

# 美军无人机集群项目发展

贾高伟, 侯中喜

(国防科技大学航天科学与工程学院, 湖南 长沙 410073)

**[摘要]** 近几年来, 无人机集群技术在美军多个方面的推动下, 引起了全世界的热切关注。文章简要总结了美军无人机集群发展现状, 梳理了美军开展无人机集群技术的初衷, 并分析认为美军数量型无人机集群发展战略不完全适用于现阶段我军军情。文中给出了我国现阶段发展无人机集群的思路, 这对全面认识无人机集群的优势、明晰我军无人机集群技术发展方向具有一定的参考价值。

**[关键词]** 无人机; 集群; 异构; 发展战略

**[中图分类号]** E3/7.39

**[文献标识码]** A

**[文章编号]** 1671-4547(2017)04-0053-04

DOI: 10.13943/j.issn.1671-4547.2017.04.11

杜黑曾说过“战争只向那些预见战争特性变化的人微笑, 而不是向那些等待变化发生才去适应的人微笑”。2016年以来, 无人机集群技术在美国 DARPA、战略能力办公室(SCO)、空军、海军的一系列项目推动下, 发展势头强劲, 是各战略前沿论坛竞相分析与探索的明星话题<sup>[1]</sup>。无人机集群技术的推动, 折射出新技术革命条件下, 战争制胜机理、作战力量构成、创新作战理论已悄然发生变化<sup>[2]</sup>, 洞悉无人机集群的发展历程与发展初衷, 探讨符合我军军情的无人机集群发展思路, 对加速形成我军新质作战力量具有重要意义。

## 一、美国无人机集群发展现状

美军正通过顶层设计、项目规划、理论研究、关键技术攻关和演示验证等手段来促进无人机集群的快速发展。美国国防部统一领导开展了大量的研究和论证工作, 启动了多个项目, 典型项目包括如下。

### (一) 美国开展的典型无人机集群项目

#### 1. “小精灵”(Gremlins)项目

2015年8月, DARPA宣布启动“小精灵”

项目, 计划从敌方防御范围外的大型飞机(C-130运输机、B-52/B-1轰炸机等空中平台)上发射具备自主协同和分布式作战能力、可回收的小型无人机蜂群, 执行情报监视侦察(ISR)、电磁战、网络战及可拓展性任务。2017年3月, DARPA宣布完成了无人机空中发射和回收系统的可行性研究, 并计划在2019年开展“小精灵”蜂群的空中发射和回收飞行试验。

#### 2. 低成本无人机集群技术(LOCUST)项目

美国海军研究办公室(ONR)于2015年开展名为低成本无人机集群技术(Low-Cost UAV Swarming Technology, LOCUST)的项目研究。项目目标是快速释放大量小型无人机, 以达成对敌方的压倒性优势, 并通过自适应组网及自治协调, 对某个区域进行全面侦察并对关键指控节点进行攻击破坏等。项目使用雷神公司的“郊狼”小型无人机进行试验。该无人机重5.9千克、最大飞行高度6096米、续航时间1.5小时、可携带约0.9千克的载荷。这种廉价可替代可配置的无人机可以从军舰、传统车辆、飞机等平台上直接发射起飞。2016年5月, LOCUST项目在陆上完成30秒内发射30架“郊狼”小型无人机的试验, 验证了无人机蜂群的编队飞行、队形变换、

**[收稿日期]** 2017-07-05

**[作者简介]** 贾高伟, 男, 讲师, 博士, 研究方向: 无人机设计与应用。

协同机动能力。

### 3. “山鹑”(Perdix)项目

美国国防部战略能力办公室(SCO)在2014年主导了“山鹑”(Perdix)微型无人机高速发射演示项目。“山鹑”微型无人机依据商用标准,由3D打印部件组装而成,长约16.5厘米、翼展30厘米、投放重量约0.3千克,适合快速制造,成本低廉,一次性使用,可由战斗机搭载和发射。自2014年9月首次配装F-16战斗机试投以来,已完成500余次飞行测试。2017年1月,美国海军3架F/A-18F“超级大黄蜂”战斗机以0.6马赫速度投放了103架Perdix无人机,创下美军军用无人机蜂群最大规模飞行纪录。试验中,“山鹑”蜂群未预先编写飞行程序,而是在地面站指挥下自主实现协同,展现了集体决策、自修正和自适应编队飞行能力。

### (二) 无人机集群项目的启示

#### 1. 无人化

无人化是未来军事活动的重要特征之一。无人平台能够执行更为危险、单调、肮脏(辐射性)的作战任务,且无人员伤亡制约。此外,没有载人的限制,飞机设计的限制更少,平台性能会进一步提高<sup>[3-4]</sup>。

