

# 美陆军提出未来武装侦察直升机要求

10月3日，美国《防务头条》网站报道称，美陆军迫切需要一型新型的侦察直升机以替换越南战争服役的OH-58“基奥瓦”侦察直升机，10月3日当天终于发布了正式的未来攻击侦察飞行器（FARA）征询书。根据该征询，FARA必须具有人工智能，至少可以部分时间无人飞行，可通过保密网络控制无人机，同时具有传统侦察直升机不具有的速度和航程优势。



S-91 直升机。

美陆军希望FARA具有与AH-64E“阿帕奇”攻击直升机相似的价格，单机价格不超过3千万美元。FARA尺寸比“阿帕奇”更小，但性能更先进。在美军的多域作战概念中，FARA能与飞机大炮甚至黑客协同作战，因此FARA将具有以下技术特征：

- 人工智能，可无人自主执行某些任务，即所谓的“可选有人驾驶”。
- 保密通信网络，可控制无人机，使其进入最危险的作战空域，此即所谓有人/无人协同作战概念，目前试验了“阿帕奇”对无人机进行控制。
- 模块化开放式系统架构，可对软硬件快速升级，只要满足通用化标准要求。
- 高的飞行速度，巡航速度不小于207英里/时（约333千米/时），最高飞行速度不小于235英里/时（约378千米/时），比“阿帕奇”的最高速度176英里/时（约283千米/时）快33%，使其可更快通过敌人的防空区。
- 适应城区作战的尺寸，包括旋翼、机身和机翼在内，宽不超过40英尺（约12.2米）、长不超过46.5英尺（约14.2米），可沿城市街道飞行以躲避敌方雷达。
- 较大的作战半径，要求可达155英里（约250千米）。

AH-64E机群起飞。桨毂顶部圆柱状物体为“无人机系统战术通用数据链组件”（UTA），可为该机提供除起降之外的无人机飞行、传感器和武器控制与信息交互能力。

根据征询书，美陆军设定FARA的最高出厂价格（只是单纯的制造价格，不包括研制费）不超过3千万美元。与此相对比的是，据美国国防部的审计报告称，“阿帕奇”最新型AH-64E从2017年的3.27千万美元降到2019年的2.86千万美元。如果由AH-64D翻修升级到AH-64E，价格将更低。但军机的出厂价格只是购买一架飞机的价格，远低于飞机的全寿命费用（包括在服役期间内的维护、维修和燃油等费用）。美陆军为FARA设定的每飞行小时费用（CPFH）不超过4200美元，而“阿帕奇”的CPFH通常为6000~7000美元。通常来说使用费用比如燃油费严重依赖飞机的重量，FARA比“阿帕奇”更小更轻，价格更便宜就不足为奇。

征询书的其他主要内容有：  
——2019年6月前，美陆军希望投出4~6份初始设计合同，每份合同的金额大约为1.5千万美元，其中2019财年为0.85千万美元，2020



贝尔公司展示在舱门处挂空袭地弹的改型模型。



美陆军在让 OH-58D 退役时，没有后继机顶上或安排。

财年为0.65千万美元。  
——2020年3月前，美陆军将选定两家承包商以进行最终设计，并建造两架竞争型原型机，每家承包商将获得7.35亿美元的资金。  
——2022年11月，两架原型机首飞。  
——2023年，进行飞行试验。承包商和军方将联合进行9个月的试飞，主要进行安全性和飞行包线试验，此后的3个月将由军方单独进行试验。  
——2024年，美陆军将选定一家承包商并决策是否大批量生产。

美陆军给工业部门规定的计划很紧凑，同时也给承包商要达到的性能指标也很灵活，都是最低要求，速度、航程、机动性、生存性、费用等方面都很重要，但不可能各项指标都能达到最优，需要在设计时进行权衡。

（陈宣友）

# 美空军提高隐身战斗机飞行速度以降低远程部署任务油耗

据美国《空军杂志》10月4日报道，美国空军已批准隐身战斗机在部署任务阶段选择更高的飞行速度，从而减少完成任务所需的时间和燃油消耗。

美国空军作战能源办公室确定在“皇冠”任务（飞机中途不着陆的远程部署任务）中F-22和F-35获准以其最大航程速度飞行，但不得超出音爆限制。

这项决定是在2017年8月的演示验证后获得批准执行的，在那次演示验证中6架F-22战斗机在两架KC-10加油机的支持下完成了从阿拉斯加至夏威夷的5小时飞行。在飞行过程中，一架F-22战斗机和一架加油机以较常规更高的速度飞行，而其他F-22和另一架加油机作为对照组按照标准飞行剖面飞行。试验结果表明，

