



无人化智能化装备技术发展及其影响分析

■ 文 / 谢苏明

无人化智能化装备技术是指随着自主控制和人工智能技术的大量运用,赋予作战体系具备一定程度的智能化指挥决策和自主化行动能力,从而产生能够自主和协同完成进攻与防御作战任务的装备技术,它正在成为世界主要国家今后一个时期军事技术的发展趋向与重点。

无人化智能化装备技术发展的动因

第四次工业革命是其发展的初始动因

当今世界正处于新一轮科技革命与产业变革的前夜,以无人技术、人工智能技术、空间技术、互联网技术、低可探测技术、纳米技术和环境物理技术的突破为代表,集中产生了具有颠覆性作用的武器装备和作战手段。其中,

无人化智能化装备技术呈现出井喷式发展势头,已成为当今世界最具代表性的军事技术革命,将推动战争进入信息化、网络化、无人化的高级阶段。

新军事变革浪潮起着推波助澜的作用

发轫于 20 世纪 90 年代的新军事变革,经历了几次局部战争的验证,当前正在催生作战手段和力量向无人化智能化聚焦,并且逐渐形成全新的作战方法和制胜机理。

首先是战场感知的泛在化,广谱传感技术与物联网技术,将外太空、临空、空中、陆地、海上、深海构成一体化战场感知体系。

其次是武器装备的自主化,武器层级的无人化装备占比日益增大,不断改变作战力量的组成结构。

第三是指挥决策的智能化,人工智能技术的深度运用将实现由经验决

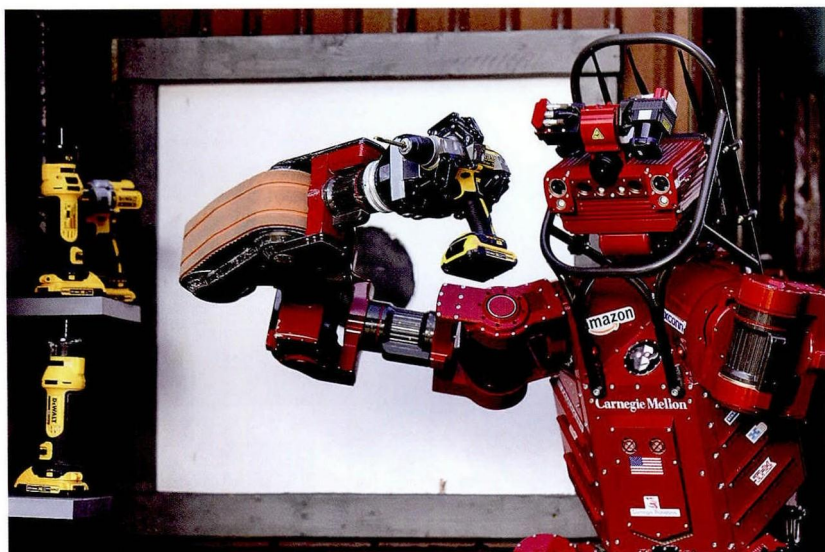
策向智能决策转变。

第四是作战运用的集群化,将在单元层级形成自主化的作战集群与编队,人机协同作战和自主对抗的“智能化战争”成为可能。

最后是作战体系的云态化,各类作战人员、装备、设施、环境要素在云态化的战场态势支撑下,形成巨型复杂自适应对抗体系,“云聚”融合“网聚”成为新的作战力量凝聚机理。

大国间军事技术竞争成为重要推手

美国认为,近年来潜在对手正在以惊人的速度和力度发展海军和空军,大幅提升跨域和全球军事行动的能力,并正在研发一系列空间攻防技术手段,积极谋求太空优势。美国在“第二次抵消战略”中重点发展的 C⁴IKSR 系统、隐身武器、导航定位系统、精确制导武器等核心技术装备所带来的军事优势,



