

中國軍事智能化的發展與挑戰

翟文中

助理研究員

國防安全研究院國防戰略與資源研究所

謝沛學

副研究員

國防安全研究院網路安全與決策推演研究所

摘 要

「軍事智能化」為中國拉近其與美國間的軍事能力「代差」，甚至取得顛覆性戰法用以改變戰爭既有的運作規則，開啟了一個「機會之窗」。隨著中國在人工智能領域獲得進展後，解放軍可能將其軍事戰略方針由「打贏信息化戰爭」，修正調整為「打贏智能化（條件下的）戰爭」。由於受到美國科技圍堵與其它因素的衝擊，中國短期內仍無法翻轉在軍事人工智能發展上落後美國的不利態勢。然而，解放軍仍可透過聚焦特定作戰領域或將現有裝備整合發展嶄新戰術方式，用以彌補軍事智能化無法依計畫實施所形成的不足。中國企圖透過「機械化、信息化與智能化」融合發展進行的戰力提升，對台灣與亞太各國仍是一個必須正視且日益嚴重的軍事挑戰。

關鍵詞：人工智能、人民解放軍、軍事智能化、智能化戰爭

The Development and Challenges of China's Military Intelligentization

Wen-Chung Chai

Assistant Research Fellow

Division of Defense Strategy and Resources

Institute for National Defense and Security Research

Pei-Shiue Hsieh

Associate Research Fellow

Division of Cyber Security and Decision-making Simulation

Institute for National Defense and Security Research

Abstract

“Military intelligentization” has provided China with a “window of opportunity” to close the generational gap in military capabilities with the United States and even to develop disruptive tactics that change the existing operational rules of warfare. As China advances in the field of artificial intelligence, the People’s Liberation Army (PLA) might shift its military strategy from winning in information-based warfare to winning in intelligence-based (conditional) warfare. However, due to the impact of U.S. technology containment and other factors, China is still unable to reverse its disadvantage in lagging behind the U.S. in military AI development in the short term. Nevertheless, the PLA can compensate for the deficiencies caused by the unfulfilled implementation of military intelligence by focusing on specific operational areas or integrating existing equipment to develop new tactical methods. China’s attempt to enhance its military capabilities through the integrated development of “mechanization, informatization, and intelligence” continues to pose a significant and increasingly severe military challenge to Taiwan and other Asia-Pacific countries.

Keywords: *Artificial Intelligence, People’s Liberation Army, Military Intelligentization, Intelligentized Warfare*

壹、前言

2017年10月，中共總書記習近平在中國共產黨第19次全國代表大會報告提出：「……，加快軍事智能化發展，提高基於網絡信息體系的聯合作戰能力，全域作戰能力，有效塑造態勢，管控危機，遏制戰爭，打贏戰爭」。¹2019年7月，中國發佈《新時代的中國國防》白皮書中，對未來戰爭型態走向智能化發展亦做了提綱挈領式陳述，白皮書中寫道：「在新一輪科技革命和產業變革推動下，人工智能、量子信息、大數據、雲計算、物聯網等前沿科技加速應用於軍事領域，國際軍事競爭格局正在發生歷史性變化，以信息技術為核心的軍事高新技術日新月異，裝備遠程精確化、智能化、隱身化、無人化趨勢更加明顯，戰爭形態加速向信息化戰爭演變，智能化戰爭初現端倪」。²其後，「軍事智能化」（Military Intelligentization）與「智能化戰爭」（Intelligentized Warfare）隱然成為顯學，中國領導人在不同場合多次提及這個概念，中國戰略社群與人民解放軍亦對相關議題展開了熱烈討論。

在此同時，戰略學界開始關注人民解放軍在此領域的進展與創新，並對軍事智能化對其戰力形塑與軍力提升的影響進行評估，這是研判中國軍力未來發展的重要課題，這亦是作者撰寫本文的重要動機及目的所在。在下文中，首先將對中國軍事智能化發展的驅力進行分析，這有助讀者瞭解中國啟動軍事「智能化」的真正原因為何。接著，彙整並分析中國軍方將領與戰略社群學者對軍事智能化的觀點與論述，用以歸納此概念對戰爭型態、作戰概念與致勝機理的可能影響。最後，將對中國軍事智能化發展的前景與挑戰進行分析，相關議題觸及法律、倫理與科技等不同面向，這是中國軍方能否由「信息化」過渡至「智能化」必須面對的嚴苛挑戰。透過對前揭議題進行廣泛地研討，對中國軍事智能化的整體發展應有較清晰認識，這對研判中國未來整體軍力發展可提供必要的協助。

¹ 〈習近平在中共共產黨第十九次全國代表大會上的報告〉，《中共網》，2017年10月27日，http://www.china.com.cn/19da/2017-10/27/content_41805113_6.htm。

² 中華人民共和國國務院新聞辦公室，《新時代的中國國防》白皮書，2019年7月24日，<http://www.scio.gov.cn/ztk/dtzt/39912/41132/41134/Document/1660318/1660318.htm>。

貳、中國軍事智能化的驅力

中國從革命戰爭至今日，其軍事戰略方針即曾因不同時期的地緣戰略、軍事威脅與作戰型態做過多次的修正與充實，³例如從 1950 年代的「北頂南放」與「積極防禦、誘敵深入」到當前的「打贏信息化戰爭」不等。⁴當前中國積極開展軍事智能化的主要目的，係在未來能「打贏智能化（條件下的）戰爭」，這意味著中國軍事戰略方針未來將會再度調整，此項轉變係由多項因素共同作用形成，嚴格而論，可視為各領域不同驅力在軍事領域具體投射的表現。在下文中，將對推動中國軍事智能化的各項驅力進行研析。

一、社會經濟與科技條件的支撐

軍隊建設和武器發展與社會經濟和科技條件息息相關，後兩者對部隊規模與武器性能提供了必要的物質基礎。對前兩者，馬克思主義軍事理論對此做了明確闡釋，恩格斯指出：「任何東西都沒有像陸軍和海軍那樣地依賴於經濟條件。裝備、編成、編制、戰術、戰略等首先依賴於當時的生產程度和交通改善」。⁵關於後者，毛澤東認為：「軍隊要加強正規化、現代化建設，基本內容是廣大官兵要掌握現代技術，掌握最新的裝備和隨之而來的最新戰術等指導論點」。⁶在後兩者當中，社會經濟較科技發展來得更加地重要，先進科技的突破固然帶來軍事力量的提升，但是祇有當這項科技滲透到國民經濟與軍事事務各個領域，同時發展出

³ 軍事科學院軍事戰略研究部編著，《戰略學》（2013 年版）（北京：軍事科學出版社，2013 年 12 月），頁 41 至 43。

⁴ 「北頂南放」指中國遭到外國入侵時，在連雲港以北地區堅決頂住敵人的進攻，在長江以南地區實施誘敵深入，將敵消耗到一定程度後視當時的情況從北面或南面首先轉入反攻，最後進行戰略追擊，收復被佔國土，並視力量大小實施境外追擊。「北頂」地區以陣地戰為主，「南放」地區以運動戰為主。簡單地說，此軍事戰略方針係在重要方向堅決防守，在次要方向則採取誘敵深入的戰法。同前註，頁 44 至 47。

⁵ 《馬克思恩格斯列寧史大林軍事文選》（北京：戰士出版社，1977 年），頁 208，轉引自肖天亮主編，《戰略學》（2020 年修訂）（北京：國防大學出版社，2020 年 8 月），頁 330。

⁶ 范震江主編，《毛澤東軍事思想》（北京：中國大百科全書出版社，2017 年），頁 129，轉引自陳津萍、張貽智與吳玉芳，〈習近平主政時期武器裝備現代化發展〉，《戰略與評估》，第 12 卷第 1 期，2022 年 6 月，頁 66。

一套嶄新的特徵、狀態與典範時，作戰概念與戰爭型態才會出現「化」的移轉與內涵轉變。2020年11月，中國國防部新聞發言人在回答記者提問時表示，中國軍方在信息化建設已取得了重大進展，⁷這項成就係1990年代以降其在信息化各領域的整體努力所致。⁸

人類歷史經驗顯示，改變經濟與社會體系的力量最終將改變戰爭的型態，未來正在成形的經濟體系與戰爭快速變化的本質極其類似並彼此快速地加速對方的演進。⁹當中國將「軍事智能化」提上議程時，主因係支援人工智能運作的各項關鍵技術，例如5G、大數據、機器學習與自然語言處理等技術已獲得了突破性進展。因此，智能化戰爭得能從宏觀的戰略與作戰概念，逐步發展並落實成為戰場實際的戰鬥型態。¹⁰2017年7月，中國國務院公布《新一代人工智能發展規劃》，目標係在2030年在人工智能理論、技術與應用總體達到世界領先水平，成為世界主要人工智能創新中心。¹¹值得一提的，這份文件特別強調貫徹落實軍民融合發展戰略，促進人工智能技術軍民雙向轉化，加強軍民人工智能通用技術標準建設，推動形成全要素、多領域、高效益的人工智能軍民融合格局。¹²就此而論，中國當前的社經發展與科技能力已為「軍隊智能化」

⁷ 〈國防部：奮力推進強軍事業，確保實現建軍百年奮鬥目標〉，《人民網》，2020年11月26日，<http://military.people.com.cn/BIG5/n1/2020/1126/c1011-31946148.html>。

⁸ 中國中央辦公廳與國務院辦公廳，〈中國中央辦公廳、國務院辦公廳關於印發《2006-2020年國家信息化發展戰略》的通知〉，《中華人民共和國中央人民政府》，2006年3月19日，http://big5.www.gov.cn/gate/big5/www.gov.cn/gongbao/content/2006/content_315999.htm。

⁹ 艾文·托佛勒與海蒂·托佛勒（Alvin and Heidi Toffler）著，傅凌譯，《新戰爭論》（台北：時報文化出版企業有限公司，1994年4月），頁9至11。

