

美军小精灵无人机群项目发展现状综述

黄 雷

摘 要 空射可回收无人机群项目是在美国第三次抵消战略的大背景下提出的,该项目将创建的无人机散布能力,可以切实可行提供目前美军面临反介入/区域拒止的解决方案。空中发射和回收先进无人机群,其投入作战的规模可调、作战效应多样、经济可行性高,而且还能在各种冲突环境中提高作战资源利用效率,具有很高的军事应用前景。介绍了小精灵项目的研究背景和概况,并分析了小精灵无人机的研究现状。

关键词 无人机群 发射 回收

引 言

美国是世界第一军事大国,它拥有着现今世界上总体实力最为强大的军队。而美国近年反复强调要适应反介入/区域拒止(Anti-Access/Area-Denial, A2/AD)战场,其核心是解决美军的突防问题,最终用于压制对手的复杂多层一体化防空系统。因此,为了适应其提出的A2/AD,美军正在开展许多研发项目,其中三个新技术领域比较热门:

1) 研发小精灵项目,即空射可回收低成本无人机群项目,主要采用散布式组网,大量投入到A2/AD的战场环境,进行饱和式打击;

2) 研发高超声速和高机动的打击武器,从本土区域或者海外基地发射,能在敌方防空或反导火力下适当生存,从而削弱敌方的反击能力;

3) 研发高能的激光武器,既可以用于防御,也可以用于进攻,在不断提高自身生存性的同时,也使敌方对抗的代价加大。

1 小精灵项目研究背景

历来在美国空军的军备采购中,总是趋向于购

买技术先进但成本高昂的有人驾驶飞行器。这不仅是美军重视士兵生命和保存军事技术优势的具体体现,同时也是应对越来越复杂的现代空战的技术要求。但是,随着这些有人驾驶飞行平台的研发和制造成本不断上涨,加之美国近年来经济发展的持续放缓,美军用于购买最新型的战斗机的预算已经有大幅度的减少,加之另外一些新兴国家在国防和经济的不断发展,使得美军赖以生存的质量优势正在被逐渐的打破。所以,为了争夺在新世纪的军事大国中的相对领先优势,在奥巴马上台后的2014年,美国提出了以技术创新引领为核心内容,以构建具有颠覆性的技术作为牵引,集中力量开发能够改变未来战场局势的第三次抵消战略^[1]。

从二战结束后,美国总共提出过三次具有抵消性质的战略。在1953年抗美援朝战争结束之后,美国在面临国外苏联威胁和国内财政危机的双重危机之下,提出了第一次抵消战略。这次抵消战略核心是以先进核武器技术优势抵消苏联常规武器数量优势的新面貌战略。第二次提出是在20世纪70年代中后期,美军深陷越战后的困境后,还要面临苏联的常规兵力的数量与质量优势,提出了以先进信息技术为核心,以精确打击技术为牵引的第二次抵消战略。而第三次抵消战略是在美国加速推进亚太再平衡战略的背景下所提出,主要针对中俄等新兴国家日益提升的经济和军事能力,特别是美军所提出的A2/AD能力。

虽然美国这三次抵消战略思想都是在美国进入到战略困境期所提出的,但是与前两次相比较起来还是有所变化:

基金项目: 国家自然科学基金(60908044); 火箭军工程大学青年科研基金(QNKY201507)

本文2018-03-02收到,黄雷系火箭军士官学校讲师

1) 潜在对手的改变。前两次的抵消战略意在针对苏联, 最终的战略目的就是要赢得世界霸权, 而这次的抵消战略却是在全球安全形势不断动荡、国际局势深刻变化的大背景下提出的, 旨在抵消对抗可能对美国国家利益构成威胁的新兴对手。

2) 更强调主动的战略预想。不同于以往, 这次抵消战略不是在美国国力弱于潜在对手而是强于潜在对手的大背景下提出的, 这表明美国对于在未来中远期的军备竞赛中有充分战略主动, 更体现其战略预想的危机感和前瞻性^[2]。

3) 技术层面更加先进。美国前两次采用的抵消战略其实质是利用核武器和信息技术的领先优势压制对手, 而这次抵消战略的实质则采用能够改变未来战场局势的具有颠覆性技术的优势取胜对手。

4) 前两次的抵消战略, 美国力在将对手进行全面超越, 而此次抵消战略则更加聚力于对对手的相对优势实施精准抵消, 利用高技术的非对称手段让对手扬短避长。

近期, 美国国防部副部长罗伯特·沃克(Robert O Work) 宣布在 2017 财年投入了 120 ~ 150 亿美元用于实施第三次抵消战略, 并表示这次抵消战略的五个具有颠覆性技术领域包括^[2]:

