

兵器广角

最近,有两款无人机的动向,引发外界关注。今年1月,俄罗斯将“天竺葵-5”(Geran-5)无人机投入了实战。与前代螺旋桨无人机相比,“天竺葵-5”的航速更快,最大航程可达1000千米。去年12月,土耳其2架“红苹果”无人战斗机完成了一次完全自主编队飞行。在此之前,该无人机刚刚完成

首次发射空空导弹击落靶机试验。值得一提的是,这两款无人机都是喷气式无人机。如果说近年来无人机是发展势头最为迅猛的武器装备,那么,喷气式无人机则在无人机的发展竞速中呈现“后来居上”之势。本期,让我们走近喷气式无人机,一探其发展来路、现状与前景。

喷气式无人机:空中“新猎手”来了

■许洪昌 张金英

既是新赛道,也是快车道

喷气式无人机,是指利用涡喷或涡扇发动机等喷气推进系统提供动力的无人驾驶航空器。它问世的时间并不晚。20世纪50年代,美国研发的“火蜂”就是喷气式无人机。

起初,喷气式无人机只是用作靶机等。随着时间推移,此类无人机开始承担侦察、诱敌等任务。然而,其在无人机中的“占比”较低,当电动无人机和活塞动力无人机进入快速发展期时,甚至一度陷入沉寂。

转机,出现在最近几年。凭借其独特优势,喷气式无人机研发成为多国竞逐的新赛道。从2025年大量见诸媒体的相关资讯中,可窥一斑:

1月,美国一家航空航天公司研发的“地狱犬”S3涡轮喷气式无人机在佐治亚州完成首次飞行测试,时速约600千米。

2月,阿联酋EDGE集团在IDEX2025展会上展示了其研发的JENIAH高速隐身无人机,巡航速度约0.7马赫。

3月,巴西一家航空航天公司正式对外公布了其研发的ATP-150型喷气式无人机系统,该系统主要是为满足巴西武装部队空中靶标需求而打造,用于模拟复杂环境下的空中威胁。

5月,美国梅曼航空公司宣布完成了“剃须刀”P100垂直起降喷气式无人机的试飞。该无人机最大平飞时速据称超过800千米。

11月,伊朗新研制的“沙赫德-238”喷气式无人机在德黑兰阿舒拉航空航大科技大学组织的展览上正式展出。俄罗斯则在此基础上研制了Geran-3高速攻击无人机。

12月,乌克兰的Bars喷气式无人机首次以较为完整的方式进入公众视野。在固体燃料助推器推动下,点火数秒,该无人机便可到达预定高度以及喷气式发动机启动所需的最低速度。

在世界范围内,各国喷气式无人机的发展正在步入快车道,呈现出你追我赶之势。

鲜明特点催生独特功用

像其他装备一样,喷气式无人机的这种快速发展也是科技进步与战场需求共同作用的结果。

进入21世纪,自动控制、人工智能以及发动机微型化技术的发展,为喷气式无人机的发展奠定了基础。而近年来爆发的一些武装冲突,使各国越来越清晰地认识到,需要在此基础上研制飞行速度更快的无人机。

2025年,乌克兰独立设计局展示了一款新研发的专为轻型无人机设计的Hrim-17脉冲喷气式发动机。该发动机不仅结构紧凑,可连续使用时间和总寿命



图1:“沙赫德-238”喷气动力无人机。
图2:Bars喷气式无人机。
图3:JENIAH高速隐身无人机。

也较长。Hrim-17脉冲喷气发动机的研发,正是对战场需求的现实回应。

在新型喷气式无人机发展方面,伊朗也取得一定成果。该国以前研制的“沙赫德-136”汽油活塞发动机无人机在战场上表现不俗,为什么又转而发展“沙赫德-238”喷气式无人机和“哈迪德-110”喷气式无人机呢?原因之一,就是与飞行速度较慢的汽油活塞发动机无人机相比,喷气式无人机飞行速度更快,能大幅缩短对手探测、跟踪、拦截无人机的时间,明显提升突防能力。

