

陸軍

*馬里蘭州雅德菲鎮-陸軍研發實驗室(ARL)之電腦資訊組(CISD)
 *馬里蘭州貝爾沃堡-陸軍情報安全指揮部、陸軍網路指揮部
 馬里蘭州亞伯丁試驗場-陸軍作戰能力發展指揮部(CERDEC，近期已改制為CCDC)，陸軍研發實驗室之人因工程研發組(HRED)
 新墨西哥州白沙飛彈靶場-陸軍研發實驗室之測裝分析組(SLAD)
 紐約州西點軍校-陸軍網路學院(ACL)
 亞利桑那州瓦丘卡堡-陸軍網路暨企業科技指揮部(NETCOM)

空軍

德州聖安東尼奧克拉克空軍基地-空軍24航空隊(網路)
 紐約州洛姆郡-空軍研發實驗室(AFRL)
 奧克拉荷馬州戴頓郡-空軍研發實驗室(AFRL)
 麻州雷辛頓郡漢斯康空軍基地-空軍通資電專案辦公室暨麻省理工學院林肯實驗室(PEO-C3I&N, MITLL)

國防部級單位

*馬里蘭州米德堡-美國網路司令部/國家安全局/國防資訊系統局(USCYBERCOM/NSA/DISA)
 *維吉尼亞州阿靈頓郡-國防部進階研究計畫局(DARPA)
 *馬里蘭州大學城-情報進階研究計畫局(IARPA)

海軍

*馬里蘭州舒特蘭郡-海軍網路戰研發指揮部(NCWDG)
 *華府特區-海軍研發實驗室(NRL)
 *維吉尼亞州達爾格倫郡-聯合作戰分析中心(JWAC)

*在首都華府地區

資料來源：Colonel Trent, Stoney, Ph.D., “Cultivating Technology Innovation for Cyberspace Operations,” The Cyber Defense Review, Vol.3, No.3(FALL 2018), pp.122.

美陸軍先前決議將陸軍網路指揮部(Cyber Headquarters)駐地從華府米德堡營區遷

至喬治亞州戈登堡(Fort Gordon)營區，並提出充分原因，包括國安機構地理區域分布、現有軍事學校(陸軍通資電中心(Army Signal Center)及美國安局密碼學中心(NSA/CSS Georgia)都在喬治亞州。此外，該州便宜的房價、電力、辦公室租賃和冷氣均有助於搬遷的決定；在該州各機構間的鄰近地理位置，可激發創新作為，戈登堡營區管制嚴密，也可為作戰方面的創新作為提供良好的保密條件。然而，搬遷到喬治亞州缺點在於，奧古斯塔暨里奇蒙郡(Augusta-Richmond County)缺乏吸引科技人才搬來的誘因，當地有限的公共基礎設施服務、稀少的就業機會、潮濕的亞熱帶氣候、缺乏私立研究型大學及市中心距離遠等不利因素，可能會使奧古斯塔暨里奇蒙郡的創新科技人才很晚才出現，此外，還需考量發展創新科技本身的限制。

組織架構與作業流程是扼殺美陸軍科技創新的罪魁禍首；需由國會授權的採購流程，使會計責任得以分散於陸軍這龐大的機構裡。例如，網路戰相關需求案應由作戰指揮官(陸軍網路指揮部(Army Cyber Command)使用單位)提出、由兵監單位(陸軍網路中心(Cyber Center of Excellence))記錄、戰力提供單位(陸軍部能力整合中心(Army Capabilities Integration Center))審認、5 年兵整計畫承辦之單位給予預算，由計畫官著手研究(陸軍研發實驗室及通信工程研發中心(Army Research Laboratory and Communications Engineering Research Development and Engineering Center))，透過專案經理(專案辦公室)持續發展並交裝，再由工程師(陸軍測試驗證中心(Army Test and Evaluation Center))實施測試，才交到陸軍網路指揮部所屬官兵手上使用。這接力棒式的專案通過了 10 個左右的相關單位，這些單位參謀對於網路相關科技通常所知稀少，而他們所做出的決策，對自身的單位大概也沒有影響。這樣複雜且低效率的流程，使得任何科技「解決方案」交裝到了使用單位手上，科技已不符需求或不合時宜。