- 1) 机器自主学习;
- 2) 人机协作;
- 3) 机器辅助人工作业;
- 4) 先进的人机战斗组合;
- 5) 联网化网空加固的半自主化作战能力。

小精灵项目就是在这种大背景下产生的, 其目的就是研发灵活作战的可空中发射的、可回收的低成本的无人机群, 使其通过集群作战并完成任务, 用于代替目前不仅成本昂贵而且日益脆弱的有人驾驶飞行平台。

2 小精灵项目概况

小精灵项目由美国国防预先研究计划局(DARPA) 进行开发的, 之所以这个项目命名为小精灵, DARPA 称是因为第二次世界大战期间, 小精灵是英国皇家空军眼中的护身符。小精灵项目研究的主要目的是构建无人驾驶的集群作战系统, 以此避免有人驾驶飞行平台所需的地面维护和作战防御的高昂成本, 以此来支持有助于减少作战成本的第三次抵消战略。这种无人驾驶的集群作战样式既可解决作战前沿区域部署机动性的现实需求, 也可以为解决日益复杂的 A2/AD 战场环境提出可靠的突防方案。

尽管这种小精灵无人机群无法都在复杂的战场突防作战中得到生存, 但是由于无人机群的造价比一般的防空导弹低, 这使得作战在使用防空导弹防御小精灵无人机群时的军事费效比很高。另外, 由于无人机群的低成本, 使得它们可以利用数量优势使对方的防空能力达到饱和, 同时可以有效地让后续到达的美军大型战斗机避免损失。因此, 这个项目的战标就是让建造的小精灵无人机群具有一定的毁伤能力, 但制造成本比较低, 并且对于个别无人机的损失在可接受范围。

小精灵项目的另外一个设计构想是可空中集群发射和空中回收, 这样可大大提高无人机群的作战范围。但是, 由于小精灵无人机群成本降低, 使得无人机的尺寸较小, 导致其航程有限。所以, 为了克服这个缺陷而实现可空中集群发射和空中回收的设想, 小精灵无人机群可以借助大型母机, 把机群搭载到作战空域的边界再进行集群发射, 如图 1 所示。



图 1 小精灵无人机群概念图^[3]

根据 DARPA 的说法, 回收包含有两层意思: 可消耗和可回收。可消耗的含义是, 在执行作战任务时, 小精灵无人机群中无人机在规定战标内的损失是允许的; 可回收的含义是, 在作战任务完成之

表 1 小精灵无人机主要设计性能参数^[4]

| 参数 | 阈值 | 目标值 |
|------------|--|-------------------|
| 设计飞行半径/km | 556 | 926 |
| 设计空中巡逻时间/h | 1 | 3 |
| 设计有效载荷/kg | 27 | 54 |
| 最大速度 Ma | 0.7 | 0.8 及以上 |
| 最大发射高度/m | 未指定 | 12 192 或以上 |
| 载荷功率/W | 800 | 1 200 |
| 载荷安装 | 未指定 | 侧面和头部/朝下面向雷达孔径预留位 |
| 载荷类型 | 模块组合式,具有不同载荷更换功能,包括射频(RF)载荷和光电/红外(EO/IR)载荷 | |
| 推进系统 | 预期研发成功的系统可能采用概念化设计发动机模型,或者采用现有推进系统或改良型 | |
| 交机成本/万美元 | 70 | 最低成本 |
| 设计使用寿命/次 | 未指定 | 20 |

表 2 小精灵无人机发射和回收相关设计参数^[4]

| 参数 | 阈值 | 目标值 |
|------------|-----------------------------|---------------------|
| 母机发射平台 | B-52、B-1、C-130 | 适用于尽可能多的飞机种类,包括战术飞机 |
| 发射数量 | 每架母机 8 架以上 | 每架母机 20 架以上 |
| 回收母机平台 | C-130 | |
| 回收数量及时间 | 30 min 4 架以上 | 30 min 8 架以上 |
| 回收成功率 | 在窗口时间内 $\geq 95\%$ | |
| 回收和整修周期 | 在回收后 24 h 内整修完毕,重新搭载母机,准备发射 | |
| 母机系统设备/万美元 | 1 000 | 200 或以下 |

后,幸存的无人机返航,可以用于执行以后的作战任务。

小精灵无人机群将可以从目前美军多种大中型飞机进行空中发射并且空中回收。近期,小精灵项目计划进行了一次飞行实验,而实验的主要内容是如何在不危及回收母机的情况下,将无人机安全地回收到母机中。该实验的设计关键点在于完成好以下几个回收步骤:

