

“研究军事、研究战争、研究打仗”专论

群式作战，演绎无人战场新图景

——浅析无人机机群作战、集群作战和“蜂群”作战的异与同

■丁在永 杨晓玲 郝辉川

编者按

当前，无人机群式作战已从概念研究进入到战场实践，标志着无人机新型作战方式的发展日趋成熟。无人机群式作战通常表现为无人机机群作战、无人机集群作战和无人机“蜂群”作战等。由于国内外并没有关于三者成体系的权威概念描述，极易造成概念混淆，不利于对无人机群式作战的深入研究。为此，有必要对三者概念予以辨析，以廓清认识，从而加深对无人机作战特点规律的理解把握。

正确界定无人机机群作战、集群作战和“蜂群”作战的内涵属性

无论是无人机机群作战、无人机集群作战，还是无人机“蜂群”作战，突出的表现是它们的“群”特征。“群”是指由三个以上个体组成，为共同目标、实施共同活动的个体集合，这是三者之间的共同点。对无人机机群作战、无人机集群作战和无人机“蜂群”作战的认知，核心是要弄清机群、集群和“蜂群”的概念区别。

无人机机群作战的本质属性是飞机集合。机群的基本释义是指编队飞行的飞机。军事上，通常将机群定义为由遂行同一任务、受统一指挥并保持目视联系或战术联系的若干个空中编队、单机组成的空中集群。国外机群（fleet）与舰队、车队属于同一词汇，解释为“共同执行某一任务，有统一指挥的多个舰艇、飞机、车辆等运动物体的集合”。综合国内外机群定义的描述，无人机机群可以这样界定：为共同执行某一任务、受统一指挥的多架无人机组成的集合体。相应的，无人机机群作战可以这样描述：是指基于一定数量规模的无人机编成群组，共同执行同一作战任务，按照统一组织指挥实施管理，实现某种特定目的的作战活动。

无人机集群作战的本质属性是网络互联。集群与集群技术形影相随。集群这一概念最初出现是应用于无线电通信系统，后来广泛用于计算机领域。集群是指由一组相互独立的、通过高速网络互联的计算机构成的群组，以单一系统的模式加以管理。无人机组成集群，要求无人机必须具备机载计算机、网络通信等设备，可以实现群体内个体之间的网络信息互联互通，这是无人机集群的前提和基础。因此，无人机集群是指为共同执行某一任务、受统一指挥的多架无人机，通过网络互联构成群组，采取单一系统模式管理，实现某种特定效果的集合体。故而，无人机集

群作战可以这样描述：是指基于互联互通的无人机编成群组，依托信息网络形成集中统一整体，实现某种特定效果的协同作战活动。

无人机“蜂群”作战的本质属性是生物模拟。蜂群的基本释义是指蜜蜂的一个群体。外军将“蜂群”定义为：在“回路之上或之中”只有一个操作员情况下，一组自主化、网络化小型无人机系统协同作战，以实现统一的作战目标。无人机“蜂群”技术的原理是无人机集群的智能化，即众多低智能的无人机个体通过相互之间的简单协作，表现出来的集体智能行为。1989年，加利福尼亚大学本尼教授在人工智能的研究中，首次提出“集群智能”概念，即指自然界的生物群体（如蚁群、鸟群、蜂群、鱼群等），通过无中心的局部交互、反应式规则和行为，涌现复杂的群体自组织能力。综合国内外关于无人机“蜂群”的有关资料，可知无人机“蜂群”是无人机集群的高级表现形式，除了具备模拟生物集群行为外，还十分强调个体简单性、联系有限性、控制分散性、群体智能性等特征。因此，无人机“蜂群”是指为共同执行某一任务、受统一指挥的多架无人机，通过网络互联构成群组，群组内个体模拟生物集群行为，通过无中心的局部交互、反应式规则和行为，涌现复杂的群体自组织能力，从而实现高度智能自主的集合体。根据对无人机“蜂群”的认识，可以将无人机“蜂群”作战概括为：是指基于一定智能化的无人机编成群组，通过生物仿真计算模拟生物集群行为，按照去中心化方式实施管理，实现高度智能自主的协同作战活动。

准确认识无人机机群作战、集群作战和“蜂群”作战的基本特征

不难看出，无人机机群作战、无人机集群作战和无人机“蜂群”作战是一个从大到小的关系，是一个包含与被包含的关系。但是，深入分析其基本内涵

会发现，它们是一个从低级到高级，从粗放到精准，从机械化到信息化再到智能化的发展过程，各自具有不同的特征。

无人机机群作战具有“叠加效应”特征。无人机机群作战反映了机械化战争的战斗力生成模式。机械化战争主要通过扩大数量规模、提升杀伤效能等方式来提升战斗力。无人机机群作战的基本特征，一是强调数量规模。无人机机群作战至少是三甲以上的无人机编成作战编组。二是强调任务性质。无人机机群作战必须是共同执行某一作战任务。三是强调指控方式。无人机机群作战必须是接受统一指挥控制。其中，强调无人机的数量规模是无人机机群作战的典型特征。