¹⁰ 侯嘉斌與李軍，〈人工智能武器：法律風險與規制路徑〉，《中國信息安全》（北京），2019年12期，頁90。

¹¹ 中國人工智能發展戰略目標分三步走：第一步，到2020年人工智能總體技術和應用與世界先進水平同步，人工智能產業成為新的重要經濟增長點；第二步，到2025年人工智能基礎理論實現重大突破，部分技術與應用達到世界領先水平；第三步，到2030年人工智能理論、技術與應用總體達到世界領先水平，成為世界主要人工智能創新中心。相關規劃參見中華人民共和國中央人民政府，〈國務院關於印發新一代人工智能發展規劃的通知〉，2017年7月20日，http://www.gov.cn/zhengce/content/2017-07/20/content_5211996.htm。

¹² 同前註。

發展提供沃土，在國家主導的人工智能發展政策澆灌下，中國軍方將「智能化」列為未來軍隊建設與武器研發的目標並不令人意外。

二、搶先佈局取得軍事競爭優勢

就中國軍備發展言，其建政初期由於工業基礎相當地薄弱，因此武器系統與載台裝備的研發完全仰賴蘇聯的支援與協助。1960年代，中蘇關係交惡，蘇聯將在華的專家全數撤離，中國於是步履艱辛地展開了國防自主建設。由於國防工業根基不深無法自主創新，中國祇能透過引進仿制途徑進行軍隊裝備建設，中國在無法掌握「專有技術」(know-how technology)情況下，採此途徑建立軍備易陷入「研還是買」的兩難困境，同時造成「卡脖子」領域的長期存在。¹³中國軍方深切瞭解科技是未來國防建軍的關鍵因素，採取過去的「追趕—落後—再追趕」的對稱性追趕觀，不僅無法達成「後發先至」的戰略目標，甚至有可能進一步擴大與先行者間的技術差距，使得技術追趕更加不易實現。因此，祇有採取非對稱的創新策略，將「顛覆性技術」(disruptive technologies)實際運用，方有可能實現技術超趕並能在「卡脖子」領域實現技術突破。¹⁴因此，中國軍方近年不斷地尋求與研發「顛覆性技術」，期能研製出能搶佔軍事優勢的新概念武器，用以拉近人民解放軍與西方先進國家的巨大軍事落差。

就軍事科技言，在傳統的機械、電子、資訊與系統整合等領域，這些技術領域發展相對成熟，中國軍方斷無實現「後來居上」的可能性。由於人工智能在軍事領域的運用處於萌芽階段，中國強調並致力軍事智能化發展有其深層考量，在軍事科技相對弱勢下，中國發展人工智能可和其他軍事強國同步起跑，這是實現軍事力量創新超越的一次難得的機會。¹⁵對此，中央軍委科學技術委員會主任劉國治中將指出：「確實需要加快軍事智能化發展，這是中國實現創新超越、實現強軍的一個難得戰

¹³ 趙勳，〈加緊推進武器裝備現代化〉，《新華網》，2023年4月10日，http://big5.news.cn/gate/big5/www.news.cn/mil/2023-04/10/c_1212006074.htm。

¹⁴ 俞榮建、王彩萍、趙一智與白偉，〈破解「卡脖子」技術難題：「情境—策略」非對稱匹配視角〉，《中國科學院院刊》，第38卷第4期，2023年4月，頁581。

¹⁵ 徐源、房超與周羽，〈從「軍事智能化」到「以智取勝」--內涵、機理及其技術實現〉，《國防》，2019年第11期，頁67。

略機遇」。¹⁶當前美、英與俄羅斯等國將人工智能運用於軍事領域行之有年，¹⁷各國軍方對人工智能軍事運用的廣度與深度亦不斷進行探索，俾在此具「顛覆性」的科技領域能夠搶佔有利的戰略制高點。隨著人工智能技術日趨成熟，智能化戰爭遂成為未來大國衝突極可能出現的戰爭型態。¹⁸在這種情況下，中國視軍事智能化為其科技強軍的重大戰略佈局，¹⁹並尋求在現有信息化的基礎上透過大數據、雲計算、量子科技與人工智能等技術整合，用以因應未來具智能化對抗與特徵的戰爭型態與作戰環境。²⁰因此，中國推動軍事智能化不僅可提升戰力並拉近與美國間的軍力差距，更為其國防建設開啟了「彎道超車、換道超車」的「機會之窗」。

三、加快機械化信息化的發展與融合

2007年8月，中共總書記胡錦濤在慶祝解放軍建軍八十周年暨全軍英雄模範代表大會演講時指出，「……堅持以機械化為基礎、以信息化為主導，走機械化信信息化複合發展的道路」，²¹其後人民解放軍遂依據此指導開展國防建設與軍隊現代化的各項計畫。2020年11月，中國國防部新聞發言人任國強大校在例行記者會中表示，「通過長期努力，我軍已經基本實現機械化，信息化建設也已取得重大進展」。²²即令中國

¹⁶ 〈劉國治中將：軍事智能化發展是我軍實現彎道超車的戰略機遇〉，《壹讀》，2017年10月27日，<https://read01.com/zh-tw/DGNB6kP.html#.YYJEj2BBzIV>。

¹⁷ 主要軍事國家人工智能在軍事領域的運用現況，參閱翟文中與吳自主，〈論「人工智慧」(AI)在軍事領域的運用〉，《海軍學術雙月刊》，第56卷第4期，2022年8月，頁14至18。

¹⁸ 賈子方與王棟，〈人工智能技術對戰爭型態的影響及其戰略意義〉，《國際政治研究》，2020年第6期，頁58。

¹⁹ Maj Gen PK Mallick, *Defining China's Intelligentized Warfare and Role of Artificial Intelligence* (New Delhi: Vivekananda International Foundation, 2021), p. 7.

²⁰ 劉海江，〈提高軍事訓練的智能化發展〉，《中華人民共和國國防部》，2021年2月25日，<http://www.mod.gov.cn/gfbw/jmsd/4879799.html>。

²¹ 〈努力實現國防和軍隊現代化建設又好又快發展—學習胡錦濤總書記在慶祝中國人民解放軍建軍80周年暨全軍英雄模範代表大會上的重要講話〉，《中國共產黨新聞網》，2007年8月10日，<http://cpc.people.com.cn/BIG5/64093/64099/6095960.html>。

²² 國防部新聞局副局長、國防部新聞發言人任國強大校，〈2020年11月國防部例行記者會文字實錄〉，《中華人民共和國國防部》，2020年11月26日，http://www.mod.gov.cn/gfbw/tp_214132/tbtj_214138/4877208.html。

軍方做出如上宣示，但對機械化信息化融合是否取得進展卻是隻字未提，彰顯在此過程其仍面對許多難題亟待克服。事實上，從胡錦濤主政起至習近平接掌政權迄今，人民解放軍軍隊建設的「兩個不相適應」問題仍未取得根本性突破，此即現代化水平與打贏信息化條件下局部戰爭的要求還不相適應，軍事能力與履行歷史使命的要求還不相適應，²³無疑的係其軍隊戰力整合與現代化建設面臨了瓶頸。就軍隊建設言，任何國家皆不具足夠資源將先進裝備配賦全軍，因此裝備與系統新舊並存的情形相當普遍，這就導致了嚴重的「操作互通」（interoperability）問題，²⁴加上機械化與信息化裝備及系統的工作機理與運用方式大相逕庭，將此兩者融合對任何國家軍隊而言都是一項嚴苛的挑戰，期能透過嶄新科技或工程途徑將兩套不同系統進行整合。

隨著人工智能技術成熟，其具有的賦能（enable）能力可實現機械化與信息化的複合發展。例如：機械化載台進行智能化改良後，其可擁有原本不具的戰場覺知（battlefield awareness）與精準接戰能力；智能化技術可協助建立高效且具韌性的網路架構，強化並完善信息系統各單元與次系統的處理能力，加快「觀察—定向—決策—行動」（observe, orient, decide, and act, OODA）循環，從而在瞬息萬變的戰場掌握機先取得主動。²⁵由於智能化具突破機械化物理限制與信息化資料過載等固有侷限，中央軍委科學技術委員會主任劉國治中將接受訪談時指出，「我們應該在現有機械化和信息化基礎上發展智能化，同時用智能化牽引機械化

²³ 單秀法，〈胡錦濤國防和軍隊建設重要論述研究〉，《中共中央黨史和文獻研究院》，2014年11月25日，<https://www.dswxyjy.org.cn/BIG5/n1/2019/0228/c423721-30922022.html>。

²⁴ 經常被提及的例子，係1999年科索沃（Kosovo）戰爭期間美國與北約空中兵力間的「操作互通」問題，後者雖歷經半世紀的標準化（standardization）努力，由於缺乏預算進行裝備性能提升，不僅無法處理大量戰場情資，更因與美軍間能力差距過大，導致聯合作戰無法順利開展。相關論述參閱 Bruce R. Nardtli, Walter L. Perry, Bruce Pirnie, John Gordon IV, and John G. McGin, *Disjointed War: Military Operations in Kosovo, 1999* (Santa Monica, California: Arroyo Center, RAND Corporation, 2002), pp. 47-48.

