

科技對世界軍事革新及其發展的影響

彭錦珍^{*}

政治學系

講師

摘 要^{**}

在歷史上，每當科技出現重大進步與突破之際，經常會驅動人類的社會轉型、軍隊變革與戰爭發展，而且人類社會、軍隊與戰爭型態的轉變是息息相關的。1970 年代後期起，計算機、電腦、網際網路等新科技的迅速發展和廣泛應用，不但引領人類邁向資訊社會，同時開啟一場以資訊科技為核心的軍事革新運動。

1991 年波灣戰爭後，美國對於「軍事事務革命」(Revolution in Military Affairs, RMA) 與「軍事轉型」(Military Transformation) 概念的倡導，以及國際上接連幾場局部戰爭對於資訊化作戰理論與軍隊建設成果的試驗，更加深化全球的軍事變革。為了因應未來資訊社會的戰爭型態，現代國家正致力將機械化的軍事型態過渡到資訊化的軍事型態，亦即「資訊化」已成為世界軍事發展的共同趨勢；然而，由於每一個國家的科技條件、社會發展與戰爭威脅的程度不同，再加上各自的戰略目的、國防預算和軍事文化等因素的差異，因此，現階段世界各國的軍事轉型仍存在著不同的考量與作為。

關鍵詞：資訊科技、資訊社會、戰爭、軍事革新、軍事轉型

^{*} 現為文化大學中山學術研究所博士候選人

^{**} 本論文承蒙文化大學中山學術研究所周陽山教授和清華大學原子科學研究所鍾堅教授指導，謹此深表謝忱，文責作者自負。

壹、前言

在歷史演進過程中，科技發展是社會型態變遷的前提條件。當科學與技術進步促使社會發展至一定程度後，將會帶動武器創新與軍隊變革，進而改變人類的戰爭型態或作戰形式；而且，人類對於戰爭的競相模仿，還會加速軍事事務的改革與變革。因此，每一次科學與技術的重大突破，不但深深地影響著社會生活各方面，還會為戰爭帶來新工具與新方法，促使世界各國在其社會基礎、軍事能量與戰爭準備中推動軍事現代化。

隨著科技在現代社會各領域廣泛的滲透與應用，一場以資訊、知識與科技為核心的社會轉型已經蓬勃開啟，正在促使人類文明由工業時代邁入資訊時代。特別自 20 世紀 70 年代後期起，電子計算機、電腦與網際網路等新技術的迅速發展和擴大應用，不但對人類社會產生深刻的影響，而且促使軍事事務變革不斷地向縱深發展；加上後冷戰幾場國際局部戰爭對於資訊化作戰理論與軍隊建設成果的試驗，更激起全球各國軍事領域空前的競爭、仿效與學習。這些事實充分表示：面對資訊科技的衝擊，人類的社會與戰爭型態正在轉變，全球性軍事革新與轉型運動亦隨之展開，未來還將以不可阻擋之勢席捲全球。

誠然，一個國家軍事事務的變遷，除了具有時代性和受制於內、外因素的影響外，常常是歷史上所累積的軍事改革成果之突破或轉化，因此任何的軍事變革應兼具橫向與縱向的轉變過程。為了深入瞭解歷史進程中科技發展對社會與軍事領域的衝擊與影響，本文除了先對人類的科技發展作歷史縱深的回顧外，主要採取「戰爭社會學」與「軍事社會學」的研究途徑，探討科技革命對社會轉型、軍隊變革與戰爭發展的影響；進而分析世界軍事革新（轉型）的發展趨勢。

貳、歷史演進過程中的科技革命

科學與技術是人類重要的活動領域。人類對於科學與技術的理解是隨著社會發展不斷地深化，真正認識其對社會的作用，應是始於近代科技發展之後。在歷史演進過程中，每一次科技進步所帶來的巨大力量，不但豐富了人類的哲學思維與創造能力、提升物質和精神生活、改變社會的生產和生活方式，並且促成社會型態的變遷。

科技革命是一個動態概念，是指科學與技術在發展過程中所發生根本性的質的突破和量的積累，隨著時間推移與技術創新，其內容和範圍均有所改變。以下在闡述科技革命之前，先說明科學與技術的概念與活動範疇，以及資訊科技的產

生與意涵。

一、科學技術、資訊科技的意涵

（一）科學、技術的概念

「科技」是科學與技術的合稱，卻有各自的概念與範疇。科學（science）一詞源於拉丁語 *scientia*，原意指知識，是研究自然及自然界事物之行為，以及人類自研究中所獲得的有系統和有組織的知識。17 世紀歐洲科學革命後，隨著自然科學的興起，科學的地位便不斷地提高，並且逐漸擴增至社會科學與思維科學等範疇。技術（technology）一詞源於古希臘語 *τεχνη*，即希臘文 *techne*，原意指技藝或技能，指人類改造自然、創造人工自然或人造自然的方法與手段等生產技術，後來還包含非生產技術在內。¹雖然科學與技術包含的種類繁多，原本卻是範疇不同的概念。

另外，科學與技術還反映了人類不同領域的活動。基本上，科學活動是一種精神性活動，它與人類的思想狀態與哲學思維有關，目的是認識自然、探索自然奧秘，其重要的成果是「發現」，如牛頓發現萬有引力定律。技術活動則是一種生產性、實踐性活動，是人類賴以生存最基本、最廣泛的活動，目的是改造自然、創造人工自然，其重要的成果是「發明」，如瓦特發明蒸汽機。²簡言之，科學發現的目的應是為了認識世界與了解世界；而技術發明的作用則是能夠改變世界與豐富世界。

雖然科學與技術原本的概念與活動領域不同，然近代以來，若沒有以科學知識為基礎，就難有新技术的發明；若沒有技術能力的創新，亦難以發現新的科學知識，於是科學與技術的關係愈來愈密切，彼此相輔相成。事實上，「technology」一詞，本身即結合了「技藝」（*techne*）和「學問」（*logy*），前者是工藝的訣竅，後者則是有組織、有系統，及有目的的知識；³而且，近代的技術通常是指透過科學專業知識解決人類實務困難的創造發明，亦即運用科學原理發展出以實用為目的的方法、系統和裝置。目前國內學界也常常將「technology」一詞譯為「科技」，如生物科技（*nanotechnology*, NT）與奈米科技（*biotechnology*, BT）

¹ 馮宋徽編著，《科技革命與世界格局》（北京：北京廣播學院出版社，2003 年），頁 1-2；陸續，〈由歷史演進看科學、技術與戰爭〉，《軍事社會學學術論文集》（台北：中正理工學院，1996 年），頁 429。

² 馮宋徽編著，《科技革命與世界格局》，前揭書，頁 2-3。

³ Peter F. Drucker 著，《後資本主義》（*Post-Capitalist Society*）；引自 Atsuo Ueda 編《社會的趨勢》（*Drucker Sayings on Society*），齊思賢譯（台北：商周，2005 年），頁 32。

等等，象徵現代的技術發明涵蓋科學知識在內。

（二）資訊、資訊科技的意涵

「資訊」(information)一詞，自古即有，並非是現代的發明。《牛津英文字典》指出資訊一字的拉丁字源為 informare，原意是物質形成的過程，其中「inform」表示告知，而「form」代表形式或結構；而其對資訊的定義則是：談論的事情、新聞和知識。另外，日本《廣辭苑》的定義是：資訊是所觀察事物的知識；《人工智能辭典》的定義則是：資訊是數據或消息中所蘊含的定義。⁴可見，資訊除了是指「訊息的內容與意義」(content or meaning of a message)外，還必須是透過談論或觀察等方式傳達的知識。⁵二次大戰後，資訊突然變成非常熱門的科技詞彙，泛指任何經過電子工具或機械管道所傳遞的事物，如電信(telecommunication)等，因此，資訊的定義延伸到任何經由傳達出的訊息。

不過，後來訊息一詞卻常常遭到濫用，無論是否具有告知的功能，也不管是如何形成的資料，都稱為資訊。基本上，資料是事實，而資訊則是人類賦予事實的意義，⁶所以原始的資料未必是資訊。對此，美國國防部還特別作出區別，強調「資料是透過人工或自動化方式傳達、說明或處理的個別事實、概念或指示，而資訊則是採取已知手法將資料進一步精製，達到傳送知識的目的。」⁷由此可知，資訊是對客觀世界中各項事物的狀態、特徵及其變化的反映，必須經由組織過、思考過，和傳達過的有結構的資料，並且被賦予形式或付諸實用才能成為有意義的資訊。目前資訊已經和物質、能源一樣，是構成現代社會的三大要素，也是人類賴以生存和發展的重要資源。

何謂「資訊科技」(information technology, IT)？一般認為，資訊科技是指運用電腦與網際網路的技術，進行資訊的徵集、處理、儲存、檢索、傳播、控制及應用的技術。這些技術主要是由資訊的獲取與感知、傳輸與分發、分析與處理、開發與利用、儲存與顯示，以及安全與對抗等技術組合而成。然而，現代的資訊科技通常不會單獨使用，而是相互交叉滲透，所以，資訊科技乃是上述幾項技術相乘效果的呈現。以全球定位系統(Global Position System, GPS)為例，

⁴ James A.Murray ed.*The Oxford English Dictionary* (Oxford:Oxford University Press,1989), pp.942-944；胡心智、陳雷、王恆桓，《信息哲學—e時代的感悟》(北京：軍事科學出版社，2003年)，頁2。

⁵ Chis Mader, *Information System: Technology, Economics, Application* (Chicago: Science Research Associates Inc.,1974), p.3.

