

第七章 美中的科技競爭與兩用技術以「電腦兵棋」為例

謝沛學*

壹、前言

近年，美軍發展出以「實兵、虛擬與建構式」兵力（Live, Virtual and Constructive, LVC）為組合的「合成化作戰模擬」體系。其中「建構式」兵力（Constructive）主要是以「電腦生成兵力」（Computer-generated Force, CGF）為主的作戰模擬。又可進一步分為「電腦輔助式兵推」（Computer-assisted Wargame）與「模式模擬」（Modeling & Simulation）兩類。前者是以「圖板兵棋」（Boardgames）為基礎發展出來，其主要目的在於「軍事決策訓練」；後者則是以「數學模型」為核心的「作業研究學」（Operations Research）發展出來，主要目的在於以隨機模擬所生成的統計數值，對不同作戰方案與兵力配置進行效益評估。兩者關注的議題重疊性高，且都採用「電腦生成兵力」作為分析的輔助工具，美軍也經常把 wargame 與 simulation 混用。因此，「電腦輔助式兵推」與「模式模擬」可歸類於「電腦兵棋」的大範疇。

「電腦兵棋」除了有能力進行不同行動方案的實驗與分析評估，亦可以做到真正的 safe to fail，目前已成為美軍最重要的作戰方案擬定、驗證與訓練的工具之一。由於缺乏實戰經驗，近年來中國亦大力發展「電腦兵棋」，冀望透過「電腦生成兵力」的輔助，提升解放軍的作戰能力。本文分別介紹美軍與解放軍在電腦兵棋系統的運用概況，並進一步探討兩國在電腦兵棋發展上的優劣。

* 國防安全研究院網路安全與決策推演研究所副研究員。

貳、美軍的電腦兵棋系統運用概況

誠如上述所言，「分析式」的電腦兵棋系統主要源自於以「數學公式計算」為重點「作業研究」領域，也就是現今被稱為「模式模擬」的主要工具。以美軍為例，「延伸式防空作戰模擬」（Extended Air Defense Simulation, EADSIM）以及「合成化戰區作戰研究模式」（Synthetic Theater Operations Research Model, STORM）是目前發展最成熟、使用最廣泛的「分析式」電腦兵棋系統。EADSIM 由美國國防廠商 Teledyne Brown 於 1987 年專門為美空軍開發，主要用於進行防空作戰、空中作戰、飛彈攻防、對敵防空制壓（SEAD）、密接空中支援（Close Air Support）、電子戰及太空作戰等想定場景的模擬。其系統的解析度可精細到對單一載具 / 武器，如單架 F-35B、單枚 AGM-158 的建模，屬「任務 / 接戰」（Mission/ Engagement Level）層級，可執行「一對一乃至多對多載台」的交戰分析。¹ 經過 30 多年的不斷擴展與升級，EADSIM 已成為美國空軍、美國飛彈防禦署（Missile Defense Agency, BMA）、美國戰略司令部（USSTRATCOM），以及美國陸軍太空與飛彈防禦司令部（United States Army Space and Missile Defense Command, USASMDC）等單位，在作戰需求分析與及作戰計畫規劃與評估的主要分析工具。例如，第一次波灣戰爭期間，美軍即大量使用 EADSIM 作為空襲任務、防空制壓、加油作業的規劃與評估之用。² 「STORM」最初係由美國空軍所開發，作為替代該軍種使用多年的 THUNDER 模擬系統之用。唯後續因功能與涵蓋範圍擴及陸、海等多重作戰領域，該新系統也被賦予「合成化戰區」（Synthetic Theater）的名稱，並進一步取代美軍使用多年的「整合戰區接戰模式」（Integrated Theater Engagement Model, ITEM），被其他軍種接納作為「戰役層級」（Campaign-level）場景的主要模擬分析工具。³ STORM 後續的

¹ Teledyne Brown Engineering, "About EADSIM," <https://www.tbe.com/missionsystems/eadsim>.

² Matthew B. Caffery Jr., *On Wargaming: How Wargames Have Shaped History and How They May Shape the Future* (Rhode Island: U.S. Naval War College, 2019), p. 164.

