

技术变革与战争“迷雾”演化*

刘树才

【内容摘要】 随着半自主武器和人工智能应用于军事领域，战争的智能化成为学术界研究的重要课题。乐观者相信技术驱散了战争“迷雾”，战争变成了精确打击；悲观者则认为技术在增加透明度的同时引发了伦理“迷雾”。为了解决这种二元对立，通过克劳塞维茨的战争“迷雾”说的分析框架来梳理信息时代技术与战争“迷雾”的演化史，研究结论表明劳累、危险、情报的不确定性和偶然性是造成战争“迷雾”的四种因素。工业时代的平台中心战存在情报不足、沟通不畅、协作不够等问题，网络中心战利用信息技术和系统集成理念推进平台间的合作，提升了信息优势，丰富了人们对信息的性质和地位的认识。但网络中心战未能解决“危险”和“劳累”带来的问题，同时引发了信息过载的问题。智能技术部分地解决了上述不足，但其压缩了军人的活动空间，忽略了战争是“活的反应”，贬低了精神的力量，重新划定了人机边界。未来很长一段时间内，人机融合将是战争中需要解决的新“迷雾”。可见，人工智能未能驱散“迷雾”，只是改变了“迷雾”的形态。因此，只有准确把握战争“迷雾”的形态，才有可能有针对性地降低“迷雾”的影响。

【关键词】 战争“迷雾” 人工智能 网络中心战 平台中心战 技术变革

【作者简介】 刘树才，复旦大学国际问题研究院博士后（上海 邮编：200433）

【中图分类号】 F869 TP18 **【文献标识码】** A

【文章编号】 1006-1568-(2018)04-0080-18

【DOI 编号】 10.13851/j.cnki.gjzw.201804005

* 本文系上海市哲学社会科学规划项目“当代西方军事革命的思想史考察（1991—2016）”（2017BZX007）的阶段性成果。

2016年3月，谷歌研发的围棋程序“阿尔法狗”（AlphaGo）战胜了世界围棋冠军李世石，这一标志性事件让沉寂多年的人工智能重新进入公众视野。与此同时，发生在军事领域的另一事件却很少受到关注，同年6月美国辛辛那提大学研发的智能辅助飞行程序“阿尔法”（ALPHA）与美国前空军上校吉恩·李（Gene Lee）进行了多轮模拟对决，结果吉恩·李均落败。

“阿尔法”的观察和反应能力比人要快250倍，但其运作所需的硬件是普通个人电脑就能够满足的。^①值得注意的是，这并不是自主和智能武器的首次运用。“9·11”事件后，无人机开始装载导弹，并安装了先进的自主导航、自主追踪和定位系统，使其从单纯的侦察机日益向武装化和智能化装备方向发展。随着机器学习热潮的兴起，这一技术也开始广泛应用于军事活动的各个环节。在情报搜集领域，美国国防部前副部长罗伯特·沃克（Robert Work）组织成立了算法战跨域职能小组（Algorithmic Warfare Cross-Functional Team, AWCFT），尝试运用人工智能分析无人机监控视频，寻找恐怖分子。^②在指挥作战领域，也开始引入人工智能，提升指挥和控制系统的智能化和自主化水平。在武器装备领域，蜂群式无人机逐渐从理念变成现实，各种新式自主、半自主武器大量出现。^③

学术界围绕人工智能在战略军事领域的影响展开了讨论。一些学者用“改写”“颠覆”和“助推器”等词语来描述战争迈入智能化阶段。^④而另一些学者则对此持不同意见，他们在2014年召开了以“人工智能的收益与

^① M. B. Reilly, “Beyond Video Games: New Artificial Intelligence Beats Tactical Experts in Combat Simulation,” *University of Cincinnati Magazine*, June 27, 2016, http://magazine.uc.edu/editors_picks/recent_features/alpha.html.

^② Sydney Freedberg, “‘Algorithmic Warfare’: DSD Work Unleashes AI on Intel Data,” *Breaking Defense*, April 28, 2017, <https://breakingdefense.com/2017/04/dsd-work-unleashes-ai-on-intel-data-algorithmic-warfare/>. 关于算法对未来战争的影响，参见 Peter Layton, *Algorithmic Warfare: Applying Artificial Intelligence to Warfighting*, Report of Air Power Development Centre in Australia, 2018.

^③ 关于自主武器的发展现状，参见 Vincent Boulanin and Maaik Verbruggen: *Mapping the Development of Autonomy in Weapon System*, SIPRI Report, 2017.

^④ 这方面的作品参见王雪诚：《人工智能算法：改写战争的无形之手》，《军事文摘》2017年第11期；陈航辉：《人工智能：如何颠覆未来战争》，《中国国防报》2018年1月2日，第4版；袁艺：《人工智能：信息化战争形态演变的助推器》，《光明日报》2016年5月11日，第11版；韦强、赵书文：《人工智能推动战争形态演变》，《军事文摘》2017年第7期。

风险”为主题的会议，并以“未来生命研究所”为基地发表公开信，提出要警惕人工智能的应用（包括军事应用）带来的风险。^①一是把人工智能器物化和本质化；二是未来导向，论辩双方都同意人工智能技术应用的主要分歧在于对后果的评价。有的欢迎人工智能，因为其带来了快捷、便利；^②有的则警惕人工智能，害怕其失控进而引发技术对人的奴役，损害人的尊严。^③毋庸置疑，规范性路径有利于打破技术中立的迷思，发现人工智能对未来人类社会潜在的风险和机遇。但这种路径的前提是理想形态的人工智能，混淆了当前的“弱人工智能”与理想形态的通用人工智能，过于凸显人工智能的颠覆性影响，而忽视了过去与现在间的延续性。若不理解“常”，“变”只能是空中楼阁。学术界已经注意到了当前人工智能发展中的阶段性问题，^④但忽视了其发展的历史性。这里的历史性不仅是技术的发展史，^⑤而且是具体历史语境下人工智能与军事的共同演化进程。简言之，学者对人工智能之“变”的思考，多是在形而上的层面上讨论，缺少历史语境下的讨论；多强调激变和断裂性，而忽视了延续性。

^① Stephen Hawking et al., “Transcending Complacency on Superintelligent Machine,” *Huffington Post*, June 19, 2014, https://www.huffingtonpost.com/stephen-hawking/artificial-intelligence_b_5174265.html.

