

● 作者/Jeffrey H. Hill ● 譯者/黃文啟 ● 審者/馬浩翔

善用人工智慧 的空中指管系統

MACCS: Applying Artificial Intelligence to Aviation

取材/2020年10月美國陸戰隊月報(*Marine Corps Gazette*, October/2020)

人工智慧具有強大科技力量，可提升美陸戰隊空中指揮管制，強化指管決策、任務派遣及模擬訓練效能等面向，以強化整體戰力。



2017年2月3日，美陸戰隊第311攻擊中隊2架AV-8B型海獵鷹戰機，在駐日本岩國陸戰隊航空基地(Air Station Iwakuni, Japan)演練垂直降落課目。

(Source: USMC/ Joseph Abrego)

2017 年7月20日，中共國務院公布「新一代人工智能發展規畫」

(*Next Generation Artificial Intelligence Development Plan*)，律定在2030年前成為世界人工智慧科技領導者的三階段作法。中共認為，人工智慧將改變戰爭本質，使其從「訊息化」邁向「智能化」。

2017年9月1日，俄羅斯總統普丁表示，「人工智慧是未來趨勢，不僅對俄羅斯如此，對全人類亦是如此」，同時「只要能成為此領域領導者，就可以成為世界的統治者」。1年後，俄羅斯開始打造

一個名為「時代」(Era)的全新科技研究城市，無疑就是為了研究與發展人工智慧。

2014年11月15日，美國前國防部長黑格(Chuck Hagel)公布1份備忘錄，其中提出創新方案——後來定名為「第三波反制戰略」(Third Offset Strategy)。國防戰略家在過去兩大作戰科技發展，亦即兩波反制科技中，已掌握對其他引發威脅國的決定性戰場優勢。第一波反制科技是核子武器；第二波反制科技是精準彈藥。第三波反制戰略的內容，則是發展一種可確保未來美國戰略主宰權的新科技。



美陸戰隊「第2空中支援中隊」(MASS2)以提升型航空指揮管制系統實施訓練。(Source: USMC/ Ethan LeBlanc)



2019年9月27日，1位航空指揮官課程學員結合實務經驗與人工智慧進行即時模擬互動。(Source: USAF/ Ariel Owings)

2018年1月19日，美國前國防部長馬提斯(James N. Mattis)公布〈2018年國防戰略〉，此亦為十年來首次公諸於世的國防戰略。由於受到「第三波反制戰略」強烈影響，國防部特別強調其所稱「先進自主性系統」以及人工智慧和機械學習，是「取得競爭軍事優勢」的必要投資領域。顯然倘若未能融合如人工智慧般的新科技，聯戰部隊勢將冒險部署「不適用的老舊系統以保護美國人民」。¹

本文撰寫目的係針對陸戰隊空中指揮管制系統(Marine Air Command and Control System,

MACCS)提出人工智慧的三大功用，以確保其未來的戰術適用與主宰優勢。

人們首先必須瞭解「下決定」在執行指揮管制方面扮演的角色，以及人工智慧具有何種潛力，以強化陸戰隊決策能力。在建立如此基礎後，將進一步檢視人工智慧可融入陸戰隊空中指揮管制系統的三大具體領域。首先是人工智慧如何強化陸戰隊空中任務分派流程，尤其是在分配與派遣階段。其次將研析人工智慧如何透過模擬技術來強化陸戰隊訓練。再者，本文將檢視人工智慧如何加強

空中管制。最後將探討陸戰隊司令部如何運用人工智慧大幅強化其航空指揮管制能力。

人工智慧可以強化陸戰隊決策能力，替人類下達決策的方式帶來革命性改變。值得一提的是，本文在強化與取代人類決策作為間劃出明確界線。人工智慧在某些具前景的領域中，雖然可取代人類決策者，但這並非本文所探討的範疇。

指揮管制的精髓

指揮管制的精髓在於下達與執行某項決策。人類數千年來在下達戰場決策方面一向不完美——通常會在那些可有效執行的決策上附加更高保險手段。美陸戰隊特別針對軍官提供大量訓練，都是為了培養優秀且具決斷力的決策者。