⁶ William S. David and Allison McCormack, *The Information Age* (Reading, Mass. : Addison-Wesley Pub. Co., 1979)；引自 Richard Saul Wurman 著，張美惠譯，《資訊焦慮》(Information Anxiety) (台北：時報文化，1994年)，頁41。

⁷ USA Department of Defense, *C⁴ISR Architecture Framework Version2.0*,p.GL-1.1.

它即是一個定位系統、衛星通信系統、數據處理系統、衛星控制系統，和密碼加密系統的綜合體。⁸由此可以理解，資訊科技應有廣、狹二義：狹義的解釋是指運用電腦和網際網路來傳送或接收資訊的技術；廣義的解釋則是涵蓋了整個系統化的管理概念。

如今，人類對於計算機、網際網路、電腦設施、衛星通訊、微電子技術與電子終端設備之間的有機結合，以及在通信、軍事、氣象，商業、傳播與資料檢索等所廣泛應用的技術，均泛稱為資訊科技。顯然的，資訊科技早已超越過去所指的通訊技術的界限，甚至連基因工程、新材料、新能源、海洋開發和空間開發都可列入對資訊知識的獲取、加工與傳遞，也可稱為廣義的資訊科技。隨著人類對微觀世界和生命現象的深入研究，奈米科技與生物科技正快速發展，奈米資訊科技與生物資訊科技等新的資訊科技也將隨之出現。

二、近代～現代三次科技革命的發展概況

所謂「科技革命」(technology revolution)，包含了科學革命和技術革命。科學革命是科學發展的質變形式，它的表現為科學觀念的變革，如科學基本概念、基本原理的根本改變、科學基礎理論的突破和重大的科學發現等。在科學史上，哥白尼的地轉說(天體運行論)、牛頓力學、富蘭克林的電學、愛因斯坦的相對論等，都可視科學革命。技術革命包括技術規範、技術結構、技術體系的變革，以及材料、工藝能源和控制等方面的重大突破，如石器的製造、火的利用、蒸汽機的發明、電力的普及、計算機的問世，以及電腦的生產等，都是技術發明。⁹簡言之，科學革命是既存知識的發現，而技術革命則是創造發明新的產品。

在歷史上，人類為了求得生存發展，不斷地利用人力、畜力與自然力為動力，創造發明新的工具，所以技術發明應與人類的起源一樣久遠，如石器、青銅器和鐵器等等，惟多半是「工藝技術」(technics)的突破，而非科技革命的成果；直到 17 世紀近代科學建立後，新的科學思維才大量促成器械工具的技術發明，特別是蒸汽機所帶來的生產技術機械化，更為人類社會開啟大規模科學與技術合一的「科技革命」。¹⁰此後，人類的科學革命便不時地激發出新的技術發明；而技術革命也常常啟發科學的重大發現，於是「科學技術化」和「技術科學化」就

⁸ 李德毅、曾占平，《發展中的指揮自動化》(北京：解放軍出版社，2004 年)，頁 5。

⁹ 馮宋徹著，《科技革命與世界格局》，前揭書，頁 3。

¹⁰ 江才捷，〈回顧四百年風光，看科學前景如何？〉《通識教育季刊》，第 21 期，
<<http://www.ncu.edu.tw/~cge/4/journal/21th/9.htm>> (上網檢視日期：2005/7/21)

逐漸匯流成一體化的趨勢。因而，近代以來的技術發明，幾乎都可稱為「科技革命」。以下將社會演進過程中三次大型科技革命概述如後：

（一）第一次科技革命（18 世紀 60 年代～19 世紀中期）

第一次科技革命發生在 18 世紀中期的英國，以蒸汽機的廣泛使用為標誌，之後遍及歐洲和北美國家。當時，以牛頓發軔的科學正在崛起，加上紡織機械的不斷革新，實現工業生產從手工到機械化的轉變，使以機器為主體的工廠制度代替了以手工技術為基礎的手工工廠，從而把人類帶進蒸汽時代。¹¹

從社會發展來看，首度的科技革命實現了工業生產的全面機械化，促進社會經濟的迅猛發展，為人類開啟第一次工業革命，結束長期以農業創造財富的歷史，帶給人類社會莫大的衝擊和震撼。

（二）第二次科技革命（19 世紀 70 年代～20 世紀初期）

從 19 世紀下半期延續至 20 世紀初期的第二次科技革命，開始於歐洲與北美地區，影響遍及全世界。此時期，由於電磁學領域的一系列發現，引發以電機發明為起點，以電力廣泛應用為標誌的科技革命，不僅推動生產技術由一般的機械化到電氣化和自動化的轉變，更改變了人們的生活方式。¹²

這次的科技變革帶動鋼鐵、內燃機、電的發明和電力技術的廣泛應用，造就人類第二次工業革命，引起整個生產體系的巨大變化，不但對經濟體系與國際競爭帶來相當程度的衝擊，並且觸動社會發展的新趨勢。

（三）第三次科技革命（20 世紀中期～）

一般認為，第三次科技革命開始於第二次世界大戰後的美國，並且迅速地波及全球各地。深入分析，此次科技革命應於 20 世紀初期即已萌芽，特別是指 70 年代後期以來科技的大發展，又稱為「新科技革命」。基本上，整個新科技革命可分為兩個階段：第一階段大約出現在 20 世紀 30、40 年代，以微電子學和計算機為主，包括生物工程、雷射通訊、空間技術、海洋開發以及新材料、新能源在內的科技革命。第二階段的浪潮開始於 20 世紀 70 年代以後，以材料工程、能源工程、生物工程、資訊工程和宇宙工程為主，實質上也是第一階段的繼續與發展，也有人直接將之稱為第四次科技革命。¹³

〈第一次科技革命〉，〈http://tds.ic.polyu.edu.hk/td/theme1/first_technology_revolution_c.htm〉
〔上網檢視日期：2005/4/26〕。

¹² 〈第二次科技革命〉，〈http://tds.ic.polyu.edu.hk/td/theme1/second_technology_revolution_c.htm〉
〔上網檢視日期：2005/4/26〕。

¹³ 「新科技革命」（有些文獻稱為「新技術革命」），是指 1970 年代後期開始，以資訊技術為核心，以計算機與網路為主線的新科技體系所推進的產業革命。不過，新科技革命並非是一蹴可幾，而是逐漸發展而來的。其中，1930、40 年左右，是新科技革命的萌芽階段；1945～

如同近代第一、二次科技革命，以蒸汽機、電的發明，以及電子技術的推廣，成功帶動人類社會兩次產業革命，將人類從農業時代帶入工業時代一般，第三次科技革命已經全面掀起第三次產業革命，正引領現代人從工業時代過渡到資訊時代。可見，近代以來，科技革命正是促進經濟與社會變革的巨大力量，換言之，人類社會的進步與蛻變在很大程度上是科技發展的結果。

三、資訊科技革命的產生與內涵

觀諸人類社會每一次巨幅的變革，幾乎都伴隨著相應的「資訊革命」，並且在資訊處理上獲致重大的進步，也就是說，人類的社會發展即是一個處理資訊不斷取得進步的過程。¹⁴「資訊科技革命」(information technology revolution)則是指 1970 年代後期起，人類高度使用資訊科學來發展新的資訊化應用技術，並將之應用在商業與知識發展之上，是現代人應用電腦與網路技術為基礎的資訊科技所開啟另一波的物質文明，也是第三次科技革命的核心。¹⁵

現代資訊科技的發展過程中，電子計算機的問世是相當重要的里程碑，只不過從電子計算機發明到電腦的普及使用，前後歷經 30 餘年。1946 年，美國製造出第一部電子計算機；¹⁶1971 年，英特爾公司(Intel)生產第一部微處理器(CPU，又稱「中央處理器」)；1974 年，英特爾公司復推出全球第一台個人電腦(Altair)，但體積太大，價格太高，所以電腦一開始只在軍事單位與大型產業使用，並不普及；直到 1978 年英特爾與國際商業機器公司(International Business Machine, IBM)合作，降低電腦價格，才將個人的電腦需求帶動起來。¹⁷

1960 年是醞釀準備階段；1960～1970 年代是起步階段；1970～1980 年則是迅速發展階段。參見馮宋徽編著，《科技革命與世界格局》，前揭書，頁 48-52。另外，目前已有入將 20 世紀 90 年代以來，以「生物技術」為核心的新科技發展稱為第四次科技革命。參見申明，〈第四次科技革命來臨－生物經濟：中國準備好了嗎？〉，〈<http://www.people.com.cn/BIG5/keji/1059/2651365.html>〉〔上網檢視日期 2005/4/26〕。

¹⁴ 胡心智、陳雷、王恆桓，《e 時代的感悟》，前揭書，頁 16。

¹⁵ 有關「資訊科技革命」的定義及其對人類經濟、社會與生活的影響，可參見竹內宏、IT 革命研究會合著，李毓昭譯，《IT 革命》(台北：晨星，2000 年)；《EC 辭典》〈<http://www.life-tech.idv.tw/ecdic/detail.asp?id=525>〉〔上網檢視日期：2005/7/21〕。

¹⁶ 1946 年 2 月，美國賓州大學在 J.W. Mauchly 和 J.P. Eckert 合作之下製造了第一部的數位電子計算機，叫做 ENIAC (Electronic Numerical Integrator and Calculator)，這是史上的第一部電腦(electronic brain)。之前，均是機械計算機。參見〈電子計算機的演進〉，〈http://yes.nctu.edu.tw/Lecture/BCC/Ch01/Ch1_2.htm〉〔上網檢視日期：2005/4/9〕。