^② 代表性的作品包括：[以色列]尤瓦尔·赫拉利：《未来简史》，林俊宏译，中信出版集团 2017 年版；[美]佩德罗·多明戈斯：《终极算法》，黄芳萍译，中信出版集团 2017 年版；[美]吴军：《智能时代：大数据与智能革命重新定义未来》，中信出版集团，2016 年版。特别是《未来简史》一书，作者赫拉利像先知一般勾勒了原始人一智人一神人三个阶段，用算法和数据来解读人的生命、意义和价值，这种宏大的历史哲学叙事，无疑会带来很多观念上的碰撞，但它带有浓重的宿命论色彩。而《未来简史》和 20 世纪 80 年代引入中国的《第三次浪潮》是当前国内研究技术变革的重要思想资源。

^③ 持警惕论的学者多坚持人文主义立场，用价值去对抗效能，并捍卫人的自由和伦理规范。关于乐观派和悲观派的争论，参见刘树才：《武装无人机与战争变迁：以社会—技术系统为视角》，《国际安全研究》2018 年第 2 期，第 74-79 页。

^④ 例如，封帅指出“弱人工智能”在未来可以提升武器的智能化水平，减少人为失误，提高军事战略和决策的水平，参见封帅：《人工智能时代的国际关系：走向变革且不平等的世界》，《外交评论》2018 年第 2 期，第 139-141 页；刘杨钺认为自主技术武器控制已经被提上议事日程，但由于指涉对象太模糊、效能与伦理间的矛盾和安全收益不高等问题，军控前景并不乐观，参见刘杨钺：《全球安全治理视域下的自主武器控制》，《国际安全研究》2018 年第 2 期，第 68 页。

^⑤ 聚焦技术发展史的代表性作品，参见尼克：《人工智能简史》，人民邮电出版社，2017 年版；[美]佩德罗·多明戈斯：《终极算法》，黄芳萍译，中信出版集团 2017 年版，第三章到七章；刘韩：《人工智能简史》，人民邮电出版社，2018 年版。

基于此，本文沿着历史演化的路径，以克劳塞维茨的战争“迷雾”说为切入点，勾勒信息时代技术与战争“迷雾”的演化过程。选择战争“迷雾”这个视角是由于其是学术争论的焦点之一。乐观者认为智能化会消除战争的“迷雾”，让战争透明化；反对者则相信智能化虽提高了效率，但带来了伦理价值的不确定性。战争“迷雾”是一种隐喻，是克劳塞维茨对战争不确定性的形象描述。^① 深入挖掘克劳塞维茨“迷雾”论的来源、特点和要素，既可为我们理解战争提供一个分析框架，又可为理解当下的技术变革提供镜鉴。之所以选择信息时代，是为了拉长时间透镜，与当下保持距离，将智能化战争与网络中心战进行比较，明晰它们在“迷雾”问题上的延续和断裂。

一、克劳塞维茨的战争“迷雾”说

冷战结束后，克劳塞维茨关于战争不确定性的论述受到学者关注。巴里·瓦特（Barry Watts）扩展了克劳塞维茨关于“摩擦”的理解，并用“一般性的摩擦”来理解克劳塞维茨对战争不确定性的分析。^② 阿兰·贝业钦（Alan Beyerchen）认为克劳塞维茨的战争思想的核心是非线性和不可预测性。^③ 托马斯·魏德曼（Thomas Waldman）注意到战争中并不全是混乱和不确定性，也存在确定的线性因果关系，但不确定性仍是战争的本质。^④ 罗德里克·华莱士（Rodrick Wallace）从具体算法切入，强调现实战争的复杂性和人工智能的局限性，克劳塞维茨的“迷雾”说在今天仍然适用。^⑤ 本文用广义上的“迷雾”来形容克劳塞维茨论述的战争不确定性。

“战争是充满不确定性的领域，战争中行动的依据并不明确，多数情况

^① 引发不确定性的因素包括信息的不确定性，执行中的摩擦、危险、劳累，战争的非线性等因素，本文采用广义的“迷雾”，它包括摩擦，等同于不确定性。

^② Barry Watts, *Clausewitzian Friction and Future War*, Washington, D.C.: National Defense University Press, 2004, pp. 7-8.

^③ Alan Beyerchen, "Clausewitz, Nonlinearity, and the Unpredictability of War," *International Security*, Vol. 17, No. 3, 1992, pp. 59-90.

^④ Thomas Waldman, "'Shadows of Uncertainty': Clausewitz's Timeless Analysis of Chance in War," *Defense Studies*, Vol. 10, No. 3, 2010, p. 361.

^⑤ Rodrick Wallace, *Carl von Clausewitz, the Fog of War and the AI Revolution*, New York: Springer, 2018.

