

從 AI 應用看中共 UAV 發展

陳津萍* 張貽智**

摘要

從中共對 AI 技術發展脈絡的觀察、指導與應用，凸顯其技術正應用於「無人飛行載具」(UAV)的發展中，為其國防現代化的重要內容。據此，所形成的特、弱點與影響，主在說明中共機械化、信息化與智能化發展關係，並認知 AI 技術在軍事領域應用的侷限性，但仍相互推進，欲向「智能化武器裝備」現代化邁進，並結合「軍民融合」發展戰略，以達「軍事智能化」，贏得戰略制高點。就可觀察的面向檢視，中共 UAV 發展的多樣性，已成為陸、海、空軍與火箭軍立體戰力的一部分，對於我國防衛作戰威脅甚鉅。

關鍵詞：人工智能技術、智能化武器裝備、軍民融合、無人飛行載具

* 陸軍教育暨準則發展指揮部研究小組編譯員、陸軍備役上校、中國文化大學政治學博士；通訊作者：E-mail: chenjinping519@gmail.com

**國防大學軍事共同教學中心上校戰略教官、中央警察大學國境系碩士

Seeing the Development of UAV in the People's Liberation Army from AI Applications

Jin-Ping Chen^{*} I-Chih Chang^{**}

Abstract

On the basis of observation, guidance and application of CCP's "artificial intelligence"(AI), it is highlighted that the technology is being used in the development of "unmanned aerial vehicles" (UAV) and is an important part of modernization of national defense. The strengths, weaknesses, and influences gathered show the developmental relationship among the mechanization, informatization and intellectualization of the CCP, and recognize the limitations of the application of AI technology in the military. However, they are still advancing with each other, and aiming to move towards the modernization of "intelligent weaponry" as well as combining with the strategy of "military-civilian integration" to achieve "military intelligence" and gain the strategic vantage point. In terms of observable aspects, the diversity of the CCP's UAV development has become a part of the three-dimensional combat capabilities of its army, navy, air force and rocket force, which is posing serious threats against our defense.

Keywords: artificial intelligence technology, intelligent weaponry, military-civilian integration, unmanned aerial vehicle

^{*} Compiler, Army Education, Training and Doctrine Development Command; Army Reserve Colonel; Ph. D. in Political Science, Chinese Culture University; Acting as the Corresponding Author, E-mail: chenjinping519@gmail.com

^{**}Colonel Strategy Instructor, Military Common Curriculum Center, National Defense University; MA in Department of Border Police, Central Police University

壹、前言

中共對「人工智能」(Artificial Intelligence, AI)技術在軍事領域的研究與應用，意指融入或集成到武器裝備中，以先進的演算法和深度學習能力，實現武器裝備的高自主性、快速性和精確性的發展技術(中國大陸國務院，2017；徐根初，2005；趙先剛，2018)，最終實現「軍事智能化」的目的，企圖不容忽視。2017 年 10 月 18 日，中共領導人習近平於「十九大」政治報告中，將「武器裝備現代化」作為解放軍「四個現代化」的重要組成部分(習近平，2017)。2019 年 7 月，中共國防白皮書強調：「以信息技術為核心的軍事高新技術日新月異，武器裝備遠端精確化、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。」(中國大陸國務院，2019)，以「無人飛行載具」(Unmanned Aerial Vehicle, UAV)最具代表性，源於融入 AI 技術，成為「武器裝備現代化」的重要內涵之一(車東偉、顧瑤、楊斐，2020)。為此，在中共未放棄武力犯台的前提下(習近平，2019)，或謂「中共從未放棄武力統一臺灣」(國防部，2021)，故有必要研究此方面之發展與威脅，實為撰文動機與目的之所在。

基此認識，以文獻分析為方法，中共 AI 技術融入於 UAV 中，已成為其「智能化武器裝備」現代化的重要內涵。「現代化」意味著創新、選擇和淘汰，意味著科學、發展和進步，不同時代呈現出不同內涵(陳東恒，2018)，為其 UAV 發展的精神所在。李志新、王曉光(2013)指出，主要是消弭 2012 年以來，中共所強調「解放軍建設的主要矛盾，仍然是現代化水準與打贏信息化條件下局部戰爭的要求還不相適應，軍事能力與履行新世紀新階段我軍歷史使命的要求還不相適應。」(簡稱「兩個不相適應」)表明解放軍武器裝備的發展，與時代脈動仍有差距，故「發展」隱含向某一目的演進的意涵，是指某種人類可期望達到的狀態(呂亞力，1995)，彰顯 AI 技術融入 UAV 發展中，為其重要的核心技術與發展方向；雖然 AI 技術無法完全涵蓋於軍事應用所需科技，但卻是 UAV 智能化的重要組成部分。基此，以中共對 AI 技術發展脈絡的觀察與指導為依據，且已在陸、海、空軍與火箭軍中，編置 UAV 作戰部隊與裝備，故對其 AI 技術與 UAV 的研究與作戰應用作分析，成為歸納其特弱點與影響的依據，藉以印證本文所剖析的內涵。

貳、中共對 AI 技術發展脈絡的觀察與指導

中共認為 AI 技術在教育、醫療、養老、環境保護、城市運行、司法服務、國

防等領域廣泛應用(中國大陸國務院, 2017), 已進入新的高速增長期, 是公認最有可能改變未來世界的顛覆性技術(王莉, 2017; 石海明、賈珍珍, 2019), 已為其主政者所重視。

一、中共對 AI 技術發展脈絡之觀察

AI 技術的概念, 是由 McCarthy 在 1956 年達特茅斯會議(Dartmouth Conference)上提出, 是指依托計算機應用數學運算法則模仿人類智力, 讓機器「學會」人類的分析、推理和思維能力(Chang, 2020)。美軍在 20 世紀 60 年代, 率先將 AI 技術引入軍事領域中。1972 年, 美軍使用「靈巧炸彈」炸毀了越南的清化大橋, 標誌著戰爭邁入智能化時代, 並隨著「信息化戰爭」的發展, AI 技術正被廣泛應用到軍事的各個領域(liutang2020, 2018), 成為中共「智能化武器裝備」現代化的重要內涵。

依時序梳理, 科學技術的發展歷程為電子計算、電腦技術、資訊技術、微電子技術, 及信息化武器裝備系統的發展脈絡與意涵(如表 1), 使 AI 技術的物質條件更為豐富, 展現於 20 世紀 90 年代的歷次局部戰爭中。尤其是波灣戰爭所帶來的「軍事事務革命」, 震撼中共統治當局, 對其國防和軍隊現代化有著重要影響。據此, 中共將 AI 技術引入「國防和軍隊建設」中, 試圖獲得更多優勢, 提供共軍「能打仗、打勝仗」之科技能力, 消弭 2012 年以來「兩個不相適應」的問題。顯見 AI 技術涉及作戰領域各個方面, 有其廣泛的應用價值, 為中共主政者與軍事研究者所關注, 並已融入 UAV 智能化的發展中。

