

军用无人机技术的发展现状及未来趋势

Development and Trend of Military UAV Technology

陈黎 / 中国航空工业发展研究中心

摘要: 作为一种多用途、低费效比的航空武器装备, 军用无人机日益受到世界各国军方的重视。本文分析了现役和即将服役军用无人机的技术水平及应用特点, 并对军用无人机的发展趋势进行了展望。

Abstract: As a multirole and low cost-effective weapon, military UAS was increasingly taken attention around the world. This paper analyzes the technology level and application characteristics for servicing and upcoming service military UAS, and prospect the development trends of military UAS.

关键词: 军用无人机; 现状; 发展趋势

Keywords: military UAS; development; trends

0 引言

由于具有零伤亡、使用限制少、隐蔽性好、效费比高等特点, 军用无人机在现代战争中的地位和作用日渐突显。在近期发生的历次局部战争中, 军用无人机的使用数量、种类和频次等呈快速增长趋势^[1]。因此, 大力发展无人机已经成为当今世界军事强国军方的共识。近年来, 各国纷纷出台各自的无人机发展规划, 并加大投入力度, 军用无人机的发展呈现出前所未有的热潮。可以预见, 无人机今后将会以其特有的优势在未来战争中发挥举足轻重的作用。

1 应用特点

从总体上看, 当前世界军用无人机发展呈现出这样的态势: 美国占据着无人机发展的制高点, 并引领世界无人机的发展方向; 欧洲各国则不甘人后, 奋起直追; 以色列起步较早, 并在战术无人机、长航时无人机方面具有特色和优势; 俄罗斯曾一度落后于先进国家, 近年其地位已有所回升; 第三世界国家则

普遍重视、引进、开发中小型无人机。纵观当前各国已列装入役的军用无人机, 其在技术性能和作战使用方面表现出以下特点:

1) 传统的ISR任务仍是其最核心的应用领域

现代战争是以精确打击为主要作战手段的信息化战争, 对情报信息高度依赖。而无人机在执行情报、监视、侦察(ISR)任务时具有自己独特的优势: 与有人机相比, 无人机隐身性能好、续航时间长、无人员伤亡危险; 与卫星相比, 无人机时效性、针对性和灵活性更强、分辨率高、预警时间短、成本费用低。因此, 最古老传统的ISR任务目前仍是其应用最广泛、最成熟的领域, ISR无人机也是各国现役无人机中数量最大、型号最多、使用最频繁的一种。

随着现代科技的进步, 现代ISR无人机可以分别或同时携带先进光电、雷达侦察设备, 对战区实施战术、战役与战略级的全天候、全天时、高分辨力的空中监视和侦察。同时, 由于无人机具

备对目标实施持久侦察的能力, 可以侦测到短促、不规则的电子辐射信号。并且无人机可深入敌方腹地, 尽量靠近敌方信号辐射源, 可截获战场上重要的小功率近距通信信号。因此, 无人机在ISR领域也具有难以替代的作用。

2) 无人机在信息战领域的应用日趋广泛

现代战争中, 各种信息支援和信息对抗任务日趋繁重, 无人机在此领域有着广阔应用前景。实战经验表明, 通过发展各种专用无人机, 甚至为现有无人机换装相应的任务载荷, 即可执行不同种类的信息作战任务, 其中包括: a. 战场毁伤评估: 对己方的打击效果进行侦测评估, 从而决定是否需要对目标实施再次打击, 或进一步延伸打击范围; b. 通信中继: 为超出通信视距范围的各类作战系统传送作战信息和图像信号, 从而保障己方信息传输的畅通; c. 充当假目标诱饵: 以此欺骗和迷惑敌方雷达, 或迫使敌方隐蔽的雷达开机, 从而为己方侦察、定位和

反辐射攻击创造条件,或通过产生大量假目标信号使敌方雷达系统饱和、无法正常工作,从而掩护己方兵力突防;d.反辐射攻击:配备有被动雷达寻的系统 and 战斗部的无人机可在敌防区上空长时间巡飞,一旦搜索、识别到敌方雷达站等目标,即对其实施自杀式攻击;e.通过抛撒宣传品、对敌方战场喊话等手段实施心理战。

3) 军用无人机开始从传统的支援保障装备向主力作战平台转变

在近年的阿富汗战争和伊拉克战争中,一种全新的作战需求出现,即对一些快速移动的时敏目标(如弹道导弹机动发射车、敌方重要头目聚会点等)实施有效打击。这种战术的关键就是对活动目标进行长时间的监视,然后迅速做出反应,整个判断、决策和行动的全程必须在作战现场极短时间内完成。基于这种需求,察打一体无人机应运而生,以此为标志,军用无人机打破了先前主要用于ISR等任务的传统模式,开始从单纯的传感器平台向作战平台转变。