下行动依据好像隐藏在迷雾里。”^① 这是克劳塞维茨在其名著《战争论》中对战争不确定性的描述，也是战争“迷雾”说的来源，这里的“迷雾”是不确定性的代名词。

克劳塞维茨的战争“迷雾”说与其独特的战争观息息相关。在《战争论》中，他给出了战争的定义，首先，战争是一场个体意义上的对决，在这个层面上，战争类似于完全信息状态下的博弈，但因为互动的存在，冲突可能会升级，导致战争走向非理性的方向；其次，战争是政治的手段，服从于政治目的，它强调战争不是孤立的行为，而是嵌在政治和社会之中；最后，战争具有独特的三位一体特点，强调战争是多主体和多因素主导的复杂实践，既有民众的非理性和激情，又有政治家的理性，还有将领的自由决断。^② 这个定义有利于人们在作战之外理解战争，分析民众、军人和政治家在其中扮演的不同角色，三者之间的平衡影响着战争的性质，也使战争具有不确定性。

除了战争的复杂性和混合性，作战的特点也影响着战争“迷雾”。与同时代的比洛（Von Bulow）、约米尼（Antoine-Henri Jomini）等理论家不同，克劳塞维茨并不认同将战争比作精密钟表，可以借助几何学、力学等发现其中的规律。克劳塞维茨认为他们错误理解了军事活动，首先，他们忽略了精神的力量，因为仇恨、勇气、信念和恐惧是战争必不可少的组成部分，这些因素影响着战争的发展和走向；其次，他们忽略了战争是敌对双方的互动，双方都会根据对方的行动做出有针对性的调整，这就是克劳塞维茨所说的“活的反应”；最后，他们忽略了战争是动态的，处于变化和变动中。

精神力量的影响、互动性和变异性是军事活动的主要特点，而危险、劳累、情报的不确定性和摩擦^③是造成战争“迷雾”的主要因素。首先，危险和恐惧是官兵要面对的首要难题，依靠平时训练和严格的纪律，控制或消除恐惧的影响，并通过激发士兵的荣誉感和激情来缓解恐惧带来的压力。其次，劳累是指在高强度的战争环境下，士兵长时间处于高负荷状态，同时饮

^① [德]卡尔·冯·克劳塞维茨：《战争论》，中国人民解放军军事科学院译，解放军出版社2005年版，第51页。

^② 卡尔·冯·克劳塞维茨：《战争论》，第29页。

^③ 同上，第84页。

食和睡眠无法得到保障，而死亡随时可能降临会增加其心理负担，使其身心俱疲。再次，情报的不确定是指在情报搜集、整理、传输、解读和决策的过程中存在的误读和偏差。最后，摩擦主要是指在战术指令执行过程中出现的延迟、误解、突发事件等问题。总之，战争总是存在着意外和不确定性。

劳累和危险主要与人的生理和心理极限有关，而情报的不确定性和摩擦则与人的认知局限、信息传递和处理方式的限制以及指令执行过程中遇到的各种阻力有关。这四种要素之间不是孤立地发挥作用，不准确的情报会带来危险，从而导致更严重的劳累和更大的阻力，进而使战争的“迷雾”最大化。

如何克服“迷雾”和摩擦，克劳塞维茨突出了军事天才的作用。^① 军事天才是指指挥官在智力和情感方面有特殊的禀赋，是“擅长将某种活动推向高潮的精神力量”^②，它包括智力和勇气两个层面，其中智力是指“在茫茫的黑暗中仍能发出内在的微光以照亮真理”，勇气是指“敢于跟随这种微光前进”^③。面对战争危险，指挥官必须要“具备强大的、百折不挠的精神，具有强烈的责任感，并经得起考验”。劳累和危险也会产生阻力，因此指挥官要有坚强的意志，并能够鼓舞下属克服身体上的劳累。情报是战争筹划和行动的基础，但情报常常是不可靠的、多变的。战争中获取的情报，多数是互相矛盾的，需要指挥官做出甄别和判断，也需要指挥官“坚持信念，像屹立在海中的岩石一样，经得起海浪的冲击”^④。在现实中，战争的具体计划在执行中会遇到各种困难和阻力，“只有钢铁般的坚强意志才能克服这些阻力，消除这些障碍。”^⑤

简言之，“迷雾”是克劳塞维茨战争思想中的重要概念，由于“迷雾”和摩擦的存在，使战争不可能成为“精密的钟表”，也不是简单的个人对抗命运的戏剧。^⑥ “迷雾”成为英雄和天才的试金石，因此天才离不开“迷雾”。

^① 克劳塞维茨突出军事天才的作用，但并不意味着他忽视战争的准备和计划，计划是考虑对方反应的灵巧计划。这方面的论述参见：Terence M. Holmes, “Planning versus Chaos in Clausewitz’s on War,” *Journal of Strategic Studies*, Vol. 30, No. 1, 2007, pp. 129-151.