二、中共對 AI 技術發展與政策指導

從中共對 AI 技術發展脈絡的觀察與意涵分析中, 表明 20 世紀 80 年代, 軍事領域在推動武器裝備的發展, 成果多樣, 為其所重視。1986 年 3 月 3 日, 中共開展《國家高技術研究發展計畫》(簡稱「863 計畫」)是其高技術研究發展的一項戰略性計畫, 促進其高技術及其產業發展, 引起了經濟、社會、文化、政治、軍事等各方面深刻的變革(中國大陸科學技術部, 1986)。1988 年 8 月所實施的《火炬計畫》是促進高技術、新技術研究成果商品化, 推動高技術、新技術產業形成和發展的部署和安排(中國大陸科學技術部, 1988), 渠等成為中共未來科技發展的物質基礎。

綜上基礎與認識, 中共對 AI 技術的政策與發展, 是指導解放軍「智能化武器裝備」現代化發展的重要依循, 依其官方相關文件, 體現於 2015 年以來《中國的

軍事戰略》白皮書等文獻(如表 2)，表明中共對 AI 技術應用於軍事領域的重視與指導內涵，並強化「軍民融合」的規範，助益「智能化武器裝備」的現代化。此外，表 1 項次六揭示以美國為首的歷次局部戰爭中，啟發其國防和軍隊建設，朝機械化、信息化、智能化的方向融合發展，成為相互包容、相互滲透、相互促進的關係，三者形成疊加效應、聚合效應和倍增效應，實現戰鬥力的提升。其意義在說明機械化和信息化主要是對人體力和感知力的增強，智能化則主要是通過 AI 增強人的認知力，同時對人體力和感知力進行再提升再放大(袁藝、郭永宏、白光煒，2019)，具體展現於中共 UAV 的研發與作戰應用，為其「智能化武器裝備」現代化發展的重要成果。

表 1 中共對 AI 技術發展脈絡的觀察與意涵分析

項次	時間	內容	意涵
一	20 世紀 40 年代	指出電子計算機的誕生，以及控制論、信息論、神經生理學的創立，為 AI 技術的產生提供了科學依據。	1. 表明科學技術發展歷程，助益 AI 技術條件的完善，為中共所重視。
二	20 世紀 50 年代	電腦和資訊的高新技術不斷湧現，為 AI 技術代替人腦運算的生產方式，提供條件，決定無人裝備不僅能夠被動、機械地執行人的指令，而且能夠自主、能動、智能地執行作戰任務。	2. 揭示 AI 技術的進步，推動武器裝備的演進，尤其是 UAV 的發展，使戰爭形態有了改變。
三	20 世紀 60 年代	AI 技術的研究，主要用於博弈、自動程序設計、模式識別、自然語言理解等進行研究。	
四	20 世紀 70 年代	微電子技術和集成電路技術的發展，為 AI 技術，提供一定的物質條件。	
五	20 世紀 80 年代	AI 技術開始向實用化發展，直接推動信息化武器裝備系統的發展，相繼研製出：自主敵我識別、自主分析敵情、自主決策能力的智能武器系統、武器裝備故障的自動診斷與排除系統、軍用人工智能語言自動翻譯系統、智能軍用圖形、圖像識別系統、智能化電子對抗系統、自主多用途作戰機器人系統、軍用航空、智能化作戰模擬訓練系統等。	3. 歷次局部戰爭，證明 AI 技術發展的重要性。
六	20 世紀 90 年代 至今	1. 強調知識圖譜、神經網路、遺傳演算法、模糊推理等新技術的系統集成創新，使戰爭從「人對人」變成「機器自主殺人」，為「智能化戰爭」雛形的最佳註解。 2. 以美國為代表的軍事強國，AI 技術成果體現於歷次局部戰爭中，諸如：美軍 UAV 應用於越南戰爭(1955-1975 年)、第一次波斯灣戰爭(1990-1991 年)、科索沃戰爭(1996-1999 年)、阿富汗戰爭(2001 年)、第二次波斯灣戰爭(2003-2011 年)。	4. 中共藉此加強「智能化武器裝備」現代化建設，將成果應用到未來戰爭中，轉化為實際戰鬥力。

資料來源：研究者參考何雷(2019：解放軍報)、李明海(2018：解放軍報)、葉原松(2018：97-99)、徐根初(2005：140-141)整理。

表 2 中共 AI 技術的觀點對「智能化武器裝備」現代化的指導內容摘要

項次	時間	項目	內容	意涵分析
一	2015/5	《中國的軍事戰略》白皮書	世界新軍事革命發展，武器裝備遠端精確化、智能化、隱身化、無人化趨勢明顯，太空和網路空間成為各方戰略競爭新的制高點，戰爭形態加速向信息化戰爭演變。	1. 具體將表 1 的觀察與意涵，化為實際的指導內容。 2. 凸顯中共對 AI 技術發展趨勢的重視，及努力方向 3. 確立軍事智能化的發展範疇，諸如軍事指揮智能化、智能化武器裝備。
二	2017/7	國務院《新一代人工智能發展規劃》	中共透過「軍民融合」戰略，將 AI 技術應用於軍事領域各方面，諸如軍事指揮決策、軍事推演、國防裝備等方面的智能化。	
三	2017/10	「十九」大政治報告	要「加快軍事智能化發展，提高基於網路資訊體系聯合作戰能力、全域作戰能力」，已為解放軍領導階層和軍事理論家所重視。	
四	2017/12	國務院《促進新一代人工智能產業發展三年行動計劃(2018-2020 年)》的通知(簡稱「通知」)	1. 中共推動新一代 AI 技術的產業化與集成應用，發展高端智能產品，夯實核心基礎，促進新一代人工智能產業發展。 2. 2020 年，中共力爭一系列 AI 標誌性產品取得重要突破。諸如，培育智能產品，包括智能網聯汽車、智能服務機器人、智能無人機等項目。	4. 2020 年「通知」的發展成果，依「軍民融合」戰略，可轉換為「智能化武器裝備」現代化或 UAV 所用。
五	2018/3	「十三屆全國人大一次會議解放軍和武警部隊代表團全體會議」	1. 關注世界軍事科技和武器裝備發展動向，搶佔科技創新戰略制高點。 2. 樹立科技興軍思想、戰略統籌，AI 技術發展的科研基礎，加快武器裝備、指揮系統與作戰方式的智能化。 3. 完善 AI 技術軍民融合制度體系構建，與軍工資源整合，洞察新技術發展趨勢及軍事應用前景，提升國防實力增長點。 4. 推進 AI 技術與裝備在軍隊的普及應用，引導官兵改變傳統作戰思維，識別人工智能戰爭屬性。	
六	2018/10	中共中央政治局第九次集體學習「人工智能發展現狀和趨勢」	1. 要加強基礎理論研究。 2. 要主攻關鍵核心技術。 3. 要強化科技應用開發。 4. 要加強人才隊伍建設。 5. 要整合多學科力量。	
七	2019/7	《新時代的中國國防》白皮書	1. AI、量子資訊、大數據、雲計算、物聯網等前沿科技加速應用於軍事領域。 2. 戰爭形態加速向信息化戰爭演變，智能化戰爭初現端倪。 3. 以科技興軍，聚焦能打仗、打勝仗，推動機械化信息化融合，加快軍事智能化發展。	