美陸軍科學家和工程師雖勤奮且立意良善，但陸軍並沒有好好讓他們發揮所長。由於陸軍各研究中心的位置偏遠，少有科學家或工程師能夠接觸到操作手或分析的參謀，回饋發展中軟硬體的效用。許多計畫研發官對於陸軍網路指揮部所屬官兵的日常任務和工作情形缺乏瞭解，僅能依賴冗長且詞不達意的需求文件來判斷使用單位需求。對於需仰賴計畫軍官指導的數千名科技聘僱員來說，瞭解需求的問題更加嚴重。各單位透過高層的指導來做事，但單位間卻缺乏協調。當前單位結構無法匯集高素質人才，也沒有多餘資源，無法建立彈性來發展創新計畫；此結構也使陸軍網路指揮部難以與所屬部隊、美國網路司令部、其他軍種、民間企業甚至盟國之間合作或分享資訊。

美陸軍長期以來總希望獲得更多的科學、技術、工程及數學(STEM)人才，但是現有的人才並未獲充分運用。任務賦予很少考量學歷，很少職缺明確律定需具備特定碩、博士之任職標準。除在西點軍校(美國陸軍官校)任職外，陸軍軍官均任指揮職或一般

參謀職，不需要具備 STEM 專業知識。因此，擁有博士學位的軍官僅能任職於西點軍校教官，少有機會發揮所學，也無法為陸軍的研究生教育貢獻所長。

2011 年，前美國防部長蓋茲在畢業典禮鼓勵剛授階的少尉軍官，在軍旅生涯嘗試接受不同的任務，不要因循苟且，也不要只為了養家餬口，並表示陸軍也應鼓勵所屬勇於任事；蓋茲希望培養官士兵共同合作的特質，同時強化本職學能，而這正是成功的創新企業可創造出的平衡點。2012 年，國防科學委員會建議陸軍部隊讓下屬到實驗室和研究計畫辦公室服務。2013 年，陸軍科學委員會建議重新建立科技軍官職涯發展，以指導和強化陸軍研究發展。陸軍作戰能力發展指揮部(CCDC，原 RDECOM)在陸軍軍品司令部的同意下，嘗試此建議，但原欲擔任實驗組的軍職人員，因難以突破的人事制度而放棄了。尤其沒有任何獎勵措施鼓勵軍職放棄現有職缺，轉來這職涯不明確的科技軍官路線；且承辦軍官不懂分辨和充分運用現有人才之 STEM 能力。美陸軍現有的人事系統，僅獎勵可以完成任務的作為，而不鼓勵創新作為。當年支持蓋茲建議的高司參謀，料想還在線上也不長了。

近期成立的網路戰兵科針對民間網路專家提出了職涯發展願景，但前提是這些網路專家不被美軍人事制度嚇到萌生退意。陸軍手冊 600-3 寫出網路戰兵科士官兵職涯發展，展現了這發展中兵科的良好生涯規劃；可是，網路戰的特性，如同網路科技人才需求的變化，將遠超過現有人事系統制度更新的腳步。例如，國防部 2009 年匆忙制定了美網路作戰部隊之規模與組成計畫，此計畫未能考量指揮職與參謀職務，僅設立了網路團隊架構，迫使美網路作戰部隊及網路防護旅運用多樣化的方法來支撐其關鍵的指揮職與參謀職務，而這狀況在 2018 年持續不斷發生。

儘管陸軍網路中心積極地調整兵力結構，還是很難看出這兵力結構如何跟上新興作戰的腳步。在現行制度下，要驗證新的需求至少耗時 12 至 24 個月，一旦需求通過驗證，任務週期又延遲了新需求資源到位的速度。這種僵化的流程，導致陸軍失去機會與專業人才，因在軍中變得遲鈍的創新人才，寧願到民間企業尋求更多的計畫資源支持。雖然目前網路戰兵科人才，仍在合約期內並在網路相關單位服役，但後續各軍種總部、司令部、國家及軍方情報單位，以及民間企業對於網路人才的渴求，將使未來留營作業遭遇不少困難。專案作業小組模式與知官識兵將不足以留住網路部隊的創新人才。如果不具備彈性的人事制度，贏不過民間企業招募的優勢，而美陸軍的網路部隊將成為一支平庸的部隊，無法擊敗更敏捷的對手。