^② 卡尔·冯·克劳塞维茨：《战争论》，第49页。

^③ 同上，第53页。

^④ 同上，第79页。

^⑤ 同上，第81页。

^⑥ 刘树才：《克劳塞维茨与军事启蒙：以战争隐喻为中心》，《华东师范大学学报（哲

他们对“迷雾”的论述主要停留在军事作战领域，并未涉及战略领域和政治领域。同时，战争“迷雾”是否会随着时代的变化而变化，劳累、危险、情报的不确定性和偶然性，“迷雾”的四个因素在具体情境下谁更优先，各自的形态又发生了怎样的变化，对于这些问题，克劳塞维茨均未涉及。

《战争论》是基于18世纪的有限战争和19世纪的拿破仑战争的经验完成的，正面决战是那个时代的主流战争形式。随着技术的进步，这种战争形式在20世纪演化为基于火力的平台中心战。坦克、飞机、舰艇这些作战平台是机械战争时代作战的焦点，情报的搜集、分析和处理，后勤的保障、指挥控制方式的改变，都以提升平台的性能为核心诉求。国家间的竞争会刺激平台数量的扩张和规模的扩大，这样，国家对火力平台的依赖度会提高，火力平台也具有越来越多的自主性，甚至会形成自发的利益集团，形成军工复合体，危害国家的利益。这种平台间火力的竞争或对抗，其预设的战争是对等国家间的火力体系的对抗，属于常规战争的范畴，非常规战争不是平台中心战的核心关切。

以规模和火力著称的平台中心战，蕴含着某种信息“迷雾”。首先，平台中心战在机动性和灵活性上存在不足。美国在越南战争和苏联在阿富汗战争中的教训说明，火力上的优势无法弥补信息上的劣势。其次，各作战平台之间在情报共享、协同合作和行动的同步性方面都存在问题。随着冷战的结束，这种问题日益凸显。苏联的解体使国家间基于消耗的战争失去了存在的意义和价值。与此同时，族群冲突、恐怖主义、局部战争这些新的冲突形式要求军事力量更加迅速、灵活和精确，笨拙、僵化和静态的军事力量无法适应复杂多变的战略环境。

二、网络中心战与信息“迷雾”

为了解决情报不准确、沟通不畅、协同不够等问题，冷战结束后，军事理论家们尝试通过各种途径来解决这些问题。其中两个理论具有代表，一是

学社会科学版)》2017年第3期,第53-55页。

复杂性系统理论（complex theory），军事理论家开始重新重视战争中的复杂性和非线性本质，将战争视为一个复杂的自适应系统。^①二是未来学家托勒夫妇的第三次浪潮理论，特别是《战争与反战争》一书的出版启发了军事理论研究者从生产方式和破坏方式的相似性角度来理解未来的战争。^②

由于各部门各自为战，缺少协作，1996年，美国海军上将威廉·欧文斯（William Owens）提出了“系统集成”的理念，该理念强调将情报侦察监控系统、通信指挥系统和打击系统进行系统性整合。^③1998年，美国海军中将阿瑟·塞伯斯基（Arthur Cebrowski）和约翰·加特斯卡（John Gartska）正式提出了“网络中心战”的概念。亚马逊、微软等公司依靠信息技术提升企业价值、提高管理效率，同时这也启发它们将信息技术应用到军事领域，推动军事领域的转型。塞伯斯基认为“经济、信息技术以及商业过程和组织的共同发展”推动了社会发展，进而推动军事转型。这种转型包括三个层面，一是作战的焦点从平台转向了网络，二是从独立个体转变为网络中的个体，三是战略选择从效益最大化转向在复杂的生态系统中灵活适应。^④此后，美国国防部的大卫·艾伯特斯（David Alberts）、约翰·加特斯卡等人先后发表了《理解信息战争》《网络中心行动概念框架》《理解指挥和控制》等重要研究成果，将网络中心战思想理论化、系统化，并推广开来。^⑤由此网络中心战也逐渐进入美国国防部的战略规划、年度报告中。2005年，美国国防部军队转型办公室（Office of Force Transformation, OFT）发布了《实施网络中心战》（The Implementation of Network-Centric Warfare）的报告，为美

^① 关于网络中心战思想资源的讨论，参见Antoine Bousquet, *The Scientific Way of Warfare: Order and Chaos on the Battlefields of Modernity*, London: HURST Publishers Ltd., 2009; Sean Lawson, “Cold War Military Systems Science and the Emergence of a Nonlinear View of War in the US Military,” *Cold War History*, Vol. 11, No. 3, 2011, pp. 421-440; and Ben Zweibelson, “Rose-tinted Lenses: How American Functionalist Strategy Inhibits Our Appreciation of Complex Conflicts,” *Defence Studies*, Vol. 16, No. 1, 2016, pp. 68-88.

^② Alvin Toffler and Heidi Toffler, *War and Anti-war: Survival at the Dawn of 21st Century*, Boston: Little Brown, 1993, p. 80.

^③ Admiral William Owens, “The Emerging System of Systems,” *Strategic Forum*, No. 63, 1996.

^④ [美]阿瑟·塞伯斯基、约翰·加特斯卡：《网络中心战的起源与未来》，《情报指挥控制系统与仿真技术》1999年第1期，第18-19页。

^⑤ 国内将三部作品合起来翻译出版。参见《网络中心行动的基本原理及其度量》，国防工业出版社2007年版。遗憾的是国内研究网络中心战的学者对此关注不够。

国军事转型提供了理念上的指导。

网络中心战的核心目标是应对信息“迷雾”，即应对信息不足和沟通不畅的难题。网络中心战既是一种理念，也是一种具体的现实。因此，笔者先从理论上分析它如何驱散信息“迷雾”，然后分析理论在实践过程中遇到的问题和阻力，并对其进行评估。

第一，作为理念的网络中心战。关于网络中心战，美国国防部的定义是“一种军事作战概念，通过联合和互操作的平台占据信息优势，可带来军事上的胜利，并可通过侦察者、决策主体和决策的及时集成占据信息优势。这一概念最终可增强军事指挥官对态势的感知，加快指挥速度和作战节奏，提高武器的精确性和杀伤力，减少误伤。而且这种军事系统可实现无辅助的自主同步，从而使战斗力得到全面提升。”^①