資料來源：研究者參考中國大陸工業和信息化部(2017：促進新一代人工智能產業發展三年行動計劃(2018-2020 年))、中國大陸國防部(2018：中央軍委巡視工作條例)、中國大陸國務院(2015：中國的軍事戰略)、中國大陸國務院(2019：新時代的中國國防白皮書)、央視網(2018：習近平出席十三屆全國人大一次會議解放軍和武警部隊代表團全體會議)、徐根初(2005：140-141)、新華社(2018)、楊曉楠、馬明飛(2018：人民網)整理。

參、中共對 AI 技術及 UAV 智能化的研究與應用

依中共對 AI 技術發展脈絡的觀察與指導(如表 1、2)，顯見其重要性，同時也透過《解放軍報》中的「軍事論壇」刊載 AI 技術相關內涵的研究，意在充實共軍此方面知識，企圖改變其傳統的作戰思維，就是顯例。臚列分析如次：

一、中共對 AI 技術核心內涵的研究

中共將 AI 技術融入於 UAV 智能化的發展中，主要形塑己方對彼方(威脅者或假想敵)的軍事智能化作戰能力。沈壽林、張國寧(2018)認為可以從「制智為要...無人爭鋒」等核心概念來理解和把握。」(如表 3)以上字義，雖然抽象，但依其內容觀之，凸顯 AI 技術的核心內涵與應用方向，表明「軍事智能化」具有控制思想與行動的雙重能力，可以應用到情報、監視和偵察，後勤，網絡空間行動，信息操縱和深度偽造，武器裝備和指揮決策、戰法應用、行動控制等活動中(鄒力，2019)，凸顯作戰應用的廣泛性、功能性與影響性，和 AI 技術密不可分。據此，中共 AI 技術融入於 UAV 智能化的發展中，主要技術涉及避撞技術、編隊控制技術、協同技術、數據安全技術、控制站(如表 4)，配合北斗三型衛星的導航應用、UAV 的前端感測器與後端追瞄、系統的即時傳輸，逐漸克服過往資訊傳輸的延遲，使中共各軍種、戰區、戰略支援部隊與中央軍委聯合作指揮中心，藉由系統介接、數據傳輸，未來共軍將從 UAV 走向無人飛行器系統(Unmanned Aircraft System, UAS)，包括地面控制站通用化與網路化、支援 UAS 與作戰指揮系統有效集成、支援跨建制的 UAV 作戰使用方式、支援針對戰術任務的直接、高效和即時控制、系統功能可擴展或裁減(王林、張慶傑、朱華勇，2008)，預判聯合作戰能力將大為提升。

中共對 AI 技術的研究，是其對表 2 指導內涵的進一步深化，說明中共最終要完善優化武器裝備體系結構，統籌推進各軍兵種武器裝備發展，統籌主戰裝備、資訊系統、保障裝備發展，全面提升標準化、系列化、通用化水準，淘汰老舊裝備力度，逐步形成以高新技術裝備為骨幹的武器裝備體系(中國大陸國務院，2019)。其中，以 UAV 智能化最具代表性，欲為解放軍能打仗、打勝仗融入更多科技元素，更適切整合與應用 AI 技術與智能製造，優化 UAV 的科技含量，故其科研成果與實際運作內涵應予關注。

表3 中共對AI 技術核心內涵的研究

項次	項目	內容
一	制智為要	1. 「制智權」是智能化作戰的目標重心，是人智力空間爭奪和對抗，雖不是實際的物理空間，卻對其他空間制權產生乘積效應，重要性不容忽視。 2. 在軍事應用上，透過智能化手段的輔助，提升認知速度，感知對手和戰場，通過戰術、謀略應用，讓己方制定合理準確的決策方案、計畫，使對手無法感知或難以準確判斷、理解我方意圖。
二	泛在雲聯	1. 為智能化作戰的基礎設施，生產所需的大數據(如敵情偵察、戰場管理等)，提供強大的計算能力和演算法支援。 2. 通過全時空覆蓋的物聯終端、移動物聯網等資訊物理系統，進行多元情報智能判讀與資訊融合，評估戰場態勢、優化作戰方案、定下作戰決心、制定作戰命令計畫，幫助戰鬥員或無人裝備更加快速、準確地打擊目標。
三	多域一體	1. 多域一體為智能化作戰的戰場空間，意味部隊將面臨陸、海、空、網路、認知、社會等多域空間的威脅與作戰能力要求，反映聯合作戰特點。 2. 未來戰爭中，泛在雲聯的基礎網路與聯合作戰網路密切交融，按需與相關軍兵種資訊共用、資料直通。 3. 在聯合作戰指揮下，通過多域相互配合、互為支撐的行動，具備跨域打擊和防衛能力，圍繞統一的作戰目的組織實施，聚焦作戰目的的達成。
四	腦機融合	1. 腦機融合為智能化作戰的指揮決策，是指在合理人機分工、人機高效交互的支撐下，充分發揮人腦與機器各自的優勢，實現指揮與技術的融合。 2. 在智能化作戰指揮決策過程中，快速、準確、高效、靈活地實施情況分析判斷、定下作戰決心、下達命令計畫。
五	智能自主	1. 智能自主是智能化作戰的武器裝備，具有人類的思考能力與成長性。 2. 可執行偵察、機動、打擊、防護等智能化作戰的武器裝備，根據任務目標、敵方情況、戰場環境、自身狀態的即時變化，自主判斷情況、選擇和執行恰當的行動方案，在作戰過程中不斷學習、改進判斷和決策能力。
六	無人爭鋒	1. 指智能化作戰的交戰方式，主要依靠無人化武器裝備在泛在雲聯網路體系支撐下，接受全時、全域的情報支援，各軍兵種相互提供資料、情報、火力和保障等支援，協作配合共同實施。 2. 人賦予機器的自主行動許可權，實施偵察探測、機動、打擊等作戰行動。 3. 依機器的自主權限，分為：「人在環中」指武器裝備的行動完全由人來決策和控制；「人在環上」指武器裝備按照指令自主決策和實施行動，人按照需要隨時介入接管決策權；「人在環外」指武器裝備被指定了行動限制和目標，自主決策和實施行動。