- 1) 由于在回收母机的尾部存在强扰流区,如果直接回收的话,会很容易危及母机的安全,因此,只能采用目前美军无人机空中加油所采用的引导流程对无人机进行柔性捕捉。
- 2) 关闭无人机发动机和停止转动,以保护母机,接着用专用的机械装置对其实施机械锁定,保障被机械装置锁定的无人机安全顺利地经过母机尾部的强扰流区。
- 3) 把无人机送入母机的货舱中,并自动放置于机群发射回收储存架上,实验目的是每 30 min 回

收至少 4 架无人机。

尽管相关实验的成果 DARPA 并未公开,但据英国《每日邮报》2016 年 4 月 4 日报道,DARPA 已授权包括 Composite Engineering、Dynamics、通用原子航空系统(General Atomics Aeronautical Systems)、洛马(Lockheed Martin)在内的 4 家公司开始研发小精灵无人机群,说明捕捉阶段的实验工作已经完成,现已进入了实质的制造阶段。

3 小精灵无人机研究概况

小精灵无人机的设计尺寸和 1 枚巡航导弹相当,从目前公开的资料显示,它具有的设计性能参数如表 1 所示。总体来说,这种可回收的无人机具有以下特点:

- 1) 载荷: 小精灵无人机的载荷主要应用于携带进行攻击目标识别和战场情报侦察所需要的各种探测器,不过必要时还要把载荷分配用于实施电子战的大功率能源。另外,小精灵无人机的载荷可以

满足携带 1 枚具有攻击力的弹头,用于打击半加固式目标。

2) 飞行速度: 预期研发成功后,小精灵无人机将达到马赫数 0.8 以上的飞行速度,与现有的军用无人机相比,其飞行速度更快。更快的飞行速度不仅有效地提高了小精灵无人机载荷运用的灵活性,而且还使得其能够与美军其它的飞机进行协同作战。另外,小精灵无人机具备的高速飞行能力还可以使其有效躲避传统的小型地对空导弹的攻击,极大提升其战场生存能力。

3) 发射和回收方式: 小精灵无人机发射及回收的相关设计参数如表 2 所示。小精灵无人机群这种发射和回收方式可有效解决目前美军追求全球机动性所面临的两个关键问题:

首先,由于美军在全球大部分的空域都享有飞行自由权,因此,凭借美军现有的能够超长飞行的大型运输机,不需要依赖作战地域的军事基地,从美国本土搭载着小精灵无人机群可以在 48 h 内部署到地球上任何地方。所以,发射和回收小精灵无人机群的作战方式可以为美军提供其要求的快速响应和全球到达的能力。

其次,发射和回收小精灵无人机群的作战方式还可以加快无人机作战循环时间。因为目前的军用无人机不仅飞行速度比较慢而且作战半径也比较小,所以,目前的军用无人机参与作战就要求在作战区域部署大量的作战基础设施。但是,如果在没有美军海外作战基地的地域发生军事冲突时,或是美军参与到不具备海上或空中控制权的 A2/AD 战场环境中,面对无后勤补助和维护的军用无人机,

用其介入到冲突的难度将大大增加。而小精灵无人机群在作战行动结束后,会很快地被母机回收,然后进行空中加油和维护,并再次被投入到作战区域,加快了作战循环时间,提高了作战效率。

4 结束语

总之,DARPA 的小精灵项目在美国第三次抵消战略下已经进展到实质新阶段,这种改进型的无人机作战理念还是很具有创新和前瞻性的,而且这个项目将创建的无人机散布能力,可以切实可行提供目前美军面临的 A2/AD 的解决方案。空中发射和回收先进无人机群,其投入作战的规模可调、作战效应多样、经济可行性高,而且还能在各种冲突环境中提高作战资源利用效率,具有很高的军事应用前景。

参考文献

- [1] 美第三次“抵消战略”述评. http://news.xinhuanet.com/world/2016-03/02/c_128767225.html. 新华网, 2016-03-02
- [2] 岳松堂,童真. 美国第三次抵消战略全面解析. 现代军事, 2016(10)
- [3] DARPA wants to launch and land gremlins on moving planes. <https://www.engadget.com/2015/08/28/darpa-wants-to-launch-and-land-Gremlins-on-moving-planes/>. ENGADGET, 2015-08-05
- [4] Major Paul Calhoun. DARPA emerging technologies. Air & Space Power Journal, 2016(12)
- [5] 许晓伟,赖际舟,吕品. 多无人机协同导航技术研究现状及进尺. 导航定位与授时, 2017, 4(4)