无人机集群作战具有“聚合效应”特征。无人机集群作战表现出信息化战争的战斗力生成模式。信息化战争主要通过信息赋能、网络聚合、体系增能等方式来提升战斗力。无人机集群作战的基本特征：一是强调网络互通能力。无人机集群作战内部个体必须具备网络信息互联互通能力。二是强调协同作战能力。无人机集群作战内部个体必须具备为达成某一作战目的相互配合的共同作战能力。三是强调体系作战能力。无人机集群作战按照一个整体实施指挥控制，内部个体必须具备通过构建体系实现作战效果的能力。

无人机“蜂群”作战具有“质变效应”特征。无人机“蜂群”作战代表着智能化战争的战斗力生成模式。智能化战争主要通过自主智能、改变认知等方式来提升战斗力。无人机“蜂群”作战的基本特征：一是突出设计的相对简单性。无人机“蜂群”作战内部个体可以相对简单，并不需要十分复杂的结构和功能设计。二是突出去中心化管理。无人机“蜂群”作战内部个体是相对分散的，具备相互联系的有限性，没有控制中心，不会因单个个体或少数几个个体出现不确定的状况而影响全局。三是突出自主智能性。尽管无人机“蜂群”作战内部个体具备设计简单性、控制分散性、联系有限性，但是无人机“蜂群”作战却表现出高度的群体自主智能作战能力。

灵活把握无人机机群作战、集群作战和“蜂群”作战的具体运用

通过对无人机机群作战、无人机

集群作战和无人机“蜂群”作战内涵属性和基本特征的分析研究，可以看出，无人机机群作战、无人机集群作战和无人机“蜂群”作战的具体运用突出不同的作战属性，在使用上各有所侧重。

无人机机群作战突出“量”，使用上向“火力叠加”发展。无人机机群和有无人机机群一样，突出的是数量规模，数量规模少的谓之编队，数量规模多的谓之机群。在作战使用上，注重通过增加数量规模形成火力叠加效应来达成作战目的。无人机机群作战的优势是构建群组相对简单，利于集中管理，执行简单任务效率高；劣势是任务协同效率低，执行分布式作战任务能力不强，群组可扩展性不强，战场自适应能力弱。无人机机群作战通常执行集火打击之类的作战任务。

无人机集群作战突出“统”，使用上向“能量聚合”转变。无人机集群基础是“联”，关键是“统”，通过信息网络形成集中统一整体。在作战使用上，注重通过目的明确、目标精准、基于效果的能量聚合作战运用，进一步提高作战效能。无人机集群作战优势是任务协同效率高，作战灵活性较强，执行分布式作战任务能力较强，群组可扩展性较强；劣势是无人机电信化程度要求高，机体设计复杂，抗电子干扰能力弱。无人机集群作战通常执行基于作战效果之类的作战任务。

无人机“蜂群”作战突出“智”，使用上向“颠覆传统”改变。无人机“蜂群”本质是通过方法的改变，达到群体的“高度智能”特性。在作战使用上，注重通过自适应、自组网、自协同、自决策等自主作战能力运用，颠覆传统作战模式。无人机“蜂群”作战优势是任务协同效率高，作战灵活性强，执行分布式作战任务能力很强，群组可扩展性很强，战场自适应能力很强；劣势是要求无人机数量多，对生物仿真技术研究要求高，受后台指挥控制影响大。无人机“蜂群”作战通常执行非对称的抵消作战任务。

无人机群式作战是一种新颖而实用的作战模式，具有极大的作战潜力和应用前景，特别是对无人机“蜂群”作战这种有可能颠覆传统的作战模式应该引起高度重视。正确认知无人机机群作战、无人机集群作战和无人机“蜂群”作战，是加快无人机机群作战机械化信息化智能化融合发展的重要基础和必要前提。实战中，既应重视无人机机群作战、无人机集群作战的应用研究，也要超前开展无人机“蜂群”技术和作战运用研究，只有未雨绸缪，才能把握好主动权。

群策集

●大数据时代，信息冗余是常态，只有做好大数据的“减法”，指挥员才能在庞杂的战场信息中，快速准确地把有用的关键信息筛选出来

众所周知，大数据能够满足战争对信息全面性、精确性和有效性的要求，驱散因信息匮乏产生的“战场迷雾”，辅助指挥员实施科学决策。所以，通常我们强调做好大数据的“加法”，因为数据量越大、越丰富，关联度就越高，越容易找出制胜的办法，使指挥决策变得更加高效、准确。