¹⁷ 周芳苑，〈微處理器算盡人意－從英特爾 CPU 開發過程，看電腦心臟的演進史〉〈<http://www.qfm.ks.edu.tw/internet-edu/text04.htm>〉〔上網檢視日期：2005/4/22〕。

從電腦的研發過程來看，現代資訊科技革命在 20 世紀中期初露端倪，不過真正取得長足進步與發展則是在 1970 年代後期。現代人所稱的「資訊時代」（information age），也是指 1970、80 年以後新技術與電腦科技結合且廣泛運用的年代。大約從 1970 年開始，整個新科技革命除了資訊科技的快速發展外，尚包含電子科技、光纖通信、生物科技、新材料科技、新能源科技和空間科技等，均直接或間接地與資訊概念相連結。到了 1980 年代，電晶體、積體電路、電子計算機和個人電腦的快速開發，再結合網際網路的廣泛應用，資訊科技遂成為社會轉型過程中發展最快、影響最深和滲透最強的推動力量。

有別於過去的科技革命，資訊科技革命是人類歷史上一場以機器取代人的腦力勞動，廣泛推行自動化和自動控制為特徵的大變革。我們可以從單一矽晶片（silicon chip）的元件或電晶體（electro-crystals）容量加以觀察，就可以發現逐漸取代人腦工作的電腦容量正在與日俱增。1965 年時，最複雜的晶片可以集積 64 個電晶體；1970 年微處理器剛問世時，只能植入 1000 個電晶體；1989 年英特爾 486（Intel486）晶片可容納 120 萬個元件；1993 年奔騰（Pentium）晶片上可容納 310 萬個元件；1995 年英特爾 P6（IntelP6）微處理器的中央處理單元容納 560 萬個元件；1999 年奔騰晶片可達 950 萬個元件，到了 2001 年則高達 1 億個以上。¹⁸目前很多半導體公司正競相生產可容納更多元件的晶圓與晶片，如英特爾正研發奈米製程的微處理器即是。

值得一提的是，當積體電路容量變得更多的時候，電腦運算能力變得更強，價格反而變得更低。電腦界早在 1960 年代就有「電腦運算能力每 18 個月會增加 1 倍」的「摩爾定律」（Gordon Moor's Law）。1970 年代也有「電腦製造成本增加 1 倍，功能增強 4 倍」的「葛若熙定律」（Grosch's Law）。美國戰略學者歐漢龍（Michael O'Hanlon）甚至還預測：從 2001 年到 2020 年，電腦的計算速度與記憶力可能增加 10 倍以上。¹⁹另外，20 世紀末，日本學者加來道雄（Michio Kaku）對科技發展提出預測，認為到了 2020 年，微處理器的數量與價格將和

¹⁸ Brian Nichiporuk and Carl H.Builder, *Information Technologies and the Future of Land Warfare* (Santa Monica:RAND,1995), p.9;引自陳文政，趙繼綸，《不完美戰場－資訊時代的戰爭觀》（台北：時英，2001 年），頁 151-154；尹邦躍編著，《奈米時代》（台北：五南，2002 年），頁 196。

¹⁹ 「摩爾定律」是 1960 年代美國快捷半導體（Fairchild Semiconductor）公司研發部主任 Gordon Moor 所提出，說明微處理器與晶片集積速度將呈指數成長規律；參見陳文政，趙繼綸，《不完美戰場－資訊時代的戰爭觀》，前揭書，頁 155-156；Michael O'Hanlon 著，楊紫函譯，《科技變革與戰爭的未來》（*Technological Change and The Future of Warfare*）（台北：國防部史政編譯局，2001 年），頁 94。

便條紙一樣多，一樣便宜。²⁰事實證明，電腦低成本，高效率的發展態勢，已打破過去的生產模式；加上後來軟體的開發，如微軟（Microsoft Window），使操作更加簡便，電腦遂成為人類生活、休閒和工作不可缺少的工具。

此外，網際網路（Inter-net）的發明更擴大了電腦的運用功能。早在 1960 年代初期，美國學術機構一些遠見人士就發現，若能在科學界與軍事界利用電腦交換資訊，將會帶來可觀的價值。²¹1969 年時，美國為了防止蘇聯以其指管體系為第一擊的目標，開始研究不受戰爭破壞的分散式強韌網路系統。到了 1983 年，美國網路主要區分為兩個系統：一為「軍事網路」（Mil-net），一為封包交換的「阿帕網路」（APARNET）。前者是美軍利用「防禦資料網路」（Defense Data Network）處理資料與管理美軍補保的作業系統，通資性能較差；後者則是供與政府簽約的研究機構使用，即是後來網際網路的前身。1990 年時，由於美國學術界不斷地進行網際網路的研發，加上數位技術與動態隨機存取記憶研製成功，再結合光纖通信與個人電腦改良，遂構成了全球化的網際網路。²²

隨著電子計算機、電腦和網際網路等資訊科技產品的問世，不但改變世人的生活方式，也進而改變經濟生產的方式。據統計，1970 年代初到 80 年代，西方發達國家的經濟大約增長一倍；1970 年代以來，科學發現和技術發明的成果總數超過過去 2000 年的總和；而且，當代人類所掌握的科學知識有 90% 是 20 世紀後半期取得的。²³凡此均顯示，資訊科技正在開啟知識經濟時代的到來。

綜合上述，近代以來的三次科技革命，每一次都在改寫人類的文明演進史。20 世紀中期開始的第三次科技革命，特別是 20 世紀 70 年代後期起，以資訊、知識和科技為核心，且伴隨著電腦與網際網路廣泛應用而呈現飛躍成長的資訊科技革命，更成為整個新科技革命中的核心領域，而且正快速地滲透到人類社會生

²⁰ Michio Kaku 著，陳婷、徐中緒譯，“Vision：How Science will Revolutionize the 21st Century,” *Next:20 Years and After*（台北：大塊文化，1998 年），頁 40。

²¹ 1962 年麻省理工學院的 J.C.R. Licklider 首先提出電腦全球網路的案子，然後，國防尖端研究專案機構（The Defense Advanced Research Projects Agency, DARPA）隨即接手，領導該項研發工作。之後，麻省理工學院的 Leonard Kleinrock，至加州大學洛杉磯分校任教，發展出封包交換技術理論，為網際網路連結奠基。另外，麻省理工學院的 Lawrence Roberts 則是利用撥接式電話線，將麻州的電腦與加州的電腦相連，開始施行廣域網路，不過，卻同時發現電話線的電路交換技術不敷運用。之後，Kleinrock 的封包交換理論受到肯定，1996 年，Roberts 到 DARPA，開始發展他所籌畫的「阿帕網路」（ARPANET）。上述幾位有遠見的研究者，都是網際網路的創建家。Walt Howe 著，〈網際網路蛻變不斷四十年〉，<<http://www.cnpedia.com/Index2.htm>>（上網檢視日期：2005/5/16）。

²² 曾祥穎，《第五次軍事事務革命》，（台北：麥田，2003 年），頁 53。

²³ 馮宋徵編著，《科技革命與世界格局》，前揭書，頁 53。

活的每一個層面之中。儘管現階段世界各國科技發展的程度不一，無疑的，人類社會已被捲入這股以資訊科技為主流的革命浪潮之中，簡言之，「資訊化」已成為全球普遍發展的趨勢。

參、科技革命對社會轉型、軍隊變革與戰爭發展的影響

社會、軍隊與戰爭三者的關係是十分密切的，也是學術界新興的研究領域。法國著名的戰爭學權威布杜爾（Gaston Bouthoul）曾表示：

戰爭是最壯觀、最重要的社會現象。因為所有著名的人類古文明，皆因戰爭而殞落；相對的，幾乎所有新文明，皆是拜戰爭所賜而得以顯耀光芒。同時，受到人類競相模仿的戰爭，亦是促使社會型態變遷的主要因素。²⁴

言下之意，人類的社會轉型與戰爭發展是息息相關的。

另外，從戰爭社會學的觀點看，戰爭本身即是一個「社會機制」，人類的戰爭發展離不開社會的網路背景，換言之，有什麼樣的社會型態，就有什麼樣的戰爭型態。的確，當一個國家的政治、經濟與社會條件出現變化時，也會影響該國遂行戰爭的形式與狀態，所以必須從社會層面—包含政治、經濟與社會因素來探討戰爭的課題。²⁵

再從軍事社會學的角度看，社會是「軍事之母」，軍隊是小型的社會，亦即作為軍事主體的軍隊（小社會）是民間社會（大社會）的一部分，因此當人類社會發展向前推進，特別是科技發展所帶來生產工具和生產方式的每一次變革，不僅會創造出新的戰爭工具、帶動新的軍隊建設，還會促進戰爭型態與作戰形式的轉變。²⁶因為一個國家的軍隊是社會的反映，所以當一個國家的社會型態出現變

²⁴ 「戰爭學」是將戰爭視為一種「社會現象」，以探討戰爭的形式、起因、效應及功能；參見 Gaston Bouthoul 著，陳益群譯，《戰爭》（*La Guerre*）（台北：遠流，1994 年），頁 1-2。

²⁵ 「戰爭社會學」是一個新興學科，強調戰爭的原因與內容，包含錯綜複雜的國際情勢、國內政經社會結構因素及國家戰爭準備等等，有關戰爭社會學相關內容可參考 1983 年 12 月《國際研究》季刊之特刊〈戰爭的經濟基礎〉“The Economic Foundations of War,” *International Studies Quarterly*, No.27 (Dec., 1983), pp.381-515.