²⁵ 賈子方與王棟，〈人工智能技術對戰爭型態的影響及其戰略意義〉，《國際政治研究》，2020年第6期，頁48至52。

和信息化向更高水平層次發展」。²⁶ 2020年10月,《中國共產黨「第十九屆五中全會」總結報告》指出,「加快國防和軍隊現代化,……加快機械化信息化智能化融合發展,確保2027年實現建軍百年奮鬥目標」。²⁷ 在此之後,「三化」融合發展遂成為中國軍事和國防現代化的戰略議題,透過此嶄新途徑進行軍隊建設可取得「優勢疊加」、「升級拓展」與「補短替代」等複合效應。²⁸ 軍事智能化可有效攻克機械化信息化複合發展所面對的技術瓶頸,形成新質作戰力量從而提升解放軍的整體作戰能力。

對解放軍而言,「機械化」戰爭的核心在於,透過「人+機械化裝備+戰術戰法」的結合,快速動員集結大規模部隊,向敵目標投射大量火力,「以多勝少、以大吃小」。「信息化」戰爭的核心則是「聯網」,以指管通訊網路為節點,讓傳統「人+機械化裝備+戰術戰法」所能產生的效益倍增。儘管從「機械化」到「信息化」,部隊的戰鬥能力獲得大幅提升,但「信息化」戰爭並未在本質上改變「以人為主、機器載台為輔」的作戰模式。²⁹ 「智能化」戰爭的核心則是「算力」,對整體戰局的影響將超過火力、機動力與信息力的總和。³⁰ 指管系統將以「人腦+AI」結合的模式協同進行,在某些場景下,AI甚至將代替人類進行決策。武器裝備不再只是單純的「戰鬥工具」,AI賦能(AI-enabled)的無人載具甚至將轉變成具有不同程度自主能力的「作戰主體」。³¹ 當無人載具在戰場上廣泛使用後,前線交戰場景將有別於傳統人與人的之間的廝殺,取而代之的將是「人-機結合」,甚至是「蜂群無人系統」的集結對抗。因此,

²⁶ 張強,〈專家:軍事智能化絕不僅僅是人工智能〉,《人民網》,2017年12月6日,<http://military.people.com.cn/BIG5/n1/2017/1206/c1011-29689750.html>。

²⁷ 〈中國共產黨第十九屆中央委員會第五次全體會議公報〉,《中國共產黨新聞網》,2020年10月,<http://cpc.people.com.cn/BIG5/n1/2020/1029/c64094-31911510.html>。

²⁸ 袁藝、徐金華與李志飛,〈把握機械化信息化智能化融合發展的本質內涵〉,《中華人民共和國國防部》,2020年12月1日,<http://www.mod.gov.cn/gfbw/jmsd/4874873.html>。

²⁹ 王洋、左文濤,〈認清智能化戰爭的制勝要素〉,《解放軍報》,2020年6月18日,http://www.qstheory.cn/llwx/2020-06/18/c_1126130211.htm。

³⁰ 吳明曦,〈智能化戰爭時代正在加速到來〉,《人民論壇-學術前沿》,2021年8月21日,<http://www.rmlt.com.cn/2021/0818/622319.shtml>。

³¹ 何雷,〈智能化戰爭並不遙遠〉,《解放軍報》,2019年8月8日,http://www.81.cn/jfjbmap/content/2019-08/08/content_240321.htm。

解放軍認為，在「智能化」戰爭的背景下，「人」最終將不再扮演傳統的前線執行者，而是作為「設計者」在後方左右整體戰場局勢，將作戰思維以演算法與數據等形式，提前預存於「智能化」的武器，交由 AI 化的無人載具執行作戰計畫，能夠掌握演算法優勢的一方，將可達到孫子兵法所言的「未戰而廟算勝者」之境界。³²

參、中國軍事智能化的當前發展

隨著中共黨政高層對軍方加快「三化」融合發展的政策定調，在 2019 年發佈的《新時代的中國國防》白皮書中，中國軍方首度將「智能化戰爭」概念納入官方文件，³³這標示著中國軍方尋求並開展軍事智能化的方向已然確立。為落實軍事智能化目標，人民解放軍對「智能化」戰爭的致勝機理及其對戰爭型態與作戰模式的影響進行了探討，同時在人才培育與裝備建設亦進行了相應配套，俾能為軍事智能化開展提供堅實的基礎。在下文中，將對中國軍事智能化各領域的當前發展進行說明。

一、進行理論論證

證諸過往經驗，中國軍方在發展嶄新戰略指導時，通常理論研究先行，再據以發展相應概念用以指導軍隊建設與作戰訓練。³⁴對軍事智能化與智能化作戰兩項議題，中共《解放軍報》為文指出：「智能化作戰，是以人工智能為核心的前沿科技在作戰指揮、裝備、戰術等領域滲透、拓展的必然發展方向。對於智能化作戰，可以從『制智為要、泛在雲聯、多域一體、腦機融合、智能自主、無人爭鋒』等核心概念來理解和把握」。³⁵由於前揭名詞缺乏精確定義，加上各項核心概念模糊抽象，無疑

³² 王榮輝，〈透視未來智能化戰爭的樣子〉，《解放軍報》，2019 年 4 月 30 日，http://www.qstheory.cn/llwx/2019-04/30/c_1124435664.htm。

³³ 〈《新時代的中國國防》白皮書全文〉，《中華人民共和國國防部》，2019 年 7 月 24 日，<http://www.mod.gov.cn/gfbw/fgwx/bps/4846424.html?big=fan>。

³⁴ 謝愷、張東潤與梁小平，〈透視智能化戰爭制勝機理嬗變〉，《解放軍報》，2022 年 4 月 26 日，版 7；何雷，〈智能化戰爭並不遙遠〉，《解放軍報》，2019 年 8 月 8 日，版 7，http://www.81.cn/jfjbmap/content/1/2019-08/08/07/2019080807_pdf.pdf。

³⁵ 《解放軍報》提出下述概念：「泛在雲端」係透過大數據與雲端計算的處理產生有價值的認知知識，協助戰場態勢評估以及優化作戰方案；「多域一體」則是現有

增加了外界對軍事智能化內涵理解的難度。對此，人民解放軍軍科院戰爭研究院副院長郭明少將認為：「智能化戰爭係通過『智』的提升統籌運用各軍事力量，以跨越的非對稱優勢擊敗對手，謀取全勝」；「『制智權』成為戰爭制權爭奪的核心，智能主導、自主馭能、以智謀勝將成為智能化戰爭基本法則。『制智權』的爭奪，集中體現為『算法+數據+認知』的綜合較量」。³⁶為對智能化戰爭致勝機理及其與人工智能間的關係進行論證，解放軍國防大學國家安全學院曾數度召開「智能化戰爭研討會」進行相關議題研討。³⁷時至今日，關於智能化戰爭理論的探索與論證仍持續地進行中。

除對智能化戰爭的致勝機理進行論證外，中國軍方人士與戰略學者亦對軍事智能化對戰爭型態與作戰模式的影響進行了多面向探討，經過分析歸納後提出了各種不同觀點。例如：中國兵器首席科學家暨中國兵器科學研究院科技委副主任吳明曦表示：「智能科技對未來軍事領域和戰爭形態產生的實質性影響，主要體現在以下的十個面向，計有 AI 主導的制勝機理、虛擬空間作用上升、無人化為主的作戰模式、全域作戰與跨域攻防、人與 AI 混合決策、非線性放大與快速收斂、有機共生的

聯合作戰概念的再擴充；「腦機融合」是透過人機分工與高效人機交互等方式，在人腦與機器間建立快速與準確的資訊傳達，協助決策階層下達指揮命令；「智能自主」係使武器裝備透過演算法的協助，能夠累積實戰經驗從而提高武器效能；「無人爭鋒」指無人武器在網路支援下，在後台控制或授權下自主執行各項軍事任務。參見沈壽林與張國寧，〈認識智能化作戰〉，《解放軍報》，2018年3月1日，<http://military.people.com.cn/BIG5/n1/2018/0301/c1011-29841173.html>。

³⁶ 郭明，〈關於智能化戰爭的基本認識〉，《學術前沿》，2021年5月（下），頁15至17。

³⁷ 〈首屆「智能化戰爭」研討會在京舉行〉，《人民網》，2019年12月28日，<http://military.people.com.cn/BIG5/n1/2019/1228/c1011-31527057.html>。2019年12月，國防大學國家安全學院召開首屆「智能化戰爭」研討會，與會人員對戰爭形態演變、智能化戰爭理論與應對智能化軍事挑戰進行討論。會議期間，專家除對智能化戰爭相關的指揮控制與全面保障等主題展開分組研討，亦對智能化戰爭的倫理風險進行意見交流。〈第二屆「智能化戰爭」研討會在京舉行〉，《新華網》，2022年12月27日，http://big5.xinhuanet.com/gate/big5/m.xinhuanet.com/mil/2020-12/27/c_1210949207.htm。2020年12月，第二屆「智能化戰爭」研討會，探討人工智能軍事應用對全球戰略穩定、軍事安全的影響和衝擊以及加快軍事智能化發展的對應之策。會議期間，亦對「機械化信息化智能化融合發展」等問題展開了深入研究和探討。

人裝關係、在學習對抗中進化、智能設計與製造與失控的風險等等」。³⁸ 人民解放軍軍科院戰爭研究院副院長郭明少將認為：「軍事智能化的發展將催生無人蜂群戰、認知控制戰、智能算法戰等各種嶄新的戰法，展現在戰場的作戰模式即是自適應作戰、集群消耗作戰與同步並行作戰」。³⁹雖然，學者專家從各個面向切入歸納出不同觀點，惟其不外乎「人工智能將加速軍事變革進程，對作戰樣式、裝備體系與戰鬥力生成模式等帶來根本性的變化」。⁴⁰目前未有公開資訊顯示，中國已組建「試點部隊」對智能化戰爭理論與戰法進行論證。

二、融入軍隊建設

當前，「中國製造 2025」的產業政策鮮少被提及，然而人工智能的研發已被中國提升至戰略層級，成為中國未來經濟發展與軍隊建設的核心項目。2017 年 7 月，中國國務院發布了《新一代人工智能發展規劃》，