但同时，大数据也带来战场信息量的急剧攀升。据资料介绍，外军一次小型战术作战行动，陆基、空基、天基等侦察情报系统，全天候运转一天会产生数万GB的数据。随着战争中信息爆炸式地增长，并在时间和空间上广域分布，决定了在特定的时间和地点，应该把主要精力放在获得关键信息上。因此，越是大数据时代，越要学会做好大数据的“减法”，帮助指挥员在海量、混杂的战场信息中，把握重点、判断主次，通过多方搜集、深度挖掘、比对分析、综合研判，把隐藏的、真正有用的关键信息筛选出来。正如外军一位专家所说：在战争中，一个指挥官最重要的作用是从他所得到的情报中把百分之五的重要情况与百分之九十五的非重要情况区别开来。

大数据时代，信息的海量处理和精准使用的矛盾日益突出，极大地增加了指挥员掌握与运用信息的难度，需要改变以往粗放式的信息使用方式，充分运用先进技术手段，在面对“乱花渐欲迷人眼”的信息丛林时，提炼出指挥员最关切、具有决定性作用且数量规模适度的核心信息，有效减掉冗余信息量，增加内容含金量，为指挥员科学筹划作战和实施指挥控制提供精准、高效的保障。

明确关键信息内容范畴。指挥员围绕定下决心、实现决心这条主线，盯住作战关节，把握主要矛盾，重点关注敌作战企图、行动征候、作战体系关键脆弱点和支撑点，以及对敌威胁最大的关键武器、精锐力量和行动部署；重点关注己方所属部队、友邻和支援保障力量的作战能力，主要作战区域控制状态和预期作战效果；重点关注主战兵力兵器使用的自然环境条件，以及影响目标选择和手段运用的社会环境状况。

发挥关键信息功能作用。关键信息是实施科学指挥决策的前提。指挥员的关键信息需求将直接影响作战决策和军事行动的顺利实施。通过建立信息优先等级，明确信息获取重点，使指挥机构的注意力始终集中在高价值信息上，从海量、多元、异构情报信息中快速挖掘支撑作战决策的关键信息，识别意图、发现征候、研判趋势，匹配最佳行动策略，可以帮助指挥员有效压缩“观察、调整、决策、行动”周期的时间成本。另外，以关键信息需求调整指挥网络系统，优化信息流程，调节信息流向，推动态势融合，可以提高运用指挥信息系统进行作业的效率。

加强关键信息作战运用。指挥员关

●聚焦指挥员关键信息需求

做好大数据的『减法』

■夏勇

键信息需求通常围绕指挥员核心关切，针对隐藏的、模糊的、难以把握的、影响作战决策的情况提出。指挥员应深入分析各阶段、各时节对全局具有决定意义的环节和行动，通过指令方式定向发布给相关指挥要素和任务部队，对信息需求的类别、优先等级、内容要点、时限要求等予以明确。作战筹划阶段，一般在作战构想中提出，为指挥员定下决心提供支撑；作战实施阶段，随着作战阶段转换、指挥环节更替和战场环境变化，根据实际情况对需求增加、删减和更新，滚动修改完善。

创新关键信息管理方法。把确定指挥员关键信息需求纳入作战指挥基本流程，作为作战方案计划的基本内容，在联合作战方案计划中提出总体要求，在侦察计划、火力计划等分支计划和协同计划、保障计划中明确具体任务。演训实践活动中，将指挥员关键信息需求作为指挥训练的重要内容，逐步规范流程步骤，探索组织运用的方法模式。

推动军事职业教育走深走实

■成曦

挑灯看剑

军事职业教育是“三位一体”新型军事人才培养体系的重要组成部分，相较于军队院校教育和部队训练实践，它能在更大空间、更高层次、更广领域实现军地人才培养的良性互动。当前，推动军事职业教育发展，应强化融合共享理念，推动军事职业教育的多样化实施、个性化学习、智能化服务和精细化管理。

提升思想认识。要深刻领会军事职业教育的功能定位基础，尤其在实际工作中贯彻好军事职业教育“岗位主导、融合开放”的内在要求，切实抓实抓好人员融合共享的思维先导，把提升军事职业教育教学人员的积极性摆在突出位置。要深刻认识信息化条件下战斗力建设更加强调资源间的转化，坚决破除故步自封观念。应站在国家教育事业全局的高度思考和推动军事职业教育工作，积极引导才借智，让融合共享推动军事职业教育发展成为行动自觉。

加强顶层设计。首先，发挥军队人才培养主管机构的重要作用。落实军委管总要求，发挥军种主建作用，强化院校主体功能，明晰各级在军事职业教育中的职能和责任权限，参照国家职业教育体系完善军事职业教育工作运行体系。其次，建立服务军事职业教育的联合机构。成立军事职业教育权威组织领航机