作家葛雷德威爾(Malcom Gladwell)在其著作《一瞬之間》(Blink)中指出，在諸多情況下，人們並非依據所有與問題相關的資訊思考後才下達最佳決策，而是在僅思考最相關資料後就做出決定。此種決策方式有時稱「直覺式決策方式」(intuitive decision-making)。然而，

這並不必然是精確下達決策的最佳方式，因為人類大腦有限的處理能力無法思考所有相關資訊。

歷史上兩位最偉大的軍事決策者，腓特烈大帝和拿破崙，稱此為「目光之銳」(coup d'oeil)，意指將領有能力在即時戰術情況下洞察情勢並決定下一個最佳步驟。此種直覺式決策方式之所以對人類決策行為有效，係因人們就是無法立即消化所有相關資料，而經驗和技能則讓人類決定哪些是最相關資訊並依此為決策根據。

人工智慧之所以能夠強化人們下達決策，係因其能為人類思考各種可用資料。其能強化人類決策行為的關鍵面向，包含以下各項：

- 人工智慧可以消化人類無法同時處理的大量資料，增加決策流程中考量的相關資訊量。
- 人工智慧可以扮演另一個「思考者」，即時對人類「從旁輔助」，藉由為人類思考次要關聯性與重要性的資訊，提供一層安全網。
- 電腦處理能力隨時間發展而快速提升，讓人工智慧僅需少部分人類處理時間，即能執行非常大量的資料處理任務。
- 人工智慧在決策過程中不會帶有任何情感；其單純從事計畫並提供客觀答案。

如果人工智慧可以大幅強化人類下達決策的能力，亦能提升陸戰隊執行指揮管制的能力，因此陸戰隊空中指揮管制系統亦有必要尋找某些方法，在陸戰隊軍事任務中運用此種革命性科技。

人工智慧強化空中任務派遣流程

人工智慧可以解決目前準則律定空中任務派遣流程的兩大窒礙：分配與派遣階段缺乏效率，

以及流程本身在快速適應今日戰場狀況上力有未逮。空中任務派遣流程缺乏效率，是因為其使用來自指揮官指導和架次分配階段的主觀比例，其後計畫人員才據任務所需機型來分配架次。這些被分配的架次隨後才分派給「地面戰鬥部隊」(GCE)和「後勤戰鬥部隊」(LCE)執行任務分配。雖然此種方式在理論上甚為可行，但程序實際上卻多半任由計畫人員憑直覺下達分配和派遣決定。這些計畫人員無法預判飛機保修問題，同時結合中隊飛行員訓練時數和資格條件以達到任務派遣最佳化。除此之外，時間限制讓計畫人員根本沒有機會將重點放在執行效率，而只能設法達成任務。

第二個問題是目前24小時流程無法快速因應今日戰場環境。2011年，「皮頸環特遣部隊」(Task Force Leatherneck)在支援「持久自由行動」任務時發現，「空中戰鬥部隊」計畫人員要求「地面戰鬥部隊」幹部必須提供詳細的作戰構想，俾利「陸戰隊第3航空聯隊」的計畫人員有充分時間分析空中任務派遣流程。此舉導致任務挫敗和誤判臨機目標，因為地面戰鬥部隊計畫人員無可避免地無法提供夠詳盡的作戰構想，作為空中要旨命令(Air Tasking Order, ATO)撰擬參考。直到2018年，陸戰隊第3航空聯隊在「陸戰隊第1遠征軍」的遠征軍演習中發現：

「在空中要旨命令的整體產製過程中，陸戰隊空地特遣隊並未更新整合優先目標清單，因為目標資料是透過戰區戰場管理核心系統輸入空中要旨命令。此舉導致飛行員收到不夠精確的



美陸戰隊第3航空聯隊第469輕型直升機攻擊中隊所屬人員，在加州第29棕櫚鎮陸戰隊空地作戰中心戰略遠征降落場(Strategic Expeditionary Landing Field, SELF)參與3-17整合演習中的指管演練。(Source: USMC/ Becky L. Calhoun)