美国高度重视自主深度学习与类脑计算研究，并不断探索其在无人化智能化装备技术领域的广泛运用

正在被对手的“反拒止”手段（如反舰和反卫星武器、远程打击武器）所抵消，以往可以自由进入的陆地、天空、海洋和网络空间正在面临着新的巨大的挑战，因此，必须通过实施“第三次抵消战略”来谋求新的军事技术优势。

无人化智能化装备技术的发展重点

自主深度学习与类脑计算技术

自主深度学习作为一类脑计算模型，是机器学习研究的新领域，其核心是模仿人脑机制，建立模拟人脑分析学习的人工神经网络，解释图像、声音和文本等数据，实现大数据内在特征的分布式表示，以及从数据到知识的归纳学习。美国高度重视自主深度学习与类脑计算研究，并不断探索其在无人化智能化装备技术领域的广泛运用。目前，美国国防高级研究计划局（DARPA）启动了数十项旨在增进对大

脑动态机制的了解、推进类脑计算平台研究的项目。其中，“神经系统知识表达”（SyNAPSE）项目重点研究大脑如何表达理性知识，为分析图像、视频、文本和其他情报数据提供帮助。被称为“仿脑”的这类技术最终有望用于开发“会思考”的信息系统。2015年8月，IBM公司发布一款用于深度学习与类脑计算的低功耗神经形态芯片“真北”，实现智能层次的超级脑。

在深度学习领域取得重大突破的标志就是AlphaGo，其实验结果表明，借助深度学习技术，机器人可以表现出与人类直觉类似的形象思维与逻辑思维能力，未来诞生具有自主行为和决策能力的智能机器只是时间问题，AlphaGo的技术模式将对战争设计、任务规划、指挥决策产生重大影响。

可以预见，自主深度学习与类脑计算技术可能极大提高C⁴ISR系统的数据处理速度和准确性，实现武器装备逼近甚至超越人类智能的强人工智能，在军事领域有着巨大的应用前景。

自主控制和协同控制技术

它可提高无人系统的自适应性，可使系统在不需要人干预的条件下自动感知、判断、决策、协同、行动，以最优的方式对快速变化的战场情况做出实时、灵活和准确的反应，实现智能化武器平台的群队作战。

2014年11月，美国国防部长签发的“技术革新备忘录”将机器人和自主系统排在了第一位，认为以自主性技术为代表的新兴技术群可以在未来20年内保持美国对中国和俄罗斯的军事优势。DARPA在自主性研发方面进行了长期的技术储备，“小精灵”和战略能力办公室的微型无人机集群项目，均已开展了原型测试。美国空军研究实验室2015年开启了“忠诚僚机”项目，计划于2018年展开F-16武装无人机与F-35战斗机配对测试，以实现有人/无人无缝配合和协同作战。虽然目前无人系统的自主性能还处于比较低级的水平，但随着技术水平的发展提高，不同种类无人系统之间的混合编组与协



“洞悉”项目旨在构建集成多传感器资源管理、数据实时分析与人机交互的全球综合性情报监视侦察系统，形成统一的战场态势图

同对抗将成为可能。

脑机接口和控制技术

通过采集大脑皮层神经系统活动产生的脑电信号，将其转化为可以被计算机识别的控制指令，使得外部设备可以读懂大脑神经信号，实现基于意念的武器装备智能操控。核心技术包括大脑神经生物信号采集、处理以及人机高效协同技术等。目前，该技术已从简单的运动信息解析逐步发展到包含感知与认知的复杂任务控制。

2013年，美国国防部披露了“阿凡达”项目，研究通过意念远程操控“机器战士”，代替士兵在战场上遂行各种作战任务。DARPA近年来也启动了数十项旨在提高对大脑动态机制的理解并推进脑机接口技术应用的项目，包括可靠神经接口技术项目、革命性假肢、恢复编码存储器集成神经装置、重组和加速伤势恢复、模拟大脑的复杂信号处理和数据分析项目等。直接利用“大脑思维”操控以及增强人类行动能力等相关研究，将成为武器装备智能化