建議改善方向

美陸軍近期成立了未來作戰司令部，以期大幅改善建軍與成軍能力。這司令部並不是全新設立，而是將現有單位合併；每個單位具備特有的架構及組織文化。隨著未

來作戰司令部實施單位概念戰略整合，司令部將可證明其單位整合價值重要性。囿於掌握網路空間之急迫性，同時考量建立網路戰能力成本不高，這兩因素導出網路戰能力改革將可視為理想的第一步。作者提出四項建議支持未來作戰司令部，並建議可從現在起開始實施。

一、建立網路戰研發大隊

為降低責任分散導致之風險，同時為創新作為聚集足夠的資源，美陸軍應鞏固網路空間研發能量。網路戰研發大隊主官應由具備 STEM 相關博士學位的網路戰兵科上校來擔任，賦予其權責與資源，確保研發方向一致，並能因應快速變化的戰場環境。上校主官向陸軍作戰能力發展指揮部指揮官負責，並向網路戰部隊各旅長及網路建案計畫單位實施協調，以相互分享科技發展進度。

網路戰研發大隊應組成跨領域研究分隊，各分隊由具相關學資的網路戰軍官領導，研發成果應朝滿足作戰需求來發展(分隊成效由網路戰部隊回饋決定)。在單位任用聘僱人員擔任研究員、專案主管及單位副主管，可使專業與經驗持續傳承。根據美國法規及國防部政策，陸軍可以聘請民間資深專家擔任技術主管，最長 5 年。這些技術主管可為研發大隊架起橋樑，與民間業界及學術界知名專家交流。具備大量的科技專業，網路戰研發大隊可成為陸軍未來作戰司令部不同專業領域所仰賴的潛力股。

網路戰研發大隊營區建議設置於馬里蘭州米德堡和雅德菲(州立大學分校所在地)，以利直接與網路團隊互動，並能與華府地區優秀的網路研究專家研討。為了培養此中隊科技軍官，應讓中階軍官參加深造教育，之後再回原單位服務。如此這些網路中階軍官可以從中隊隊員成為研究小組長，擔任中隊參謀，於深造教育後重返中隊擔任領導職。這職涯發展規劃可以適用於其他兵科，如情報、通資電和兵工等。如其他軍種總部跟進此作法，國防部最終將可從中受益。

二、強化協調合作

美陸軍需透過直接與間接的協調作為以增加創新的可能。創新是一個過程，在各階段均需不同領域專業共同運作。高素質科學家與工程師是研究創新階段的關鍵，而法律、合約和學術專業對於任務執行很重要。在大型單位裡，很難找到適當的專業人才，高層領導階層尚無法理解如何將這些專業應用在大規模的複雜問題上。一個有關認知心理學的研究指出，單位組織的高績效仰賴於運用交互記憶(TM)。

交互記憶系統促使各團體或各應用工具之間，可相互分享專業知識、技能，並獲得高效率。交互記憶理論源於針對一對感情深厚夫妻的研究，雙方可以將知識有效的連結運用(夫妻之間可以透過分享獲得彼此的訊息，而不需兩個人都知道同樣的訊息)。已有觀察發現，準確的交互記憶是團隊績效的重要預測指標。在新產品團隊裡，交互記憶對於團隊穩定性、熟悉度、互信、團隊學習及效率均有積極的影響。要讓團隊能

交互記憶，需要讓作業流程自動化，也需要居中協調者。團隊也可運用相關軟體，來分析人員的專業能力與程度，軟體所獲得的能力自我評量及同儕專業評價，可以引導團體內促成人員的相互合作。一個專業的知識管理團隊，不只需持續運用這樣的軟體，也應持續促成跨單位的協調合作，以上雖不是傳統方法，但也許能激盪出不同的火花。