可以发现，网络中心战不同于以网络为战场的网络战，也不同于以信息为武器的信息战。它借助传感器技术、信息通信技术将各种作战平台网络化，缩短从情报搜集到军事打击的时间，提高反应的速度和精确性，推进不同作战平台间的协作和同步性，通过信息优势取得胜利。平台仍是作战的主角，只不过平台不再是互不关联的，而是通过联网实现协作和同步行动。在此条件下，军事的价值大大提升。在网络中心战背景下，敌人不再是单个待摧毁的对象，而是一个脆弱的系统。获胜的手段不再是物理上的摧毁或消耗，而是综合运用各种手段，认知或影响对方的行为，是“运用军事力量或其他力量产生的结果或影响”，这种作战理念又被称为“基于效果的作战”^②（effects-based operation）。

从信息“迷雾”的角度看，网络中心战离不开以下理论基石。其一，战争是在物理域、认知域、社会域和信息域四个领域展开的。物理域包括外在的物理环境、具体的物理平台以及将平台连接起来的通信网络，是战争开展的场所；认知域是指感觉、知晓、理解、信念和价值观存在的领域，并通过

^① 美国 ESC2005 年《战略技术规划》。转引自[英]理查德·迪金：《作战空间技术：网络使能的信息优势》，朱强华、李胜勇、夏飞译，电子工业出版社 2016 年版，第 32 页。

^② [美]爱德华·史密斯：《基于效果作战：网络中心战在平时、危机以及战时的运用》，郁军译，电子工业出版社 2007 年版，第 72 页。

认知做出决策；^① 社会域是指社会的政治、宗教、文化、经济和政治领域，这些社会性因素会影响个体的心智、社会化的路径、个体的价值观和具体行动策略的选择；^② 信息域是信息生成、处理、分析、共享和传递的领域，是指挥官命令得以传递的领域。平台中心战主要涉及物理域和信息域，网络中心战则扩展到社会 and 认知领域。这四个领域借助各种媒介连接起来并彼此互动，推动新领域的形成。信息连接着物理域和信息域，知识连接着认知域、信息域和社会域，决策和行动贯穿于四大领域。信息域的目标是实现不同主体间的信息共享，提升信息的可达度；认知域的目标是将信息转化为知识，并提高知识的共享化程度；物理域的目标是借助信息共享、知识共有的理念，实现行动效果的同步化和最大化。

其二，更新对信息的思考和理解。长期以来，信息是一个常见又模糊的存在。网络中心战是为了在战争中获得信息优势，但客观上推动了人们对信息的思考。它严格区分了信息域中的信息和社会域中的知识、共享知识、觉知等概念。若将信息与情报、数据、知识、智慧等概念加以比较，人们会发现这些概念之间存在等级式的关系。数据处在金字塔的底端，它包含各种结构化和非结构化的数据，借助一定的分析工具，人们可以从这些原始数据中获取有用和有效的信息，在分析这些信息的基础上，可以获得某些知识，通过创造性应用各种知识获得智慧和洞察力。

其三，找到衡量和分析信息优势的基本框架，使度量信息“迷雾”成为可能。为了理解信息优势，学者们为分析信息交互的质量提出了新的框架，它包含四个指标，一是信息的可达度（信息搜集和传播的时空范围、速度、效果等）；二是信息的质量（信息处理的质量）；三是信息的交互度；四是信息的安全度（表1）。借助这个指标体系，我们可以纵向比较不同时代军事作战的信息交互质量，绘制交互质量演化的历史图景。在横向上，信息交互质量与组织的形态和具体运作存在同构性，在具体语境下，我们可以借助

^① [美]大卫·阿尔伯特：《网络中心行动的基本原理及其度量》，兰科研究中心译，国防工业出版社2007年版，第13页。

^② [美]爱德华·史密斯：《复杂性、联网和基于效果的作战方法》，王志成译，国防工业出版社2010年版，第68-69页。

信息交互质量区分组织的形态和组织控制的类型。

在克劳塞维茨眼中，信息在整个作战行动中的地位有限，无法撼动军事装备和决战的地位。而网络中心战理念以信息为核心，探究了信息域、信息优势和信息优势的测量等核心问题，促进了人们对信息的性质以及信息在战争中地位的思考。若以克劳塞维茨的“迷雾”四因素论反观网络中心战，可以发现它处理的是情报的不足和偶然性问题，并未讨论“危险”、“劳累”、仇恨、荣誉感、牺牲精神等的作用。网络中心战的设计是基于体系作战的，并未涉及恐怖主义、游击战等非对称性力量，也无法理解恐怖主义背后的精神动因。在网络中心战的作战环境下，指挥官可以及时准确地感知战场态势，进而可以在作战层面驱散“迷雾”，但在更高的战略和大战略层面，这些设备无法有效发挥作用，因此战争的“迷雾”又会出现。

表 1 信息优势的度量

度量信息优势的指标	内容	所在领域
信息充裕度	信息内容的质量，包括信息的正确性、一致性、现时性、精确性以及 与情境的相关性、完整性、准确性和 及时性	认知域和信息域
信息的可达度	信息共享程度和知识共享的能力	认知域、信息域和社会域
信息的交互程度	决策的质量和同步的质量	认知域、信息域和物理域
信息安全	与行动相关的信息的保密性、完整性、 真实性、可用性和不可否认性	物理域、信息域和认知域

资料来源：表中指标的设计参见[美]大卫·阿伯特：《网络中心行动的基本原理及其度量》，兰科研究中心译，国防工业出版社 2007 年版，第 361-365 页。表中内容由作者自制。