发展方向。

大数据技术

主要是指处理海量复杂数据集的新型计算架构和智能算法等新技术，包括大数据存储管理的云计算平台、大数据分析处理的机器学习算法以及用于大数据决策的知识工程自动化等。自1997年美国国家航空航天局（NASA）首次提出大数据概念以来，美军高度重视大数据技术在军事应用的研究，投资20亿美元成立了大数据中心，用于存储各类情报数据，并利用大数据技术每天对各类数据进行过滤、筛选、处理、分析和融合，快速提取有价值信息，向美国政府和国防部提供各类情报产品。

2012年美国启动《大数据研究发展倡议》，美国国防部上马了一系列大数据研发项目：

“洞悉”项目旨在构建集成多传感器资源管理、数据实时分析与人机交互的全球综合性情报监视侦察系统，形成统一的战场态势图。

“视频与图像检索分析工具”（VIRAT）项目能快速检索海量视频数据，发出预警信息。

美军针对大数据发展趋势制定了明确的研发目标：将信息提取能力提高100倍，增强作战所需的情报获取以及对目标、活动和事件的观察能力，建立能够独立完成操控并做出决策的自动化系统。大数据技术的发展将强化面向联合作战需求的信息采集、分析与服务，为战场联合态势感知提供全面的决策支持，实现从“数据优势”、“信息优势”到“决策优势”的飞越。

云计算技术

作为大数据技术的基础架构，本质上是一种基于网络的分布式存储与计算模式，其计算资源（包括计算能力、存储能力、交互能力等）虚拟、动态、可伸缩，应用于军事领域可为计算密集型大数据提供IT架构支撑。自2006年谷歌公司首次正式提出云计算概念以来，各国纷纷制订了云计算发展的国家计划。美国政府2011年发布《联邦云计算战略》，国防部于2012年7月首次发布《美军云计算战略》，旨在建设迅捷、安全、高效的企业云计算服务环境，以快速响应不断变化的任务需求，其最终目标是建立符合美军IT目标的企业云环境（联合信息环境），将云计算作为最具创新性、高效和安全的IT服务交付方式。目前，云计算已经催生出MapReduce、Hadoop、Spark等一系列新型计算平台与计算架构。美军全球监视与打击网络的底层基础技术架构主要是大数据和云计算，并在此基础上提出“云作战”和“作战云”的作战理念，实现信息跨域融合、体系



为加速实现无人系统全自主控制，美国防部设立了“自主研究试点计划”，重点发展机器感知与推理、自然语言交互与合作、人与自主装备编队等技术

精准释能的一种全新作战样式，支持美军在任意地点、任意时间利用授权设备履行使命。

无人化智能化装备技术的发展变化

加速实现战场感知立体化布局

海湾战争以来，美军已经初步建立起太空、空中、地面、水下、网电一体化的战场感知体系，能够通过融合多源情报，绘制战场“通用作战图”，形成对多维战场空间的态势感知能力。当前美军正在发展新的感知平台和手段：

一是高空持续侦察监视平台。采用液氢动力推进装置的“鬼眼”无人机已实现首飞，该无人机可携带 200 千克载荷，在近 2 万米高空持续飞行 4 天。

二是海上广域侦察监视平台。美国海军采购的 MQ-4C“海神”无人侦察机侦察范围可达 700 万平方千米，显著提升美国海军的广域海上监视能力。

三是能够穿透云层的高性能视频监视手段。DARPA 正在研制“视频合

成孔径雷达”，能够穿透云层和尘埃捕捉地面机动目标，提供高分辨率、全动态视频，可装备于多种空中平台。

四是水下信息环境持续监测平台。美在前沿海域及沿岸地区构建了信息环境持续监测网络，为联合部队提供水下战场空间态势，在对抗环境中确保联合部队指控通道顺畅。

加速实现无人平台自主化进程

美国战略与预算评估中心的《迈向抵消新战略》报告指出，自主程度日益提高的无人系统，由于其具备任务航时长、生命周期成本低以及机组人员零伤亡等优势，将构成全球监视与打击网络的核心。

