



# 无人机蜂群作战的 几点思考

中国人民解放军66133部队 罗海龙 武剑 王新

**摘要** 无人机蜂群是未来无人化作战的重要技术装备。本文在分析无人机蜂群战术技术优势的基础上，剖析了其战法特征，并从作战的视角提出其对空袭突防作战、航空装备体系发展、无人作战系统建设等3个方面的影响和启示。

**关键词** 无人机；蜂群；战技优势；战法特征

DOI:10.19385/j.cnki.1009-8119.2019.07.006

随着预警探测和防空反导系统的发展突破，传统的大型高价值无人机在应对复杂、强对抗、高度不确定的空战环境时，其潜入能力、作战能力、生存能力都受到限制，各军事强国为争夺航空作战装备能力优势、数量优势、成本优势，依托智能化、无人化等新型技术进行了大量的理论研究和战法试验，这使得无人机蜂群成为装备建设和战法设计的一个重要发展方向。也正因如此，我军亟需加强对无人机蜂群相关战术技术、战法特征、作战运用方面的研究探索。

## 一、无人机蜂群的战技优势

无人机蜂群作战主要是将大量低成本微型/小型无人机，以多元化投送方式快速投送到目标区域并开展多样化军事任务，协同对敌发动攻击的作战方法。无人机蜂群主要利用蜂群系统的独特属性实现其战术和技术优势。

### （一）部署迅速、方式多样

无人机蜂群可以通过各型平台装载多联发射管连续发射，在短时间内，在指定空域内形成数量

较为可观的无人机群。其主要有 3 种投射方式，包括：一是由作战部队士兵、装载车辆和地面发射站使用专用的弹射发射装置，连续快速发射多架小型无人机。发射升空后，无人机自行展开折叠机翼飞行。二是由运输机、战斗机和多用途飞机的副油箱或外挂吊舱，从对敌前沿的安全距离投放；也可由隐身飞机和巡航导弹突入敌纵深后迅速投放；这种载机投放方式不仅可提供更大的机群规模，也更符合实战情况。三是由舰载雷达 / 红外干扰弹发射装置发射，每个干扰弹发射筒都可装载 1 架小型折叠无人机，简化了综合安装问题，确保可配装足够数量的无人机。

### 📍（二）成本低廉、效费比高

当前很多高技术装备虽然技术先进、性能好，但采购成本高昂，导致其列装数量有限，作战使用限制因素较多。而用于蜂群作战的微型 / 小型无人机系统的平均价格在 1000~10000 美元之间，可快速按需生产，形成蜂群数量优势，其成本优势较为突出。一是生产成本上。小型蜂群无人机的生产主要采用增材制造和敏捷制造技术，主要部件采用 3D 打印生产，配合 PCB 印刷电路板和商用生产的辅助安装配件，可快速批量生产；也可以直接在目前技术成熟的民用小型无人机基础上，加装蜂群智能控制单元和现成的低成本通信装置实现。二是使用成本上。无人机蜂群以集群的方式投入战场，可大大减少成本昂贵的有人航空装备系统的使用；可大量替代有人作战力量执行繁重的日常巡逻、枯燥的侦察值守等任务，以及进入危险地带和敌情不明区域，确保精良的有人作战力量只在最关键时刻出动。三是战损成本上。一方面是无人机蜂群系统具备无人作战系统人员零伤亡的天然优势，另一方面，由于其数量上的规模优势，可以大量消耗敌方的高价值武器，给敌方造成惨重的损失，其价值与其毁伤效能有较高的效费比，为敌我对抗交换成本方面提供巨大优势。

### 📍（三）隐蔽性好、突防力强

无人机蜂群大多采用微型和小型无人机，机体尺寸小，大多采用复合材料，雷达有效截面积（Radar Crossing Section, RCS）小，不易被雷达探测发现。同时，由于采用小微发动机或锂电池作为推进动力，其声音、光学和红外特征均较弱，不易被地面人员耳闻目视，难以被常用的简易侦测器材捕获。当采用隐蔽运载突防或集群突防时，可以短时间内在作战区域形成大量部署，达成突然、高效的突防效果和较高的突防概率。