²⁶ 有關「軍事社會學」的研究可區分為狹義與廣義兩種：狹義是指採用「社會學的原理和方法」，而廣義則為「運用社會科學的理論和方法」，均可界定為「探討軍隊內部組織、軍隊與社會關係，和軍人有關問題的學科」。此處特別強調的是「軍隊與社會的關係」，因為軍隊為社會之一環，故軍隊會結合社會變遷而轉換其運作功能。有關「軍事社會學」的定義與內涵，可參見洪陸訓，陳膺宇主編，《軍事社會學譯介》（台北：政戰學校，2004 年）；陳膺宇，

遷時，軍隊的組織結構及其體制運作亦會隨之變化，為人類的戰爭發展注入新的活力。

可見，人類的社會、軍隊與戰爭三者的變革是相互影響、息息相關的。一旦科技發展帶動社會變遷，也將進而驅動軍隊與戰爭的巨大轉變。以下分別說明古代工藝技術革命、近代科技革命與現代科技革命對社會轉型、軍隊變革與戰爭發展的影響。

一、古代工藝技術革命對社會、軍隊與戰爭的影響

在人類史的演進過程中，從類人猿使用樹枝、石塊獵取食物起，技術發明就開始萌芽，惟當時人類長期維持著採集、狩獵與漁獵的生活，直至西元前 8,000 年～10,000 年前的農業革命，人類的社會發展才出現轉捩點。農業時代來臨後，人類生存和發展主要取決於所獲得的自然資源，而土地為自然載體，於是人類開始定居一處，改變過去的游牧和狩獵生活，並逐漸發展出農業社會的型態。

此時農業社會的經濟形式也反映在軍隊與戰爭之上。儘管此時期的生產方式已經改變，但是生產量仍甚低微，絕大多數的人力必須投注在土地為主的生產模式之上。雖然也會徵召男丁入伍，但在擔心影響生產等因素之下，通常是農地領主發動攻擊或遭受攻打時，才會臨時拼湊軍隊，常備觀念並不普遍。軍隊領導多為貴族或農地領主，而兵力來源多為雇傭或家奴。雖然戰爭發生的原因不一，但主要與爭奪農作所得的土地有關，戰勝將領的獎勵亦是受領封地。²⁷

在漫長的農業時代裡，軍隊的機動主要依靠人力和畜力，因此作戰樣式多以步兵、騎兵與車兵為主，戰爭的形式多半是兵臨城下、短兵相接，甚至指揮官還必須親臨現場。直到西元前 5,000、6,000 年左右，人類才懂得將大量馬匹運用於戰場上，也才開始擁有機動力的戰車部隊。當時傳遞戰場訊息主要通過言語、文書、金鼓、號角、信鴿，烽火和驛站等手段來實現，不但效率差，錯誤也多。

在農業社會中，人類開始接觸到冶金、煉鐵、煉銅等使用金屬的技術，不過，此時的技術仍是十分粗糙的，農耕工具多半僅以粗手工及手工藝生產為基礎。決定戰爭方式的武器，也像農耕工具一樣欠缺標準化，如弓箭、砲彈、刀劍、長矛等。這些工藝技術製造的冷兵器，多半透過師徒相傳，或者是個人經驗的累積，

〈軍事社會學之研究〉，《軍事社會學學術論文集》（台北：中正理工學院，1996 年），頁 12-15。

²⁷ Alvin Toffler 著，吳迎春、傅凌譯，《大未來》（*Powershift*）作者序（台北：時報，1994 年），版 2，頁 20-21。

而且武器運作欠缺系統化，通常還得依賴人體肌肉操作。後來，火藥的發明算是革命性的武器，以爆炸作為殺傷的熱兵器才逐漸取代金屬兵器成為作戰趨勢，不過，那已經是 14~16 世紀以後的事了。²⁸

總而言之，古代農業社會是以土地為經濟的核心，人力必須用在耕作土地之上，加上工藝技術發明的冷兵器效能有限，因此，軍隊規模並不大，參與作戰的人數不多，戰爭規模與戰場傷亡人數亦較為有限。直到後來人類發明了火藥、火炮和槍枝等熱兵器，火力戰才逐漸取代過去的人力戰爭。

二、近代科技革命對社會、軍隊與戰爭的影響

前文提及，近代兩次科技革命最重大的影響是，啟動一場席捲西方世界達兩、三百餘年的工業革命，建成了近代工業體系，使人類的生產活動從落後的手工業過渡到機器工業。隨著生產方式的改變，人類的古老社會亦出現徹底的變化，開始由農業社會轉型為工業社會。²⁹

分析工業社會機器生產的基本原則有二：一是大量化，一是標準化；此生產方式也反映在軍隊與戰爭之上。為了因應工業化的戰爭規模，大型的軍隊開始出現，不再隸屬於地方士紳或軍閥，而是直接效忠國家，惟常備軍的觀念則是直至 18 世紀末期才出現。常備軍隊建立後，過去貴族統帥由軍校出身的職業軍官取代，基於專業分工，軍隊中開始設立各項專職部門，並組成參謀部，軍中官僚體系日漸複雜，軍隊組織不但愈來愈龐大，也出現層層指揮的軍事體制。³⁰另外，軍隊中包含武器裝備、軍事訓練、軍事組織與軍事教條則是朝向標準化的方向發展，其中影響戰爭最大轉變的就是標準化武器的大量生產。

此時，戰場上的軍事力量由簡單直接的火藥武器向能量驅動的武器轉變，機關槍、坦克、飛機、潛艇和航空母艦等機械化的武器裝備相繼問世，作戰平台由人力轉為動力機械驅動，此結果不僅明顯改變軍隊的組織編制，也使得戰場面貌與作戰樣式出現徹底的變化。進而說明，此時期的軍隊是由陸、海、空多軍種組

²⁸ 火藥本為中國唐朝道士孫思邈所發明，直到元朝成吉思汗統一蒙古後，發動三次大軍西征，始將中國的火藥技術傳至歐洲。14 世紀，歐洲海戰開始出現銅製火炮，陸上戰鬥才有毛瑟槍與手槍等火器使用。到了 16 世紀中期，英國人始發明鑄鐵造砲之法。參見王兆春，《中國火器史》（北京：軍事科學出版社，1991 年），頁 6；梁必駿主編，《軍事革命論》（北京：軍事科學出版社，2001 年），頁 101~105。

²⁹ 有關工業革命引發的社會變遷內容，可參見 Gerhard Lenski, Jean Lenski and Patrick Nolan 著，涂肇慶譯，《社會變遷》（*Human Societies: an Introduction to Macrosociology*）（台北：桂冠，1992 年），頁 254-266。

³⁰ Alvin Toffler 著，吳迎春、傅凌譯，《大未來》，前揭書，頁 21-23。

成，隨著核武器出現，及先後出現的洲際導彈、戰略導彈部隊和戰略火箭軍等新型軍種部隊，形成了戰略轟炸機、陸基導彈部隊和核潛艇「三位一體」的戰略核打擊體制。作戰樣式是以諸軍兵種協同方式進行的寬正面、大縱深的線式作戰方式為主。戰場則從陸地發展到陸、海、空三度空間，而地面部隊的戰場機動亦從徒步、馬車向摩托化和機械化過渡。³¹可見，近代的科技發展不僅帶動武器裝備的創新、改變了軍隊的組織與運作，同時促使戰爭思維、作戰方式和戰場空間等出現巨大變化，結果是戰爭規模擴大，作戰的威力也相對提升。

值得注意的是，工業時代毀滅性武器的大量生產，雖然大大提高了戰爭潛力，卻也帶來了巨大的損耗。陸、海、空多軍種組成龐大的作戰兵團，參戰人數多則數百萬人，少則數十萬人，加上武器裝備的應用，不但造成經濟財產大規模的損失，也使得戰爭傷亡人數大增。例如：第一次世界大戰期間每月平均死亡人數達 13 萬 7 千人，總計死亡人數高達 700~800 多萬；再以機械化戰爭發展顛峰期的第二次大戰為例，每月平均死亡數即高達 38 萬 8 千人，死亡總數更高達 7,000 萬人。另外，在二次大戰中，參戰國共 61 國，人口 20 億，動員軍隊 1 億 1 千萬人，僅交戰國生產的飛機就達 70 多萬架，直接戰爭費用 15,320 億美元，經濟與財產損失更高達 4 萬億美元。³²

由此可知，近代出現的機械化生產方式，不但促成農業社會向工業社會轉型，而且生產了高速度、遠射程和大威力的武器，使得戰爭思維、軍隊結構、作戰樣式、戰場空間與戰爭損耗等發生根本性的變革。因為能量驅動的機械化武器，使部隊獲得了前所未有的機動能力和作戰能力，導致戰爭規模日趨擴大，軍隊的數量和兵種不斷增加，戰鬥編組也越來越複雜，戰場更由平面轉為立體。再加上後來雷達、聲納、電話等資訊系統的研製與應用，更將軍隊指揮推向人機結合半自動化的階段。

整體而言，近代兩次科技革命所帶動的工業革命，除了促進工業社會的形成，以及軍隊組織結構與體制運作的變革外，人類還在社會與軍事發展的基礎上，將傳統的人力與火力戰爭帶向機械化戰爭的時代。