美陸軍應成立或請國防部支持建立陸軍網路戰委員會、聯合網路戰委員會、兵科協同網路戰委員會這三個網路戰委員會，來規劃與其他相關單位協同合作。陸軍的網路戰委員會應由陸軍網路戰司令部的資深國防文官或准將來擔任主席，並從網路戰研發大隊中隊長、網路戰旅長、網路戰建案經理、陸軍網路戰學院院長、網路戰實驗室主任、陸軍情報安全指揮部訓練處(G-7)選拔委員。

聯合網路戰委員會應委託美各軍種網路戰建案單位資深主管來主持，並邀請各軍種網路研發大隊隊長及國防研發專案局(Defense Advanced Research Projects Agency)資訊創新辦公室主任擔任委員。美國網路司令部刻正與聯參合作，在國防部作需審查委員會內建立網路能力建構部門(FCB)，這將成為大規模作需協調的關鍵機構。但是，大部分網路戰技術都無法達到網路能力建構部門規劃的門檻，故應傾向於規模較小的技術開始運作與協調。兵科協同網路戰委員會建議委託國防部副部長辦公室研發室(USDRE)，並邀請美國網路司令部、各軍種網路研發大隊隊長，以及盟國網路研發單位(如澳洲國防部通次室下轄之國防科技實驗室)共同參與。上述委員會可增進協調效益，讓各網路戰單位作戰計畫同步，並降低各單位網路科研項目重複或闕漏之風險。

三、致力發展實地研究與實驗活動

實地研究可導出強而有力的科技作需項目，透過實地研究產出的作需，完整度及內容邏輯均優於訓後評估(AAR)及作需文件所產出的作需。實地研究使實驗設計與執行內容深度與廣度增加，也可讓網路兵科人員在作需階段得以發聲，而不會只是埋首完成例行性任務。實驗是一種讓科技性的決策民主化的方法，因網路兵科人員在實驗中可以對受測者的單位任務績效提出建議，並對測量受測者績效的工具軟體蒐整參數後續運用，網路兵科人員也可擔任受測者。囿於網路的世界變化特別快，這些相輔相成的研究活動必須持續運作，而不是把各個分開的研究，分年分項實施，然後再彙整在一起。研究者應儘量將非機密性的研究成果公開發表並相互分享。如此，網路學術界與業界的技術開發人員，將更可以瞭解美陸軍的科技作戰需求。

美國網路司令部已成立網路發展實驗室，此實驗室刻正執行美網路任務部隊各項能力之發展與驗證。可惜的是，這實驗室迄今所獲資源與當前員額都很稀少，因司令部將絕大部分的研究經費用於委託業界研究。美陸軍網路學院已將通資電作戰實驗室更名為網路戰實驗室，並持續籌措資源來做實驗，以完善網路戰需求。這樣的實驗室成效來自於長期預算投注及精良、足夠的參謀。陸軍研發實驗室(ARL)人因工程研究

處，應領導或參與此實驗室發展狀況，以確保優良的人力素質投注於新科技研發上。除了實驗室人員配置和基礎設施建立外，尚需業界人員共同參與，來提高實驗成功率。

目前網路戰任務部隊已達全戰備能力，可分配部分網路人員給上述實驗室做為實驗參與者，網路戰中隊應指定一名首參，負責管理各網路人員參與實地研究和以技術為導向等研究分組，透過此方式，網路戰任務部隊可以正式讓所屬人員參與共同計畫及資源分配過程。近期陸軍的多領域作戰相關實驗，尤其指揮所演習及戰鬥訓練中心(基地訓練)也應納入網路戰部隊，以讓網路部隊藉由實際演習與作戰行動來驗證哪些網路作為有成效、哪些需要改善及原因為何。而長官的所望戰果，來自於運用實際演習與作戰行動所獲之參數，建立可分析網路戰部隊的戰略與戰術計畫作為，甚至影響科技發展決策。