³ Christian N. Seymour, *Capturing the full potential of the Synthetic Theater Operations Research Model* (Monterey, California: Naval Postgraduate School, 2014).

維護與升級研發則委由系統合約商 Group W 承包。

除了前述的 EADSIM 與 STORM，美軍所使用的「分析性」電腦兵棋系統，較為著名的另有由美國國防部長辦公室（Office of the Secretary of Defense, OSD）主導開發的「戰役層級」模擬工具——「聯合分析系統」（Joint Analysis System, JAS），用戶包括美國國防部長辦公室、參謀長聯席會議（Joint Chiefs of Staff）和聯合作戰司令部（Unified Combatant Command, UCC）等。⁴由波音公司與美國空軍研究實驗室（Air Force Research Laboratory, AFRL）合作開發的「模擬、整合與建模的先進架構」（Advanced Framework for Simulation, Integration and Modeling, AFSIM），則是以「任務」與「接戰」層級的分析為主。⁵至於由美空軍所主導開發的「聯合建模與模擬系統」（Joint Modeling and Simulation System, JMASS），可以對陸、海、空、等多個領域的個別載台與武器，進行「接戰」乃至「工程」層級的模擬，所得出的模擬數據則可向上回饋給較高層級的模擬系統。

這類「分析式」電腦兵棋系統的最大特點在於「隨機模擬」（Stochastic Simulation）。即以「蒙地卡羅法」（Monte Carlo）所產生的隨機數據，求取不同作戰方案、兵力配置在特定「效益量測指標」（Measurement of Effectiveness, MOE）下的統計量值（例如平均數、變異數等），進一步分析與比較其效益，作為後續作戰概念與準則的研擬、作戰計畫的修訂、兵力評估研究與軍備採購分析等之依據。此外，美軍所使用的「分析式」電腦兵棋系統，原則上都是由五角大廈、各軍種及其所屬實驗室，或是軍工產業廠商所研發設計的軍規產品，極少有使用「商用現成軟體」（Commercial-off-the-shelf Software, COTS）的例子。畢竟「軍事模擬分析」與「作戰研究」領域的專業性與高門檻，有能力涉獵的民間業餘軍事迷人數，無法支撐開發以大眾市場為導向的商用軟體。模擬分析所需的武器諸

⁴ JAS 最初的名稱為「聯合戰爭系統」（Joint Warfare System, JWARS）。

⁵ CSIAAC, “AFSIM: The Air Force Research Laboratory’s Approach to Making M&S Ubiquitous in the Weapon System Concept Development Process,” *CSIAAC Journal*, Winter 2020: Vol. 7, Issue 3, <https://csiac.org/articles/afsim-the-air-force-research-laboratorys-approach-to-making-ms-ubiquitous-in-the-weapon-system-concept-development-process/>.

元數據亦非一般民間企業所能取得。因此，就「分析式」電腦兵棋系統這塊領域，即使是美軍也難有「商用現成技術」的支援。

相對地，在「推演式」電腦兵棋系統領域，「商用現成技術」則扮演了非常關鍵的角色。美軍所使用的「推演式」電腦兵棋系統源自於「圖板兵棋」的電腦化。此類「圖板兵棋」為 19 世紀初（1820 年代）普魯士王國所發明，並將之引進軍隊，作為軍官訓練及制訂作戰方案的工具。這套德文稱為「Kriegsspiel」的兵棋系統，包含了地圖、棋子、骰子與戰裁結果計算表等供模擬軍隊交戰過程的工具，便成為日後「作戰推演」的基本模式。美軍接納與學習了這套作戰模擬工具，並於兩次世界大戰有許多運用。隨後以詹姆斯·鄧尼根（James F. Dunnigan）為首的美國退伍軍人，則是將實戰經驗帶入「圖板兵棋」的設計，陸續成立許多兵棋出版社，大量開發出高品質的民間版兵棋。1970 年代末，隨著偏重戰術層級分析、並以「數學公式計算」為重點「作業研究」（Operations Research, OR）在越南戰場分析的失利，美軍開始重新重視傳統的「兵棋推演」。⁶ 1980 年，五角大廈聘請鄧尼根等民間兵棋專家，協助美軍改造既有的作戰分析工具，建立了以鄧尼根所設計的一款圖板兵棋「北約師指揮官」（NATO Division Commander）為原型的「MTM 電腦兵棋模型」（McClintic Theater Model）。MTM 系統後來結合了部分「作業研究」的分析方法，升級為「聯合戰區層級模擬系統」（Joint Theater Level Simulation, JTLS）。這也是為何 JTLS 系統的運作地圖長期以來亦採取六角格式，改版的 JTLS-Global Operations（JTLS-GO）才以全景式的 GIS 地圖系統替換六角格式地圖。⁷ 我國則是最遲於 2003 年引進 JTLS，作為每年「漢光演習」的電腦兵推階段的使用工具。