第二，作为实践的网络中心战。网络中心战从理念变成现实，是理论与现实相互调试的过程。以美国军方文件中的论述为例，1996 年提出的《联

合构想 2010》目标是“在任何时间、任何地点可以将任何信息传递给任何人”；2000年提出的《联合构想 2020》将目标修改为“在正确的时间和正确的地点，将正确的信息交给正确的人”，并从谋求信息优势转变为谋求决策优势；2008年又提出了实现全球警戒、全球到达和全球作战三个能力要求，增强美军的联合作战能力。^①这说明人们对网络中心战的预期会随着时代的变化而变化。

无论何种目标，都需要技术和基础设施的支持。按照赛伯斯基的设想，网络中心战的技术体系包括传感器网络、信息通信网络和交战网络。各种传感器就像人的五官一样采集各种数据，建立对环境的感知，通过数据融合技术，将获得的信息进行加工，之后借助即时通信系统、战争数据链等通信体系将信息传递出去。这些技术体系的建设都是投资巨大的工程，政府的投入至关重要。以美国国防部的“全球信息栅格”（Global Information Grid, GIG）为例，这是一个巨型网络系统，它尝试将美国各兵种和决策层连接起来，用于搜集、处理、存储、分发和管理信息，并能实现信息的全球互联和端到端传递，^②这是一种即插即用的超级网络。但是，由于技术上的不成熟和巨大的成本，这一始于1999年的计划至今仍未完成。

即使是那些相对成熟的技术和理念，在运用的过程中也会遇到各种难题。新的理念和技术不是单独存在的，也并非存在于真空中，而是嵌入社会演化的生态系统中。它们的运用和实施需要配套的资源、制度、法律和作战样式，这会对既有的制度、理念和资源分配形成挑战。旧制度与新技术的矛盾也会影响技术效能的实现，我们将这种矛盾称之为转型期的“迷雾”。当然，这里的“迷雾”不再是信息的“迷雾”，而是新技术与旧技术、新技术与旧制度、新旧制度之间的摩擦，仍属于广义上“迷雾”的范畴。

具体而言，这种“迷雾”表现在四个方面。一是网络中心战中网络与战争的矛盾。从网络的本意来看，它主张共享和信息的自由流动，但战争需要保密和设置关卡，维护网络的安全。这种矛盾在联盟作战中得到了集中展现，

^① 贾华杰、鲜明、陈永光：《网络中心战及其新技术》，《国防科技》2011年第4期，第48页。

^② 转引自理查德·迪金：《作战空间技术：网络使能的信息优势》，第394页。

当一国与盟国展开联合军事行动时，扩展边界和信息共享时遇到的困难不是技术，而是政治。政治自身的主观性和谨慎性，决定了信息共享的边界需要经过长时间的谈判、磋商才能完成。^① 二是技术上的优势并不必然转化为战略、战术上的优势。威胁的形态、战略环境等都限制了将技术上的优势转化为战术或战略优势的可能。“第四代战争”（4GW）的倡议者托马斯·哈默斯（Thomas Hammes）认为，多变的不对称力量等让美国的技术优势大打折扣。^② 三是网络中心战实施过程中不同群体对一些核心理念的理解仍存在分歧。“基于效果作战”是网络中心战的核心作战理念，但在实施过程中产生了对理解和认知上的分歧。美国国防部长詹姆斯·马蒂斯在 2007 年曾撰文批评“基于效果作战”理念模糊不清，是词语的误用和过度延伸，它降低了人的地位，制造了更多的混乱，建议回归传统的任务型命令。^③ 四是网络中心战的信息优势悖论。想要占据信息优势就需要获得更多的信息，同时信息的处理速度也要更快、更精确，但这些要求往往是难以满足的。如果没有辅助性的信息处理和数据融合技术，信息多反而会成为负担，给指挥者带来认知负担，影响决策的速度和准确性。信息过载与快速灵活应对的矛盾则催生了智能化的需求。在这四种不确定性中，前三种在其他技术变革年代也会存在，但信息优势悖论却是这个时代所特有的。

三、人工智能与战争“迷雾”的演化

强调信息过载是智能化的动力并不意味着网络化已经过时和被替代。网络化是智能化的基础，没有网络化的基础设施，没有传感器网络提供的海量数据，智能化很难实现。同时，网络化之后，数据的整理和融合、人机间的交互都需要借助新的智能技术提升数据的精确性，使网络化升级为智能化。

^① [加]保罗·米特切尔：《网络中心战与联盟作战》，邢焕革、周厚顺等译，电子工业出版社 2013 年版，第 202 页。

^② [美]托马斯·哈默斯：《机弦与石子：论 21 世纪的战争》，阎卫平译，中国市场出版社 2013 年版，第 179-186 页。

^③ [美]詹姆斯·马蒂斯：《“基于效果战争”概念阻碍联合作战的发展》，《外国军事学术》2008 年第 11 期，第 51-54 页。

上文提到网络中心战并未解决引发“迷雾”的“劳累”和“危险”等问题。“9·11”事件后，在反恐背景下，减少人员伤亡是很多国家政治决策的重要出发点，因此让机器或无人设备代替人做危险、枯燥和肮脏的工作，成为技术发展的另外一大动力。^①