以较高速度飞行的F-22能够减少10%的总飞行时间和6%的燃油消耗。

“皇冠”任务通常需要消耗大量燃油，并需要数十次空中加油。例如，根据空中机动司令部提供的信息，美国海军陆战队F-35B于2017年1月部署日本的过程中，美国空军加油机共完成250次加油，提供766000磅（347吨）燃油。

F-35B在飞行过程中没有挂载远程油箱，同时它们的加油探头大部分时间暴露在外，从而减少了其航程。1月的部署任务给海军陆战队带来了一定的挫败感，当时的航空兵副司令乔恩·戴维斯少将就呼吁改变加油机计划以减少所需空中加油的次数。

（许赞）

# 麻省理工学院提出一种空潜通信新方法

9月5日，美国《军事航空电子》网站报道称，麻省理工学院（MIT）工程师们发明了一种叫作平移声频率通信（TARF）的水下与空中之间通信系统，它能无缝地将声呐转换成雷达。

TARF技术通过创新的方式将声音和无线电结合起来，将水面从障碍物变成通信接口。它使用水下扬声器用声音振动表

面发送数据。临空飞机上的高灵敏度雷达可以检测这些振动，并对它们进行解码以恢复声音数据。这项技术仍处于起步阶段。研究小组在游泳池深度11.5英尺（约3.5米）的地方进行了测试，并用环流来模拟一些海洋条件。接下来，研究人员计划在更大的深度和较高的海拔TARF测试，使该技术在大浪中更为稳健。

（臧精）

# “艾森豪威尔”号航母最先集成无人机作战中心

10月16日，美国海军“艾森豪威尔”号航母（CVN69）指挥官表示，该航母已于9月28日初步完成无人机作战中心（UAWC）的集成工作，配备了相应的基础物理设备，成为首艘配备UAWC的航母，为后续指控MQ-25无人加油机奠定基础。UAWC的集成将为航母航空联队及航母打击群带来全新的作战理念和战斗方式。

UAWC完全集成后，航母将可作为MQ-25A无人加油机的作战指挥中心，操作人员可以使用MD-5控制站从UAWC

内部控制MQ-25无人机。目前，MD-5控制站尚未集成到航母上，但UAWC视频管理系统和无线通信系统已安装完成，MD-5控制站包括显示、处理、网络和通信等硬件，UAWC的视频管理系统由大型显示器和支持多视频数据传输处理的支持站组成，将提供航母和周围区域的态势感知，无线通信系统可在MD-5和MQ-25A之间交换超高频命令及控制数据。在完全集成前，UAWC的视频管理系统和无线通信系统暂时可为航母机组人员提供其他用途。