美國有大量的民間版電腦兵棋發行，這些電腦兵棋雖然是廣義上的電腦遊戲，但更精確的分類是「嚴肅遊戲」（Serious Games），即在擬真的應用情境下，具有學習與分析功能之遊戲。其整體運作概念、推演「戰

⁶ James F. Dunnigan, *Wargames Handbook: How to Play and Design Commercial and Professional Wargames*, Third Edition (NY: William Morrow and Company, 2000), p. 248.

⁷ Matthew B. Caffrey Jr., *On Wargaming*, p. 100.

裁」機制，亦是經過兵推與軍事分析的「議題領域專家」（subject matter experts）的研討及協助下所設計，並非無中生有。涵蓋的主題多半為「史實戰爭」，甚至是未來可能發生的地緣衝突。透過市場的競爭對民間版電腦兵棋去蕪存菁，再加上美軍豐富的實戰經驗，進一步提供檢視民間兵棋的機會，優秀的民間電腦兵棋最終也能回饋美軍使用。也因此，美軍各軍種的作戰單位、訓練部門及所屬的實驗室，大量使用直接從市場上採購的「商用現成」電腦兵棋軟體，並與這些原先不屬軍工產業的民間遊戲廠商密切合作，有意識地培育「嚴肅兵棋」的市場。例如，現今全球最大的商用電腦兵棋發行商——「矩陣遊戲」（Matrix Games），近年來成為美軍最主要的兵棋系統供應商之一。⁸ 旗下的產如如戰役層級的「戰爭藝術」系列（The Operational Art of War, TOAW）與「燃點戰役」系列（Flashpoint Campaigns），以及「任務」與「接戰」層級的「戰鬥任務」系列（Combat Mission）獲美陸軍、海軍陸戰隊的青睞，採用為「軍事決策流程」（Military Decision-Making Process, MDMP）的訓練工具。⁹

由於商用電腦兵棋的銷售與市場導向，十分重視「使用者的回饋」，即軟體系統的設計是否能讓玩家產生扮演戰場指揮官的「沉浸式體驗」，採取的是「人在迴圈」（Human in the Loop, HITP）的操作模式，這也是商用電腦兵棋獲得美軍青睞，成為「專業軍事訓練」（Professional Military Education, PME）輔助工具的原因。然而，這項「優點」卻也是為何絕大部分商用電腦兵棋僅適用於「推演式」的任務，協助軍官從事決策訓練，而無法勝任進一步分析比較不同作戰方案效益之角色。由於商用電腦兵棋的「戰裁」機制，通常採取「蘭徹斯特法則」（Lanchester's laws）或是「殺傷率」（Probability of Kill, PK），這類屬於「確定性模型」（Deterministic Model）的方法。¹⁰ 因此，當交戰雙方的兵力數值在給定

⁸ Matt Martin, "Slitherine and Matrix Games Complete Merger," *GamesIndustry.biz*, May 7, 2010, <https://www.gamesindustry.biz/slitherine-and-matrix-games-complete-merger>.

⁹ Marcello Perricone, "Slitherine and Matrix Games are Developing Training Software for the US Military," *Game Watcher*, March 8, 2018, <https://www.gamewatcher.com/news/2018-08-03-slitherine-and-matrix-games-are-developing-training-software-for-the-us-military>.