进入 21 世纪以来，美国防部已经发布了七版无人系统路线图，对自主性技术的发展趋势、方向和途径做了明确阐述。其中，《2013—2038 财年无人系统综合路线图》明确在 2038 年前达到全实时计划、团队内协作、自主态势感知和建设的建设目标。为加速实现无人系统全自主控制，美国防部设立了“自主研究试点计划”，重点发展机器

感知与推理、自然语言交互与合作、人与自主装备编队等技术，实现了无人装备自主工作所需的多种基本功能，可望将无人系统自主化进程提前 5~10 年。美军无人平台自主化进程对构建全球监视与打击网络具有核心推动作用。

加速实现精导弹药智能化杀伤

近年来，美军为进一步加强精确制导弹药在复杂战场环境下的突防和打击能力，不断加大新型制导弹药智能化研发力度。

一是增强自主识别能力。美国在研的智能导弹采用“图像理解”人工智能技术，已能区分外形和尺寸相同的敌友军用卡车、地空和地地导弹等目标和假目标。

二是自主组网攻击。智能化弹药具有“自我思维”的能力，能组网形成全方位的打击优势，并自主调整跟踪和打击目标，寻找最易攻击的部位。

三是提升自主导航水平。利用芯片级高精度惯性导航技术及其他多模复合制导技术，实现不依赖 GPS 和后方远程网络的自主导航，能够感知对手

电子对抗干扰, 自主规划路径、改变弹道飞行轨迹, 实现导弹末端弹道机动, 自主寻的、自主攻击。

加速实现作战指挥智能化决策

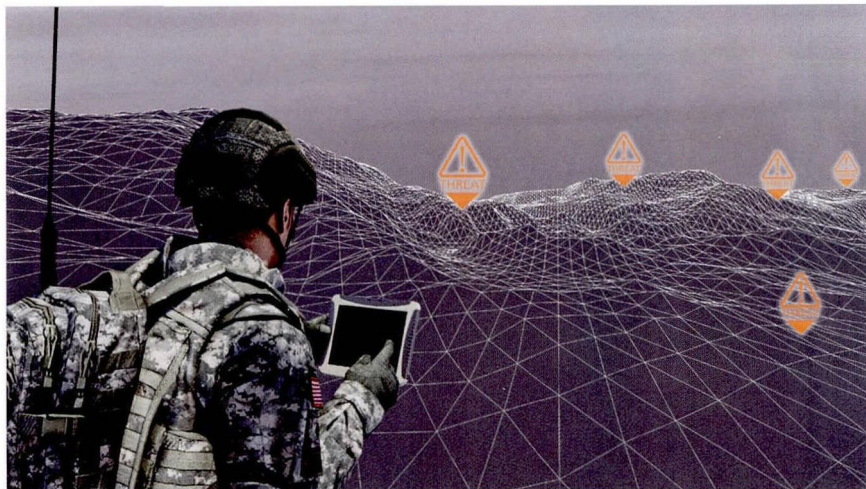
美军将大数据挖掘技术引入作战指挥决策支持系统, 利用基于知识发现的专家系统, 提高决策的效率和科学性。2015年, DARPA的“大机理”项目, 开发基于大数据的智能自动化计算技术, 包括信息提取和规范、智能推理引擎、知识综合运用等技术, 实现根据任务自动制定作战方案, 在任务层面快速、独立完成作战决策, 使得指挥官能够以最快的方式向作战单元甚至是单兵发出指令, 从而实现“任务式指挥”的目标。

无人化智能化装备技术发展的影响

将打破军种传统界限, 形成跨域跨界作战能力

军队现有组织形态都是由基于武器平台和作战空间的军种结构组成, 各军种均构建了各自的情报、侦察、指挥、通信、打击、保障等力量体系, 而这已不适应信息化条件下一体化联合作战需要。

近年来, 美军一直在寻求突破军种和军种跨界的能力。如, 美国空军发展高空长航时侦察与打击力量, 支撑全球到达、空海一体、空天一体作战; 海军发展舰载远程隐身无人作战力量, 支撑大型海上平台采取分布式投送实现由海向陆作战; 陆军发展中高空侦察与打击力量, 支撑全维作战。随着陆、海、