（孙明 于宪利）

# 外军无人机蜂群技术发展态势与应用前景

美空军2016年在《小型无人机系统飞行规划2016-2036》文件中不仅对蜂群给出了定义，还将该概念与其提出的“忠诚僚机”概念和“编组”概念进行了对比。

重0~9千克、9.5~25千克、小于600千克，飞行高度小于370米、1100米、5500米，空速小于185千米/时、463千米/时、463千米/时）。

国外正积极推动无人机蜂群技术发展，目前处于关键技术飞行验证阶段。目前国外验证的蜂群都是同构的，未来经过技术发展也可能出现异构无人机蜂群。

美军积极布局，整体领先。美军近年来提出了2025~2035年形成无人蜂群作战能力的目标，全面开展了顶层设计和技术攻关，多个项目推进至飞行演示验证，如美国国防部战略能力办公室2014年启动了“无人蜂群”项目，试验平台为“灰山鹑”一次性微型无人机，其长16.5厘米、重0.3千克、续航时间大于20分钟、时速75~110千米。2016年，项目演示了103架“灰山鹑”空中快速投放和按指令编队飞行，创下国外军用无人蜂群最大规模飞行纪录。试验中，“灰山鹑”蜂群未预先编写飞行程序，展现了集体决策、自修正和自适应编队自主协同飞行能力；海军研究办公室2015年实施了“低成本无人机技术蜂群”项目，试验平台为雷神公司“郊狼”小型无人机，其长91厘米、重5.9千克、时速110千米。2016年，项目完成在30秒内投放30架“郊狼”的试验，验证了“郊狼”蜂群的自主编队飞行、队形变换、协同机动能力。2018年6月，美海军授予雷神公司2968万美元合同，生产“低成本无人机蜂群技术创新海原型机”；国防预先研究计划局（DARPA）2015年推出“小精灵”项目，研究小型无人机蜂群的空中投放/回收等关键技术。空中投放/回收系统设计参考了成熟的空中加油系统，由绞车、线缆、线缆末端的对接装置、机械爪等部件组成。回收时无人机与对接装置在空中对接，之后由机械爪抓进机舱。项目将在2019年开展C-130运输机空中投放和回收多架机的试验。另外，DARPA还通过“体系集成技术试验”“分布式作战管理”“进攻蜂群战术”“拒止环境协同作战”和“协奏曲”项目，发展无人蜂群体系架构、作战管理、蜂群战术、自主协同和小型多功能传感器等多项关键技术。

欧盟、英国开展了关键技术研发。欧洲防务局于2016年11月启动“欧洲蜂群”项目，发展无人蜂群的任务自主决策、协同导航等关键技术；英国国防部于2016年9月发起奖金达300万英镑的无人蜂群竞赛，参赛的蜂群完成了信息中继、通信干扰、跟踪瞄准人员或车辆、区域绘图等任务。

俄、韩等国披露了作战概念。俄无线电电子技术集团在2017年透露：俄未来战斗机可采用1架或2架有人机与20~30架蜂群无人机协同作战样式，执行空空作战、对地打击、空中侦察等任务。韩国陆军也在2017年透露正以朝鲜的弹道导弹阵地和核试验设施为目标，大力发展无人蜂群技术，首先用于侦察，后续用于打击。

## 关键技术

无人蜂群技术实用化需攻克作战管理、蜂群自主编队控制、低成本平台等多项关键技术，蜂群的规模越大、作战环境越复杂，对技术的要求也越高。综合国外近年来的规划文件和技术发展来看，其关键技术可归纳为如下三大方面。

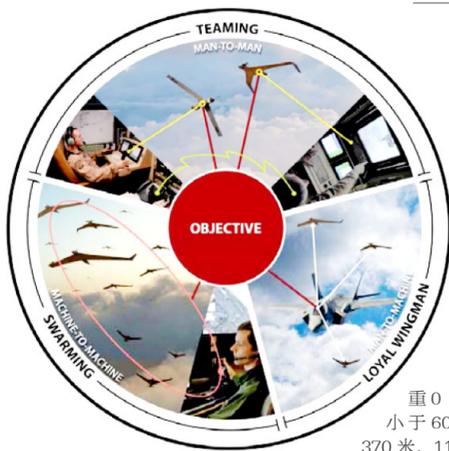
1. 蜂群与装备体系协同技术  
该技术主要包括以下3个方面：①体系架构。根据任务合理规划并配置无人机和有人机的种类、数量、性能、功能等，需研究开放式体系架构和开放式任务系统等。②作战管理。由预警机或地面站对无人蜂群进行监督管控，需解决统一作战场景构建、编队控制与调整等问题。③协同战术。为充分发挥无人蜂群效能，必须结合部队需求制定作战方案。需解决虚拟和真实试验台建设、人机交互等问题。
2. 蜂群内部协同技术  
该技术主要包括以下4个方面：①蜂群组网。通过数据链实现蜂群间的互联互通是实现群内协同的基础，需针对强电磁干扰，研究抗毁网络、低截获技术、抗干扰、身份识别等技术。②蜂群自主编队控制。需控制蜂群的自主形成，使之保持特定几何构型。③蜂群协同态势感知与共享。为利用蜂群中的各类任务载荷搜集、分析信息数据。需研究协同目标探测、目标识别和融合估计、信息理解和共享等问题。④协同任务规划与决策。为提高任务成功率和执行效率，降低风险和成本。需研究蜂群自主规划与决策技术，其核心是自主任务分配算法。
3. 蜂群无人平台技术  
该技术主要包括以下3个方面：①低成本无人机。无人蜂群概