¹⁰ Matrix Games, *Game Manual: Flashpoint Campaigns Southern Storm*, October 9, 2013, [https://cdn.akamai.steamstatic.com/steam/apps/330720/manuals/FC-RS_Manual_\(e-book\).pdf?t=1575552987](https://cdn.akamai.steamstatic.com/steam/apps/330720/manuals/FC-RS_Manual_(e-book).pdf?t=1575552987).

的條件下，所得出的戰損結果是「固定的」，並不會因為多次重複模擬而產生不同的戰損結果。每一個交戰場景只需要進行單次裁決，玩家依據裁決結果進行決策調整，再進行下一輪新的交戰，直至整個戰局抵定。這也導致商用電腦兵棋的戰裁機制難以透過多次隨機的方式，產生出可以分析比較不同作戰方案效益所需的統計量值。當然這是因為「推演式」電腦兵棋系統所強調的，係呈現使用者在面臨不同想定狀況時，如何制定相對應決策之推演過程，並從中學習不同方案的可行性，戰損結果計算的「精確度」並非「推演式」電腦兵棋系統的關鍵。

然而，前述「商用現成電腦兵棋」在美軍的運用僅限於「推演式」任務的現象，近年來已開始出現轉變。Matrix Games 所發行的《指揮：現代作戰》（*Command: Modern Operations*，以下簡稱 CMO），其預設資料庫提供從二戰結束至今，世界上幾乎所有主要國家的武器、基地與兵力部署等資料。能夠支援橫跨在陸、海、空、太空等多個領域，進行「1對1」的「接戰層級」到「多對多」的「戰役層級」之作戰推演，是目前市面上最複雜、擬真度最高的「商用現成兵棋軟體」。¹¹更重要的是，Matrix Games 為 CMO 開發了軍用專業版（*Command: Modern Operations Professional Edition*，以下簡稱 CMO PE），增加「蒙地卡羅隨機模擬」的戰裁機制，使用者得以分析比較不同作戰方案與兵力配置的效益。因此，CMO PE 近年來屢獲美國及其盟友相關軍事單位青睞，不僅採用為作戰推演與訓練的工具，更進一步作為「分析式」模擬系統，在作戰方案評估與武器籌獲分析上，發揮重要作用。¹²此外，位於美國麻州劍橋市的 MAK Technologies 所開發的 MAK ONE 系統，提供了使用者進行「合成化」

¹¹ Bruce Postlethwaite, "Command: Modern Operations Review – Prettier and Smarter," *Game Watcher*, November 14, 2019, <https://www.wargamer.com/command-modern-operations/review>.

¹² 這些採用 CMO PE 的各國單位包括，美國陸海空三軍與陸戰隊、美國海軍研究所（United States Naval Research Laboratory, NRL）、英國皇家空軍、英國皇家國防科學與科技實驗室（Defense Science and Technology Laboratory, DSTL）、德國聯邦國防軍空軍（Luftwaffe）等軍事單位，以及波音、洛克希德·馬汀（Lockheed Martin）、英國航太等國防產業大廠。Matrix Games, "Command Professional Edition," https://command.matrixgames.com/?page_id=3822; Bruce Postlethwaite, "Command: Modern Operations Review-prettier and Smarter," *Wargamer*, January 21, 2021, <https://www.wargamer.com/command-modern-operations/review>.

(Live, Virtual and Constructive, LVC) 戰場模擬分析的環境。¹³ MAK ONE 亦允許以「隨機模擬」的方法，針對不同行動方案與兵力配置，進行效益評估分析。¹⁴ MAK Technologies 的模擬系統亦獲得如美空軍、陸戰隊，以及波音、雷神與 BAE System 等國防大廠採購，作為推演訓練與作戰方案評估之用，亦是另一個「商用現成系統」運用在「分析性」兵棋的成功案例。¹⁵