四、運用現有並持續增加創新區

美陸軍持續在探索方法，以強化現有的網路戰知識、技巧及技術的獲得。國防部創新部門(DIU)就是在研究矽谷與波士頓等創新成功案例，其他地區，如華府、匹茲堡、西雅圖、奧斯丁和丹佛也正在成長為科技重鎮。陸軍未來作戰司令部選定了奧斯丁作為其司令部所在地，以汲取該城市的科技專業。除了跨單位協調能力的提升，與科技城市的鄰近度及業界人員的合作，將是科技城市對美陸軍可提供的最大效益所在。

目前缺點在於，創新區域當前現況仍無法滿足國家對於網路營運商、軟體開發商，和數據分析科學家的大量需求；隨著城市物價指數的升高，在城市增加投資經費，所能獲得的收益變得越來越少。創新區域要成功發展，應持續增加投資智慧資本的深度與廣度，才能在未來科技業衝突中勝出；創新區域的變化速度緩慢，所以應對投資回報預估豐碩的地區進行明智的投資。

印地安納州南灣、田納西州納什維爾，和密蘇里州聖路易斯是未來展望良好的三個地區。這三個地區沒有聯邦政府資助，卻已具有一流的私立研究型大學(聖母大學、范德堡大學和華盛頓大學)，物價水平不高，離具有網路相關企業的高發展潛力城市飛行時間僅需 2 小時。如果這幾個大學與當地社區，願意合作發展網路或數據科學業務，而國防部副部長辦公室可以向這些大學成立附屬研究中心，以促進這些大學的參與，並能支持當地的創新發展現況。

結論及建議

因應網路作戰，美軍結合民間資源，部署境內、境外之美網路任務部隊，並調整其內部政策等創新，目的在於能夠戰勝敵人。隨著社會環境及作戰型態的改變，國軍面臨不同以往的挑戰。因此，考量我國國情、軍事文化的調整更需與時俱進。

譯者認為，如要強化網路作戰、培養科技創新，首先需在組織編制及架構上有所

調整。陸軍這部龐大的機器，要能夠運作，需要順暢有效率的作業流程，營區內單位之間的空間與動線配置顯得相形重要，建案單位與需求單位之間的距離與協調也應該更縮短與頻繁。人事制度要能夠留得住人才，任職標準要使單位甄得所需的人力，並且要重視人才培育及知識管理，鼓勵持續進修，建立知識整合平臺，派任具備與他人連結的特質的專業型領導人，獲得充分授權，以有效整合意見、資源、人才。

再者，國防資源有限，結合民間力量，藉重學術界現有的研究成果，強化軍、民合作，爭取資源溢注，並妥善調整、分配資源，讓資源發揮極大效益。美國總統川普強調地點的重要性，中國亦有孟母三遷的故事，營區的門禁提供保密的優勢，若能妥善規劃營區空間，區分開放及機敏處所，讓民間能量進入營區。

最後，建議透過對美交流與觀摩，逐步建立網路戰組織調整、研發精進及增設專案(專門)測試單位等執行，再由程序兵推、演習執行驗證、修訂作戰計畫，發展可執行的作戰節奏與模式，突破傳統框架，提高勝算。

參考文獻

Colonel Trent, Stoney, Ph.D., “Cultivating Technology Innovation for Cyberspace Operations,” The Cyber Defense Review , Vol.3, No.3(FALL 2018), pp.115-134. Published by: Army Cyber Institute, <https://www.jstor.org/stable/10.2307/26555001>.

譯者簡介

洪琬婷少校，陸軍軍官學校 96 年班、美國西點軍校 2007 年班、美國蒙特瑞國際學院口筆譯研究所 2011 年班。曾任排長、外事連絡官、有線電工程官、連長；現任陸軍司令部計畫處計畫官。

曾雅惠士官長，女性專業士官班 91 年班、陸軍專科學校士官長正規班 98 年班、私立輔仁大學英國語文學士。曾任自動資料作業士、兵工工務管制士、資料處理士；現任現任陸軍司令部計畫處資料處理士。