俄罗斯对“沙赫德-238”喷气式无人机的仿制、应用及所取得的战果,也验证了喷气式无人机的效用。

如果说上述国家发展喷气式无人机更多是受现实战场需求牵引的话,那么其他国家发展喷气式无人机,则是在回应未来战场的呼唤。

近年来,相关技术的发展使有人机与无人机协同成为研发热点。与有人机进行协同,要求无人机的体积更大、速度更快,在AI加持下的自主能力更强。在这一背景下,喷气式无人机显然具备更大优势成为协同作战无人机。

比如,美国MQ-20“复仇者”无人机,之所以能够成为F-22战斗机的协同作战无人机,就在于该无人机的涡扇发动机能够提供4500磅的推力,让其最大飞行时速超过740千米,最大起飞重量达8.255吨,能较好地配合F-22战斗机

完成相关战斗任务。

除了协同有人机作战,喷气式无人机赋予无人机的“快”,也催生了喷气式无人机更多“分型”。比如,伊朗的“哈迪德-110”是喷气式自杀式无人机,美国的“走鹃”可重复使用垂直起降无人机是拦截型无人机,土耳其的ANKA III无人机的多功能无人机,阿联酋的JENIAH高速隐身无人机是为多域作战而设计等。

喷气式无人机发展势头迅猛,那它能够替代其他动力的无人机吗?答案是“不能”。

原因在于,就喷气式无人机本身来讲,它也并非全是优点,也存在一些短板和问题。

首先,喷气式无人机的运营成本较高。无论是涡扇发动机,还是涡轮喷气发动机,其结构与活塞发动机、电动机等相比都要复杂得多,将其微型化也需要足够的技术与工艺支撑,这必然会让其使用成本居高不下。

其次,喷气式无人机的续航时间相对较短。喷气式无人机的特点是飞行速度快,这种“快”除了源于无人机外形的优化外,更来自发动机对航空燃料的快速消耗。目前,一些大型喷气式无人机的续航时间在20小时左右,一些小型喷气式无人机的续航时间更短。如伊朗“哈迪德-110”喷气式无人机续航时间只有1小时。

再次,喷气式无人机的隐身功能相对较差。虽然各国在研制新型喷气式无人机时会采取多种措施,如选用飞翼构型等来降低雷达反射截面。但是,喷气发动机的噪声和振动无法从根本上消除,燃料燃烧带来的高温,也易被红外探测仪和热成像仪捕捉,从而导致其行踪暴露。

这些短板的存在,决定了喷气式无人机只能在无人机大家族中占据“一席之地”。不同动力的无人机各展其长、配合使用,才能发挥出最大效能。

将在未来战场扮演重要角色

正所谓瑕不掩瑜,喷气式无人机特有的速度优势越来越受到重视。各国当前对其的研制情况也基本上能反映出这一点,并呈现出一些明显趋势。

一是追求更快的速度。“天下武功,唯快不破。”对喷气式无人机来说同样如此。无人机的飞行速度越快,突破对方防御的可能性就越大,发起突然打击的成功率就越高。因此,今后喷气式无人机的发展,追求更快的速度必将成为首选,并同步增强其隐身能力。

二是提升模块化程度。当前,一些国家通过研制和列装喷气式无人机,已经为其军队提供了一种新型快速打击能力。但是,要想让这些喷气式无人机用得“顺手”和高效,还需要进行模块化、开放式设计,以赋予其更多任务能力。如美国的“地狱犬”S3涡轮喷气式无人机就采用了模块化载荷舱设计,根据需求可以更换爆炸战斗部、电子战模块或情报监视侦察设备,并通过载荷升级与功能拓展,满足更多任务需求。

三是着力降低成本。喷气式无人机的发动机造价较高,是影响其大量列装和使用的主要原因之一。今后,各国势必会持续探索,通过采用新工艺、新工艺来降低喷气式发动机的造价,同时大幅压低此类无人机的综合使用成本。伊朗近年来推出紧凑型无人机喷气式发动机就体现了这种趋势。