資料來源：研究者參考沈壽林、張國寧(2018：解放軍報)、唐慶輝、桑渤(2020：解放軍報)整理。

表4 中共AI 技術融入於UAV 智能化的發展

項次	項目	內容
一	避撞技術	1. 指安裝於 UAV 的一種設備，用以確保 UAV 與其他航空器保持一定的安全飛行間隔，相當於載人航空器的防撞系統。 2. 感測器：通過感測器構建「視線系統」，採用一定的路徑規劃原則：(1)沿著與鄰居相同的方向移動。(2)個體保持靠近鄰居。(3)個體避免與鄰居碰撞。 3. 交互輔助資訊：以節點對 UAV 速度、方向、位置、加速度等資訊的報文，並使用相應的實體層及鏈路層技術，將報文分發給範圍內的其他節點，決定是否需要規劃新的路徑，防止碰撞。

二	編隊控制技術	1. 編隊構成/重構：飛行前編隊生成問題、遇到障礙時的拆分、重建等問題。增加或減少無人機時的編隊重構問題。 2. 編隊保持：指飛行中編隊保持問題，主要有領航-跟隨法、虛擬領航法、行為控制法。
三	協同技術	1. 協同技術可以幫助 UAV 「集群」實現分工合作、相互協調、高效執行戰術環境下的多種任務。 2. 上層的演算法，諸如分散式決策演算法、任務分配演算法、分散式融合演算法等。 3. 底層的資訊交互技術。
四	數據安全技術	此技術融入 UAV 集群關鍵技術的各個環節，避免 UAV 被捕獲時，敏感數據和信息的泄露，不利於 UAS 的生存。
五	控制站	1. 「人在環中」指 UAV 的行動完全由人來決策和控制。 2. 「人在環上」指 UAV 按照指令自主決策和實施行動，人按照需要隨時介入接管決策權。 3. 「人在環外」指 UAV 被指定了行動限制和目標，自主決策和實施行動。

資料來源：研究者參考牛軛峰、肖湘江、柯冠岩(2013：40-41)、左青海等人(2016：65-69)、沈壽林、張國寧(2018：解放軍報)、唐慶輝、桑渤(2020：解放軍報)、許卓凡、魏瑞軒、周凱、張啟瑞(2020：776-783)整理。

二、中共將 AI 技術融入於 UAV 的科研成果與實際運作

前述中共對 AI 技術發展脈絡的觀察與意涵分析中(如表 1)，形成對「智能化武器裝備」現代化的指導內容(如表 2)，欲使武器裝備智能化，以符合戰爭型態的發展，進而掌握戰略制高點。可見，中共加強軍事智能化建設，根本目的在於把科研成果轉化為實際戰鬥力，應用到未來戰爭中，取得最大作戰效益(何雷，2019)。概區分科研成果與實際運作，剖析如次：

科研成果。中共將 AI 技術應用於 UAV 智能化中，包括制智為要、泛在雲聯、智能自主等內涵(如表 3)，並融入於無人偵察機、無人攻擊機、偵打一體無人機的建構中。依可觀察的面向檢視，中共 UAV 的多樣化，源於 AI 融入 UAV 的發展中。就作戰空域而言，中共 UAV 在高、中、低空智能化的科研成果(如表 5、6)，可用於強化戰略戰術偵察、打擊、目標校準、誘餌、靶機等不同功能。可見，中共已將 AI 技術融入 UAV 發展中，依作戰需要，可形成「高、中、低」的配置模式，且已納入陸、海、空軍與火箭軍的編制中，遂行不同任務。其中，偵打一體無人機的技術，使「集群」攻擊模式更趨成熟，另殲-6、殲-7 改裝成 UAV 攻擊機(如表 5)，並將科研成果透過實際運作加以驗證，涉及單一的 UAV 與集群式的 UAV，其意圖與威脅性，皆不容小覷。

實際運作。2016 年 11 月，「中國」電子科技集團公司在第 11 屆珠海航展上，

公佈了 67 架小型固定翼無人機「集群」飛行試驗，完成了編隊起飛、集群飛行、動態無中心自組網、感知與規避、自主集群控制、協同探測、分散式廣域監視、飽和打擊等任務。翌年 6 月，進一步完成 119 架小型固定翼 UAV 集群飛行試驗，無人機「集群」成功演示了密集彈射起飛、空中集結、多目標分組、編隊合圍、集群行動等一系列空中活動，標誌著中國大陸在 UAV「集群」技術領域有了重大突破(韓光松、王忠、李萍，2018)。換言之，當 UAV 數量不斷提升，就需要「集群」控制，每架飛機之間「相互通信」，根據周圍環境自主調整，只要下達任務，由它們自主執行，形成智能化指揮與控制。主要是指以不斷發展的高科技技術為主要支撐，以資料指標為主要依據，通過戰場態勢、人員裝備狀態、戰略戰術變化等資料化，通過同步設計、同步進行、同步回饋的方式，自主化、自同步、智能化完成指揮與控制目標，達成軍事行動最小化代價、最佳效果(孫宇祥、周獻中、唐博建、徐爽、朱紫，2020)。此外，近年來，共軍透過「AI 挑戰賽」來推動 AI 創新作為(Clay, 2020)，深化實際運作的基礎。

另許智翔(2021)研究指出，中共陸軍已應用多種不同等級的 UAV，協助地面部隊執行任務。2019 年底，中共陸軍及武警特戰部隊在反恐演練中應用小型 UAV 協助城鎮作戰。2020 中共西藏軍區砲兵單位應用較大型且類似 ASN-207 型 UAV 的影像。此外，中共在西藏偏遠及交通困難的高原地形，透過小型 UAV 的蜂群方式運送物資。此外，2020 年 6 月 20 日，在利比亞內戰中，中共製造的翼龍二型無人機在航程、火力和飛行高度上都勝過土耳其製造的無人機，此趨勢將會重塑 21 世紀的作戰模式(台灣-BBC News，2020)。2020 年 10 月 22 日，中共無人機入侵台灣西南防空識別區(中央社，2020)。2021 年 3 月，我國《四年期國防總檢討》亦強調，中共藉各型機(含 UAV)常態化侵入我西南防空識別區活動，威脅臺海空防安全(國防部，2021)。顯然，共軍已將 UAV 投入軍事領域的使用中，已落實在陸、海、空軍與火箭軍對 UAV 的佔有率，達到所謂「化」的狀態，逐步向現代化與 UAS 邁進，且配和有人機的擾臺作為，更值得關注。

綜上，中共現階段與未來「智能化武器裝備」現代化的內涵中，主要是各種無人化武器的應用，打造立體 UAS，將人與機器深度融合為共生的有機整體，讓機器的精準和人類的創造性完美結合，並利用機器的速度和力量讓人類做出最佳判斷，從而提升認知速度和精度。顯示中共已將 AI 技術融入 UAV 智能化的發展中(如表 3)，預判會更趨完善，諸如：認知速度的提升、感知對手和戰場的存在、