构，实现对军事职业教育工作一体化领导指挥，加快军事职业教育的专业布局 and 结构。再次，将军事职业教育纳入国家职业教育规划。中央国家机关在制订国家职业教育规划时应将军事职业教育纳入国防教育一并统筹规划，包括军队职业生生涯教育、岗位需求与军队发展需求。

完善制度机制。按照“军队提出要求，政府专职机构负责协调，相关职能部门落实”的要求，实现统一领导和分工负责的有机结合，完善军事职业教育需求提报工作运行机制。建立健全军事职业教育终身学习学籍制度机制，完善军地平台学籍管理、学习考试、监察评估等管理制度，将自主参加的社会课程成绩作为军事职业教育学分。加强与普通高校、职业教育院校、开放大学合作，对接国家精品课程共享平台，整合院校和部队优质教育资源，拓宽军事职业教育学习途径。

军事职业教育是一项具有战略性的长远工作，急不得也慢不得，应该蹄疾步稳、压茬推进。未来战场上，战争胜负绝不仅仅取决于武器这个“定数”，更取决于人这个“变数”，想要抢占未来战争制高点，就必须打赢人才战争。通过融合共享理念加速构建军事职业教育体系，创建时时学、处处学、人人学、终身学的学习格局，塑造与我军地位作用相适应的军事人才职业能力，加快军事人员现代化的进程。

透视外军网络战隐秘性的变与不变

■魏松

观点争鸣

隐秘性是网络战的基本特征之一，与其他作战形式相比，网络战很难被发现，一旦被发现则意味着失败，攻守迅速转换。

近年来外军实践表明，随着网络态势感知、攻击溯源等技术的迅速发展，网络战保持隐秘性的难度在不断扩大。

武器秘密开发没有变。由于网络武器的敏感性，很多国家和机构不愿公开承认，这种隐秘属性增加了探测、了解其武器开发的难度。由于信息技术的多用途性，国外从事网络武器研发的群体众多，同时此类研发与民事科研活动难以区分，仅根据对手公开研究活动来研判武器发展情况非常困难。网络武器开发，实验甚至作战，同传统作战样式不同，不需要具有明显特征和易于检测的大型设施、设备，如飞机、舰艇、导弹发射架等，一般侦察技术手段如间谍卫星等对其基本无效，导致收集敌手网络战能力和意图的情报比较困难。目前，针对网络武器开发、使用，国际上

还没有详细具体的规则限制，因此秘密进行网络武器开发鲜有束缚。从近年来国际上一些网络战案例看，网络武器、攻击工具使用隐秘且难被探测。出于威慑目的，有些国家故意透露一些本国的网络战相关科研进展情况，但是绝不会暴露实际能力，更不会泄露高精尖网络武器装备，虚虚实实影响对手研判。

行动难以察觉没有变。从外军实践看，网络攻击者会利用各种技术手段渗透敌方网络，预置后门、木马长期潜伏，执行各种任务。他们通过窃取、购买、交换用户敏感信息如账号、密码等，以合法身份登录网络，进行各类合法操作，不易被发现，同时，数据也通过合法渠道传出，可以大概率规避数据防泄露检测，还避免了与防御者正面交锋。高级攻击者实施攻击，常常不按套路，采取任意手段组合，安排不同流程，跳过、添加或重复步骤，设计、使用非常复杂的攻击工具，绕过安全团队耗费多年精心打造的防御体系，长期隐蔽于网络内。为了规避或迷惑网络防御者，攻击者通常会使用技术手段清除痕迹，隐藏行踪。而一些跨国家组织参与其中，使

得网络攻击行动更加隐秘、复杂。据资料介绍，2020年底的“日爆攻击”，持续隐蔽几个月之久，感染了全球18000多家顾客客的“太阳风”软件。仅至今年1月初，超过250个机构和组织受到了该攻击的影响。

匿名攻击者暴露概率变大。网络空间是虚拟世界，其一大特性就是容易隐匿身份，早期为了方便网络联通和信息传输，网络设计忽略了安全性，网络协议地址与用户身份关联度并不大。网络战中，攻击者又通过使用暗网、虚拟专用网、僵尸网络等手段隐藏攻击源、隐匿身份，还会故意留下一些错误标识迷惑对方。但是，近年来一些国家不断加强网络监管，大力推进互联网新版协议，为解决身份溯源问题提供了一定技术支撑。从被攻击者角度来看，发现隐秘攻击并对其溯源并非易事，但一些网络强国可以通过政府内部相关机构、军队、企业界、学术界协作，动用各种技术力量与资源，借助多种情报渠道印证，很大程度上提高了确定攻击者的概率。此外，敌对状态客观上也降低了确定攻击者的难度。2020年以来，美国、以色列与伊