这里的智能是指机器智能，可分为计算智能、感知智能和认知智能三类。其中计算智能主要指机器在计算、排序、记忆方面的能力；感知智能指机器看、听、说、行的能力；认知智能指机器可以理解具体的意图和情境，并做出针对性的决策。^②与人相比，机器的计算智能远超人类，但其感知智能低于人，机器在应对复杂环境时的认知和反应能力也远低于人。由此可见，在机器智能的三个领域，人与机器各有优势。因此提升机器的感知智能，并在认知智能领域有所突破，以降低信息过载带来的“迷雾”，是当前人工智能发展的重心。具体而言，机器智能借助深度学习算法和海量数据提升人机交互技术和模式识别技术，推进数据清洗、搜索、挖掘和融合，寻找数据背后的模式，在模式识别、自然语言处理、多领域数据结合方面提高了效率，能为决策者提供精准、有效和及时的信息。以这些技术为基础，军事领域出现了辅助性指挥控制系统、无人作战平台等相关系统。下文通过以“深绿”(Deep Green)为代表的指挥控制系统和察打一体的武装无人机系统，从正反两个方面分析人工智能应用于战争时的困境和不足。

“深绿”是美国国防高级研究计划局(Defense Advanced Research Projects Agency, DARPA)2007年启动的旨在辅助陆军指挥控制的项目。在信息化环境下，作战的节奏大大加快，作战环境瞬息万变，这要求指挥官能够准确判断形势，迅速决策，快速应对。“深绿”受到IBM“深蓝”计算机的启发，尝试利用当时最新的计算机仿真和人工智能技术建立辅助指挥控制

^① 关于机器人战争的文献，参见 Manuel de Landa, *War in the Age of Intelligent Machine*, New York: Zone Books, 1991; Peter Singer, *Wired for War: The Robotics Revolution and Conflict in the 21st Century*, New York: Penguin Books, 2009; Robert Work, Shawn Brimley, *20YY: Preparing for the War in the Robotic Age*, Report of the Center for a New American Security, 2014; and Paul Scharre, *Army of None: Autonomous Weapon and the Future of War*, New York: Norton & company, 2018。

^② 胡晓峰：《军事指挥信息系统中的机器智能：现状与趋势》，《人民论坛·学术前沿》2016年第8期，第27-28页。

系统。“深绿”扮演的角色是为指挥官提供情报和草案，指挥官只需将注意力集中在决策和行动上，从而减少了反应和决策的时间。这个系统包含三个模块，分别为名为“指挥官助理”的人机交互模块、负责战争模拟的“闪电战”模块和负责决策生成的“水晶球”模块。其中在人机交互阶段，指挥官借助草案提出问题和发布命令；“闪电战”模块则通过搜集到的各种数据，对数据进行处理和定位，并模拟作战；“水晶球”模块则根据实时的战场信息，对作战计划进行临时调整，“闪电战”和“水晶球”模块共同为指挥官提供备选方案，便于其做出决策。^① 该项目坚持运作了七年，在2014年验收时，仅保留了“指挥官助理”模块，“闪电战”和“水晶球”模块被放弃。

“深绿”的研发过程说明了辅助指挥系统这一设想与现实之间存在的差距。首先，它没有处理好可分析与可用性之间的矛盾。战场的态势与下棋的态势完全不同，很难量化。战争中可量化的因素局限于战术层面，这对决策的影响不大，因为指挥官在决策中急需战略层面的信息，而这些信息“深绿”无法提供。目前，大数据和深度学习算法共同提高了机器的感知智能，并使机器开始具备一定的认知智能，提升了机器辅助决策和辅助认知的能力，机器智能不再是完全依靠某种理论模式模拟战争，而是借助已有的战争数据进行自我训练和学习，提升了对复杂系统的认知和预测能力。这意味着不久的将来世界上将会出现升级版的“深绿”。其次，人机接口是否顺畅也是值得关注的问题，例如，机器能否领会人通过语音表达出来的意图，人对战争态势的理解如何借助各种符号转化为机器语言。“深绿”没有解决人机交互的难题。^② 当前，机器智能借助大数据进行自我学习和训练，大大提升了自然语言处理、语音识别、图像识别的效率，这些为人与机器的交流增加了更多接口，人机互动更加方便和准确。再次，在提升效能的同时，未来的人机关

^① 关于“深绿”计划的缘起、构成和核心技术的分析，参见金欣：《“深绿”及AlphaGo对指挥与控制智能化的启示》，《指挥与控制学报》2016年第3期；胡晓峰、荣明：《作战决策辅助向何处去——“深绿”计划的启示与思考》，《指挥与控制学报》2016年第1期；胡晓峰、郭圣明、贺筱媛：《指挥信息系统的智能化挑战——“深绿”计划及AlphaGo带来的启示与思考》，《指挥信息系统与技术》2016年第3期。

^② 胡晓峰、荣明：《作战决策辅助向何处去——“深绿”计划的启示和思考》，第24页。

系仍充满变数。人工智能不同于传统的机器，它是一种智能机器，当它从一种理念逐渐变成现实，机器开始具备认知智能时，人机关系将变得更加复杂。当两者在资源分配、制度架构和理念上存在分歧时，人的自主性、人与机器的边界、人与机器的互动方式将会成为问题。