³⁸ 吳明曦，〈現代戰爭正在加速從信息化向智能化時代邁進〉，《科技中國》，2020 年 5 月，頁 10 至 13；吳明曦，〈智能化戰爭時代正在加速到來〉，《學術前沿》，2021 年 5 月（下），頁 45 至 54。「非線性放大與快速收斂」：無人化集群攻擊，作戰雙方在戰台性能大致相埒情況下，遵循蘭開斯特方程式，作戰效能與數量的平方成正比；網絡攻防和心理輿情效應，遵循梅特卡夫定律，其與信息互聯用戶數的平方成正比，其形成的效應即屬「非線性放大」。AI 主導下的認知、信息與能量對抗相互交織並圍繞著目標迅速聚焦，時間越來越被壓縮，對抗速度越來越快，即呈現為多種效應的急劇放大和結果的「快速收斂」。「在學習對抗中進化」：未來作戰體系可根據戰場環境的變化和面臨的不同威脅，按照以往累積的經驗與模擬對抗訓練所建立的模型算法，快速形成策略並且採取行動，由於具有「類人」與「仿人」的智能，模型算法越用越好具有進化功能。「失控的風險」係指智能化作戰體系進化並達到「超人類」的能力時，如果人類事前未設計好控制程序，極有可能產生災難性的後果。

³⁹ 吳明曦，〈現代戰爭正在加速從信息化向智能化時代邁進〉，頁 16 至 17。自適應作戰係運用智能化武器具有的自主學習能力，對複雜的戰場環境做出敏捷地反應，實現作戰行動自主判斷、自主決策、自主執行，從而發揮最佳作戰性能。集群消耗作戰係以智能無人集群編組為主，輔以少量有人戰鬥系統，模仿自然界的蜂群與狼群等自主協同模式用以執行作戰任務。採此模式多係運用低成本的小型智能化武器，以自殺式或飽和攻擊用來摧毀敵方高價值目標，可將我方的數量優勢轉化為對敵傳統大型平台的非對稱優勢。同步並行作戰係透過分布式通信網路，將全域部署的各種有人與無人作戰平台整合，實現在作戰時間、空間與層級的同步，以系統化形式共同完成作戰任務。

⁴⁰ 張強，〈專家：軍事智能化絕不僅僅是人工智能〉，《人民網》，2017 年 12 月 06 日，<http://military.people.com.cn/BIG5/n1/2017/1206/c1011-29689750.html>。

此計畫為中國人工智能的發展提供了一個長期路線圖。此外，在這份文件中強調貫徹落實軍民融合發展戰略，促進人工智能技術軍民雙向轉化，加強軍民人工智能通用技術標準建設，推動形成全要素、多領域、高效益的人工智能軍民融合格局。⁴¹這顯示中國官方刻透過產官學各界能力的融合，加速共軍軍事智能化進程的開展，中國軍方資源有限僅靠自身之力甚難克竟全功。⁴²2017年9月，中國軍事科學院成立了國防科技創新研究院，包括一個人工智能研究中心，主要從事大數據、智能算法、認知通信與智能軟件（機器人操作系統）等技術的研究。⁴³根據喬治城大學的「安全與新興科技研究中心」（the Center for Security and Emerging Technology, CSET）的統計，解放軍相關單位對AI相關研究的產出，在中國所有與國安安全相關的單位（軍方、國安、公安、武警等）佔比最大，其中又以國防科技大學（The National University of Defense Technology, NUDT）的AI相關文章產出名列前茅。⁴⁴

除了所屬的軍事院校與相關研究機構外，解放軍在AI研發上，主要受益於目前由工業與信息化部管轄，但與軍方有密切聯繫的「國防七子」、國家重點實驗室、主要國有軍工集團，以及大量的私營企業的研究工作項目。上述這五類實體共同構成了一個龐大的科技研發生態系統，致力於推進與軍事相關的研究，並為解放軍提供AI應用的解決方案。比如說國防七子中的三所（哈爾濱工業大學、南京理工大學和南京航空航太大學）以及西安電子科技大學，在AI軍事應用上的研究產出，明顯超過了前述的國防科技大學。⁴⁵例如西安電子科技大學的研究團隊，提出以基於神經網路的武器目標分配方法，解決現有技術無法適用於無

⁴¹ 中華人民共和國中央人民政府，〈國務院關於印發新一代人工智能發展規劃的通知〉，2017年7月20日，http://www.gov.cn/zhengce/content/2017-07/20/content_5211996.htm。

⁴² 〈習近平在中共共產黨第十九次全國代表大會上的報告〉，《中共網》，2017年10月27日，http://www.china.com.cn/19da/2017-10/27/content_41805113_6.htm。

⁴³ 〈國防科技創新研究院基本情況〉，http://jyxy.tju.edu.cn/upfiles/2018/TJU_jkxy_yyj.pdf。

⁴⁴ Dewey Murdick et al., *The Public AI Research Portfolio of China's Security Forces: A High-Level Analysis* (Washington, DC: Center for Security and Emerging Technology, March 2021): 3.

⁴⁵ Australian Strategic Policy Institute, "Xidian University," updated October, 2024, <https://unitracker.aspi.org.au/universities/xidian-university/>.

人機群打擊地面目標此類對時效性要求極高的作戰場景。⁴⁶哈爾濱工程大學亦針對多無人機的任務規劃技術提出新的訓練演算法。⁴⁷

解放軍亦依賴國家和國防重點實驗室進行 AI 研究，例如「信息系統工程重點實驗室」和「遙感科學國家重點實驗室」正在積極開展具有軍事應用的 AI 研究。⁴⁸大型軍工集團也是解放軍在發展軍用 AI 的重要參與者。這些披著企業外衣的國有機構，包括中國電子科技集團公司（CETC）、中國航太科技集團公司（CASC）、中國航太科技集團公司（CASIC）和中國航空工業集團公司（AVIC），透過數百個下屬研究機構的人材和資源，支援解放軍在「智能化」無人載具及軍事 AI 研發生態系統的建置。例如，中國電子科技集團旗下的第 28 研究所，以 K-means 演算法求取消耗最低能耗的條件下，得到無人機任務分配的新方案和航路規劃的新路徑。⁴⁹「網絡空間部隊」直屬的第 56、57 與 58 研究所、信息工程大學以及國務院央企集團項下研究機構，亦具人工智能相關技術研發能量，這些機構成為解放軍由「信息化」向「智能化」過渡的強力支撐，更為解放軍「軍事智能化」提供了堅實的物質基礎。

解放軍亦刻正投資與研發包括情報、監視和偵察（ISR）以及資訊戰等的戰場應用，例如自動調頻、微波干擾、頻道「自動增益控制」（Automatic gain control, AGC）和多源信號分離等功能的 AI 輔助設備，以提高電子戰系統的速度和適應性。⁵⁰解放軍海軍亦開發與採購了不少 AI 賦能的系統，努力加強其海洋感知能力，特別是在水下領域。例如，

⁴⁶ 吳建設等，〈基於神經網路的武器目標分配方法〉，《西安電子工程大學》，2022 年 10 月 21 日，<https://patents.google.com/patent/CN11522271A/zh>。

⁴⁷ 王紅濱等，〈多無人機協同目標分配攻擊方法〉，《哈爾濱工程大學》，2022 年 10 月 4 日，<https://patents.google.com/patent/CN111766901B/zh>。

⁴⁸ 吳桐等著，〈指揮控制信息系統動態演化的自適應決策方法〉，《指揮信息系統與技術》，第 9 卷第 5 期，2018 年 10 月，頁 43-49；朱會杰等著，〈無人機精確定位中的目標實例分割算法〉，《指揮與控制學報》，第 7 卷第 2 期，2021 年 6 月 2 日，頁 192-196。

⁴⁹ 鄭少秋等，〈一種無人機作戰過程中的臨機任務規劃的方法〉，《中國電子科技集團第 28 研究所》，2023 年 6 月 30 日，<https://patents.google.com/patent/CN116088586B/zh>。

⁵⁰ 崔積豐等著，〈基於模式識別的自適應有源干擾略研究〉，《艦船電子工程》，38.10, October 2018, p. 104-108；王龍等著，〈一種認知雷達信號相關雜波感知方法〉，《艦船電子工程》，40: 7, 2020, p. 85-92。

解放軍海軍曾對用於繪製海底地形圖和將水下信號編入聲納特徵庫的 AI 系統進行公開招標，具備這兩種功能的反潛設備如果進入實際部署，將對解放軍的水下不明目標識別能力有顯著的提升。⁵¹此外，珠海的雲洲智能科技與西安現代控制技術研究所（原中國兵器工業第 203 研究所）合作，為解放軍開發第一款偵打一體的無人飛彈艇，可以發射 4 枚制導飛彈。⁵²哈爾濱工程大學除了與中國中科院等單位合作，為解放軍海軍開發了 HSU-001 大型無人水下載（Large Displacement Unmanned Underwater Vehicle, LDUUV），並於 2019 年國慶閱兵首次亮相；⁵³哈爾濱工程大學的「水下機器人作業技術團隊」，也為解放軍海軍開發一系列用於自動目標識別和路徑規劃任務的「智水」自主水下載具。⁵⁴

而解放軍在軍隊「智能化」建設的目標，不僅限於目獲、指揮通信領域，其企圖更是放眼於，透過人工智能的協助提升軍事決策的精度與效能，使指揮官能做出最佳的戰術行動選項。近年來，解放軍追循美軍發展腳步並從其過去專案執行經驗中，擷取相關教訓加速人工智能在兵棋與作戰軟體的開發與運用，期能透過人工智能的運用取得與美國軍事競爭的不對稱優勢。⁵⁵為了加速軍隊「智能化」建設的步伐，軍事科學院於 2018 年 7 月召開了首屆「軍事大數據論壇」⁵⁶，截至 2023 年底已

⁵¹ Ryan Fedasiuk, “Leviathan Wakes: China’s Growing Fleet of Autonomous Undersea Vehicles,” *Center for International Maritime Security*, August 17, 2021, <https://cset.georgetown.edu/article/leviathan-wakes-chinas-growing-fleet-of-autonomous-undersea-vehicles/>.