目前的察打一体无人机是在原有ISR无人机基础上加装武器和相应任务设备改型发展而来,其代表机型为美国的MQ-1“捕食者”/MQ-9“死神”。2001年11月15日,美军“捕食者”无人机在阿富汗境内成功地对“塔利班”武装实施了打击,这是人类战争史上首次完全意义上的无人机直接对地攻击作战。自那以后,“捕食者”/“死神”无人机已逐渐成为美军“反恐”战争的主角。

不过,由于察打一体无人机沿用的是ISR任务无人机的机体平台,因而没有采用隐身设计,也没配装电子干扰等设备,尽管今后可能会加挂自卫武器,但总的来说其自防护能力相对较弱,在高威胁环境下的突防/生存力存在问

题,主要适用于各种小规模、低强度的局部战争和武装冲突。

4) 军用无人机开始在后勤保障领域崭露头角

随着无人机技术的发展,其任务领域也不断被拓展,近年来美国军方开始探讨使用无人机担负物资运输、燃油补给甚至伤病员后送等后勤保障任务。无人机在承担这类任务时,除了具备与有人机相同的不受复杂地形环境影响、速度快、可规避地面敌人伏击等优势外,还拥有成本费用低、操作使用简便等特点。

目前,货运无人机的代表机型是美国卡曼航空公司研制的K-MAX无人直升机。该机于2011年12月17日在阿富汗成功完成了世界首次无人机货运任务,目前已经在阿富汗战场长期部署。此外,以色列也于近期推出了“飞象”货运无人机,并开始向国际市场推销。

2 发展特点及技术水平

冷战结束以来,世界主要国家相继削减军费并裁减部队规模。这迫使各国军方努力寻求既能确保任务完成、又能节省经费的装备发展途径。在这样的背景下,已在局部战争中初试锋芒并表现出较高性价比的无人机相继进入各国军方的视线,这为军用无人机的快速发展提供了良好机遇。近年来,各军事大国均根据自身需求,提出并实施了一系列无人机研发计划,随着这些项目的进展,世界军用无人机的战技性能将会提升至全新的水平。主要表现在以下几方面:

1) 无人作战飞机将成为主战装备,战技水平和任务效能实现质的跨越

与察/打一体无人机不同,无人作战飞机(UCAV)在研发之初就考虑到

能在高威胁环境下使用。为此,UCAV普遍采用了隐身、电子干扰、任务规划等自防护措施,具备较强的战场突防/生存能力,同时还拥有较长的续航能力、完善的任务设备和强大的武器载荷,可在高强度战争中执行火力打击、电子攻击或ISR等各种任务。这类无人机目前均处于验证测试阶段,其代表机型包括美国X-47B和“鬼怪鲑鱼”、俄罗斯“鲑鱼”、欧洲“神经元”和英国“雷神”。

今后各国研发的无人作战飞机一旦正式服役,将意味着军用无人机的使用模式将开始向在高危区域执行主流作战任务的方向转变,从而进一步巩固其在未来战争中主战装备的地位。这将在相当程度上改变未来空中作战的模式,并将在部队编制、作战原则和采办策略等方面带来深远影响^[2]。

2) 新一代主战飞机将向无人化方向发展,可选有人驾驶成为过渡模式

近年来,在美国和俄罗斯的新一代主战飞机(第六代战斗机和下一代轰炸机)发展论证过程中,两国对其采用无人驾驶的呼声一直很高。但是,在当前科技水平下能否研发出可靠、实用的无人驾驶战术战斗机和战略轰炸机,在各国军方和工业界一直存在着很大争议。为避免贸然采用无人驾驶模式所带来的潜在风险,在下一代主战飞机完全实现无人化之前,适当做些妥协折中、采用可选有人驾驶(即保留驾驶舱而在执行任务时根据需要选择有人或无人驾驶)的做法已逐步得到美国军方的认可。

值得指出的是,美国已经对可选有人驾驶技术进行了多年的研究,并在多型固定翼飞机/直升机上进行了验证测试,为其最终投入实用奠定了坚实的基础。目前,正处于研发初期阶段

的美国空军下一代轰炸机(即远程打击轰炸机,LRS-B)已被确定为可选有人驾驶,尚处于探索预研阶段的美国空军第六代战斗机也在考虑采用这一技术。

3) 随着互操作、自组网等技术的发展,有人机/无人机和无人机/无人机协同作战将成为现实

由于在复杂战场环境下,单个平台所能发挥的作战效能相当有限。因此,今后无人机的作战模式将必然由单平台逐步向多平台集群作战和有人机/无人机协同作战方向发展。美国国防部近年发布的《无人机路线图》就明确提出了“无人机与有人机协同作战(有人机主导)→有人机与无人机协同作战(无人机主导)→无人机自主作战”的发展步骤。按照美国军方的预测,在2015~2020年间,无人机将有可能达到与有人机在作战行动中相互协同的水平。目前,美国陆军正在研究使用“阿帕奇”(AH-64D,批次Ⅱ)和“基奥瓦勇士”(OH-58D)直升机对其部分型号无人机进行控制,今后这两型直升机将会被进行相应的改进,使飞行员具备在座舱中操纵控制无人机的能力。此外,近年来英国也在开展无人机与有人机混编作战的研究,法国则在考虑将其“阵风”战斗机改装为无人作战飞机的控制机。