随着陆、海、空、天、网等多领域紧密相连的统一作战空间的形成, 以及无人化智能化作战体系的融合发展, 传统界限分明的军种体制已经发生动摇, 基于任务和作战区域的一体化联合部队呼之欲出

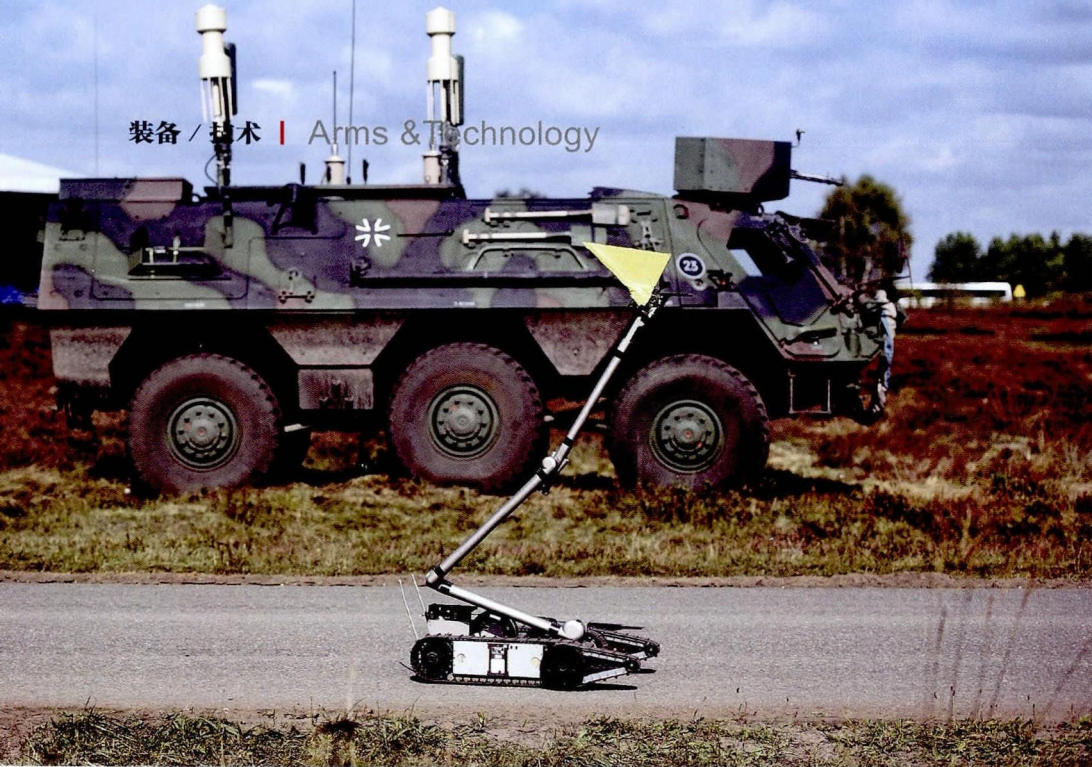
空、天、网等多领域紧密相连的统一作战空间的形成, 以及无人化智能化作战体系的融合发展, 传统界限分明的军种体制已经发生动摇, 基于任务和作战区域的一体化联合部队呼之欲出, 将催生新型作战力量, 促进军队组织形态重构。

近年来, 无人化智能化装备技术越来越多的出现于战场, 运用于各个作战空间和作战领域, 无人化作战、网电作战、空间对抗、全球监视与打击和一体化弹道导弹防御等新型力量体系均带有智能化作战力量的显著特征。目前, 美军成军的无人作战力量已达上万架无人机和大量战场机器人, 已组建133支网络战分队, 太空作战、心理战、定向能作战等新型力量在组织形态构成中的比重日益上升, 促使现有作战力量装备结构和作战编成产生深刻变化。