計算能力和演算法的支援、消弭多域空間的威脅與滿足作戰能力的要求等作戰行動的許可權。因此，表 5、6 的發展概況，就是表 3、4 內涵的延續，故其功能與意涵，不容小覷。

表 5 中共 AI 技術融入於「無人偵察機與攻擊機」概況

類型	款式	科研成果	發展概況與作戰運用
無人飛行載具	無人偵察機	ASN 系列無人機 (ASN-206/207/209)	1. 解放軍地面部隊所用無人機以體積小，用來偵察或支援砲兵，以提高精準打擊率。 2. ASN-206 是輕型、近程戰術多用途無人機。用於晝/夜空中偵察、電子戰、戰場監視、目標定位、火炮觀測、邊境巡邏等。 3. ASN-207 無人機，有中繼通信型與砲兵射控型，續航時間可達 16 小時。 4. ASN-209「銀鷹」無人機，具中高度、中續航力，以進行長途通信支援與電磁對抗。航程為 200 公里，續航時間可達 10 小時，可支援衛星通訊，或引導飛彈瞄準目標。
		BZK-005「長鷹」無人偵察機	1. 中高空遠程無人偵察機為中共海軍裝備，巡航速度為每小時 150 至 180 公里，最大航程達 2,400 公里，巡航高度 5000 至 7000 公尺，續航時間超過 40 小時，可空中加油。 2. 具有隱身能力，可執行偵察和搜集情報。
		翔龍高空長航時偵察無人機	1. 巡航高度為 18000 米~20000 米，作戰半徑 2000~2500 公里，續航時間達 10 小時。 2. 具備全天候對目標探測、識別和跟蹤的能力。 3. 配備有衛星通信系統、資料鏈等設備，可以把獲得資訊傳遞給指揮中心。
	無人攻擊機	殲-6 殲-7 「集群」攻擊	中共空軍已將 1950、1960 年代的殲-6、殲-7 改裝成無人機，動向值得關注。 2017 年 6 月，中共完成 119 架固定翼無人機集群飛行試驗，成功展示密集彈射起飛、空中集結、多目標分組、編隊合圍、集群行動等動作，成為「無人集群」的新時代。

資料來源：陳津萍、徐名敬(2021：70-71)。

表 6 中共 AI 技術融入於「偵打一體無人機」概況

類型/款式	科研成果	發展概況與作戰運用
無人飛行載具/偵打一體無人機	翼龍系列 (翼龍-1/1D/2)	1. 翼龍-1 型無人機，巡航高度 5300 公尺，航程約 4000 公里，屬於中低空長航時，可帶兩枚精確制導空對地導彈。主要用於長時間情報偵察、監視，可廣泛執行各種任務，為當今世界最先進無人機之一。 2. 翼龍-1D 型無人機，是在翼龍-1 型基礎上研製，應用在情報獲取、監視、偵察、反恐、邊境巡邏等安全領域。最大飛行高度 7000 公尺，無視氣象條件、地形、自然光的限制，可獲得任何地表物體的雷達圖像。 3. 翼龍-2 型無人機，以翼龍-1 型為基礎，是中空、長航時、偵

	打一體化的無人機，性能優於前述類型。但生存性不如「利劍」型匿蹤無人機高，易受防空飛彈，戰機和地對空飛彈的打擊，是中共未建制原因。
神雕無人機	1. 神雕無人機是高空長航時，它的體型龐大，擁有雙體設計，搭載了高性能反隱形雷達，未來可能成為解放軍攻防要角。 2. 它可以偵測威脅中國領空的巡弋飛彈和隱形轟炸機等，發揮預警功能，也能在太平洋海域從事搜索航母的任務。
彩虹系列(CH-1～CH-5)無人機	1. CH-1、CH-2 主要執行偵察和監視。 2. CH-3 具偵察和打擊一體的作戰能力。 3. CH-4 可續航 30-40 小時，巡航高度可至 5,300 公尺。可執行情報、監視、偵察、空中攔截和電子作戰等用途。 4. CH-5 可續航 40 小時，巡航高度可至 5,000 公尺。可執行長時間偵察與監視，具偵察打擊一體化的武器系統平台。
利劍隱形無人機	1. 為解放軍空軍和海軍航空兵所設計的無人機。 2. 具偵察監視，突破敵方防空體系，打擊縱深高價值目標之能力。

資料來源：陳津萍、徐名敬(2021：71)。

肆、中共 AI 技術融入於 UAV 中的特弱點與影響

綜上，中共已將 AI 技術融入於「智能化武器裝備」現代化中的 UAV，視為其戰略目標的範疇，是其「武器裝備現代化」的重要一環，依可觀察的面向，梳理其可能的特弱點與影響。

一、中共機械化、信息化、智能化發展未達全面化

中共「信息知識詞典」依「辭源」釋義，「化」的本義是變化、融化之意，從漢語語法分析，放在名詞之後作為點綴，主要含義是逐步轉變成某種性質或狀態。如機械化、自動化、信息化等。因此，就「化」的含義視之，可分述如下：1. 逐步轉變：這是一個動態的概念，無論是機械化、信息化都需要一個漫長的過程。2. 全面滲透：既然是「化」，就是一個普遍現象，就必須滲透到該領域的方方面面，否則難以稱作「化」。如機械化部隊就是指「機械」已經滲透到部隊的方方面面。3. 一定的標準：要實現「化」，必須達到一定的標準，或謂這樣的狀態已經主導了大部份。換言之，「化」者，使事物之形態或性質發生改變，它是事物從一種狀態轉向另一種狀態的關鍵一環(胡建新，2020；徐根初，2005)。以上含義，可用於解釋中共「智能化武器裝備」現代化中的 UAV 進程，凸顯三者之發展，是連續性的過程，前者是後者發展的基礎，缺一不可。

中共《新時代的中國國防》白皮書強調，要推動機械化信息化融合發展，加快軍事智能化發展，揭示三者是融合發展的，從「你是你、我是我」變成「你中

有我、我中有你」，進而變成「你就是我、我就是你」(袁藝、郭永宏、白光煒，2019)，顯見其發展的意圖，及其所面臨的困境，前者的良窳與否，將影響 UAV 智能化的發展。故指出「中國特色軍事變革取得重大進展，但機械化建設任務尚未完成，信息化水準亟待提高」，異於以往「2020 年前基本實現機械化並使信息化建設取得重大進展」的表述(中國大陸國務院，2009)，凸顯 2020 年解放軍的全面機械化可能未能達標。也就是說，在中共黨成立一百周年前(2021)，機械化這個戰略目標極可能無法全部實現(陳津萍，2020)，連帶的信息化、智能化的發展將受限，致使「智能化武器裝備」現代化的目標無法完全實現。