4) 自主空中加油技术将达到实用水平,成为军用无人机任务效能的倍增器

随着无人机在军事领域内的广泛使用,其对空中加油技术的需求也日益迫切。在具备空中受油能力后,无人机的航程和续航时间将成倍增加,相应地会带来任务半径延伸、战位值勤时间增加、部署灵活性提高、对前进基地的依赖减小、对突发事件的反应速度加快等

一系列技战术优势。因此,国外专家普遍认为,自主空中加油将成为今后无人作战飞机的必备能力之一。

近年来,美国军方一直对无人机自主空中加油技术予以高度重视,目前正在与美国国家航空航天局、波音/诺斯罗普·格鲁门公司等合作,通过实施“自主空中加油验证”(AARD)、“自主高空中加油”(AHR)等项目对相关技术进行演示验证,并在部分关键领域取得了重大突破,已基本实现了空中加油从有人到无人的技术跨越,其技术正日益接近实用化^[3]。美国军方已经确定,其现役的“全球鹰”长航时无人机和发展中的新一代舰载无人作战飞机、LRS-B远程打击轰炸机都将会引入自主空中加油技术。

5) 随着无人机自主感知和规避技术的成熟,日益严重的空域管理问题将逐步得到缓解

随着军、民用无人机的大量使用,今后将会有越来越多的无人机出现在天空,无人机与地面建筑或其他飞机发生碰撞的风险也将越来越大,空域管理问题日益严重。为此,美国和欧洲各国的相关部门一方面正在制订无人机空管条例,对无人机使用民用空域等问题进行规范;另一方面也在研究为无人机配备先进的航管设备,采用高分辨率高灵敏度的探测传感器、快速自动检测识别、自主规避控制等技术,使其具备自主感知与规避能力,能够避免碰撞和绕过障碍物飞行。按照美国空军的计划,其最新研制的“机载感知规避”(ABASSA)系统将首先配备于“全球鹰”无人机,随后再进一步扩展到其他各型无人机。欧洲防务集团则计划在2015年左右,通过“中空碰撞规避系统”(MIDICAS)的投入使用,使长航时无人机纳入民用空中交通系

统运行。

3 未来发展趋势

随着各国军方对无人机发展的日益重视和投入力度的加大,世界军用无人机已经进入了加速发展的快车道。与此同时,先进布局、一体化设计、纳米复合材料、智能蒙皮/结构等前沿技术接连取得重大突破,也不断推动着无人驾驶技术水平的提高。可以预计,未来军用无人机的发展势头必然更加迅猛,并将呈现出以下趋势:

1) 无人机平台将同时向高空长航时大型化和微小型使用灵活化两极发展

一方面,无人机要想侦察监视更广阔的地域并获得尽可能完整、无盲区的情报信息,就必须进一步提升飞行高度、延长续航时间。因此,目前世界军事强国均在积极开展新型高空长航时大型无人机的研究,这类无人机飞行高度将逐步接近临近空间,并可在空中停留数周甚至数月时间,非常适合于执行持久的情报收集和战场监视任务。预计到2030年前后,美国等国的战略战役空中侦察监视任务将主要由卫星和高空长航时无人机共同完成,而U-2等传统有人驾驶侦察机将逐步退出历史舞台。

另一方面,由于微小型无人机具有重量轻、体积小、造价低、隐蔽性好、机动灵活等特点,能够监视普通侦察机探测不到的死角,非常适合城市、丛林、山地等复杂环境以及特殊条件下的特种部队和小分队作战,因而微小型化已成为无人机的另一重要发展趋势。目前世界各主要国家均在大力研制各种微小型无人机。美国不仅推出了“微星”、“龙眼”和“黑寡妇”等众多型号,甚至还在研究将甲虫等昆虫直接改造成微型“无

人机”。

2) 任务领域将不断拓展,向多样化方向发展

无人机自诞生以来,其军事价值经历了一个不断被认识和挖掘的过程。今后,由于技术推动和战场需求牵引两方面因素,军用无人机的任务领域将进一步拓展,最终将全面涉足于对地(防空压制、近距空中支援、时敏/纵深目标打击)、对海(反水面舰艇/潜艇作战)、对空(打击高价值空中目标、中远距拦截和近距格斗空战)、导弹防御(拦截弹道/巡航导弹)和网电空间(网电攻击/防御)等各个领域^[4]。