将深化模块化力量建设, 实现作战力量定制生成

根据作战任务和功能需求, 定制无人化智能化作战单元, 生成精干高效的模块化作战部队, 将成为下一代战争组织形态的重要特征。美军在20世纪90年代就开始试验模块化部队, 有效提升了模块化旅灵活编组和独立战斗能力。目前, 美军正在探索构建战场态势感知、航空火力支援、网络通信中继、兵力机动增强、持续后装保障等无人化智能化作战单元。战时, 可根据完成任务需要, 为联合部队灵活定制相应的力量模块, 向战场快速输送和部署作战力量。这说明军种模块已不仅是作战单元的简单集合, 而是将不同武器平台的有机集成, 按此方向发展, 联合任务部队形成合成化、多能化战斗能力已指日可待; 将促进体制编制扁平化, 提升作战指挥和行动效率。

现行军队组织形态基本采用宝塔式的树状结构, 指挥体系层级多、作战行动链路长, 越来越难以适应威胁背景复杂、指挥对象多元、行动协同高效的要求。大数据和云计算技术的



无人智能化装备技术的发展运用，丰富了战争制胜的理论内涵，将人类对战争制胜机理的认识推向了新的高度

发展，使指挥体制扁平化、作战决策智能化和作战行动自主化成为可能。在作战云体系支撑下，各类力量单元形成网络矩阵运行机制，获得一致的作战态势图，实现数据资源共享、指令同步传输、武器平台互联互通互操作，有效提高作战力量群的决策、指挥、协同效能。

无人智能化装备技术将改变战争形态

战争主体由有人力量为主向有人/无人力量混合发展

随着无人作战力量逐步走向战场，将不断产生有人系统为主、无人系统协同，无人系统为主、有人系统协同和无人系统独立编组等结构形式。在可以预见的未来，人类将在战争中由前台逐渐退居后台，形成由人类设计战争、控制战争，而由无人作战力量执行战斗任务、在战场上冲锋陷阵的局面。目前，美军正在谋求“不派自己的士兵去打任何一场‘公平’的战争”，以不“伤”不“亡”

的结局而实现战争目的；制胜机理由多维体系对抗向全域智能博弈发展。

无人智能化装备技术的发展运用，丰富了战争制胜的理论内涵，将人类对战争制胜机理的认识推向了新的高度。未来战争体系对抗将在战场全域展开，在战争的所有基本面进行博弈，要求战争的决策指挥者能够准确判断复杂形势，洞悉对手思维取向，先于对手、高于对手做出决定，实现决策博弈制胜。利用和控制传媒、网络等信息载体，主导舆情信息传播，达成信息对抗制胜。加强对主要对手科技创新潜能预测研究，根据战场新情况，快速创新作战体系，实现科技对抗制胜。动员国家作战资源储备和工业生产能力，形成力量对比优势，达成潜能动员制胜。

作战时空由传统交战空间向新边疆极限区域拓展

无人智能化装备技术能弥补有人作战系统的不足，而无需考虑人的生理极限因素，实现长时间、高速度、高强度、全空间执行各种作战和勤务保

障任务。在时域上能持久高效，从以小时计算，到以天、月，甚至以年为单位；在空间域上，活动范围能覆盖从太空、深海、高原、极地到核生化污染等新边疆极限区域。

作战样式由精确火力毁伤向新型混合战争发展

无人智能化装备技术则可有效支撑新型作战力量的前沿战、太空战、精确战、瘫痪战、集群战、网络战等新型混合战争样式。即，以无人智能化装备力量的前沿部署，提高进攻作战的隐蔽突防效能，并在首战中发挥决定性作用；采用太空破袭、太空突击、太空封锁，夺取战场优势的制高点；通过无人智能化装备使未来作战目标更加精确聚焦；使用“云团”、“母舰”施放大量的“蜂群”实施无人化集群攻击；采取后门植入、病毒攻击、远程操作、定时启动的方式，在情报网、指挥网、政务网、交通网、能源网、金融网、互联网等网络空间夺取制网权和制信息权。CONMILIT