⁵² 馬叔安，〈最大航速 45 節 導彈無人艇瞭望者 II 珠海航展亮相〉，《ET Today》，2018 年 11 月 10 日，<https://www.ettoday.net/news/20181110/1300368.htm>。

⁵³ 宋保維等著，〈自主水下航行器发展趋势及关键技术〉，《中國艦船研究》，2022，17(5): 27-44。

⁵⁴ 〈水下機器人作業技術團隊〉，《哈爾濱工業大學》，2022 年 11 月 11 號，<https://meec.hrbeu.edu.cn/2022/1111/c12758a300805/page.htm>。

⁵⁵ Elsa B. Kania, “Chinese Military Innovation in Artificial Intelligence: Hearing of the U.S.-China Economic and Security Review Commission,” *CNAS*, June 07, 2019, <https://www.cnas.org/publications/congressional-testimony/chinese-military-innovation-in-artificial-intelligence>.

⁵⁶ 2018 年 7 月 5 日至 6 日，軍事科學院在北京召開了首屆「軍事大數據論壇」，與會人員包括來自軍委機關、各戰區、各軍兵種、高校、軍工集團與大數據研究應用企業等 300 餘名領導、專家與代表。與會代表一致認為，隨著大數據時代的來臨，數據正成為與物質資產和人力資本相提並論的重要生產要素，並成為主要國家構築軍

先後舉辦了四屆會議，對大數據運用於軍事領域涉及的標準規範、技術範疇與安全治理等問題進行了廣泛的討論。此外，解放軍國防科技大學與南京大學工程管理學院則透過演算法，持續進行強化人工智能效能相關研究；⁵⁷中國指揮與控制學會主辦的「全國兵棋推演大賽」，2017年舉辦首屆賽事以來，迄2023年已持續舉辦了七屆，這對擴大高校學生參與電腦兵棋相關研究，擴大人工智能在軍事領域的運用具有重大意義。⁵⁸2018年，北京華戎防務技術公司開發了首套國產專業級電腦兵棋《「墨子」聯合作戰推演系統》，⁵⁹隨著中國學界與業界人工智能研發能量日漸茁壯，將為人民解放軍軍隊「智能化」建設提供必要支援。

三、加速人員培育

當前人工智能已廣泛地運用於軍事領域，範疇涵蓋了裝備保養、預算決策與情報分析等不同面向，未來隨著其運用日廣將逐步地滲透至所有軍事事務。在這種趨勢下，各國軍方開展「軍事智能化」時，面對的最大挑戰就是專業人才的供給無法滿足需求。⁶⁰這個問題的解決除須引進更多人才外，尚須對專業人員的教育背景進行必要篩選，由於人工智能在商業與軍事上的開發，需具科學、技術、工程及數學相關背景的專業人員為之，這亦是當前各國積極推動STEM教育的主要原因所在。近

事優勢的「造血增智」工程。各方代表在會議期間對軍事大數據戰略與規劃、軍隊大數據理論與技術以及大數據軍事應用等三項議題進行了廣泛交流與討論。參見邵龍飛與胡畔畔，〈第一屆軍事大數據論壇於7月5日至6日在京舉辦〉，《中華人民共和國國防部》，2018年7月6日，<http://www.mod.gov.cn/gfbw/qwfb/rdtj/4818945.html?big=fan>。

⁵⁷ 謝沛學，〈從下棋到作戰：人工智慧在電腦兵棋的運用及其挑戰〉，《戰略與評估》，第11卷第2期，2021年12月，頁163至164。

⁵⁸ 兵棋推演大賽係全國性國防教育主題活動，由中國指揮與控制學會主辦，國家國防教育辦公廳和中國科協科學技術普及部指導，過去六屆賽事計有全國各地數百所軍地院校近十萬人次參賽。〈全國兵棋推演大賽〉，《全國兵棋推演大賽組委會》，<http://m.ciccwargame.com/>。

⁵⁹ Alexander Cheung，〈號外！由CICC與華戎防務聯合打造的國防科普兵棋推演系統來了！〉，《華戎防務》，2021年5月11日，<http://www.hs-defense.com/nd.jsp?id=1>。

⁶⁰ “AI Revolution in U.S. Military Signals Transformative Security Landscape,” *TVP World*, November 12, 2023, <https://tvpworld.com/74053113/ai-revolution-in-us-military-signals-transformative-security-landscape>.

年來，中國不斷地加大在高等教育投資的力度。根據美國喬治城大學安全與新興技術中心（Center for Security and Emerging Technology）研究報告數據可知，中國在 2012 年至 2021 年的高等教育支出增加了一倍，預估 2025 年中國的 STEM 博士畢業生數量將是美國的兩倍。值得關注的，這些快速增長的博士畢業生多來自於中國的頂尖高校。⁶¹此外，為了深化人工智能在軍事領域的運用，中國更於 2018 年在北京理工大學開設了「智能武器系統實驗班」。⁶²種種發展顯示，中國刻積極整合軍方、高校與軍工集團等力量，積極建立、儲備並擴大人工智能研發的人才庫。

如其他國家般，中國軍方須與民間業者競相爭取人工智能專業人才。由於人工智能技術如大數據與雲端計算等，均存在著軍民兩用特殊屬性，這雖有利於軍民融合政策的推動，卻使軍方科研單位與民間相關產業對高尖人才的爭取變得劍拔弩張。過去，中國的軍方科研人員不僅生活與社會脫節，同時薪資收入相較民間企業少得可憐，因此部分人員往往在外兼差用以提升本身收入，甚至有時會從事低階的網路犯罪或是駭客活動。⁶³當前中國軍方透過提供津貼方式，吸引並留住頂尖人才在軍中留營服役，⁶⁴惟在薪資水準及未來發展不及民企情況下，能否達成目標有待後續觀察。由於招募人才不足，中國軍方在 2017 年終止行之多年的「國防生」計畫，⁶⁵為了擴大科技軍官來源，中國軍方將培養軍事

⁶¹ Remco Zwetsloot, Jack Corrigan, Emily Weinstein, Dahlia Peterson, Diana Gehlhaus, and Ryan Fedasiuk, *China is Fast Outpacing U.S. STEM PhD Growth* (Washington, D.C.: Center for Security and Emerging Technology, Georgetown University, August 2021), pp. 1-3.

⁶² 〈北理工「AI 武器系統」實驗班開班：全獎本碩連讀，31 人入學〉，《雪花新聞》，<https://www.xuehua.us/a/5ec2617e9cae06bef1105e1e?lang=zh-hk>。

⁶³ Joe McReynolds, and LeighAnn Luce, “China’s Human Capital Ecosystem for Network Warfare,” quoted in Roy D. Kamphausen ed., *The People of the PLA 2.0*(Carlisle, PA.: US Army War College Press, July 2021), p. 349.

⁶⁴ 孫興維與袁峰，〈軍隊科研崗位津貼發放《暫行規定》印發〉，《中國軍網》，2019 年 5 月 5 日，http://www.81.cn/jfjbmap/content/2019-05/05/content_232940.htm。

⁶⁵ 「國防生」指根據部隊建設需要，地方高校招錄培養並享有國防獎學金待遇，完成規定學業和軍政訓練任務後，並經考核通過派至軍隊工作的後備役軍官。國防生的來源有兩大類：一是來自應屆高中畢業生；另一則是從普通高等學校在校生中直接選拔。兩類國防生雖來源不同，畢業後任官享有相同的待遇。黃相亮，〈回望國防生制度〉，《人民網》，2017 年 6 月 1 日，

人才途徑逐步調整為從高校生直接選拔招錄，另一來源則是擴大招聘文職人員。⁶⁶民間企業對人工智能軍事應用的興趣不大，亦無太大動機與軍方科研單位進行相關專案的合作，除基於成本與市場的考量外，亦擔心其與共軍的合作會影響海外商譽甚至遭他國制裁。⁶⁷換言之，中國人工智能人才的培育與運用不僅存在內部矛盾，同時尚受到海外市場與他國政策的影響。

肆、中國軍事智能化的未來挑戰

2017年10月，中共總書記習近平在中國共產黨第19次全國代表大會報告中要求，人民解放軍要加快「軍事智能化」發展。⁶⁸2019年7月，中國在發佈的《新時代的中國國防》白皮書指出，人工智能將加速運用於軍事領域，「智能化戰爭」初現端倪。⁶⁹雖然，中國「軍事智能化」的開展獲得了黨政高層的鼎力支持，其在技術研發與作戰運用亦獲得若干進展，惟其未來發展仍受到技術、倫理與法律等因素制約，尤以美國對中國的科技制裁為然。在下文中，將對這些因素扼要說明，並兼論其對中國未來「軍事智能化」發展可能的衝擊。

一、自身條件的限制

近年來，人工智能在下棋、圖像識別、語言翻譯與自動駕駛領域都取得了突破性進展，惟這些成就並不代表其可勝任或取代人類所有活動。目前發展中的人工智能擅長處理邊界明確、規則清晰且價值易於量化的工作，這與社會大眾想像中的「智能」大相逕庭，⁷⁰由於其不具自主

<http://military.people.com.cn/BIG5/n1/2017/0601/c1011-29310141.html>。

⁶⁶ Joe McReynolds, and LeighAnn Luce, “China’s Human Capital Ecosystem for Network Warfare,” op. cit., p. 358.

⁶⁷ Ibid., pp. 365-366.