三、現代科技革命對社會、軍隊與戰爭的影響

³¹ 李德毅、曾占平，《發展中的指揮自動化》，前揭書，頁 2-3。

³² Alvin Toffler 著，吳迎春、傅凌譯，《大未來》，前揭書，頁 23-25；Alvin and Heidi Toffler，傅凌譯，《新戰爭論》（*War and Anti-War: Survival at the Dawn of the 21st Century*）（台北：時報，1994 年），頁 14。另外，其他二戰引用數據參見王保存，《世界新軍事變革新論》（北京：解放軍出版社，2003 年）；引自李德毅、曾占平，《發展中的指揮自動化》，前揭書，頁 3。

現代戰略思想家的思維幾乎被正在進行資訊革命的社會與軍事所占滿。從社會觀點言，計算機、電腦與網際網路正在從頭改造我們的社會生活與經濟活動。從軍事觀點言，資訊科技革命意味著軍事效能的提升，傷亡減少及經費節約。³³如同近代科技革命對社會與軍隊的影響一般，現代社會與軍事領域的變革也是彼此相關，而且此時的新科技是先應用在軍事上，再深入到社會的每一個角落。

先談軍事方面，20 世紀中期的原子能、電達和計算機等技術很快就運用在軍事作戰上，如核物理學指導下的第一顆原子彈（美國，1945 年）、第一顆氫彈（美國，1952 年）、第一座核電站（蘇聯，1954 年）、噴氣技術下的第一顆人造衛星（蘇聯，1957 年）、載人宇宙船（蘇聯，1961 年）、載人航天飛機（美國，1977 年），以及無人駕駛飛船（美國，1977 年）等等；³⁴加上核武、導彈和大規模毀滅性武器的研發，造成冷戰期間東西強權的軍備競賽，並且形成美蘇雙方核武嚇阻下的恐怖平衡。³⁵在兩極化軍事對峙的情勢下，當電腦、網路科技出現時，各國便競相將資訊科技運用在軍事領域上，如此不但讓機械化的作戰平台與武器裝備能夠精益求精，還突破了戰略思維與作戰方式。

再論新科技對社會的影響。第二次世界大戰出現的新科技，戰後很快地就由軍用轉為民用，並且帶來社會的轉變。尤其 1960 年代起的 10 年之間，結合計算機的新科技革命有了更迅速的發展，主要特色表現在航天科技和電子計算機發展之上。其中航天科技發展的標誌是偵察衛星、氣象衛星、通訊衛星和資源衛星的發射成功；而電子計算機的發展則是以晶體管電子計算機和集成電路電子計算機等兩代電子計算機的發明相繼出現為標誌。從 1970 年代開始，以微電子科技、計算機科技、光纖通信科技、衛星科技、航天科技以及軟件科技等的綜合發展，使整個資訊科技成為最活躍、影響最大的領域，同時圍繞資訊的產生、收集、傳遞、保存、加工和處理而形成一個全新的產業——資訊產業，在國民經濟中的地位愈來愈重要。到了 1980 年代，以通信、電子計算機和網絡的廣泛運用為標誌的科技變革，促使以知識科技為基礎的訂製品開始出現，並且給予社會的物質生產、社會生活和精神生產以及認識活動帶來迅速、廣泛且深刻的影響。³⁶由此可

³³ Zalmay M. Khalilzad and John P. White, 蔣永芳、王振坤譯，《戰爭中資訊的角色變化—上冊》（*Strategic Appraisal: The Changing Role of Information in Warfare*）（台北：史政編譯局，2000 年），頁 21。

³⁴ 馮宋徽，《科技革命與世界格局》，前揭書，頁 50-51。

³⁵ Donald M. Snow, *Nuclear Strategy in a Dynamic World*（Birmingham: The University of Alabama Press, 1982）；張亞中主編，《國際關係新論》（台北：揚智，2003 年），頁 237。

³⁶ 李德毅、曾占平，《發展中的指揮自動化》，前揭書，頁 4；馮宋徽編著，《科技革命與世界格局》，前揭書，頁 47-52。

知，資訊科技不但為人類社會帶來了新經濟型態，同時還促使現代人的思維活動、科技素養、知識文化和文明發展等社會現象呈現巨大的變革。

目前為止，學術界對這個繼工業社會之後即將到來的新社會尚無一致稱法。不過，從 1960 年代開始，學術界已陸續提出若干相關概念，諸如：1963 年，京都大學學者梅棹忠夫（Tada Umehao）最早預測人類「資訊工業」的來臨；³⁷1960 年代後期起，西方也有不少未來學家和社會學者開始對未來社會提出「後工業社會」（Post Industrial Society）、「資訊社會」（Information Society）、「網路社會」（Network Society）和「後資本主義社會」（Post-Capitalist Society）等概念。其中，較具代表性的學者如貝爾（Daniel Bell）、奈斯比（Megatrends J. Naisbitt）、杜拉克（Peter F. Drucker）、海格和鮑爾（J. Hage and C. H. Power）和卡斯特（Manuel Castells）等人。³⁸儘管當前學術界對於轉型中的社會尚未形成權威性的共識但多半接受「資訊社會」的說法，而且一致認為：20 世紀後期起，資訊已經成為維持經濟生產和社會活動最重要的資源，也是下一個社會影響最為深遠的力量。

隨著資訊科技的發展，不但改變生產方式、提高工作效率，改變社會文化，還直接物化成一系系列新型的武器裝備，並且衝擊著舊有的軍事思想和作戰觀念。以火力摧毀、彈道導彈、巡弋飛彈、精確制導武器，提高武器的威懾效果，還將兵力、火力為主的攻防作戰，發展為情報戰、電子戰、心理戰和空襲戰等多種手段綜合運用。再從防護能力看，資訊系統提供了物質基礎、偵察衛星、氣象衛星、導彈預警衛星、航天偵察、紅外線、熱成像、雷達探測、技術監聽、監視等技術，構成了全方位的資訊獲取體系，不但使得主戰裝備具有警告、隱形與干擾作用，同時使得戰場變得空前透明。另外，指揮自動化系統在武器裝備體系中發揮神經中樞功能，將指揮中心、傳感器與武器系統集成一個系統，並且提高了戰場通信、情報處理、指揮作戰的自動化水平。³⁹如此一來，作戰空間從原來的局部空間，發展成為陸、海、空、天、電、磁一體的全維空間；作戰方式則從平面、線式作戰，發展為全縱深、全空域，以及陸、海、空等各軍種的聯合作戰。凡此，不但改變人類過去的作戰形式，同時還驅動著工業社會機械戰爭型態的轉變。

³⁷ 引自 Herbert S. Dordick, 汪琪合著，《尋找資訊社會》（台北：三民，1995），頁 1。

³⁸ 有關資訊時代的社會型態可參見：Daniel Bell, *The Coming of Post Industrial Society: A Venture in Social Forecasting* (New York: Basic Books, 1973)；Megatrends J. Naisbitt, *Ten New Directions Transforming Our Lives* (New York: Warner, 1984)；Peter F. Drucker, *Post-Capitalist Society* (New York: Harper Collins, 1993)；*Managing in the Next Society: Beyond the Information Revolution* (New York: ST. Martin's Press, 2002)；J. Hage and C. H. Powers, *Post-Industrial Lives: Roles and Relationship in the 21st Century* (Newbury Park: CH: Sage, 1992)；Manuel Castells, *Rise of the Network Society* (Oxford: Blackwell, 2000)。

³⁹ 劉鵬、王立華主編，《走向軍事網格時代》（北京：解放軍出版社，2004 年），頁 3。

正如生產講究訂製化、精確度和損壞折扣，戰場上的表現，也是如此。因為訂製化和精確度可以用來減少工廠耗損，同樣的，高度精確性用來瞄準軍事目標，也可以減少發射炮彈，降低財產的損失。⁴⁰例如 1991 年波灣戰爭中，聯軍出動 F-117 夜鷹（Night Hawk）轟炸機 1 架次，扔出 1 枚炸彈的效果，即相當於二次大戰時，B-17 轟炸機出動 4500 架次，扔出 9000 枚炸彈。⁴¹顯然的，這些利用衛星、雷達、全球定位系統和偵測輔助的精靈彈藥，不但提高了轟炸精度，同時也減少了附帶損傷。

由於利用精確制導武器可以實施遠程精確打擊，所以除了可以降低物資的損失外，還可以減少不必要的人員傷亡。在波灣戰爭中，美國領導聯軍轟炸的一個月裡，伊拉克官方報告指出死亡人數在數百或數千之間；1999 年的科索沃戰爭，更創下了美國 78 天空襲己方零傷亡的戰爭記錄。⁴²甚至，從科索沃戰爭到打擊塔里班（Taliban）政權的反恐戰爭，美軍總共僅傷亡數十人和損失數架直升機；而北約對科索沃的狂轟濫炸也只造成 2000 億美元的損失。⁴³對比第一、二次世界大戰大規模毀滅的機械化戰爭，後冷戰的幾場戰役中，國家的資訊優勢能夠迅速轉換成作戰優勢，從而降低生命和財產的損失。