參、解放軍電腦兵棋系統概況

由於缺乏如西方自「Kriegsspiel」以來所累積的兵棋推演傳統，再加上美國限制軍規的電腦兵棋系統與技術對中國的出口，解放軍的「作戰模擬」是以「作業研究」（中國稱「軍事運籌學」）為基礎的「模式模擬」（中國稱「仿真建模」）為切入點發展而來。例如，中國的軍工相關單位分別在 1979 年與 1989 年創辦了《指揮控制與仿真》及《系統仿真學報》，作為解放軍對「作戰模擬」領域的理論交流平台。¹⁶ 然而，「作業研究」的主要議題聚焦於武器次系統效果的「工程層級」分析，或是「1 對 1」與「小組對小組」之間的「接戰層級」分析。不僅容易陷入「見樹不見林」的盲點，「作業研究」的模擬工具亦不適用於作戰訓練，更不利於聯合作戰概念與準則的發展。

因此，當美軍於第二次波灣戰爭前夕，在卡達駐軍進行了一場複雜的大型電腦兵棋推演（Internal Look 2003），而後續美軍於 2003 年入侵行動的成果，基本上與這次電腦兵推吻合。¹⁷ 再加上台灣於 2003 年透過軍售

¹³ MAK Technologies Inc., *MAK Commander*, <https://www.mak.com/training-solutions/mak-commander>.

¹⁴ Yuval Zak et al., "Facilitating the Work of Unmanned Aerial Vehicle Operators Using Artificial Intelligence: An Intelligent Filter for Command-and-Control Maps to Reduce Cognitive Workload," *Human Factors The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, April, 2022,

¹⁵ MAK Technologies Inc., *MAK Customer Successes*, <https://www.mak.com/learn/customer-successes>.

¹⁶ 前者現為「中國船舶集團」旗下的科研刊物；後者則為「中國航天科工集團」所屬。

¹⁷ Global Security, "Internal Look," <https://www.globalsecurity.org/military/ops/internal-look.htm>.

案從美方引進 JTLS 電腦兵棋系統，納入漢光演習的電腦兵推階段，作為軍事決策流程訓練之用。這些情勢讓北京體認到必須透過電腦兵棋提升解放軍「作戰模擬」層次的重要性。解放軍「國防大學」的「戰役兵棋教研空」，於 2007 年接獲研發大型電腦兵棋系統的任務。據傳該電腦兵棋的原型於 2010 年底完成，隔年 6 月投入當時尚存在編制的「濟南軍區」的演習，進行首次測試，並於 2014 年「宣布」成功自行建構中國第一款軍規的電腦兵棋系統。¹⁸除了「國防大學兵棋中心」，解放軍的「軍事科學院」所屬的「聯合作戰實驗中心」亦可能開發有另一套戰役層級的聯合作戰電腦兵棋系統。¹⁹由於擁有中國版的 JTLS 是促使解放軍投入電腦兵棋開發的動力，儘管相關的公開情資非常有限，我們仍可合理推斷前述兩套解放軍所主導開發的工具，應當屬於「推演式」的電腦兵棋系統，主要目的在於協助作戰方案擬定與戰場決策訓練。

中國投入大量的時間與預算開發自有的電腦兵棋系統，從「國防自主」的角度看雖有必要性，但其中亦有不得不一的「無奈」。畢竟美國與其盟友所使用的軍規兵棋系統，對中國有嚴格的輸出管制。然而，中國缺乏如西方國家有著近 200 年以「圖板兵棋」訓練軍隊與擬定作戰方案的傳統，亦曾長期缺乏足以支撐軍事專業研究的民間兵棋市場與社群，就電腦兵棋向西方取經學習仍屬必要。美國蓬勃的民間「嚴肅遊戲」市場所發行的電腦兵棋，常可見到在設計與擬真度上不輸軍規系統的產品，美國的民間電腦兵棋自然成為解放軍引進，甚至「仿製」相關技術的最佳來源。²⁰也因此我們可以在許多所謂的「中國自製」電腦兵棋系統上看到美系產品的影子。例如，由「濟南棋戰」網路科技公司所開發的「鐵甲突擊群」陸軍戰術電腦兵棋系統，曾獲選為由中國指揮與控制學會主辦的「全國兵棋推演大賽」的指定競賽平台，目前仍是「北京高校兵棋推演大賽」的指定平台。²¹該系統即呈現類似於 Flashpoint Campaigns 系列的六角格地圖與