#### 2. 低成本与可持续性

高科技战争是经济实力的对抗,控制武器系统的成本一定程度上代表着持续作战能力的提高。得益于材料、电子、信息、控制、导航、推进等各方面的突出进步,无人机平台相比有人机具有更低的成本,此外,基于货架产品的采购组装流程使得其具有很好的可购买性和可持续性。

#### 3. 基于网络信息体系的多域协同

多域协同基于网络信息体系实现各武器要素的互联互通及数据共享,能够有效协同陆海空天多域作战力量<sup>[5-6]</sup>。多域协同增大了对敌打击的空间维度,具有更大的作战效能,同时也具备更强的抗摧毁能力,是应对强敌联合攻击的有效手段。

#### 4. 快速配置与广泛适应性

现代战争节奏极快,尤其在强国之间的军事摩擦中,在极短时间内快速配置武器力量并适应高度对抗环境带来的硬摧毁、电磁阻塞与通信中断,是武器系统必须具备的能力。

### 5. 功能分离与强化

高度集成与多功能化曾是高精尖武器的重要特点。但各功能模块之间因体积、功耗、尺寸、接口等带来的协调与折衷很大程度上限制武器性能的提高。伴随着无线网络信息技术的发展,可以通过无线链路替换之前的“导线”,各功能模块分离后,不再有集成折衷限制,可进一步强化单一作战能力,再经协同控制与信息共享,最终达到提高作战效能的目的。

## 二、美军发展无人机蜂群技术的初衷

### (一) 减小财政压力

美国最新的财政限制令其难以在预算不增加的基础上大幅提高武器装备性能,因而要求其采用新的方法来维持美国的军事优势。伴随着微小型载荷技术、互用性软件和硬件标准化等快速发展<sup>[7]</sup>,具有成本低、配置灵活、随遇接入、可持续购买、抗毁顽存等特点的微小型无人机为美军提供了一种“便宜”的方式。

### (二) 应对中俄不断增强的区域拒止能力

面对中俄等战略对手在区域拒止能力方面的快速提升,美军为继续保持其全球介入能力,努力利用无人机技术填补战术与战略之间的空白。美军希望利用指挥人员在电子对抗、通信降级等不利条件下保持态势感知并控制无人机,从而提高无人机在高对抗环境中的自主性和协同作战能力,同时降低对操作人员数量及成本的要求,实现在反介入/区域拒止(A2AD)条件下自由行动。

### (三) 作战理念更新的促动

美军始终将作战理念、军事思想的革新作为其军力发展的重中之重。军事思想和军事科技素来互相融合互相促进。为了保持与战略对手有一代到两代的技术代差,美军在推行“空海一体战”“多域作战”等军事战略过程中迫切需要新的作战力量抵消对手不断增强的科技实力。伴随着小型无人机在尺寸、重量、功耗、有效载荷、持久性技术方面的进步,无人机集群可扩展或增强当前和未来的作战概念<sup>[8]</sup>,通过改变“游戏规则”的方式来增强和重新定义空中力量的利用,带来情报、速度、响应能力等方面的优势,获得更大的制胜筹码。

### 三、我国现阶段发展无人机集群的思路探讨

#### (一) 不能照搬美军的无人机集群战略

美军的无人机集群发展思路,更关注于规模效应,希望通过相互协同,降低飞行器平台成本,以数量优势转化为质量优势压制敌人,进而保持武器系统的性能优势、提升平台的生存能力。然而,由于中美两军的军情、战略定位以及军事思想的差异,这种强调数量的无人机集群发展战略问题在于:

一方面,动辄数百架的密集蜂群攻击,往往对应较小体积、尺寸的无人机平台,而这样的无人机航程较小(以美军小精灵项目和 LUCUST 项目为例,在百公里量级),需要大型搭载平台协助运输至作战区域上空。现有军事大国间常规有效防空半径大于 200Km,这使得无人机蜂群搭载平台暴露在对方防空武器打击范围之内。对于我国最大潜在对手,在其数百公里有效防空范围内抛撒部署数量众多无人机集群并实施攻击任务存在很大难度,有可能无法发挥无人机集群优势。

另一方面,数量密集型无人机集群技术实现难度大,短期内难以形成作战能力。现阶段美军虽然开展了数量较多的无人机集群飞行试验,但这同集群协同 ISR,协同决策与攻击的目标仍具有很大差距。数量型无人机集群需要解决群体感知与共享、大规模自组织与群体决策、仿生群体控制、人机高效协同等一系列关键技术,此外,为保障数量型无人机集群的抗摧毁能力和可靠的工作能力,对软件互操作及硬件模块化、小型化的要求更高,这些均需要长期的技术攻关。