目標資料，因而造成他們無法發現指定目標」。²

整體來說，空中任務派遣流程若擁有更快且更有效率的決策能力，便能獲得大幅改善。

人工智慧可以改善戰術空中指揮管制中心未來計畫和未來作戰計畫人員所下達的決策，因為其能發揮分配和派遣階段作業的最佳效率，並且降低產製空中要旨命令所需時間。未來能發展運用的方法，須考量如保修、目標距離、飛行員訓練、地理條件、敵方整體防空系

統、天候，還有更重要的，下達決策時由哪些中隊負責執行該項任務。依此種方式，人工智慧可以按照指揮官指示大幅壓縮所有相關資訊，並快速產製出最佳空中要旨命令。

其中一個可能想定，則是依據特定任務中的某階段，來建立標準指揮官指示要項，而非產製涵蓋24小時的完整空中要旨命令，計畫人員可藉由網路應用軟體結合人工智慧，產製8小時有效時間的空中要旨命令。基本上，每項未來計畫、作戰計畫人員或計畫更換，都

是針對當前必須執行的作戰任務，處理下一項8小時空中要旨命令。此舉將可產製反應速度更快且更精確的空中要旨命令，大幅加快空中戰鬥部隊，乃至陸戰隊空地特遣部隊的作戰節奏。

人工智慧增強模擬訓練

陸戰隊空中指揮管制系統〈獨立戰備檢討報告〉(Independent Readiness Review)中最重要的建議即為「積極推動陸戰隊空中指揮管制系統的高解析度駐地模擬程式」。³ 目前電玩技術運用人工智慧，早已遙遙領先諸如「精雕」(Sculpt)和「火焰」(Flames)等現行航空模擬軟體程式。現有人工智慧科技已展現其執行即時戰略的能力，第一人稱射擊遊戲如DOTA 2等，則可透過單一玩家獲得回饋，並即時反應——表現甚至勝過經驗豐富的老玩家。

在發展模擬程式時，應運用現有人工智慧科技，設計出可辨別管制員聲音指令的程式，據以操作藍軍飛機，並擁有媲美目前商用電玩遊戲水準的使用者友善介面。除此之外，一如目

前足球電玩遊戲可以複製任何足球隊表現，甚至能精細到某位外線後衛球員能否在任何一場球賽受傷情況下繼續比賽，而敵軍航空戰術行為資料也可以輸入模擬軟體，讓人工智慧扮演的紅軍飛行員，比現在任何假想敵飛行員做出更擬真的戰術動作。

此舉可簡化程式中的使用者介面，並使其更接近玩Xbox或PlayStation等電玩的感覺，而不是像現在使用「精雕」或「火焰」等訓練軟體，使用者須具備接近電腦程式設計師的軟體知識。人們可以想像，下一代的陸戰隊空中管制員，都已累積數百小時的模擬訓練經驗，因為他們所使用的訓練工具非常有趣，甚至有時管制員自己都想多

加練習。

人工智慧強化空中管制

人工智慧影響空中管制的可能性極高，因此將無可避免引發激烈論辯，且會在空中指揮管制圈引起反應，而以下只是少數幾個未來幾年內可以實施的建議事項。

透過今日影像鑑別科技設計出來的安全飛行人工智慧程式，基本上可以在實際飛行任務中「在旁輔助」空中管制員。人工智慧可以學習鑑別資料參數，更高機率掌握安全飛行違犯情況。例如，想像在「武器與戰術教官班」(Weapons and Tactics Instructor Course)的課程中，人工智慧系統可以在「第六級飛行安全作業」(OAS-6)等

進階課程中「監看」特定高度區塊內20餘架在同一個方格範圍內飛行的飛機，並特別顯示在空中管制員管轄「範圍」內，某些飛行資料已經高於安全飛行違犯百分之「X」以上飛機的飛行軌跡。人類空中管制員根本無法即時掌握20架飛機動態，甚至每分每秒知曉這些飛機同時所在的航高範圍——但人工智慧就可以辦到。