¹⁸ 〈穿越下一場戰爭的迷霧 —— 國防大學兵棋團隊科研攻關紀實〉，《解放軍報》，2014 年 6 月 30 日，<http://military.people.com.cn/BIG5/n/2014/0630/c1011-25215758.html>。

¹⁹ 盧曉琳，〈解放軍首個聯合作戰實驗平台：提前發現隱患問題〉，《新浪軍事》，2018 年 1 月 14 日，<http://mil.news.sina.com.cn/2018-01-14/doc-ifyqqciz6787788.shtml>。

²⁰ Matthew B. Caffrey Jr., *On Wargaming*, p. 166.

²¹ 濟南棋戰網絡科技公司，〈陸軍戰術兵棋推演系統〉，<http://www.hexwar.cn/>。

操作模式。

最明顯的例子莫過於位於北京的「華戎防務」旗下的「未來指揮官」系列電腦兵棋。據華戎宣稱，此套系統可以運用在「新型作戰概念研究、作戰／演習方案評估、智慧藍軍研究、戰法創新與驗證、指揮員謀略訓練、裝備作戰運用研究」上，並已獲得國防軍工企業、軍隊科研單位與軍事院校等的採用。²² 特別是自 2019 年的第三屆「全國兵棋推演大賽」以來，「未來指揮官」系列電腦兵棋取代其他原先的模擬系統，成為大會唯一競賽平台。²³ 然而，從操作介面、作戰地圖、核心功能、運作邏輯來看，華戎防務的「未來指揮官」系列兵棋基本上就是 Matrix Games 的 CMO 的翻版。系統內的武器資料庫亦是使用 CMO 的 DB3000 為基礎，甚至連軟體內建的教學想定，都是直接照搬 CMO 的想定檔。事實上，華戎防務也不否認，「未來指揮官」系列兵棋，確實是向 Command: Modern Operations「致敬」。²⁴ 華戎防務亦模仿 Matrix Games 的發展路徑，為旗下產品開發了以軍事單位為目標客戶群的專業版——「墨子·未來指揮官」，及以民間軍武迷與玩家為客戶群的一般版——「智戎·未來指揮官」。若從近期中國的「中北大學」某研究團隊運用「墨子平台」，進行「陸基彈道飛彈打擊美航艦戰鬥群」的模擬分析來看，「墨子·未來指揮官」確實如 CMO Professional Edition 一樣，擁有以「人不在迴圈」的多次蒙地卡羅隨機模擬，產出交戰結果的統計數值，進行不同作戰方案效果評估的功能。²⁵ 也就是說，「未來指揮官」系列兵棋與 CMO 一樣，可同時滿足「推演式」與「分析式」作戰模擬的需求。

除了前述的產品，近年中國比較著名的自製電腦兵棋系統還有位於北

²² 華戎防務，〈墨子：聯合作戰推演系統〉，《產品概述》，<http://www.hs-defense.com/col.jsp?id=124>。

²³ 墨子杯，〈2020 第四屆全國兵棋推演大賽在北京舉行啟動儀式新聞發布會〉，《中國指揮控制學會》，2020 年 6 月 14 日，<http://www.c2.org.cn/h-nd-558.html>。

²⁴ 〈號外！由 CICC 與華戎防務聯合打造的國防科普及兵棋推演系統來了！〉，《華戎防務》，2021 年 5 月 11 日，<http://www.hs-defense.com/nd.jsp?id=1>。