⁶⁸ 〈習近平在中共共產黨第十九次全國代表大會上的報告〉，《中共網》，2017年10月27日，http://www.china.com.cn/19da/2017-10/27/content_41805113_6.htm。

⁶⁹ 〈「新時代的中國國防」白皮書〉，《中華人民共和國國務院新聞辦公室》，2019年7月24日，<http://www.scio.gov.cn/ztk/dtzt/39912/41132/41134/Document/1660318/1660318.htm>。

⁷⁰ 賈子方與王棟，〈人工智能技術對戰爭型態的影響及其戰略意義〉，《國際政治研究》，2020年第6期，頁40。

學習、推理判斷與自我意識，加上無法處理事物涉及的價值與包含關係，因此能夠處理的問題必須滿足前揭提及的三項要件。⁷¹即以電腦兵棋為例，其人工智能的運用係以「知識庫系統」或「規則庫系統」的形式建構，針對欲求解的問題（例如雙方攻防）儘可能地羅列所需的知識與訊息，在設定推理規則下，人工智能就能對不同的場景生成因應方案，由於相關的知識與推理法則必須「事先預定」，電腦兵棋可處理的場景就會受到相當程度制約。⁷²若將場景轉至真實世界，戰場環境詭辯多變充滿不確定性，能夠賦予機器的假設條件相當地有限，這種固有的「有限性」對生成因應決策的「多樣性」形成了限制。⁷³人工智能擅長客觀事實計算，人類決策主要仰賴主觀價值運作，人類經驗性概率與機器事實性概率兩者間的差異，使得「人機融合」成為「軍事智能化」發展必須突破的技術瓶頸，⁷⁴這對中國甚或任何國家軍方都是一項嚴苛挑戰。

其次，從解放軍的 AI 軍事應用場景之論述來看，中國軍方對於透過智能系統進行戰場情勢判斷，加快己方「觀察—定向—決策—行動」（OODA）循環速度，甚至是「自主無人載具」在前線取代真人士兵的發展寄予厚望。此類應用場景的實踐，除了仰賴先進的演算法訓練軍事 AI，更需要從準則教範上進行修改，授與前線部隊在接收到智能系統的建議後，有下達決斷的權力，甚至是讓無人載具能自行進行交戰，再透過不斷的演練，提升真人士兵與「自主無人載具」的協作程度。然而，這種作戰模式必須大幅下放戰場決策權限給前線部隊，與解放軍所習慣的「由上而下」、「集中化指揮鏈」大相徑庭

⁷¹ 劉偉、王賽涵、辛益博與王小鳳，〈深度態勢感知與智能化戰爭〉，《國防科技》，第 42 卷第 3 期，2021 年 6 月，頁 11。

⁷² 謝沛學，〈從下棋到作戰：人工智慧在電腦兵棋的運用及其挑戰〉，《戰略與評估》，第 11 卷第 2 期，2021 年 12 月，頁 155 至 156。

⁷³ 嚴格而論，目前完成開發並實際運用的人工智能，係依靠輸入的數據對特定問題進行判斷與處理。面對戰場情勢快速變化，由於無法及時將相關訊息回饋至人工智能系統，自然不易做出精確決策建議，對於取得戰場優勢並不具決定性影響。參見劉偉，〈軍事智能化的瓶頸與關鍵問題研究〉，《學術前沿》，2021 年 5 月（下），頁 33；張智敏、石飛飛、萬月亮、徐陽、張帆與寧煥生，〈人工智能在軍事對抗中的應用進展〉，《工程科學學報》，第 42 卷第 9 期，2020 年 9 月，頁 1107 與 1114。

⁷⁴ 劉偉，〈軍事智能化的瓶頸與關鍵問題研究〉，頁 32 至 34。

尤有甚者，AI 的訓練與生成需要巨量資料，美軍擁有大量實戰或實兵演訓經驗所獲得的數據，是訓練可供電腦兵棋使用的 AI 上的一大優勢。例如，2017 年時任五角大廈 AI 首席官的 Jack Shanahan 曾指出，美軍每天透過各式感測器所收集的情報資訊量超過 22TB。相對地，解放軍極度缺乏透過實戰經驗收集相關數據之機會。缺乏供 AI 訓練的合適資料，或可透過兵棋軟體所產生的對戰數據為基礎，供 AI 不斷進行自我對抗、學習來解決。中國近年來積極舉辦各類的電腦兵棋推演大賽，除了培育專業人材，也具有以電腦兵推競賽收集相關數據的用意。惟此種純粹透過電腦兵棋公開連線競賽所收集到的想定數據，是否能發揮如同從實戰或實兵演訓場域所收集而來的數據的類似效益，有很大的疑問。畢竟，透過此種方式在封閉、特定的模擬環境下所產生的數據，又太過「乾淨」，能否反映真實作戰場景仍有待商榷。此外，透過開放式全民參與的電腦兵棋競賽所收集來的想定數據，可能存在不少設定上的錯誤。倘若解放軍真的以公開競賽或這類學術研究設想的想定為訓練 AI 的資料來源，其結果可能會是「垃圾進、垃圾出」(Garbage in、Garbage in)。⁷⁵

二、美中科技競爭

2018 年 4 月，美國商務部對中國電信設備製造商中興通訊的制裁，開啟了美中兩國的科技競爭。美國對中國的科技管制由初期的 5G 通信與人工智能，逐漸擴及至先進晶片與整個半導體產業。先進晶片係發展超級電腦、人工智能與軍事科技不可或缺的戰略物資，美國對中國以「晶片為核心」的全面性封鎖，除對中國產業與經濟的發展形成負面效應，更對解放軍「軍事智能化」的落實構成難以跨越的障礙。當前，美國對中國半導體的管制除涵蓋了由高端晶片、電子設計自動化 (Electronic Design Automation, EDA) 軟體、半導體製程技術與製造半導體設備所需零組件等軟硬體外，⁷⁶對半導體人才與技術的交流以及美國企業對中國

⁷⁵ 謝沛學，〈網傳「中國以 AI 完成攻台兵推」或有誇大之嫌〉，《國防安全即時評析》，2021 年 11 月 5 日，<https://indsr.org.tw/focus?typeid=30&uid=11&pid=214>。

⁷⁶ Gregory C. Allen, *Choking Off China's Access to the Future of AI: New U.S. Export Controls on AI and Semiconductors Make a Transformation of U.S. Technology*

半導體產業的投資與技術轉移亦進行了限制。⁷⁷換言之，美國透過對中國半導體產業的全面封殺，中國相關廠商再也無法與他國公司合作或透過併購，取得本身欠缺的專業人才與先進製程。這種作法旨在一舉阻斷中國的先進晶片研發和製造之路，更可對中國的整個先進製造生態系統施予嚴重打擊。在這種情況下，由於無法取得先進技術提升解放軍的能力，「軍事智能化」計畫將無以為繼，中國軍隊的戰力將會停滯於當前或處於更低的水平無法升級。

三、人道倫理考量

隨著人工智能在軍事領域的廣泛運用，已對軍事決策與指管流程形成了巨大的衝擊，同時亦在武器裝備領域引發了激烈的辯論，此即致命性自主武器 (lethal autonomous weapons systems, LAWS) 的研發與運用。多數戰略學者認為，無人自主武器的集群式作戰將成為未來「智能化」作戰的主要方式，⁷⁸各國軍方對此類武器的效能與前景亦展現了高度的興趣。相較其他傳統武器，人工智能武器不需人類下達指令，其可自主地偵測、識別、追蹤、接戰與摧毀目標，由於人在戰爭指管迴路中的角色式微，⁷⁹人類與機器的既有從屬關係必須重新定義，而其衍生的人道與倫理挑戰亦須有效解決。戰爭執行涉及的人道與倫理問題主要有二：一係「差別原則」(principle of distinction)；另一則是「比例原則」(principle of proportionality)。前者係對平民與武裝人員進行明確地區分，避免平民及其財產受到損害；後者則是要求「對民用物體造成的損失不得超過預期可取得的軍事利益」。這兩項目標的完成涉及了對敵意圖的判別與作戰情勢的判斷，人工智能不具價值判斷能力因此甚難對其進行精確評估。⁸⁰雖然，有人主張人工智能可降低軍事行動的附帶傷害 (collateral

Competition with China (Washington, D.C.: Center for Strategic and International Studies, 2022), pp. 1-10., https://csis-website-prod.s3.amazonaws.com/s3fs-public/2023-04/221109_Allen_China_AccessoAI_CT.pdf?VersionId=tkeOy4BOYJ9r4QVl5nz5WJ2VBA38Klxn.

⁷⁷ 常思穎，〈美中科技戰從技術管控到投資管控，高科技背後的博弈與風險〉，《BBCNEWS/中文》，2023年8月18日，<https://www.bbc.com/zhongwen/trad/business-66530604>。

⁷⁸ 賈子方與王棟，〈人工智能技術對戰爭型態的影響及其戰略意義〉，頁38。

⁷⁹ 觀瀾，〈「軍事智能化：未來戰爭新圖景」〉，《軍營文化天地》，2017年12月，頁21。

⁸⁰ 侯嘉斌與李軍，〈人工智能武器：法律風險與規制路徑〉，《中國信息安全》，2019年

damage)，⁸¹但反對研發自主武器的呼籲則是不曾稍減。⁸²這種趨勢將會禁止和限制自主武器的使用，從而使其在戰場上的實用性大為降低。

四、戰爭究責問題

自主武器運用戰場所衍生的最難解問題，係出現違反國際法或戰爭法相關規定時甚難追究責任。就傳統武器運用言，從部署、操作到接敵命令下達均涉及了特定人員，當發生違法行為時不難查明那個層級應該負起責任。自主武器則不盡然，由於人與武器實現了實質性分離，目標接戰完全由人工智能來控制，武器系統運作沒有人為干預。自主武器的誤炸與誤傷事件，涉及了武器本身、操作者與設計者三方，由於其間因果關係不明，釐清事故追究責任相對困難。⁸³這類似自駕汽車（self-driving cars）發生車禍時，甚難界定車主、汽車製造商與程式設計公司何者應負較大責任。此外，在「智能化」戰爭中常見的場景，係做為戰爭發動者的人類遠離戰場，自主武器則在脫離人類控制下接戰，戰爭的發動者與執行者一分為二，這是戰爭究責面對的第二個棘手問題。⁸⁴尤有甚者，由於智能武器擁有自主學習能力，透過對程式設計師的規範無法達成控制自主武器的目的，而加諸於人類的法律亦無法對自主武器的行動形成制約。⁸⁵倘若人工智能獲得突破性進展時，「智能化」武器的運作可能逸離人類預先設定程序，導致動作失控從而引發危機甚或戰爭。