为适应任务多样化的需求,今后无人机发展的一个重要途径就是机载设备采用模块化设计和开放式架构,从而使无人机可根据战场需求临时搭载相应的设备,实现“一机多用”和“即插即用”,成为未来战场上的多面手。例如,同一种无人机平台,在搭载不同类型的侦察监视设备、电子战装置或战斗部后,即可在短时间内被改装成侦察、电子战甚至自杀性攻击无人机。

3) 任务飞行高度向临近空间发展

临近空间是指处于现有飞机最高飞行高度和卫星最低轨道高度之间的空域(通常距地表约20~100km),它作为航天与航空的空间接合部,其潜在军事价值已得到各国军方的广泛认可,其战略意义正日益凸现。与传统飞机和卫星相比,临近空间飞行器不仅在执行ISR、通信中继、导航预警等任务时具有独特而明显的优势,同时还可作为今后进入太空的中转平台,甚至直接配备高能激光等先进武器,因而未来军用无人机的概念必然会从无人航空器扩展到临近空间无人飞行器。

目前,世界范围内抢夺临近空间领域的竞争已经展开,美国、欧洲、俄罗斯

等均制订了相应的临近空间开发计划,其部分项目已处于技术研究和演示验证阶段。随着今后相关技术的成熟,临近空间无人飞行器将在未来空间攻防和信息对抗中发挥重要作用,为未来战争开辟一个全新的战场,并进一步促进空天一体化。

4) 自主性和智能化程度将逐步提高,向全自主控制发展

控制水平是无人系统区别于有人装备,实现无人操控和执行各种任务的关键。目前,无人机的智能化水平还比较低,平台控制方式主要以简单遥控和预编程控制为主。但随着计算机运算速度和存储容量的飞跃式发展,以及相关的软件、容错、模式识别和自适应推理等技术的巨大进步,无人机智能化水平正不断提高,人机智能融合的交互控制方式将逐渐占据主导地位,今后将进一步向全自主控制方向发展^[5]。

根据“摩尔定律”,计算机运算能力每18个月增加1倍,预计到2030年前后将会出现接近人类智能水平的计算机。届时,无人机的全自主控制技术水平将得到很大提高,不仅可以大幅降低操作员工作负荷,最小化人为因素对无人机运行的干扰,同时也降低了无人机对通信带宽的需求,并使得无人机能够进行超视距的战术操作。届时,无人机将能更好地适应危险、独立或复杂的战场环境,同时更好地实现与有人机或其他无人机之间的协同作战。

5) 突防/生存力将进一步增强,向全向宽频隐身发展

随着先进防空武器技术的发展,未来军用无人机、尤其是无人作战飞机将会面临更加复杂严酷的战场环境。因此,非常有必要采用各种技术措施来增强自身战场突防/生存力,首要的就是进一步提高隐身性能。为此,未来无人

作战飞机在通过特殊外形设计、吸/透波材料、有源对消甚至等离子体等技术来获得全向(前、后和侧向)和宽频(可对付低频雷达)雷达隐身性能的同时,还将通过非常规喷管外形、燃油添加剂、隔热/屏蔽等技术来削减红外信号特征,通过先进蒙皮/涂料、凝结尾迹消除等技术来降低目视信号特征,通过低噪声发动机、吸声/隔声材料等技术来改善声学信号特征。

在此基础上,再结合电子对抗、任务规划甚至配装自卫武器等措施,未来无人作战飞机突防/生存力将会得到显著提高,足以穿透敌方先进防空系统,对其严密保护的重要目标构成威胁,甚至可以保证飞机在敌方国土上空长时间巡飞,并对时间敏感目标实施有效打击。

AST

参考文献

[1] Unmanned Systems Integrated Roadmap FY2011–2036[Z]. Officer Of The Secretary Of Defense, Washington DC. Oct. 2011.

[2] 苏润娥. 无人作战飞机操作平台系统人机工效研究[D]. 西安: 西北工业大学, 2003.

[3] 蒋红岩, 李文川, 肖铭. 无人机自主空中加油技术探究[J]. 航空科学技术, 2011, (1): 35–38.

[4] 陈黎. 无人机助推段反导技术研究[C]. “尖兵之翼”——第4届中国无人机大会会议论文集, 2012.

[5] 高劲松, 王朝阳, 陈峭东. 对美国无人机自主控制等级的研究[J]. 航空科学技术, 2010, (2): 40–43.

作者简介

陈黎, 硕士, 高级工程师, 长期从事军用飞机及机载武器发展研究。