#### (二) 适合我军军情的无人机集群发展思路

可以秉承与传统全能型武器系统发展理念并行的发展思路,突破传统武器系统内部依靠“导线”紧耦合带来的体积、功耗、干扰等限制,解决传统“高、大、上”武器系统带来的经费、周期、接口适应性等难题;有重点地将武器系统核心要素分离、强化和优化,发展以模块分离、异构组合、自组织控制为主要特征的无人机异构集群系统。相比于数量型无人机集群,这是一种面向应用的功能型按需组合的异构无人机集群系统

(异构代表无人机集群平台的多样化,载荷类型的多样化)。

通过对武器系统核心要素的“分离”与“强化”,利用无人机平台优势,促进单一武器要素的专业化、简单化、低成本,摒除了复杂武器系统要素紧耦合带来的妥协设计难题。通过无人机异构集群任务规划、协同控制、态势共享与群体决策实现多样化作战能力。这种按需配置面向作战应用的无人机异构集群具有更为经济的成本优势,更易实现要素损伤补充自愈,可以结合当前技术现状,逐步发挥作战效能,大大加快武器系统构建和作战运用的节奏。

#### (三) 无人机异构集群的发展步骤

结合军事斗争需求及关键技术发展特点,按照现阶段可使用、未来可扩充的思路,可将无人机异构集群的发展步骤分为“分离-聚合”、“强化-融合”以及“多变-智合”三个阶段。

分离-聚合:将多种不同功能的无人机进行能力聚集,完成侦察、控制、打击、评估、保障等作战能力,实现空中虚拟化大型武器系统功能;该阶段可基于现有飞行平台和打击平台,通过任务分配、航迹规划与协同控制,实现作战能力聚合。

强化-融合:对单个功能无人机(如侦察、情报、打击),结合作战需求,对其进行功能强化升级,伴随信息感知与共享、自主协同控制、分布式任务规划等能力的提升,实现作战力量的深度融合,形成可灵活配置、动态调控的作战能力。

多变-智合:伴随着自主感知、智能协同、系统自治与认知能力的提升,无人机异构集群能够在瞬态多变的高度对抗战场环境下,更为高效智能、可靠、自愈合、形式多变地最优配置各功能强化的无人机系统,最大程度提高作战效益。

### 四、结束语

无人机集群系统是航空、信息、电子、控制等多领域长期发展催生的新质作战力量,具有典型的非对称优势,是各军事强国竞相发展的前沿装备。由于无人机集群涉及学科种类多、系统庞大、体系架构复杂,因此无人机集群系统发展战略的分析与研究十分必要,是军队无人机集群系统快速稳定发展的基础。

## 参考文献

- [1] Tal Shima, Steven Rasmussen. UAV cooperative decision and control challenges and practical approaches [M]. Society for Industrial and Applied Mathematics, 2009.
- [2] 沈林成, 牛轶峰, 朱华勇. 多无人机自主协同控制理论与方法 [M]. 北京: 国防工业出版社, 2013.
- [3] 张庆杰. 基于一致性理论的多 UAV 分布式协同控制与状态估计方法 [D]. 长沙: 国防科技大学, 2011.
- [4] U. S. AIR Force. Small unmanned aircraft systems

(SUAS) flight plan: 2016 – 2036. 2016.

[5] 黄长强, 翁兴伟, 王勇, 等. 多无人机协同作战技术 [M]. 北京: 国防工业出版社, 2012.

[6] Camille Alain Rabbath. Nicolas Lechevin. Safety and reliability in cooperating unmanned aerial systems [M]. World Scientific, 2010.

[7] Antonios Tsourdos, Brian White, et al. Cooperative path planning of unmanned aerial vehicles [M]. John Wiley & Sons Ltd., 2011.

[8] 杨健. 无人机集群系统空域冲突消解方法研究 [D]. 长沙: 国防科技大学, 2016.

## The analysis and enlightenment about the UAV swarming project of the United States Military

JIA Gaowei, HOU Zhongxi

(College of Aerospace Science and Engineering, National University of Defense Technology, Changsha, Hunan 410073)

**Abstract:** Recently, the unmanned aerial vehicle (UAV) swarming has become the hot spot in the military field and attracted more and more attention. This paper summaries the latest status of UAV swarming and proposes the original intention of military of the United States. It points out that the strategy adopted by the US does not accommodate with China. The strategy which is suitable for China Army is proposed, which is helpful to be clear about the development of UAV swarming.

**Key words:** unmanned aerial vehicle; swarming; multiple heterogeneous; development strategy