## 二、无人机蜂群的战法特征

无人机蜂群作战是在“蚁群”“蜂群”等生物种群概念基础上发展出来的一种新型集群作战行动，其战法核心是以小取胜、以量取胜、以协同取胜，力求以较小代价换取最大化作战效果。

### 📍（一）无人机蜂群的主要应用是“功能分布”

“功能分布”的目标是探索一种更新、更灵活的方式，把单一装备的空战能力分布在大量可互操作的平台上，采用分布式架构解决单一平台功能和技术的更新迭代问题，实现各种先进机载武器系统的模块化组合，极大地提升分布式作战能力。其分布式作战能力主要体现在：一是实现分布式探测。广域分布的多型平台和传感器，可以显著提升主动





与被动探测，以及定位精度。多平台可以相互协作，采取不同波段、不同频率的雷达进行全频谱探测，也可以进行雷达、红外、可见光的综合侦测，通过相互验证及融合判断，提高整体探测能力。二是实现分布式生存。无人机蜂群具有“无中心”的功能网络组织特性，集群运行依靠一定的群体规模和功能分配，并不依赖于特定的节点。因此在对抗过程中，部分随机个体的失能并不会破坏整个无人机蜂群的功能完整性，无人机蜂群仍可继续执行作战任务。三是实现分布式打击。将侦察监视、电子干扰、诱饵伴飞、火力毁伤、效果评估等紧密耦合、相互衔接的各项能力，分散到低成本、功能单一的作战平台中，形成大量结构各异、功能互补的个体单元，通过交互协作实现原本复杂的联合作战功能，集群智能的倍增效益将使无人机蜂群具备远超单一平台的打击作战能力。

### 📍(二) 无人机蜂群的实现基础是“集群智能”

集群智能是众多无智能的分散个体组成的群体，通过相互之间的交互协作所表现出来的宏观智能行为。集群智能是实现无人机蜂群战法的基础条件。无人机蜂群的集群智能有以下优势：一是分散使得系统单个个体的能力和行为规则非常简单，便于个体的模块化设计生产和集群系统的组织实现，使得蜂群无人机能够快速大量生产，组成大规模的蜂群。二是集群智能为分布式无中心的控制方式，集群中每个个体既彼此自治又高度连接，个体之间可以通过多种直接和非直接的通信组织方式进行信息传输，因此，随着群体数量的增大，通信开销的相对增幅较小，蜂群规模具有较好的可扩充性，也为战场信息接入蜂群信息通道提供了可行性。三是集群表现出来的复杂行为是通过简单个体的交互过程突现出来的智能，

“‘无人机蜂群’通过实时动态编组，在线任务分配、集群协同突防的方式，实现了以量取胜、动态聚能、精准释能的‘饱和攻击’。”

这使得蜂群在适当的进化机制下可以实现单个智能个体无法实现的功能。因此，无人机蜂群能够按照预先编程要求，进行自主作战。

### 📍(三) 无人机蜂群的制胜核心是“饱和攻击”

“饱和攻击”是20世纪80年代由前苏联海军司令提出的打击航母战斗群的战法理论，主要是以多枚导弹在短时间内从不同方向、高密度连续攻击的方式突破敌防御系统。但是实施“饱和攻击”需要大量的火力投放平台、足够的武器备弹基数，尤其是要具备多武器系统之间的协同指挥机制，因此，其无论是从战术的经济性方面，还是从技术的可行性方面，都是一般国家军队难以具备和实现的。而“无人机蜂群”通过实时动态编组，在线任务分配、集群协同突防的方式，实现了以量取胜、动态聚能、