²⁵ 王國岩等人，〈基於墨子系統的對艦打擊策略設計與分析〉，《測試技術學報》，第 37 卷第 4 期，2023 年。

京的「華如科技」所開發的「XSim 數位戰場」系列，可具體應用於陸、海、空、網電等領域的對抗訓練，以及透過蒙地卡羅隨機模擬進行作戰方案的實驗評估等。²⁶ 位於廈門的「淵亭科技」，旗下產品則有 AI 訓練與建模協助工具的「天機系列」、作戰訓練與決策輔助的「天衍系列」，以及戰場態勢感知的「天鑒系列」。這些系統同樣具有「推演訓練」以及「分析評估」的功能。²⁷ 至於「北京方圓奇正科技」所推出的「突破·聯合指揮官」系列，以及位於南京的「博智安全」發行的「學生仿真靶場」系列有「兵棋推演」與「網路攻防演練」兩種產品。²⁸「北京方圓奇正」與「博智安全」的電腦兵棋系統亦曾獲選為「全國兵棋推演大賽」的平台，惟從公開情資來看，他們的產品應不具備隨機模擬的「分析型」功能，僅能作為「推演訓練式」工具。

其他與電腦兵棋相關的輔助系統，則有中國科學院自動化研究所開發的「CASIA－先知」人工智慧系統，作為「墨子·未來指揮官」兵棋 AI，目前已發展至 2.0 版。²⁹ 中國國防科技大學系統工程學院亦研發「戰顛」人工智慧系統，並曾在第三、四屆「全國兵棋推演大賽」的「電腦 vs. 電腦」對抗賽連續奪冠，目前亦發展至 2.0 版。³⁰「恆歌科技」的「FreeXGIS」平台，則提供了戰場情勢可視化，以及電子沙盤推演的功能，展示交戰雙方的兵力部署與攻防態勢演進。³¹

肆、小結：美中電腦兵棋發展的評估

由前述討論可知，中國對於發展「電腦兵棋」協助作戰模擬與訓練一

26 華如科技，〈「XSimStudio」產品概述〉，<http://www.huaru.com.cn/comProduct?id=29616c19001d4165b780d4dfb722d15c>。

27 淵亭科技，〈天衍：作戰仿真推演〉，《方案優勢》，<http://www.dataexa.com/solution/military-simulation>。

28 博智科技，〈學生仿真靶場〉，《產品簡介》，<https://elextec.com/eter/300.html>。

29 〈機器人與人工智慧技術〉，《中華人民共和國國家科學院》，2018 年 12 月，https://www.cas.cn/zt/kjzt/40kjcg/gjxq/201812/t20181218_4674174.html。

30 〈遠超阿爾法狗？「戰顛」成戰場輔助決策「最強大腦」〉，《新浪科技》，2021 年 4 月 9 日，<https://finance.sina.cn/tech/2021-04-19/detail-ikmyaawc0452690.d.html?fromtech=1>。

31 〈FreeXGIS〉，《恆歌科技》，https://www.henggetec.com/?mod=product_detail&id=4。

事，雖然解放軍內部不乏有識人士的呼籲，但長期以來心有餘而力不足，缺乏相關的必要技術與人才，直到 2007 年以後才跨出建置兵棋系統的第一步。若 2014 年成功研發第一套自製電腦兵棋的「官宣消息」無誤，距今亦不到 10 年的時間。當然，持平而論，中國近年來在「電腦兵棋」領域確實有不小的進展。除了前述各家兵棋系統陸續問市，「後發優勢」也讓中國在電腦兵棋系統的開發上，可以預先針對國外現行兵棋系統的不足或缺點進行改進。「華戎防務」的「未來指揮官」系列即納入許多 CMO 缺乏的輔助功能，如多人即時推演、任務甘特圖、行動後檢視工具（After Action Review, AAR），以及兵棋 AI 訓練平台等。「華如科技」與「淵亭科技」的系統亦包含類似的輔助功能。這些中國電腦兵棋系統也都能同時滿足「決策推演訓練」與「作戰方案實驗與評估」的功能。此外，自 2013 年第一屆「北京高校兵棋推演大賽」以來，中國陸續有數項全國性（2017 年墨子杯）與區域性（京津冀地區、江蘇省、安徽省、山西省等地）的兵棋推演競賽舉辦。透過這些年度兵棋比賽，中國官方有意識地培養民間的兵棋社群。甚至傳聞解放軍正在使用電腦兵棋 AI 模擬最佳的攻台方案。³²