顯然的，以資訊科技為核心的新技術正為戰爭帶來巨大的改變，同時還造成軍隊組織與人力需求的變化。畢竟，當電腦開始取代人力，當資訊化武器逐漸取代機械化作戰工具時，也就不再需要龐大的部隊編制；而且，為了能夠快速地利用資訊優勢，掌握決策優勢，原來樹狀、塔層式結構的軍隊組織，還發展為網狀化的扁平配置，並且開始進行軍隊規模的縮減合併。另外，為了操控精密的武器系統，驍勇善戰的英勇戰士還將由高科技的知識人才取而代之。和過去入伍後才開始勤訓精練的軍人相較，未來的資訊軍官與網路尖兵在社會上就已經具備一定的資訊素養了。這些軍事上的變化，將明顯考驗拿破崙時代所建立的徵兵制度，同時對未來軍隊的教育訓練帶來重大的挑戰。

從現代技術發展來看，20 世紀初期新技術發明的成果一開始是先應用在軍事領域上，70 年代後期開始將此科技革命成果推廣到社會各個層面，對整個世界文明帶來更為直接的推動力。目前西方文明發達國家正逐漸地從工業社會向資

⁴⁰ Alvin Toffler 著，吳迎春、傅凌譯，《大未來》，前揭書，頁 24-25。

⁴¹ Alvin and Heidi Toffler 著，傅凌譯，《新戰爭論》，前揭書，頁 95。

⁴² 柴宇球，《轉型中的軍事教育與訓練》（北京：解放軍出版社，2004 年）頁 20；另一說法是，美軍在這場戰爭中未損失任何部隊，惟有兩人陣亡，參見 Michael O'Hanlon 著，楊紫函譯，《科技變革與戰爭的未來》，前揭書，頁 11。

⁴³ 孔令銅，〈網絡戰爭以及我們的應對策略〉，沈偉光主編，《中國信息戰》（北京：新華出版社，2005 年），頁 92。

訊社會過渡，在全球化運動的推波助瀾下，開發中國家也陸續朝向資訊社會的方向邁進。總而言之，當前全球以資訊、知識與科技為核心的新社會型態正在形成之中，不但帶動軍隊變革與兵力轉型，有效地提升軍隊的戰鬥能力，並且驅動著機械化過渡到資訊化的戰爭發展。

綜合上述，面對科技的日新月異，不但促進人類的社會轉型，而且帶來了戰略、戰術、戰法、戰具與戰場等軍事事務的改變。面對新科技的飛躍成長，一場配合資訊科技發展的武器創新、適應社會轉型的軍隊變革，以及在社會基礎與軍事條件支撐下的新戰爭正在形塑和發展之中。顯然的，資訊科技的力量正漸漸地融入到作戰要素和戰爭過程之中，促使世界各國的軍事革新（轉型）邁向新的里程碑。

肆、當前世界軍事革新（轉型）的發展趨勢

「軍事革命」（Military Revolution）一詞的相關概念源於西方。英國著名的戰略學者李德哈特（Captain B.H. Liddell Hart）曾提出因軍事科技與武器裝備發展導致作戰方式改變者，謂之「戰爭革命」（Revolution in Warfare）。⁴⁴而最早引用「軍事革命」一詞的則是，1955 年英人羅伯茨（Michael Roberts）於北愛爾蘭貝爾法斯特（Belfast）皇后大學（Queens University）以「西元 1560 年～1660 年間之軍事革命」為題所發表的就職演說，此後該名詞遂廣為西方學者普遍接受及採用。⁴⁵

迄今為止，由於有些學者是從科技發明或作戰方式的改變，為軍事革命下定義；有些則從戰爭世代演進作區分，來說明軍事革命的內涵，因此，目前有關軍事革命概念尚無規範性的界說。⁴⁶不過，一般認為，自從 14 世紀開始，每當科技出現重大的突破與創新之際，包含武器裝備、作戰思維、觀念、準則、方法，以及軍隊組織結構等軍事事務也將相應地推陳出新，甚至還會造成戰爭型態或作戰形式的改變，於是科技進步帶動軍事改革與變革也就構成了人類軍事發展的特

⁴⁴ 朱小莉，趙小卓，《美俄新軍事革命》（北京：軍事科學出版社，1996 年），頁 3。

⁴⁵ 孟飛，〈中共「新軍事革命」的意涵與形成背景〉，《中共研究》，第 33 卷，第 11 期（1999 年 11 月），頁 84。

⁴⁶ 有關軍事革命的定義與階段畫分，可參見莫大華，〈中共「軍事事務革命」之分析－資訊戰爭的探討〉，《中國大陸研究》，第 41 卷，第 11 期（1998 年 11 月），頁 46-47；林宗達，〈中共軍事革新之信息戰與太空戰〉（台北：全球防衛雜誌，2002 年），頁 9-11；Andrew F. Krepinevich，「Cavalry to Computer：The Pattern of Military Revolutions，」*National Interest* ,No.37（Fall 1994），pp.31-36。

色，並將之稱作「軍事革命」。⁴⁷而世紀末，美國社會學者托佛勒則從社會觀點說明人類軍事革命的形成如下：

只有當一個新生文明崛起向舊文明挑戰，只有當整個社會都在自我轉化，迫使軍旅從科技、文化、組織到戰略、戰術、訓練、理論及後勤等各個層面都同時發生變化時，軍事革命才會出現。⁴⁸

正如前文提及，科技發展會促進人類社會轉型，民間大社會變遷會影響軍隊小社會變革，進而驅動戰爭的發展；而當世界出現新的戰爭模式與方式時，還會啟示世人推動新軍事變革運動。可見，人類科技、社會和戰爭的發展即是全球性軍事革新的形成因素；而且，軍隊與戰爭等軍事領域的巨大變遷是無法孤立進行的，除了受到科技衝擊的影響外，還必須是在社會發展的過程中前進。只是過去人們對於軍事革命多偏重科技衝擊的探討，卻常常忽略了軍事革命形成的社會條件。因此，雖然可以從科技發展預測全球軍事發展的共同趨勢，卻難以客觀掌握世界各國在軍事轉型過程中的差異。

當然，任何事物的發展有其歷史與邏輯的必然結果，但有些則受制於外來的刺激或內在的根本動因。同理，世界軍事變革運動的進化與發展，除了是歷史演進過程中科技衝擊的結果外，有計畫的理論研究與實務推動，國內外環境因素的影響，特別是本身的社會條件，都是重要的形成因素。以下先說明當前軍事革命（轉型）的概念演變，探討世界軍事革新的共同趨勢，以及分析現階段世界各國在軍事轉型過程中的差異因素。

一、軍事革命（轉型）的概念演變

1991 年的波灣戰爭，世人見識到第一場以資訊、知識與高科技結合的資訊化戰爭。1993 年，美國淨評估辦公室（Office of Net Assessment）主任馬歇爾（Andrew W.Marshall）遂在前蘇聯所倡導的「軍事技術革命」（Military Technical Revolution, MTR）基礎上，率先提出「軍事事務革命」（Revolution in Military Affairs, RMA）一詞，⁴⁹並將之定義為：

⁴⁷ 有關歷史上軍事科技的發展，可參見 Trevor N. Dupuy, *The Evolution of Weapons and Warfare*, New York: Da Capo Press, 1984; Martin van Creveld, *Technology and War, From 2000B.C. to the Present Day* (London: Collier Macmillan Publishers, 1989)。

⁴⁸ Alvin and Heidi Toffler 著，傅凌譯，《新戰爭論》，前揭書，頁 38。

⁴⁹ Roger Beaumont, “OMTE: An Alternative Paradigm to ‘The Revolution in Military Affairs’,”

「科技的創新運用所帶來的戰爭性質的改變，其間混合了軍事準則及作戰行動概念的激烈改變，根本改變了作戰行動的行為。」⁵⁰

後來，美國國防部還沿用此說法將軍事事務革命定義為：

在歷史上，軍事事務革命發生於：新的科技結合作戰概念的革新與組織的調整後，一起整合進軍事系統中，並根本地改變軍事作戰的特質與進行之時。⁵¹

可見，軍事事務革命至少必須具備三個要素：科技、準則與組織。後來五角大廈還進一步強調：新科技、新裝置、新系統、新的作戰構想、新準則與新兵力架構等新事物的出現，結果將會導致軍事事務產生突破性的改變。⁵²此後，以科技帶動軍事組織與軍事思維、觀念與準則的改革，就成為軍事發展史上的新觀念，並且帶動全球軍事變革的新趨勢。

1990 年後期，美國軍事事務革命運動中影響最深遠的是「軍事轉型」概念的提出。1997 年 5 月，美國國防部於《四年期國防總檢》（Quadrennial Defense Review 1997, QDR 1997）中，首次提出「轉型中的美國部隊」（Transforming U.S. Force）一詞⁵³；同年 12 月 1 日，國防部向國會提交一份報告——《轉型中的國防：21 世紀國家安全》（Transforming Defense: National Security in the 21st Century），首次把「國防轉型」的概念列為標題。⁵⁴此後，「軍事轉型」就成為美國國防部的重點工作，同時還成為全球軍事革新運動的重要驅動力。

接著，美國陸續在《1999 年國防部長對總統和國會的年度報告》（Annual Report to the President and the Congress 1999）、1996 年的《2010 年聯合願景》（Joint

Defense Analysis, Vol.11, No.3 (Dec., 1995), p.322.

⁵⁰ Earl H. Tilford, Jr., *The Revolution in Military Affairs: Prospects and Cautions* (Carlisle Barracks: U.S. Army War College, June 23, 1995), p.1.

⁵¹ US Department of Defense, *Annual Report to the President and the Congress* (Washington D.C.: Government Printing Office, 1995), p.107.