机器在感知智能和认知智能上的技术短板直接导致“深绿”的失败，而武装无人机的成功是技术进步与时代发展交互作用的结果。无人机虽然已经有近百年的历史，但它真正在战场上占据主导地位的时间并不长。在越南战争期间，为了降低有人侦察机飞行员被俘虏的危险，美国研发了无人侦察机。冷战结束后，随着网络中心战的兴起，无人机的功能从情报搜集、侦察监视升级为重要的通信枢纽，并在“9·11”事件后的反恐战争中转变为察打一体机，^①用于执行“定点清除”任务。借助美国发动反恐战争的机遇，并依托网络中心战，无人机的地位迅速提高。察打一体机几乎覆盖了军事指挥决策的整个流程，从观察和情报搜集到定位再到决策和行动，发现即打击，缩短了作战流程。无人机可以做到长时间搜集情报、监控和精确打击，减少关联性伤害。在无人机实施军事行动的各个环节，智能技术都在发挥作用。在情报搜集和监视环节，无人机装载了广域监控技术系统（又名“戈尔戈凝视”，Gorgon Stare），借助该系统它可以进行广域覆盖，标记目标，并自动识别和追踪；在决策阶段，发现嫌疑目标后，无人机可以通过地面控制站与美国国土安全部、中央情报局等重要的数据库连接，对数据进行筛选和比对，确定清除目标，指挥官确认目标后，借助制导武器定点清除目标，袭击完成后，再对战场进行评估。

在整个作战流程中，从目标识别、目标追踪、飞行导航，算法无处不在。无人机尝试消除的是“危险”和“劳累”的影响，用技术手段降低关联性伤害，从这个角度讲，人工智能让战争更加人道。^②但这种有效性只是停留在

^① 无人机是一个庞大的家族，这里主要选取中高远程察打一体机作为分析对象，原因是其功能多样，具有代表性。

^② 奥巴马政府的新闻发言人詹姆斯·卡尼（James Carney）认为无人机攻击是“合法的、符合伦理的、聪明的，操作员可以采取致命性行动而无任何生命危险”，参见Mary Bruce, “Drone Strikes on US Terror Suspects ‘Legal,’ ‘Ethical,’ ‘Wise,’ White House Says,” ABC News, February 5, 2013.

战斗或战术意义上，当扩展到整个战场或战略层面，无人机的“迷雾”效应就出现了。当前无人机主要用于不对称战争，在这种战争中没有清晰的起点和终点，始终处于紧急状态。在这种状态下，战争与和平的边界是模糊的，因为无人机可以让民众置身事外。在大国竞争重新成为主流的今天，包括无人机在内的无人系统成为大国博弈的重点。未来，有人平台与无人平台的协调，固定的封闭式的系统向模块化、开放式系统的转变，中心点的网络向分散式网络的转变，都需要提高网络的抗干扰能力。^① 其中，人机关系的协调和调整是根本问题。同时，随着技术的进步，在察打一体机之外，蜂群式无人机的出现使无人机的自主性又得到了提高，但是能否实现无人机与有人机的协同，由人来决策还是让机器自主决定，这些都是“弱人工智能”时代亟待解决的问题。

“深绿”指挥控制系统是辅助人决策，而无人机只是机上不搭载人，但仍需要人的遥控指挥。这些智能技术将人从信息的洪流中拯救出来、从危险和恐惧中解放出来，让人可以自由做出决策。但是，没有危险和恐惧，英雄和天才如何才能产生？军事天才在智能技术环绕的比特世界中能够成长起来吗？这时，克劳塞维茨关于“迷雾”与天才的论述又具有了某种意义。这些问题的背后又指向了更深层的“迷雾”——人机关系难题，它就像平台中心战的沟通不畅，网络中心战的信息过载一样，将成为智能化战争演化过程中最大的问题。

结 论

2000 年，已退役四年的美国海军四星上将威廉·欧文斯出版了《拨开战争的迷雾》一书。他认为军事革命挑战了“迷雾”这一战争法则，以及与“迷雾”相关的战略战术、作战理念和信条，进而挑战了我们应该如何组织军事的传统思维。^② 欧文斯代表了信息时代技术乐观派的观点，他们相信技

^① 巩轶男、刘长林、罗阳：《2016 年空中无人自主系统发展综述》，《自主系统与人工智能领域科技发展报告》，国防工业出版社 2017 年版，第 16 页。

^② William Owens, and Edward Offley: *Lifting the Fog of War*, New York: John Hopkins

术会消除战争“迷雾”或不确定性。显然，从今天来看，他们过于乐观了。

在今天的人工智能与战争的讨论中，人们将人工智能称为颠覆性技术。但是，要理解技术与战争形态的演化，需要走出这种本质化的技术论述，讨论实践中的技术。危险、劳累、情报不足和摩擦是现实战争中造成“迷雾”的四因素，其具体形态会依据外部条件的变化而变化。驱散“迷雾”是技术演化的动力，而技术也同时推动了“迷雾”的演化并丰富了人们对它的认知。

网络中心战是为解决平台中心战的情报不足和沟通不足的问题，借助信息化将作战平台网络化，提升了平台间的协作和同步性，也改变了人们对信息优势、协同、同步等问题的认知。网络中心战在从理念变为现实的过程中遇到了转型期的“迷雾”，即旧制度与新技术的矛盾，同时，传感器网络的扩大也带来了信息过载的难题。新的算法、大数据和新的智能设备，共同提高了数据的处理和应用能力，缓解了信息过载的问题，并降低了战场上“危险”和“劳累”的影响。在提高效率的同时，机器的地位在提升，人机边界如何划定，如何推进人机协同发展，成为新的难题。未来很长一段时间内，人机关系仍然是学术界讨论的焦点和需要攻克的难题。要解决这个问题，仅靠技术是不够的，还需要人文社会科学研究者的参与。正是在这个意义上，技术不会驱散“迷雾”，“迷雾”也不会消失，但它会演变。把握战争“迷雾”的演变规律，理解技术与“迷雾”的互动，会让人们对正在发生的变革持理性和审慎的态度，从而追寻和创造更好的未来。

[收稿日期: 2018-06-06]

[修回日期: 2018-06-12]

[责任编辑: 石晨霞]