念要求其无人成本本低，可以是一次性或有限寿命。在满足需要的前提下，需通过低成本材料、制造工艺及发动机等降低成本。如“小精灵”项目要求无人机的单价低于70万美元。

②空中快速投放回收。空中投放蜂群无人机，需在载机和无人机上设计相应机构，根据投放和回收迅速、低成本、对无人性能影响小、可迅速再次投放等要求开展相关技术研究。③小型多功能载荷。应采用轻便、综合、开放式射频架构，使蜂群中的无人机拥有雷达、电子战、通信等多种功能。需研究射频调节与数字变换、功放和天线/机械集成、混合式射频处理等技术。

④对地海作战主要有6种运用设想。①情报监视。蜂群可携带各类传感器同时执行任务，通过多源信息融合提高情报监视能力。②压制防空。饱和攻击防空雷达跟踪和瞄准通道，瘫痪防空系统。③诱饵。形成与有人机相似的特征信号，消耗防空导弹。④对空攻击。安装战斗部或携带弹药，多角度同时发起对地对海攻击；⑤对地电子干扰。携带电子对抗装置，干扰地面电子设备；⑥战毁评估。完成敌关键目标的损伤评估。

对空作战主要有2种运用设想。①反无人蜂群。目前外军普遍把无



表成

8月，美国国防部发布《2017~2042财年无人系统综合路线图》，其中又将“蜂群能力”列为无人系统的15项关键技术之一。从外军发展和应用态势看，无人系统蜂群技术研究基本集中于无人蜂群，原因是具有组群平台成本低、可大量组网、覆盖范围大、使用灵活、抗损能力强等优点。随着机动组网、编队控制、自主协同等关键技术不断突破，无人蜂群将逐步具备对地、对海、对空情报甚至攻击能力，将对未来航空装备体系构成和作战样式产生重大影响。

## 概念、特点与研发现状

按美空军2016年在《小型无人机系统飞行规划2016~2036》文件中的定义和描述，无人蜂群是指在操控人员（空中或地面）的指挥或监督下，通过自主组网遂行统一作战任务的一群小型无人机；构成蜂群的无人机可以是相同的（同构），也可以是不同的（异构）；组群方式可以是主从型的，也可以是无中心的。无人蜂群相比F-22等传统作战飞机具有许多优势：群中无人机数量多，通过大范围分布，具备较强态势感知和压制或摧毁敌防空系统能力；抗毁能力强，部分无人机损失后，蜂群仍可完成任务；单架无人机的成本远低于传统防空导弹，可增加敌防御成本；作战灵活性高，可与多种飞机和武器协同。

国内外已经或计划开展飞行验证的蜂群平台，按美国国防部的划分标准属于1~3等级无人机（分别对应：



“小精灵”无人机的空中回收采用类似空中加油对接的技术，图为一架机正准备回收。

①发现敌人。蜂群可飞行每栋建筑，观察、发现狙击手等目标。②掩护地面部队。蜂群可携带烟雾发生器，通过烟雾掩护地面部队前进。③保护地面部队。蜂群可在友军地面部队周围形成“无人机墙”，抵御敌来袭火力。

## 应用前景

总体来看，目前外军无人蜂群整体上还处于技术研发与演示验证阶段，综合国外情报资料，未来无人蜂群将在多种作战任务中发挥重要作用。

对地对海作战主要有6种运用设想。①情报监视。蜂群可携带各类传感器同时执行任务，通过多源信息融合提高情报监视能力。②压制防空。饱和攻击防空雷达跟踪和瞄准通道，瘫痪防空系统。③诱饵。形成与有人机相似的特征信号，消耗防空导弹。④对空攻击。安装战斗部或携带弹药，多角度同时发起对地对海攻击；⑤对地电子干扰。携带电子对抗装置，干扰地面电子设备；⑥战毁评估。完成敌关键目标的损伤评估。

对空作战主要有2种运用设想。①反无人蜂群。目前外军普遍把无

## 影响分析

一是无人蜂群将成为未来航空装备体系中的重要装备。无人蜂群可在对地、对空等任务中与少量高性能有人/无人平台组成体系作战编队，作为主战装备执行任务。二是带动军用航空技术变革。发展无人蜂群将带动低成本有限寿命机体、发动机及人工智能等技术发展，特别是将使算法和软件成为提升未来航空作战能力的关键技术因素。三是促进军民融合。无人蜂群可以更多地使用模块化、小型传感器等商用成果，促进军民融合，加速技术迭代。四是影响未来空中作战样式。无人蜂群将进一步推动空中作战从隐身单平台或小编队作战转向网络化、分布式、体系化作战。蜂群将与高性能有人机/无人机配合，形成更丰富、更灵活的空中作战样式。