⁵² Richard O. Hundley, 吳福生、余忠勇譯，《軍事事務革命與美軍轉型》，（*Past Revolutions, Future Transformations: What Can the History of Revolutions in Military Affairs Tell Us about transforming the U.S. Military*）（台北：國防部史政編譯局，2001 年），頁 5, 17。

⁵³ William S. Cohen (Secretary of Defense), *Report of the Quadrennial Defense Review* (QDR) (Washington, DC: Department of Defense, May 1997)。

⁵⁴ *Transforming Defense: National Security in the 21st Century*, Report of the National Defense Panel (December, 1997)。

Vision 2010)、2000 年的《2020 年聯合願景》(Joint Vision 2020)、2001 年《四年期國防總檢》(Quadrennial Defense Review 2001, QDR2001), 以及 2003 年 4 月 10 日國防部頒布的《轉型計畫指南》(Transformation Planning Guidance) 和同年秋季國防部轉型辦公室 (Office of Force Transformation) 提出的《軍事轉型：戰略途徑》(Military Transformation :A Strategic Approach) 等政府文件中，都提出對美軍部隊、作戰概念和組織編制進行轉型的要求。⁵⁵此後，軍事轉型即是柯林頓以來美國三屆政府的領導共識。

目前，「軍事轉型」尚是一個發展中的概念，以下列舉美國官方文件說明其定義：

《2001 年四年期國防總檢報告》指出：

轉型乃是開發作戰概念和能力等新的方法，有效利用新、舊技術，以及建立新型的組織編制。轉型是指軍事型態發生根本性的變革，以及軍事規模的改變，包含某種戰爭型態被另一種戰爭型態所取代。轉型可能涉及到知識、社會和技術等層面，通常要求戰爭概念以及組織文化和行為方面進行根本性改變。⁵⁶

國防部的《轉型計畫指南》則提及：

所謂轉型乃是一種過程，是經由理論、能力、人員和組織的綜合運用，形塑軍事競爭與合作不斷變化的特性，利用現有優勢，來保護美國非對稱的薄弱環節，支持其戰略地位，維護世界和平與穩定。⁵⁷

而國防部轉型辦公室 (Office of Force Transformation) 在《軍事轉型：戰略途徑》中則強調：

⁵⁵ 有關美國「軍事轉型」可參閱下列政府文件：William J.Perry, *Annual Report to the President and the Congress* (Washington, DC:Department of Defense,1999) ;John M. Shalikashvil, *Joint Vision 2010* (Office of the Chairman of the Joint Chiefs of Staff, July 1996) .; Henry Shelton, *Joint Vision 2020* (Office of the Chairman of the Joint Chiefs of Staff, June 2000) ;Donald Rumsfeld ,*Report of the Quadrennial Defense Review* (QDR2001) (Washington, DC : Department of Defense, Sep. 2001) ; Donald Rumsfeld , *Transformation Planning Guidance* (Washington, DC :Department of Defense, April 2003) ; AK Cebrowski,*Military Transformation:A Strategic Approach* (Force Transformation, Office of the Secretary of Defense, Fall 2003) .

⁵⁶ *Report of the Quadrennial Defense Review (QDR2001)* ,op.cit.,p.29.

⁵⁷ *Transformation Planning Guidance*,op.cit,p.3

轉型是一個連續的過程，它沒有終點，轉型是技術、過程、組織和觀念的共同革新，任何一個領域的改變都會促使所有領域的反應。⁵⁸

從上述定義可知，美國的軍事轉型是在軍事事務革命基礎上發展出來的，軍事事務革命是學習企業改革而來，而軍事轉型則企圖進行全面性的軍事改革，兩者都主張進行技術、準則和組織的變革，不過，軍事轉型還強調要發展出新的軍事核心能力，並且進行組織文化、個人知識和行為等各方面的革新，所以兩者是概念的演進。事實上，五角大廈就是要利用軍事事務革命的成果和美國率先進入資訊社會的優勢，來達成美軍部隊的全面轉型，亦即致力把工業時代機械化的軍事型態過渡到資訊時代資訊化的軍事型態，以因應未來社會的戰爭需求，確保美國的戰略地位。

每一次的軍事行動，不但檢驗過去軍事變革的成果，也促進下一步的軍事革新。後冷戰以來，美國在軍事領域上的變革作為，不僅帶來戰爭方式、形式和模式的改變，而且推動著人類戰爭型態的大轉變。事實上後來的科索沃戰爭、阿富汗之役和美伊戰爭即是美國軍事變革的實戰檢驗，經過戰後的檢討與策進，不但深化美國本身軍事革命與轉型的工程，同時驅動著戰爭型態的轉變，並且還為世界軍事革新提供新方向。簡言之，資訊時代美國軍事革命與轉型的成果，既改寫了人類戰爭史，也為軍事革命史增添新頁。

目前世界各國形容軍事領域變革的詞彙除了「軍事革命」與「軍事轉型」之外，還包含軍事上的「改革」或「變革」（reformation or change）、「革新」（evolution）和「創新」（creation or innovation）等。其中，軍事上的改革、變革或革新等詞彙，可以避免過去「革命」一詞的爭議，畢竟，在軍事發展過程中，是否真有突變式、戲劇性「革命」的存在？就一直存在著不同的見解與論辯；況且，軍事革命還常易與軍事政變或叛亂混淆，因此，現在各國通常較少使用軍事革命的說法。另外，由於「軍事轉型」較能表達從傳統到現代不同社會下軍事型態的轉變過程；所以，世紀末以來不但美國已逐漸以「軍事轉型」一詞取代「軍事事務革命」的用法，而「軍事轉型」的概念也成為各國探討國防安全的重要術語之一。

由此可知，儘管學術界對於軍事革命的概念尚未統一，使用的詞彙也不一致，不過，隨著科技帶動社會與戰爭型態的變遷，加上美軍對於軍事革命（轉型）概念的倡導，世界各國對以資訊科技為核心、以資訊社會發展為背景的軍事轉型多半予以重視，而全球以資訊作戰為範疇的軍事革新運動也正快速興起，方興未

⁵⁸ A K Cebrowski *Military Transforming: A Strategic Approach*, op.cit, p.8

艾。

二、當前世界軍事革新（轉型）的共同趨勢

人類進入資訊時代後，資訊科技和資訊化武器裝備是提供軍事革新的物質基礎，資訊化的社會型態是軍事轉型的支撐條件，而接二連三資訊作戰的實戰試驗則是軍事變革的驅動力。可見，當前世界軍事革新的共同背景與動因，即是資訊科技的發展與利用、人類文明從工業社會向資訊社會過渡，以及資訊戰爭的快速發展。

從科技、社會與戰爭的發展態勢來看，當前世界軍事轉型是指人類社會從工業社會邁向資訊社會的轉型過程中，以資訊科技為核心帶動軍事科技、武器裝備，組織編制、作戰觀念和作戰方式等全面性、巨大的軍事變革，以因應新戰爭型態來臨。簡言之，當前全球性軍事革新的目的，就是要為下一個社會的下一場戰爭型態預作準備。

前文提及，人類的下一個社會是正在形塑和發展之中的資訊社會，而人類的「下一場戰爭型態」為何呢？所謂「戰爭型態」，是指人類社會發展的不同歷史時期，因交戰雙方使用的手段不同，交戰中所使用的能量形式不同，而呈現出不同的戰爭內在結構和外在表象。⁵⁹基本上，不同的社會型態會有不同的戰爭型態，如工業社會是機械戰型態，而資訊社會則是資訊戰型態。當前人類文明正由工業社會向資訊社會過渡，相對應的，人類的戰爭型態也將出現由機械戰向資訊戰的大轉變，而在轉型、過渡階段發展中的戰爭型態，則可稱為資訊化戰爭。

然而，何謂資訊化戰爭型態呢？中共軍事學者閔宗范、王保存曾指出資訊化戰爭的特性如下：

- 第一、具有時代性：在資訊時代，有多種型態的戰爭，資訊化戰爭是最基本、最主要的戰爭型態。
- 第二、交戰雙方至少一方是資訊化軍隊，光是機械化或半資訊化軍隊並非是資訊化戰爭。
- 第三、必須使用資訊化的武器裝備，機械化作戰平台須加裝資訊化武器裝備，而且各作戰單位必須網絡化、系統化。
- 第四、必須在陸、海、空、天、電等戰略空間進行戰爭，特別是在航太空間和資訊空間進行的戰爭要占相當比例。

⁵⁹ 閔振范、王保存編，《建構信息化軍隊的組織體制》（北京：解放軍出版社，2004年10月），頁5。

第五、物質、能量和資訊等構成作戰力量的諸要素中，資訊必須起主導作用，且能嚴格調控在戰爭中表現為火力和機動力的物質和能量。

第六、戰爭中必要的破壞和流血暴力依然存在，但附帶破壞將降低到最低限度。⁶⁰

由此定義來看，20 世紀 70 年代以來，人類發生數百場局部戰爭和武裝衝突中，以資訊科技為核心的資訊化武器裝備在戰爭中使用的比例已愈來愈高；特別是波灣戰爭以來的幾場戰爭，不但廣泛應用資訊作戰的形式，而且已呈現出資訊化戰爭的型態，為人類打開全球軍事革新的新視界。

是故，當前正在進行的一場世界軍事革新是由資訊科技所引起，以因應資訊戰為目標，所進行的武器裝備、軍事思維、作戰觀念、作戰方法、軍隊組織編制和指揮管制體制等一系列的軍事變革。隨著科技、社會與戰爭的全面發展，以及全球性軍事革新運動的競爭，顯然的，未來世界各國軍事轉型的資訊化程度將會愈來愈高，而機械化的程度則會逐漸降低。