如果只看這些「成果」，容易讓外界有「中國是電腦兵棋的引領風潮者」的錯覺。實際上，解放軍在電腦兵棋上的技術、發展歷程明顯落後於美國及其友盟國家，中國本身的部分條件也侷限了發展的可能性。首先，以國軍漢光兵推所使用的「聯合戰區層級模擬系統」（JTLS）為例，美軍於 1980 年代便開發成功，並提供友盟軍事相關單位使用，我國最遲於 2003 年便引進 JTLS，陸續還有 EADSIM、STORM、JCATS 等軍事模擬分析系統。中國自製的電腦兵棋效能可否比擬已發展超過 30 年，並有數十國家的相關單位使用與驗證的美製系統，仍不無疑問。³³ 特別是，美國的電腦兵棋已形成一個包含上百種從戰略層級到工程層級模型的龐大「生

³² Ryan Fedasiuk et al., “Harnessing Lightning: How the Chinese Military is Adopting Artificial Intelligence,” *CSET Analysis*, October 2021, <https://cset.georgetown.edu/publication/harnessed-lightning/>.

³³ 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>。

態體系」(Ecosystem)。針對戰場上不同的狀況，可找到數種以上相對應的模擬工具進行分析評估。相對地，以近期中國的幾個主要電腦兵棋系統來看，其發展走向有「一套產品解決所有模擬問題」的趨勢。這不僅可能在技術發展上有「廣而不精」的缺點，更可能出現不同廠商的產品之間功能重複，彼此相互競爭而非相互支援，共同解決軍事客戶問題的狀況。

此外，美國的電腦兵棋與作戰模擬領域，有著一群類似 Matrix Games 與 Bohemia Interactive 以大眾市場為主要銷售對象的系統供應商。這些公司產品的設計初衷是面向一般消費大眾，從民間玩家社群吸收使用經驗回饋以提升產品品質，最終為軍方單位所青睞而進入國防產業供應鏈。其公司的存續與產品的銷售並不全然取決於與美國國防部的合作，這些企業所開發的系統才稱得上是「商用現成軟體」。然而，以中國目前的例子來看，除了華戎防務的「未來指揮官」系列兵棋軟體算得上是「面向一般消費大眾」的發展模式。其他的主要供應商，例如「華如科技」與「淵亭科技」等，其產品並不適合大眾市場，合作客戶也是軍方或軍工科研單位等。這些兵棋供應商的成立時間基本上都是在 2010 年與 2014 年這兩個時間點左右，與解放軍第一款自製電腦兵棋的原型上線測試及正式完成的時間點吻合。因此，這些供應商的成立或許與解放軍需要電腦兵棋技術的進一步支援有關，包括以民間廠商的身分，向國外引進電腦兵棋的「商用現成技術」。隨著美中對峙的氛圍持續升溫，華盛頓是否會限制部分「商用現成兵棋軟體」向中國輸出，進而限縮了解放軍透過此管道獲取電腦兵棋的技術，亦是值得觀察的重點。

最後，將人工智慧運用到電腦兵棋是美中軍事科技競爭的一個熱點。中國的電腦兵棋系統也多強調內建有 AI 訓練平台，幾個官方的科研單位亦宣稱成功研發出具有戰場決策能力的兵棋 AI。然而，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，是訓練可供電腦兵棋使用的 AI 上的一大優勢。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。中國近年來積極舉辦各類的兵棋推演大賽，除了培育專業人才，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。關鍵在於，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。以中北大學為例，中北大學係「全國兵棋推演大賽」的協辦單位，該校參賽者已經連續六屆拿下競賽冠軍，並且每年亦使用「墨子平台」舉辦山西省的兵棋競賽。中北大學的兵棋社群理應具有相當的軍事模擬素養。但該校研究團隊利用「墨子平台」所發表的模擬飛彈攻擊航艦之文章，其想定設計卻存在明顯不合理之處，必須在對美軍極端不利的條件下，才有可能得出接近該篇分析的模擬結果。³⁴ 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 out）。

³⁴ 陶本和，〈幕後／中共 24 枚東風殲滅美軍航母？台灣兵推專家實測結果首曝光〉，《ETtoday 新聞雲》，2023 年 7 月 7 日，<https://www.ettoday.net/news/20230707/2534715.htm>。