以上表明中共機械化、信息化、智能化發展，是有其順序的，如果跳過機械化、信息化，把建設重點全面轉向智能化，可能欲速不達。也就是說，沒有機械化就沒有信息化，信息化建設需要機械化建設提供物理實體，否則信息化的「聯」就失去對象。如同一支軍隊沒有一定的機械化基礎，就無法推進信息化，沒有一定的機械化信息化基礎，也不能完善推進智能化(袁藝、郭永宏、白光煒，2019)，而制約 AI 技術在 UAV 的發展，此特點與影響值得關注。

二、中共對 AI 技術在軍事領域(UAV)應用侷限性的論點

熊玉祥(2018)指出 AI 技術在軍事領域的應用是一把「雙刃劍」。隨著大量智能化無人系統應用於戰場，戰爭成本將降低，作戰人員的「零傷亡」可成為現實，這極易導致軍事強國在武力使用上更加隨意。而在複雜戰場環境下，擁有高度智能的無人作戰系統極有可能出現識別錯誤、通信降級，甚至被敵電磁、網路攻擊後「倒戈反擊」等問題，諸如濫殺無辜、系統失控等更會給智能型武器的軍事應用帶來無窮隱憂。因此，針對 AI 在軍事領域應用過程中可能出現的安全、法律、倫理等問題(如表 7)，也涉及 AI 技術在 UAV 中的應用，亦為中共所關注，但能否遵循國際相關規範，有待觀察。

依表 7 所呈現的內涵，就安全方面而言，在軍事領域的應用，雖有其侷限性，但此缺陷恰也給中共上下其手的機遇，故其所憂慮的惡意程式碼、病毒植入、指令篡改等攻擊手段，也可能成為中共 AI 技術在軍事領域(UAV)應用的面向，同樣威脅其他國家，從而掌握戰略制高點。就法律、倫理方面而言，表 7 所述「武裝衝突法」中的核心原則，以及人類的生命和價值。就中共政權過往的紀錄，強權即公理，維穩重於一切等作法，對其約束力是有待檢驗的。以上內容，雖已凸顯中共認知到 AI 技術在軍事領域(UAV)應用的侷限性，是為「軍事智能化」所必須

面臨的難題，亦為「智能化武器裝備」現代化發展的重中之重，更為其軍事戰略目標的重要內容，是否影響 UAV 智能化的發展，值得關注。

表 7 中共認為 AI 技術在軍事領域(UAV)應用所面臨的侷限性

項次	項目	內容
一	安全方面	1. 軍事對抗環境下，人工智能系統或武器裝備一旦被對手通過惡意程式碼、病毒植入、指令篡改等手段攻擊，將帶來戰術失利甚至災難性後果。 2. 人為錯誤、機器故障、環境等因素，可能使系統失去戰鬥效力。 3. 基於演算法進行自主控制，其攻防與偵打界限更加模糊，可能被對手誤解是直接攻擊，引發戰爭衝突的可能性也將大大增加。 4. 人工智能研究平臺更加廣泛，獲取途徑更為多元，跟蹤和控制的難度也成倍加大。
二	法律方面	國際武裝衝突法中的核心原則-必要性、區別性、相稱性和人道性都將面臨如何適用和調整的問題。例如戰場機器人無法區分軍人與平民而造成濫殺無辜給區別性原則構成挑戰。
三	倫理方面	1. 由於智能化評估決策技術、無人機等應用，人類的生命和尊嚴可能受到漠視與踐踏，而戰爭的指揮者卻遠離戰場享受戰爭勝利的果實，戰爭或將成為「電子遊戲」，這將衝擊人類的道德底線。 2. 是否將人類的道德標準嵌入日益智能化的機器、嵌入什麼樣的道德標準以及如何嵌入？這些問題需要各國廣泛研究和探討。

資料來源：研究者參考徐志棟、楊磊(2020：解放軍報)、潘娣(2018：中國國防報)整理。

三、中共以 AI 技術提升 UAV「智能化作戰」能力

依前兩項的分析，中共在機械化和信息化的發展上，雖有困境，也認知 AI 技術在軍事領域(UAV)應用的侷限性，但對其發展仍不遺餘力。主要表現於中共對 AI 技術發展脈絡的觀察與意涵中(如表 1)、中共 AI 技術的觀點對「智能化武器裝備」現代化的指導內容(如表 2)、中共對 AI 技術核心內涵的認識(如表 3)，綜合性的將 AI 技術應用於 UAV 中(如表 5、6)，既能執行各種非殺傷性任務，又能執行各種軟、硬殺傷任務，包括戰場偵察、監視、巡邏、電子偵察、探雷、防核生化探測、通信、電子干擾、戰鬥評估、雷達誘騙、炮火校射、激光制導、目標指示、反裝甲、反輻射和反艦艇等功能上。

此外，還可進行精確打擊、定點轟炸，甚至還可以攔截戰術導彈和巡航導彈，代替人員在核生化或其它特殊條件下執行作戰任務(人民網，2020)。彰顯中共 UAV 的「智能化作戰」能力之提升，和 AI 技術發展融入於 UAV 智能化的四個階段，密不可分。2020 年 6 月 23 日，中共已完成北斗全球衛星導航系統最後一顆組網衛星發射，同年 7 月 31 日開通使用，在全球範圍內，全天候為使用者提供高精確度

的定位、導航、授時服務，以及獨有的短報文通訊，使 UAV 智能化邁入新的里程碑，已為共軍領導階層與理論家所重視，而在現況上有所發展。

綜上，中共深化 AI 技術由電腦運算、存儲、傳遞、執行命令轉向思維和推理；由資訊處理轉向知識處理；由代替和延伸人的手功能轉向代替和延伸人的腦功能(李明海，2018)。實質上，就是表 3 核心技術的進一步實踐，涉及從計算智能；感知智能；認知智能；表 8 即是人機融合式增強型智能四階段應用的達成率邁進；或所謂「化」的普及率，成為評估「智能化作戰」能力的標準，可由中共將 AI 技術應用於 UAV 智能化上(如表 5、6)，預判其 AI 技術的發展與基礎，逐步完善於「感知智能階段」，成為「認知智能階段」發展應用的基礎，最終邁向「人機融合式增強型智能」，使 UAV 的「智能化作戰」能力更加提升。