綜合上述，資訊時代來臨後，現代國家資訊戰發展即是世界軍事發展的大趨勢，亦即強化資訊化作戰理論和軍隊建設，已經成為全球軍事變革的重點工作。目前除了美國之外，包含北約國家（如英、法、德、義與西班牙等）和俄羅斯等大國已展開資訊戰的研究、建設和能力開發；另外，亞洲國家如日本、印度、中國大陸、台灣、新加坡、韓國也都陸陸續續地推動資訊戰發展。於是，全球各地有關資訊戰的理論研究與實務發展正如雨後春筍般，爭相出現。

三、當前世界各國軍事革新（轉型）差異因素之分析

從歷史發展脈絡來看，追求資訊化已是當前世界軍事革新（轉型）的共同趨勢。然而，由於世界各國科技、社會發展的程度不一、再加上貧富差距，和資訊素養落差等因素，導致全球各地社會轉型的起步時間有早有晚、速度有快有慢；因此，縱使人類已經邁入資訊時代，但是，全球各地卻存在著不同的社會型態，彼此之間呈現出明顯的「時代差」，以致世界各國的軍事革新也就出現程度上的差異。

正如同現代化國家裡尚有城鄉差距一般，如今，雖然西方發達國家已進入資訊社會的初期型態或站在工業社會和資訊社會分水嶺上，但很多開發中國家仍處於農業與工業社會的型態；相同的，即使在後冷戰的高科技戰場上，世人仍可見

⁶⁰ 同上註，頁 5-6。

識到人力、火力、機械化和資訊化「聯合作戰」的型態，及使用著「世代同堂」的武器裝備。

何以致此？基本上，人類的軍事轉型是一個具有不同階段，不斷發展的長期過程，儘管資訊化是世界軍事革新的共同趨勢，然在機械化向資訊化的過渡階段裡，世界各國將因各自的發展程度和戰略需求等的不同，致使軍事革新（轉型）的作法出現若干差異。分析造成各國軍事革新差異的因素如下：

（一）科技發展程度不同

從歷史演進的過程可知，科技發展是軍事革新的關鍵動力，資訊科技落後的國家是難以進行大規模資訊化的軍事改革的。目前，文明先進國家無不全力強化資訊基礎建設，開闢資訊高速公路，加強資訊化的軍隊建設，相對的，開發中國家只能選擇性、置重點地從事軍事改革。因此，在世界各國的軍事轉型作法上，文明發達國家資訊化軍隊建設的比例較高，而機械化比例較低；相反的，開發中國家則是軍隊建設機械化的比例較高，而資訊化的比例較低。

（二）社會發展程度不同：

從社會發展角度看，資訊化已成為全球的共同發展趨勢，在資訊科技力量的主導下，人類將邁向同質化的社會。然而，由於每個國家的資源、條件、文化等條件不同，所以全球各地的社會轉型與發展絕非是齊頭並進的。目前世界各地仍然存在著農業、工業與資訊不同的社會型態，而不同的社會型態則有著不同的知識文化水平，徒然複製西方軍事變革，卻無法與本身社會文化融合，將難以進行成功的軍事轉型。

畢竟科技落後尚可急起直追，進行跨時代的軍事變革，但是，人的素質、資訊素養和思維觀念等等是有著很強的文化承襲性，無法立竿見影。必須強調的是，「人」才是戰爭的主體，武器裝備只是戰爭的工具，光是大量研發、製造和採購資訊化、高科技的武器裝備，卻乏擅長操縱的士兵，甚至欠缺資訊化戰略思維的領導幹部，是無法達成資訊化軍事轉型。

（三）戰爭威脅與戰略目的不同：

中共軍事學者李炳彥曾經針對機械化與資訊化軍事革新表示：「不要籠統的說，人參、鹿茸或甘草、二花好，要看治什麼病，補氣壯陽，前者為妙；清熱解毒，後者見功效。」⁶¹的確，軍事革新亦是視各國戰爭威脅的程度而有明顯差異；換言之，世界各國必須依據不同的敵情，戰場需求，進行不同的戰爭準備。

除了戰爭威脅不同形成各國軍事革新的差異外，即使推行軍事轉型，各國的戰略目的也不盡相同。如中共軍事學者王鳳、白丹即指出：

⁶¹ 引自李炳彥，〈中國軍隊信息化建設戰略框架〉，前揭文，頁 17。

美國是典型的「持強思變」，其戰略目的是，儘早實現軍事轉型，建成資訊化軍隊，利用「技術差」加大與發展中國家的「時代差」，對其建立絕對軍事優勢，對其他發達國家和俄羅斯則建立與擴大軍事優勢。英、法、德、日等發達國家則是「居安思危」，其要求是，使本國軍事力量的發展跟上時代的步伐，跟上美國軍隊的轉型，以在處理國際事務特別是國際安全問題時有更大的發言權。俄羅斯則是「弱則思變」，其積極推行軍事改革和軍事轉型的目的是，在軍費拮据的情況下，儘量最大限度增強軍事力量，以維持自己的大國地位。一些發展中國家準備推進或實際上已經啟動軍事轉型則是在「窮則思變」的規律中前行，為的是儘快消除與發達國家的軍事技術「時代差」，避免在未來戰爭中出現用機械化軍隊對抗資訊化軍隊的不利情況，防止陷入無力還擊的困境，以防強敵入侵。⁶²

由此可知，現階段各國軍事革新的作為，有些是針對敵情威脅的設計，如面對資訊戰強烈威脅的國家，就必須強化資訊戰防禦作為；有些國家則是來自戰略文化的影響，如美國是在霸權文化影響下，積極藉由軍事轉型來維持其世界超強的戰略優勢。總而言之，在軍事轉型過程中，各國將會依其戰爭威脅與戰略目的之不同考量，致軍事革新在作法上有程度上的差異。

除此，還有一些因素，也將形成世界軍事革新的差異：如沒有充裕的國防經費，不願投資資訊戰研發；不願研發、採購高科技武器；或者因戰略與軍事文化的因素，致軍事變革遭受政府、軍隊或軍種內部的抗拒與排斥等等，凡此，都將延宕軍事轉型的進程，減緩資訊戰發展速度。

綜合上述，當前以資訊戰發展為核心的軍事變革與改革，乃是世界軍事革新的趨勢。不過，由於當前世界各國科技與社會發展的程度不一，再加上每個國家本身的戰爭威脅不同、戰略目的不同、國防預算不同、軍事文化不同等等，將會導致世界各國軍事革新出現程度上的差異。

儘管如此，隨著資訊科技對軍事領域的廣泛滲透，社會與戰爭型態的快速發展，人類的軍事轉型正由工業社會的機械化軍事型態朝向資訊社會的資訊化軍事型態過渡，顯然的，這已是時代的大趨勢，任何國家若是輕忽或自外於此軍事發展潮流，除了軍事落後之外，還可能遭到戰爭的淘汰。

⁶² 王鳳、白娟，〈第三次軍事轉型：信息時代的國防軍備〉，《科技中國》，第9期，（2004年9月），〈<http://www.kjzg.com.cn/newver/browarticle.php?articleid=348>〉〔上網檢視日期：2005/6/28〕

伍、結語

在歷史上，人類社會已經出現三種主要的社會型態，即游牧社會、農業社會和工業社會，與此相對應的，也出現徒手軍事向冷、熱兵器軍事轉型，冷、熱兵器軍事向機械化軍事的變革。當前，人類的社會型態正在發生第三次大變革，由工業社會向資訊社會過渡，而機械化戰爭向資訊化戰爭的發展也隨之出現，因此，當前的軍事轉型就是把工業時代的機械化軍事型態改造成資訊時代的資訊化軍事型態的過程。

隨著資訊科技革命的來臨，新一波的軍事革新工程已逐步展開。20 世紀 90 年代起，以資訊戰為範疇的軍事革新與轉型工程，已從美國開始興起，並且迅速地蔓延至全球各地。目前，雖然各國的軍事轉型作為會因各自的社會條件與戰略需求等因素不同而有所差異，無疑的，研發資訊化的作戰理論與強化資訊化軍隊建設已成為世界軍事轉型的大趨勢，也是軍事現代化的核心工作。

- 最後，從現階段軍事革新（轉型）的發展趨勢分析，可以得到以下幾點啟示：
- 第一、資訊科技發展決定了軍事轉型的能力，建立以資訊化為主的軍事核心能力，將是軍事轉型的重點工作。
 - 第二、未來軍事轉型的成敗取決於其資訊社會的成熟程度；資訊社會條件愈強的國家，其軍事轉型愈容易進行，反之亦反。
 - 第三、軍事轉型是個長期過程，必須配合國家本身的社會條件，惟目前世界各國多半複製西方的軍事革命（轉型），承襲多於創新，忽略了轉型過程中應顧及社會的資源條件與融合傳統的戰略文化。
 - 第四、人是戰爭的主體，人性主宰科技發展，因此，軍事革新（轉型）除了研發創新資訊科技外，必須以人為本，積極甄補和訓練軍事資訊人才。
 - 第五、現代國家必須強化「資訊戰」相關理論的研究和準則的制訂，才能發揮軍事革新與轉型的理論指導作用。

（投稿日期：94 年 6 月 30 日；採用日期：94 年 8 月 9 日）