第 12 期，頁 90 至 92。

⁸¹ 藺春來，〈人工智能軍事應用與國際人道法發展〉，《國防》，2019 年第 12 期，頁 36 至 37。

⁸² 2015 年 7 月，在阿根廷召開的「國際人工智慧聯合會議」（International Joint Conference on Artificial Intelligence, IJCA）上，天體物理學家霍金（Stephen W. Hawking）在內超過千名的 AI 領域專家與學者公開連署，警告人工智能軍備競賽將為人類帶來嚴重的後果，呼籲聯合國應通過禁止開發與使用自主武器的相關條款。2018 年 7 月，美國 SpaceX 公司創辦人馬斯克（Elon Musk）在內的 2,400 名人工智能專家共同簽署一份宣言，表示不參與、不支持自主武器系統的研發、製造、交易與使用。江玟，〈霍金等千名科學家連署反對人工智能投入軍備競賽〉，《風傳媒》，2015 年 7 月 30 日，<https://www.storm.mg/article/59318>；〈遏制「殺手機器人」，全球聯合發聲—2000 多名專家簽署《禁止致命性自主武器宣言》〉，《人民網》，2018 年 7 月 20 日，<http://scitech.people.com.cn/BIG5/n1/2018/0720/c1057-30159888.html>。

⁸³ 侯嘉斌與李軍，〈人工智能武器：法律風險與規制路徑〉，頁 92。

⁸⁴ 〈AI 與智能化戰爭〉，《國防科技工業》，2017 年 3 月，頁 51。

⁸⁵ 藺春來，〈人工智能軍事應用與國際人道法發展〉，頁 36。

2023 年 11 月，中美兩國領袖晤面，雙方協議禁止人工智能用於無人機與核武指管（nuclear command and control, NC2）系統。⁸⁶為了能夠防範觸發「意外戰爭」，禁止或限制自主武器的運用無可避免，這將削弱或減損「軍事智能化」對軍事作戰所能產生的整體效能。

伍、結論

在前有中共總書記習近平背書，後有中國官方白皮書再確認的情況下，「軍事智能化」已被納入中國的國防政策，成為人民解放軍軍隊建設與作戰訓練的最高指導原則。中國「軍事智能化」概念的提出與推動，固然有來自經濟、社會與科技等不同面向的驅動力，惟其焦點仍聚斂於軍事領域，即透過人工智能對機械化與信息化裝備進行優化升級與賦能增效，實現「三化」融合發展用以提升人民解放軍的整體作戰能力。⁸⁷尤其重要的是，在 2022 年 8 月由中共中央宣傳部編寫的《習近平強軍思想學習問答》裡，習近平承認解放軍目前僅「基本實現機械化，信息化建設取得重大進展但尚未完成」，中國歷經多年的軍事現代化努力後，仍無法在機械化與信息化領域同美國相提並論。「軍事智能化」為中國開啟了一個「機會之窗」，亦為解放軍提供了軍力創新超越難得的歷史戰略機遇，⁸⁸藉此途徑，中國希望可和其他軍事強國同步起跑，用以拉近其與美國間的軍事能力在機械化與信息化上的「代差」，甚至取得顛覆性戰法用以改變戰爭既有的運作規則。⁸⁹證諸過去經驗可知，隨著中國

⁸⁶ Sydney J. Freedberg, Jr., “Biden launches AI ‘Risk and Safety’ Talks with China. Is Nuclear C2 A Likely Focus?” *Breaking Defense*, November 15, 2023, <https://breakingdefense.com/2023/11/biden-launches-ai-risk-and-safety-talks-with-china-is-nuclear-c2-a-likely-focus/>.

⁸⁷ 2020 年 10 月，習近平在中共第 19 屆五中全會報告中指出，加快機械化信息化智能化融合發展。三化融合發展並非一個嶄新概念，1990 年代末期，戰爭型態由機械化轉為信息化時，中國軍方提出了推動機械化信息化復合發展的戰略，即是兩者並進採取跨越式發展的道路。中華人民共和國國防部，〈把握機械化信息化智能化融合發展的本質內涵〉，2020 年 12 月 1 日，http://www.mod.gov.cn/big5/jmsd/2020-12/01/content_4874873.htm。

⁸⁸ 徐源、房超與周羽，〈從「軍事智能化」到「以智取勝」--內涵、機理及其技術實現〉，《國防》，2019 年第 11 期，頁 67。

⁸⁹ 〈習近平強軍思想學習問答⑤〉，《人民網》，2023 年 6 月 8 日，<http://ztjy.people.cn/BIG5/n1/2023/0608/c457389-40009346.html>。

軍方在人工智能領域獲得進展後，其可能將軍事戰略方針由「打贏信息化戰爭」，修正調整為「打贏智能化（條件下的）戰爭」。未來，「智能化」能否成為一個嶄新戰爭型態，抑或受到科技、人道、倫理與法律等因素制約，僅成為當前信息化戰爭型態的高階發展，截至目前並無明確定論。然而，中國在軍事領域開發與運用人工智能的趨勢應會持續地進行。

高效能晶片是推動「軍事智能化」的關鍵性硬體與技術，為了阻止中國開發先進人工智能，美國近期對中國半導體產業進行了史無前例的管制措施，範圍涵蓋了商品、先進製程、製造設備、人才交流甚至資本投資等各個面向。嚴格而論，中國原本在頂尖人才、技術標準與軟體載台等方面已落後美國，加諸其身的半導體技術管制無疑地使這種情形雪上加霜，中國短期內再也無法翻轉在軍事人工智能發展上落後美國的不利態勢。⁹⁰面對此種不利發展，中國祇能在現有的裝備與技術水平下，研發嶄新品片製程尋求技術攻關。2020年10月媒體報導指出，中國中芯公司已運用 FinFET N+1 技術成功地開發出「類 7 奈米」晶片，此製程毋須使用遭美輸出禁令管制的艾司摩爾極紫外光刻機，⁹¹惟所須的其他半導體設備仍大部分自美國，⁹²加上產出的晶片良率偏低且成本較高，其未來能否滿足人工智能發展的需求仍需進一步地檢證。此外，中國軍方尚可透過「小圈卓越」或將現有裝備整合發展嶄新戰術方式，用以彌補「軍事智能化」無法依計畫實施所形成的戰力缺口。即令中國無法透過人工智能達成「彎道超車」目標，惟透過「三化」融合發展進行的戰力提升，將對台灣與亞太各國仍是一個必須正視且日益嚴重的軍事挑戰。

⁹⁰ PK Mallick, *Defining China's Intelligentized Warfare and Role of Artificial Intelligence* (New Delhi: Vivekananda International Foundation, March 2021), p. 13, <https://indianstrategicknowledgeonline.com/web/Defining%20China%20Intelligentized%20Warfare%20and%20Role%20of%20Artificial%20Intelligence.pdf>.

⁹¹ 楊日興，〈中芯 N+1 製程突破股價飆升〉，《工商時報》，2020 年 10 月 13 日，<https://www.chinatimes.com/newspapers/20201013000243-260203?chdtv>。

⁹² Atkinson，〈中芯國際 7 奈米生產高效能晶片難度高，美國還是能卡脖子〉，《TechNews 科技新報》，2022 年 7 月 22 日，<https://technews.tw/2022/07/22/smhc-still-has-to-use-other-equipment-to-assist-in-the-production-of-7nm/>。

參考書目

一、專書

肖天亮主編，《戰略學》（2020年修訂）（北京：國防大學出版社，2020年8月）。

艾文·托佛勒與海蒂·托佛勒（Alvin and Heidi Toffler）著，傅凌譯，《新戰爭論》（台北：時報文化出版企業有限公司，1994年4月）。

軍事科學院軍事戰略研究部編著，《戰略學》（2013年版）（北京：軍事科學出版社，2013年12月）。

Allen, Gregory C., *Choking Off China's Access to the Future of AI: New U.S. Export Controls on AI and Semiconductors Make a Transformation of U.S. Technology Competition with China* (Washington, D.C.: Center for Strategic and International Studies, 2022) .

Kania, Elsa B., “Chinese Military Innovation in Artificial Intelligence: Hearing of the U.S.-China Economic and Security Review Commission,” *CNAS*, June 07, 2019, <https://www.cnas.org/publications/congressional-testimony/chinese-military-innovation-in-artificial-intelligence>.

McReynolds, Joe and LeighAnn Luce, “China’s Human Capital Ecosystem for Network Warfare,” quoted in Roy D. Kamphausen ed., *The People of the PLA 2.0*(Carlisle, PA.: US Army War College Press, July 2021).

Nardtdli, Bruce R., et al., *Disjointed War: Military Operations in Kosovo, 1999*(Santa Monica, California: Arroyo Center, RAND Corporation, 2002).

Zwetsloot, Remco et al., *China is Fast Outpacing U.S. STEM PhD Growth*(Washington, D.C.: Center for Security and Emerging Technology, Georgetown University, August 2021).