表 8 中共 AI 技術融入於 UAV 智能化的四個發展階段與關係

階段	主要內容	關係
計算智能 (第一階段)	1. 中共 AI 技術實現近乎即時的計算能力和存儲能力，融入於 UAV 發展中。 2. 雲計算的廣泛應用，就是顯例。	1. 中共 AI 技術融入於 UAV 的四個階段，凸顯前者是後者發展的基礎，是一體多面、互為支撐的關係，逐步向 UAS 整合發展。
感知智能 (第二階段)	1. 指 AI 技術融入於 UAV 的發展中，能夠聽得懂、看得懂、辨得真、識得清，能夠與人進行直接交流對話。 2. 以大數據為基礎的自然語言理解、圖像圖形認知、生物特徵識別技術，為感知智能所必須。	2. 中共 AI 技術四階段發展越完善，首要攸關導航、指揮、前端感測器與後端追描、傳輸系統是否有延遲，皆密不可分。
認知智能 (第三階段)	1. 指 UAV 能夠理解人類的思維，一樣進行思考與推理、進行判斷與決策。 2. 以深度學習演算法為驅動的知識挖掘、知識圖譜、人工神經網路、決策樹技術，為認知智能所具備。	3. 中共 AI 技術與北斗三型衛星的整合應用，將使系統介接、數據傳輸，在各軍種、戰區、戰略支援部隊的指揮體系中，發揮聯合作戰效果。
人機融合 式增強型 智能 (第四階段)	1. 指將人類擅長的感知、推理、歸納、學習，與 UAV 擅長的搜索、計算、存儲、優化，進行優勢互補、雙向閉環互動。 2. 虛擬實境增強技術、類腦認知技術、類腦神經網路技術，正在探索 AI 技術，邁向最高階段。	4. 中共 AI 技術融入於 UAV 智能化發展中，可執行戰場偵察、監視、電子干擾、目標指示、反裝甲、反輻射和反艦艇、精確打擊、定點轟炸等任務。

資料來源：研究者參考人民網(2020)、李始江、楊子明、陳分友(2018：解放軍報)、沈壽林、張國寧(2018：解放軍報)整理。

四、中共「軍民融合」戰略可加速「智能化武器裝備」現代化的進程

楊曉楠、馬明飛(2018)指出「我國軍事領域人工智能技術在基礎理論與材料、

核心演算法、元器件等方面有待突破，相關基礎設施、人才儲備、政策法規、標準體系亟待完善。必須緊跟人工智能技術發展，加快做好技術創新的戰略性佈局，科學應對戰爭形態可能出現的演變，助推國防實力的提升。」另「中國」工程院院士徐匡迪直指「我軍信息化建設在相當長一段時間內，也因為核心電子器件、高端通用晶片和基礎軟體產品受制於人，自主可控差，嚴重影響了作戰體系的安全(張佳星，2019)」。甚至是科技成果向戰鬥力轉化不力、不順、不暢的體制性障礙、結構性矛盾和政策性問題(曾華鋒、張煌，2018)。以上困境，制約了中共「智能化武器裝備」現代化的進程，但「軍民融合」發展戰略的運作與規範(陳津萍，2018)，卻有助於中共依托和利用整體的經濟技術資源，為國防和軍隊現代化建設服務，解決其面臨的難題，值得持續觀察。

王進發(2010)認為「軍民融合」是「根據軍隊工作廣泛的軍民通用性，將軍隊保障工作寓於國民經濟之中，並依托國民經濟和社會建立起來的，平時服務於國民經濟和保障軍隊建設，戰時保障軍隊作戰的組織機構，及由此構成從上至下的網絡型框架結構。」申言之，中共的「軍民融合」欲從國家發展戰略全局出發，使各種資源得到最佳配置和充分利用，反映國防建設與經濟社會發展體系的本質關係，揭示國防建設融入經濟社會發展體系的實現過程(郭中侯，2015)。凸顯中共欲形成軍與民相互支撐、相得益彰的關係，形塑兩造雙方在 AI 技術的研發成果(諸如科技、網絡、信息化等)，除透過相關機制交流，更可帶動民間相關產業的智能化發展，助益解放軍「智能化武器裝備」現代化的深化，值得關注。

2017 年 7、12 月，中共國務院公佈《新一代人工智能發展規劃》、《促進新一代人工智能產業發展三年行動計畫(2018-2020 年)》的通知(如表 2)，就是提升民間 AI 技術對解放軍「智能化武器裝備」現代化的支撐。如同曾華鋒、張煌(2018)於《學習時報》所指陳「隨著科學技術的快速發展，國家戰略競爭力、社會生產力、軍隊戰鬥力的耦合關聯越來越緊密。國防科技和武器裝備領域是軍民融合發展的重點，也是衡量軍民融合發展的重要標誌。只有大力開展軍民協同創新，構建一體化的國家戰略體系和能力，才能形成全面推進武器裝備現代化的整體合力。」以上內容，已成為中共有序經營的一環，展望未來，其影響力會繼續深化。

伍、結語

中共 AI 技術意指以先進的演算法和深度學習能力，模仿人類智能，融入於 UAV 智能化的發展中，涉及避撞技術、編隊控制技術、協同技術、數據安全技術、控制站，使 UAV 具有智能化、隱身化、快速性、精確性，加速應用於軍事領域中，表現從搜索發現目標，到威脅評估，到鎖定摧毀，再到效果評估，參與人員居於幕後，作戰過程中實現無人化。依中共 UAV 智能化的發展，體現於無人偵察機、無人攻擊機、偵打一體無人機所具有的相關能力，諸如：精準打擊率、空中攔截、晝/夜空中偵察、電子戰、電磁對抗、戰場監視、目標定位、火炮觀測、邊境巡邏、支援衛星通訊，渠等可能成為改變戰爭的顛覆性技術，不容小覷。

除前項的表述外，中共藉由 AI 技術融入於現有的 UAV 裝備中，除原有的單一 UAV 在軍事領域中應用外，UAV 在「集群」中的發展，以及「軍民融合」發展戰略對 AI 的支撐與技術轉用於 UAV 中，諸如：智能服務機器人、智能無人機等。整體而言，中共 AI 技術融入於 UAV 的發展中，已成為其整體戰略的重要組成部分，並朝 UAS 的方向發展，未來影響層面值得關注。

參考文獻

一、中文部分

liutang2020(2018/1/6)。美軍提出智能戰爭概念，未來戰爭竟離不開智慧型手機，中國緊隨其後。*每日頭條*。取自 <https://kknews.cc/military/bk3q4y9.html>(檢索日期：2020/6/15)

人民網(2020/9/15)。智能化戰爭下的空中無人作戰。*人民網，軍情瞭望*。取自 <http://military.people.com.cn/BIG5/n1/2020/0915/c1011-31861929.html>(檢索日期：2020/6/15)

中央社(2020/10/22)。中共無人機入侵西南防空識別區 國軍雷達、飛彈持續監控。取自 <https://www.cna.com.tw/news/firstnews/202010220056.aspx>(檢索日期：2020/6/15)