精准释能的“饱和攻击”。这主要体现在：一是无人机蜂群将原本造价高昂的多任务系统分解为若干低成本的小型作战平台，建设成本低廉，便于大量生产投入，并进行持续的打击消耗，比传统武器系统更具成本效益，在敌我对抗交换成本方面具有巨大优势。二是无人机蜂群以分布式的集群智能为依托，能够多维感知战场态势，自主执行作战计划，精确选择打击目标，自行分配进攻任务，智能匹配各型弹药，精准实施电磁压制，联合进行火力打击，可以短时间内从多角度、多方向发起集群进攻，使目前最先进的防空反导系统的探测、跟踪和拦截能力迅速饱和。三是蜂群无人机体体积小，雷达信号特征小，最先进的相控阵雷达也难以及时探测，而且可以采用战机、舰艇和车辆等多种平台进行快速发射，便于瞬时发起大量攻击，当被攻击目标探测到抵近的无人机蜂群时，已来不及调度防空导弹实施拦截，而使用近防系统也仅可拦截毁伤部分无人机，

蜂群作为整体仍可共同完作战任务。

### 三、无人机蜂群的影响和启示

#### 📍 (一) 变革空袭突防作战的战术战法

自第一次世界大战以来,由于装备技术的发展进步,空袭突防战术已发生多次巨大的变化,而无人机蜂群先进的自主协同、群体攻防和分布式作战能力,将促成空袭突防能力的再次提升和战术战法的变革。主要表现在:一是由于防空反导技术的扩散和装备探测、打击能力的提升,传统的基于高技术、高机动的快速隐身突防将逐步被小型化、集群化的饱和式攻击和分布式突防所替代。二是依靠高价值、高效能的杀手锏武器一举破击体系,变为低成本武器的持续袭击而致使防空探测效能毁伤和反导装备消耗失能。三是依靠网络攻击、电子干扰、火力摧毁等串行打击敌方预警防空系统实现“安全走廊”突防,变为智能诱饵伴飞、有人/无人协同,以及各型火力平台合力并行进行干扰、诱骗、压制、消耗、摧毁等多法并举直接突防。

#### 📍 (二) 牵引航空装备体系的发展方向

无人机蜂群是未来空中作战力量的奇兵劲旅,随着无人机蜂群战术战法的发展成熟,其必将牵引未来航空作战装备体系的发展变革。这些变革主要体现在以下方面:一是导致大型多功能有人

平台的装备数量逐渐减少,无人作战飞机尤其是小型/微型无人机的装备数量增加,以适应未来分布式、智能化、无人化作战的趋势。二是模块化无人机、小型巡飞弹、智能子弹等低成本打击技术将得到重视,航空装备体系中将出现越来越多的经济型、智能型、小微平台;高性能小型机载武器装备可能成为未来空中作战系统发展的重要抓手。三是无人机蜂群战法理论和相关技术的研究,以及新型平台能力的快速迭代应用,将牵引未来空战装备呈现出机体小型化、平台廉价化、载荷模块化等特点,将对未来航空装备体系的研发思路产生变革性影响。

#### 📍 (三) 增强无人作战系统的地位作用

随着无人智能系统的快速发展,其必将成为未来信息化战场的新型作战力量。而无人机蜂群融合了自主化、智能化、无人化等相关能力要素,形成了精准、高效、分布的新型作战系统,变革了侦查、监视、打击等作战力量编成模式,实现了单系统的“侦—控—打—评”,将极大增强联合作战体系能力。无人机蜂群必将在侦察预警、网电作战、空袭打击、维稳控局等多个作战阶段和行动任务中发挥重要作用,将促使“无人战”如同电子战一样,成为火力打击之前一个相对独立的作战阶段,首战使用并贯穿作战始终,成为联合作战的关键制胜因素和决战决胜力量。

### 四、结束语

分布式打击、智能化作战、无人化技术等新型理论和技术赋予了无人机蜂群崭新的面貌,使其成为贴合未来作战需求、更具效费比的新型系统平台。而无人机蜂群能否由作战辅助与支援装备跃升为重点作战装备,融入信息化、智能化联合作战行动,形成以其为核心的作战能力体系,还需要持续探索与我军使命要求、作战理论、装备体系相适应的无人机蜂群战术战法。

(责任编辑 彭芳)