二、學術性期刊論文

吳明曦，〈現代戰爭正在加速從信息化向智能化時代邁進〉，《科技中國》，2020年5月。

吳明曦，〈智能化戰爭時代正在加速到來〉，《學術前沿》，2021年5月（下）。

侯嘉斌與李軍，〈人工智能武器：法律風險與規制路徑〉，《中國信息安全》（北京），2019年12期。

俞榮建、王彩萍、趙一智與白偉，〈破解「卡脖子」技術難題：「情境—策略」非對稱匹配視角〉，《中國科學院院刊》，第38卷第4期，2023年4月。

徐源、房超與周羽，〈從「軍事智能化」到「以智取勝」--內涵、機理及其技術實現〉，《國防》，2019年第11期。

郭明，〈關於智能化戰爭的基本認識〉，《學術前沿》，2021年5月（下）。

陳津萍、張貽智與吳玉芳，〈習近平主政時期武器裝備現代化發展〉，《戰略與評估》，第12卷第1期，2022年6月。

張智敏、石飛飛、萬月亮、徐陽、張帆與寧煥生，〈人工智能在軍事對抗中的應用進展〉，《工程科學學報》，第42卷第9期，2020年9月。

賈子方與王棟，〈人工智能技術對戰爭型態的影響及其戰略意義〉，《國際政治研究》，2020年第6期。

翟文中與吳自主，〈論「人工智慧」（AI）在軍事領域的運用〉，《海軍學術雙月刊》，第56卷第4期，2022年8月。

劉偉、王賽涵、辛益博與王小鳳，〈深度態勢感知與智能化戰爭〉，《國防科技》，第42卷第3期，2021年6月。

劉偉，〈軍事智能化的瓶頸與關鍵問題研究〉，《學術前沿》，2021年5月（下）。

謝沛學，〈從下棋到作戰：人工智慧在電腦兵棋的運用及其挑戰〉，《戰略與評估》，第11卷第2期，2021年12月。

藺春來，〈人工智能軍事應用與國際人道法發展〉，《國防》，2019年第12期。

觀瀾，〈「軍事智能化：未來戰爭新圖景」〉，《軍營文化天地》，2017年12月。

三、官方文件

中國中央辦公廳與國務院辦公廳，〈中國中央辦公廳、國務院辦公廳關於印發《2006-2020年國家信息化發展戰略》的通知〉，《中華人民

《 中 華 人 民 共 和 國 中 央 人 民 政 府 》 ， 2006 年 3 月 19 日 ，
http://big5.www.gov.cn/gate/big5/www.gov.cn/gongbao/content/2006/content_315999.htm 。

中 華 人 民 共 和 國 中 央 人 民 政 府 ，〈 國 務 院 關 於 印 發 新 一 代 人 工 智 能 發 展 規 劃 的 通 知 〉 ， 2017 年 7 月 20 日 ，
http://www.gov.cn/zhengce/content/2017-07/20/content_5211996.htm 。

中 華 人 民 共 和 國 國 務 院 新 聞 辦 公 室 ，《 新 時 代 的 中 國 國 防 》 白 皮 書 ，
2019 年 7 月 24 日 ， <http://www.scio.gov.cn/ztk/dtzt/39912/41132/41134/Document/1660318/1660318.htm> 。

四、網際網路資料

天 津 大 學 ，〈 國 防 科 技 創 新 研 究 院 基 本 情 況 〉 ， 2018 ，
http://jyxy.tju.edu.cn/upfiles/2018/TJU_jkxy_yjyj.pdf。

〈 中 國 共 產 黨 第 十 九 屆 中 央 委 員 會 第 五 次 全 體 會 議 公 報 〉 ，《 中 國 共 產 黨 新 聞 網 》 ， 2020 年 10 月 ，
<http://cpc.people.com.cn/BIG5/n1/2020/1029/c64094-31911510.html> 。

〈 北 理 工 「 AI 武 器 系 統 」 實 驗 班 開 班 ： 全 獎 本 碩 連 讀 ， 31 人 入 學 〉 ，《 雪 花 新 聞 》 ，

<https://www.xuehua.us/a/5ec2617e9cae06bef1105e1e?lang=zh-hk> 。

江 玟 ，〈 霍 金 等 千 名 科 學 家 連 署 反 對 人 工 智 能 投 入 軍 備 競 賽 〉 ，《 風 傳 媒 》 ，
2015 年 7 月 30 日 ，<https://www.storm.mg/article/59318> 。

〈 努 力 實 現 國 防 和 軍 隊 現 代 化 建 設 又 好 又 快 發 展 — 學 習 胡 錦 濤 總 書 記 在 慶 祝 中 國 人 民 解 放 軍 建 軍 80 周 年 暨 全 軍 英 雄 模 範 代 表 大 會 上 的 重 要 講 話 〉 ，《 中 國 共 產 黨 新 聞 網 》 ， 2007 年 8 月 10 日 ，
<http://cpc.people.com.cn/BIG5/64093/64099/6095960.html> 。

沈 壽 林 與 張 國 寧 ，〈 認 識 智 能 化 作 戰 〉 ，《 解 放 軍 報 》 ， 2018 年 3 月 1 日 ，
<http://military.people.com.cn/BIG5/n1/2018/0301/c1011-29841173.html> 。

邵 龍 飛 與 胡 畔 畔 ，〈 第 一 屆 軍 事 大 數 據 論 壇 於 7 月 5 日 至 6 日 在 京 舉 辦 〉 ，《 中 華 人 民 共 和 國 國 防 部 》 ， 2018 年 7 月 6 日 ，
<http://www.mod.gov.cn/gfbw/qwfb/rdtj/4818945.html?big=fan> 。

- 何雷，〈智能化戰爭並不遙遠〉，《解放軍報》，2019年8月8日，版7，
http://www.81.cn/jfjbmap/content/1/2019-08/08/07/2019080807_pdf.pdf。
- 孫興維與袁峰，〈軍隊科研崗位津貼發放《暫行規定》印發〉，《中國軍網》，2019年5月5日，http://www.81.cn/jfjbmap/content/2019-05/05/content_232940.htm〈首屆「智能化戰爭」研討會在京舉行〉，《人民網》，2019年12月28日，<http://military.people.com.cn/BIG5/n1/2019/1228/c1011-31527057.html>。
- 袁藝、徐金華與李志飛，〈把握機械化信息化智能化融合發展的本質內涵〉，《中華人民共和國國防部》，2020年12月1日，<http://www.mod.gov.cn/gfbw/jmsd/4874873.html>。
- 〈習近平在中共共產黨第十九次全國代表大會上的報告〉，《中共網》，2017年10月27日，http://www.china.com.cn/19da/2017-10/27/content_41805113_6.htm。
- 張強，〈專家：軍事智能化絕不僅僅是人工智能〉，《人民網》，2017年12月6日，<http://military.people.com.cn/BIG5/n1/2017/1206/c1011-29689750.html>。
- 〈國防部：奮力推進強軍事業，確保實現建軍百年奮鬥目標〉，《人民網》，2020年11月26日，<http://military.people.com.cn/BIG5/n1/2020/1126/c1011-31946148.html>。
- 國防部新聞局副局長、國防部新聞發言人任國強大校，〈2020年11月國防部例行記者會文字實錄〉，《中華人民共和國國防部》，2020年11月26日，http://www.mod.gov.cn/gfbw/tp_214132/tbtj_214138/4877208.html。
- 〈第二屆「智能化戰爭」研討會在京舉行〉，《新華網》，2022年12月27日，http://big5.xinhuanet.com/gate/big5/m.xinhuanet.com/mil/2020-12/27/c_1210949207.htm。
- 常思穎，〈美中科技戰從技術管控到投資管控，高科技背後的博弈與風險〉，《BBCNEWS/中文》，2023年8月18日，<https://www.bbc.com/zhongwen/trad/business-66530604>。
- 單秀法，〈胡錦濤國防和軍隊建設重要論述研究〉，《中共中央黨史和文獻研究院》，2014年11月25日，<https://www.dswxyjy.org.cn/>

BIG5/n1/2019/0228/c423721-30922022.html。

〈遏制「殺手機器人」，全球聯合發聲—2000多名專家簽署《禁止致命性自主武器宣言》〉，《人民網》，2018年7月20日，<http://scitech.people.com.cn/BIG5/n1/2018/0720/c1057-30159888.html>。

趙勳，〈加緊推進武器裝備現代化〉，《新華網》，2023年4月10日，http://big5.news.cn/gate/big5/www.news.cn/mil/2023-04/10/c_1212006074.htm。

黃相亮，〈回望國防生制度〉，《人民網》，2017年6月1日，<http://military.people.com.cn/BIG5/n1/2017/0601/c1011-29310141.html>。

楊日興，〈中芯 N+1 製程突破股價飆升〉，《工商時報》，2020年10月13日，<https://www.chinatimes.com/newspapers/20201013000243-260203?chdtv>。

〈劉國治中將：軍事智能化發展是我軍實現彎道超車的戰略機遇〉，《壹讀》，2017年10月27日，<https://read01.com/zh-tw/DGNB6kP.html#.YYJEj2BBzIV>。

劉海江，〈提高軍事訓練的智能化發展〉，《中華人民共和國國防部》，2021年2月25日，<http://www.mod.gov.cn/gfbw/jmsd/4879799.html>。

謝愷、張東潤與梁小平，〈透視智能化戰爭制勝機理嬗變〉，《解放軍報》，2022年4月26日，版7，http://www.mod.gov.cn/gfbw/wzll/yw_214068/4909826.html。

“AI revolution in U.S. military signals transformative security landscape,” *TVP World*, November 12, 2023, <https://tvpworld.com/74053113/ai-revolution-in-us-military-signals-transformative-security-landscape>.

Alexander Cheung, 〈號外!由 CICC 與華戎防務聯合打造的國防科普兵棋推演系統來了!〉，《華戎防務》，2021年5月11日，<http://www.hs-defense.com/nd.jsp?id=1>。

Atkinson, 〈中芯國際 7 奈米生產高效能晶片難度高，美國還是能卡脖子〉，《TechNews 科技新報》，2022年7月22日，<https://technews.tw/2022/07/22/smhc-still-has-to-use-other-equipment-to-assist-in-the-production-of-7nm/>。

Freedberg, Jr. Sydney, “Biden launches AI ‘Risk and Safety’ Talks with China. Is Nuclear C2 A Likely Focus?” *Breaking Defense*, November 15, 2023, <https://breakingdefense.com/2023/11/biden-launches-ai-risk-and-safety-talks-with-china-is-nuclear-c2-a-likely-focus/>.

Mallick, PK., *Defining China’s Intelligentized Warfare and Role of Artificial Intelligence* (New Delhi: Vivekananda International Foundation, March 2021), <https://indianstrategicknowledgeonline.com/web/Defining%20China%20Intelligentized%20Warfare%20and%20Role%20of%20Artificial%20Intelligence.pdf>.