中國大陸工業和信息化部(2017)。*促進新一代人工智能產業發展三年行動計劃(2018-2020 年)*。北京：中國大陸工業和信息化部。

中國大陸科學技術部(1986)。*國家高技術研究發展計畫(863 計畫)*。北京：中國大陸科學技術部。

中國大陸科學技術部(1988)。*火炬計劃*。北京：中國大陸科學技術部。

中國大陸國防部(2018)。*中央軍委巡視工作條例*。北京：中國大陸國防部。

中國大陸國務院(2009)。*2008 年中國的國防*。北京：中國大陸國務院。

- 中國大陸國務院(2015)。《中國的軍事戰略白皮書》。北京：中國大陸國務院。
- 中國大陸國務院(2017)。《國務院關於印發新一代人工智能發展規劃的通知》，國發〔2017〕35號。北京：中國大陸國務院。
- 中國大陸國務院(2019)。《新時代的中國國防白皮書》。北京：中國大陸國務院。
- 牛軼峰、肖湘江、柯冠岩(2013)。無人機集群作戰概念及關鍵技術分析。《國防科技》，34(5)，37-43。
- 王林、張慶傑、朱華勇(2008)。支持聯合作戰的 UAS 通用地面控制站研究。《系統仿真學報》，20(22)，6171-6175。
- 王莉(2017)。人工智能在軍事領域的滲透與應用思考。《科技導報》，35(3)，15-19。
- 王進發(2010)。《富國和強軍新方略》。北京：國防大學出版社。
- 台灣-BBC News(2020/6/20)。人類首次無人機戰爭 利比亞成中國武器試驗場。取自 <https://www.bbc.com/zhongwen/trad/world-53097510>(檢索日期：2020/6/15)
- 央視網(2018/3/12)。習近平出席十三屆全國人大一次會議解放軍和武警部隊代表團全體會議。取自 <http://m.news.cctv.com/2018/03/12/ARTI7GyqJ3obGk59W451TP1R180312.shtml>(檢索日期：2020/6/15)
- 左青海、潘衛軍(2016)。無人機感知與避撞方法研究。《裝備製造技術》，2016(11)，65-69。
- 石海明、賈珍珍(2019)。《人工智能顛覆未來戰爭》。北京，人民出版社。
- 何雷(2019/8)。智能化戰爭並不遙遠。《解放軍報》，版7。
- 呂亞力(1995)。《政治發展》。台北：黎明文化。
- 李志新、王曉光(2013)。深刻領會習主席「強軍目標」重要論述專家座談會觀點綜述。《西安政治學院學報》，26(2)，40-42。
- 李始江、楊子明、陳分友(2018/7/26)。以新理念迎接智能化戰爭挑戰。《解放軍報》，版7。
- 李明海(2018/11/6)。是什麼在推動戰爭向智能化演變。《人民網》，軍事。取自 <http://military.people.com.cn/n1/2018/1106/c1011-30383907.html>(檢索日期：2020/6/15)
- 沈壽林、張國寧(2018/3/1)。認識智能化作戰。《解放軍報》，版7。
- 車東偉、顧瑤、楊斐(2020/6/11)。軍事智慧化，外軍關注啥。《解放軍報》，版7。
- 胡建新(2020/3/10)。善「化」者勝。《解放軍報》，版7。
- 孫宇祥、周獻中、唐博建、徐爽、朱紫(2020)。智慧指揮與控制系統發展路徑與未

- 來展望。火力與指揮控制，45(11)，60-66。
- 徐志棟、楊磊(2020/5/7)。管控好智能化風險。解放軍報，版7。
- 徐根初主編(2005)。信息化作戰理論學習指南。北京：軍事科學出版社。
- 唐慶輝、桑渤(2020/2/27)。制勝：地理資訊不可或缺。解放軍報，版7。
- 袁藝、郭永宏、白光煒(2019/9/12)。機械化資訊化智能化如何融合發展。解放軍報，版11。
- 國防部(2021)。中華民國110四年期國防總檢討。臺北：國防部。
- 張佳星(2019/4/30)。“徐匡迪之問”引發共鳴：人工智能缺核心算法面臨卡脖子窘境。科技日報。取自 https://www.thepaper.cn/newsDetail_forward_3374775(檢索日期：2020/6/15)
- 習近平(2017)。決勝全面建成小康社會 奪取新時代中國特色社會主義偉大勝利。中國共產黨第十九次全國代表大會，北京。
- 習近平(2019)。《告台灣同胞書》40周年紀念致詞稿。《告臺灣同胞書》發表40周年紀念會，北京。
- 許卓凡、魏瑞軒、周凱、張啟瑞(2020)。無人機認知防碰撞系統安全邊界研究。控制理論與應用，37(4)，776-783。
- 許智翔(2021/2/1)。解放軍東部戰區配備新式無人地面載具。國防安全即時評析。取自 https://indsr.org.tw/tw/News_detail/3316/(檢索日期：2020/6/15)
- 郭中侯(2015)。軍民融合概論。北京：國防大學出版社。
- 陳東恒(2018)。把握「四個堅持」，大力推進武器裝備現代化。學習時報。
- 陳津萍(2018)。中共現階段「軍民融合」發展戰略之研究。憲兵半年刊，86，91-110。
- 陳津萍(2020)。「習近平軍事戰略思想」發展之研析。軍事社會科學專刊，16，5-32。
- 陳津萍、徐名敬(2021)。中國大陸無人機「集群作戰」發展之研究。空軍學術雙月刊，680，64-78。
- 曾華鋒、張煌(2018/11/30)。改革開放40年與科技興軍。學習時報。
- 新華社(2018/10/31)。習近平主持中共中央政治局第九次集體學習並講話。取自 http://www.gov.cn/xinwen/2018-10/31/content_5336251.htm(檢索日期：2020/6/15)
- 楊曉楠、馬明飛(2018/7/11)。讓人工智能成為提升國防實力的助推器。人民網，軍事。取自 <http://military.people.com.cn/BIG5/n1/2018/0711/c1011-30139845.html>(檢索日期：2020/6/15)

葉原松(2018)。無人飛行載具遂行海上監偵任務之研究。《海軍學術雙月刊》，52(2)，96-109。

鄒力(2019/1/24)。智能化作戰應「化」在哪裡。《解放軍報》，版7。

熊玉祥(2018/11/8)。AI 軍事應用是一把雙刃劍。《解放軍報》，版7。

趙先剛(2018/11/20)。智能化不是簡單的無人化。《解放軍報》，版7。

趙炳強(譯)(2021)。共軍的人工智慧挑戰賽(原作者：Clay, M.)。《國防譯粹》，48(4)，68-73。(原著出版年：2020)

潘娣(2018/7/11)。人工智慧解鎖智慧國防新領域。《中國國防報》，版10。

韓光松、王忠、李萍(2018)。人機集群反艦作戰與反集群對策研究。《艦船電子工程》，38(6)，1-4。

二、英文部分

Chang, A. C. (2020). *Intelligence-Based Medicine: Artificial Intelligence and Human Cognition in Clinical Medicine and Healthcare*. Academic Press.

收件日期：2020 年 11 月 03 日

一審日期：2020 年 12 月 22 日

二審日期：2021 年 05 月 04 日

採用日期：2021 年 06 月 16 日