四是进一步智能化。研制喷气式无人机使更快地达成一些作战任务成为可能,但这些作战任务能否最终高效完成,则取决于此类无人机的智能化水平。当前,协同作战飞机的发展,在这方面有一定代表性。2025年初,美军多次完成F-35战斗机与XQ-58A“女武神”喷气式无人机编队飞行测试。同年11月,土耳其“红苹果”无人机与F-16战斗机协同完成对靶机的实弹打击。这些测试与试验的背后,都有喷气式无人机智能化水平提升的影子。

不难预测,随着喷气式无人机功能的不断提升,这种“新猎手”的身影像会在未来战场进一步增多,并发挥更大功用。

本版供图:阳明



装备动态

据外媒报道,今年1月,印度的冲压喷气动力155毫米炮弹已进入研发最后阶段,对该新型炮弹的初步测试将很快展开。

与各国身管火炮发射的传统炮弹不同,印度研制的这款155毫米炮弹使用了冲压喷气发动机来增加射程。借助这种发动机,该炮弹在无需重新设计火炮的情况下,射程有可能达到原来的1.5倍。

这类炮弹通常被称作“冲压喷气增程炮弹”。提到“增程”这两个字,不少人会立即联想到底凹弹、底排弹、火箭助推增程弹、火箭助推滑翔增程弹等弹药。冲压喷气增程炮弹增加射程的原理与火箭助推增程弹相仿,不过,其发射后的动力由火箭发动机改为冲压喷气发动机来提供。

与炮弹用的火箭发动机相似,冲压喷气发动机也是一种几乎没有运动部件的推进装置。它的结构简单,主要依靠弹体高速飞行时产生的进气压缩效应来产生推力。但与火箭发动机不同,冲压喷气发动机运行时,不需要像前者那样携带大量氧化剂,因此炮弹有更多空间来携带燃料,且冲压喷气发动机的比冲更高,这些都有助于增加炮弹射程。

在研发冲压喷气增程炮弹方面,印度不是唯一的“试水者”。一些国家的防务企业也在在这方面进行了探索,并取得一定成果。

去年5月,在马德里举行的防务展上,挪威纳莫公司推出了其研发的155毫米冲压喷气增程炮弹。该型炮弹采用固体燃料冲压发动机助推,射程达150千米。该型炮弹可用北约标准的39、52和58倍径身管火炮发射,还可在多种作战场景中打击陆地、海域和空中的目标。

同样是去年,美国的泰比略航空航天公司推出了其研发的“权杖”155毫米冲压喷气增程炮弹。据相关公开资料,该型炮弹也可使用符合北约标准的常规身管火炮发射。在冲压喷气发动机助推下,“权杖”最高飞行速度

可达3.5马赫,飞行高度超过19.8千米,射程达140~160千米。

这些成果的取得,以及更多国家及公司在这一方面的持续用力,在某种程度上已经预示一种可能——冲压喷气增程炮弹将很快步入战场。

上图:纳莫公司研发的155毫米冲压喷气增程炮弹。

冲压喷气增程炮弹或将步入战场

■李学峰 严子昌

炮弹这样增程

■刘卫峰 刘含

延伸阅读

身管火炮怎样才能打得更远?除了“善假于物”用好外部条件以及提高火炮的性能,很重要的一个途径,就是通过改进炮弹实现增程。

从实现路径上看,这样的方法有不少。比如,对炮弹的外形进行优化,所谓的枣核弹就是如此;再比如,在可承受范围内,为炮弹增加更多的发射药。

回到技术本身,让炮弹增程的方法其实只有两种,那就是要么减小弹丸出膛后所受的阻力,要么通过装置赋予其一定动力。这两种思路分别导致了以下几个弹种的出现:底凹弹、底排弹、火箭助推增程弹、火箭助推滑翔增程弹。

说到底凹弹和底排弹,就要提及弹丸出膛后所受的阻力。炮弹弹丸出膛后,一般会高速飞行。这种飞行会遇到不小的空气阻力。这种阻力的产生,有相当一部分来自弹丸尾部的涡流,这些涡流会在弹丸尾部形成一个低压区,“拉扯”着不使其“尽情飞奔”。