其次，類似人工智慧的模擬軟體可學習敵軍戰術行為資料，人工智慧也可以輔助空中攔截管制員或飛行員，提供其有關編隊、戰術、威脅警告及其他行為的機率評估，同時還能輔助空中管制員，雖然目前仍無法完整顯示適切之無線電傳輸逐字稿，但至少可以提供他們

2015年10月1日，美陸戰隊F-35B閃電II式戰機，在亞利桑那州尤馬陸戰隊航空基地滑行，以支援1-16武器與戰術教官課程(Weapons and Tactics Instructor Course 1-16)，這是首次以此型機支援該課程進行。

(Source: USMC/ Jorge A. Dimmer)



圖像建議，以及輔助飛行員選擇目標時的圖像文字說明，並辨別飛行員的語音輸入和雷達與數據鏈路所提供的參數。

最後，在今日自主性無人機科技興起的情況下，空中管制員勢必難以處理可能遍布在空域內數量龐大的友軍與非友軍航跡圖。諸如亞馬遜等商業營運集團和美國太空總署等政府機關，刻正與史丹福大學合作，共同開發各種人工智慧程式，以管理自主性無人機運作並解決空域相互干擾問題。陸戰隊空中指揮管制系統可利用此種人工智慧科技，將友軍無人飛行系統管制任務交給人工智慧處理，人類空中管制員只需專注於載人航空器。

結語

當聯戰部隊在策擬其「高效益目標清單」、「反應式攻擊指示矩陣圖」和「聯戰優先目標清單」等資料時，為何指揮管制節點就算不被列為最優先項目，也會先列在清單上？空中指揮管制是一個有趣的大怪獸，因其為陸戰隊航空部隊的作戰重心（亦即軍隊發揮武力的根

本），但其在準則、編裝、訓練、軍備、領導統御和教育、人事與設施評估方面，卻普遍被當成事後檢討項目。可以推論，美陸戰隊挹注不成比例的時間在發展最新和最強大的飛行硬體，但卻花太少時間真正改善操作這些裝備項目的系統。只要投資人工智慧，就可以大幅改善陸戰隊空中指揮管制系統，讓陸戰隊在戰場空間做出更好決策。

人工智慧並非一個遙不可及的夢想，而是擺在眼前的現實技術。今日，美國的對手正在運用人工智慧提升無人機群攻科技、強化網路防護，並且建立機器自動決策能力。美陸戰隊已展現其意願，著重挹注寶貴資源在發展能確保美國21世紀戰場主宰優勢所需科技。陸戰隊空中指揮管制系統使用團隊，配合「陸戰隊第1武器及戰術中隊」（MAWTS-1）、陸戰隊指揮管制處（陸戰隊司令部負責空中指揮管制、空中地面支援和無人飛行系統的業管單位）和陸戰隊作戰測評中隊（VMX）等單位，應尋找所有能將人工智慧融入空中指揮管制的新機會。中共和

俄羅斯認為人工智慧是一項可引發當代戰爭特質革命性變化的科技。正如同過去原子彈和精準導引彈藥，讓美國獲得決定性戰場優勢，人工智慧也可發揮相同效果，只不過美國必須先找出創新運用方式。

作者簡介

Jeffrey H. Hill上尉現任美陸戰隊防空管制官、第4空中管制中隊戰術空中作戰中心分隊長及武器與戰術教官。

Reprint from *Marine Corps Gazette* with permission.

註釋

1. Department of Defense, *Summary of the 2018 National Defense Strategy of The United States of America*, (Washington, DC: 2018).
2. Marine Air Command and Control System, *After-Action Report for MEF Exercise 2018 for the Period of 26 February to 8 March 2019*, (Quantico, VA: Marine Corps Center for Lessons Learned, April 2018).
3. Booz Allen Hamilton, "Marine Air Command and Control System (MACCS) Independent Readiness Review," (briefing to the Deputy Commandant for Aviation, February 2019).