为了让弹丸飞得更远,各国研发人员采用了破坏其尾部涡流的方法,具体点来说,就是在弹丸底部设计一个凹槽,让凹槽来扰乱这种涡流的形成,从而提升弹底压力。由此,底凹弹问世。事实证明,这种设计的确能在一定程度上增加炮弹的射程。

底排弹也是这一思路的产物。不过,底排弹没有选择在弹丸底部“挖坑”,而是在其底部设置了一个小小的带有排气孔的“燃烧室”,里面填充缓燃火药。炮弹一出膛,“燃烧室”里的火药被点燃,就会持续向后喷射燃气,有效给尾部低压区“加压”,从而达到增加射程的目的。在空气稀薄的高原,这种效应尤其明显。

如今,底凹弹和底排弹已经普遍采用通用化设计理念,可通过更换不同功能的弹尾部件来实现弹种的快速转换。

火箭助推增程弹、火箭助推滑翔增程弹的增程原理,则相当于在弹丸飞行过程中又给予外力,顺势推了一把。

火箭助推增程弹的飞行过程犹如一场精心安排的接力赛:第一棒,由减阻装置负责“减阻”;待弹丸飞行到一定距离,第二棒的火箭发动机点火,负责“助推”,从而使弹丸飞得更远。由于配备了火箭发动机,此类炮弹在内部的有效载荷空间有限,会在一定程度上影响战斗部的毁伤效能。

火箭助推滑翔增程弹则在火箭助推增程弹的基础上又往前迈出了一步。它相当于为后者插上了一对翅膀。简单来说,就是先利用火箭助推将弹丸送到弹道顶点,弹丸随后会利用自己的弹翼进行滑翔。如此,炮弹就获得了更远的射程。

如今,世界多个国家开始探索为炮弹增程的新思路,比如前文提到的冲压喷气增程炮弹。可以预见,随着更多新技术的成熟与运用,为炮弹增程的探索还会继续,身管火炮“火力之臂”也将会因这种“进化”而延伸得更长。

加油机挂上通信吊舱

■蒋国峰 罗长胜



吴志峰绘

去年,美国犹他州空军国民警卫队在一次演习中,展示了KC-135加油机作为空中通信和数据共享节点的新功能。与以往的KC-135不同,这次展示的加油机,其翼下原本挂载“多点加油系

统(MPRS)”吊舱的地方,换挂了通信吊舱。吊舱内部,集成了模块化的通信、数据处理、网络交换和控制设备。

加油机为什么会突然挂上通信吊舱?其原因不外乎以下两点:一是借此更好地感知外部态势信息,弥补该机无法隐身导致战场生存力较弱的短板;二是使KC-135也成为战场态势信息网络中的通信节点,兼具无人机集群控制、空中智能网关和空中通信节点“翻译器”的潜力,从而在需要时发挥类似预警机的作用,为构成战场态势信息“泛在网”提供通信支撑。

这种变身有其“可取之处”:其一,

KC-135本身就挂载“多点加油系统”吊舱的能力,换挂通信吊舱只需在现有基础上进行改装,外部结构无需过多论证;其二,通信吊舱内的设备大多奉行“拿来主义”,不少是成熟技术和产品,不仅成本可控,而且可接入现有战场信息网络;其三,美军现役的KC-135的数量不少,如果让其“客串”通信节点,有一定数量优势,还可增强遂行此类任务的韧性。

但同时,这种变身也有缺点。仅靠通信吊舱,KC-135无法实现对现役所有类型数据链信息的中继与融合,比如要打通与隐身飞机的通信链路,就需要

借助更多手段。KC-135庞大的机身也会遮挡无线电信号,要满足大容量、高速率、多频段信息的无线收发需求,就需要在机身合适位置加装多副全向和定向天线。从某种程度上来说,给KC-135加装通信吊舱,本质上是以牺牲软管加油点为代价,为“保通信”采用的技术代偿手段,KC-135要成为真正的“空中网络枢纽”,绝非挂上一个通信吊舱这样简单。

热点扫描