近年来,一些武器生产商先后着 手研发一种三角翼无人机,如俄罗斯已 投人实战的"非洲菊"巡飞弹、美国格里 芬航空航天公司推出的 MQM-172 "箭头"无人机、波兰空军理工学院设 计的 PLargonia 无人机等。

2025年11月14日 星期五

这些无人机除了统一采用三 角翼布局外,还有一个共同特征, 就是配置了小型活塞式发动机。 这种发动机运行时会发出像摩托 车一样的声音,因此也被称为"空中小摩托"。

这种三角翼布局无人机起源于 何时?今昔有何不同?各国竞相研 发原因何在?请看——

各国为何竞相研发"空中小摩托"

■洪文强 刘福伟



热点兵器

类似"空中小摩托"构型的无人机出现时间较早。20世纪80年代,德美两国相关公司研制的DAR无人机,以及南非一家公司推出的ARD-10无人机设计方案,都采用这种构型。后来,以色列航空工业公司在此基础上继续研发,研制出哈比无人机与哈洛普无人机。

不过,哈比无人机与哈洛普无人 机的"主业"是反雷达,不仅所用技术 较为先进,对制造工艺的要求也高,导 致它们的价格昂贵,难以大量使用。

当前各国研发的"空中小摩托"与 这些反雷达无人机"形似而神非"。"神 非"主要体现在两个方面,一是主要打 击的对象变为地面目标;二是在所用 部件和材料上"做减法"。如"非洲菊" 巡飞弹的机身就采用了泡沫、层压胶 合板和轻质复合塑料等制造。

从某种程度上说,当前各国研发的"空中小摩托"或多或少受到伊朗"见证者-136"无人机的启发。"见证者-136"无人机 2021年首次公开亮相,机长3.5米,翼展2.5米。该机因为造价低、航程远、威力大,后来被俄罗斯引进并加以本土化改造用于作战。

根据公开消息,今年5月的第一周,俄罗斯自产的"空中小摩托"——"天竺葵-2"无人机的出动量多达1002架,给乌克兰的防空体系造成不小压力。

越来越多该类无人机投入实战的 现实以及所取得的显著战果,使"空中 小摩托"渐渐成为各国关注和竞相研 发的重点。

"空中小摩托"之所以能在全球范围内引发如此大的关注,主要有以下几点原因。

首先是该类无人机的构型具有一定可拓展性。与其他无人机构型相比,三角翼布局使得无人机的内部空间较大,可以容纳更多的燃料、载荷和威力更大的战斗部,且可根据需要调整内部布局。俄罗斯对"见证者"系列无人机进行本土化改造和生产后,又研制出结构简单、相对廉价





图①:"非洲菊"巡飞弹;图②:"天竺葵-2"无人机;图③:Artemis ALM-20无人机。

的"非洲菊"巡飞弹,以及可在复杂环境中执行打击任务的"大秃鹫-A1"无人机。乌克兰移动火力小组配备探照灯和高速机枪对早期采用低空飞行的"天竺葵"无人机形成威胁后,俄方迅速反应,将"天竺葵"无人机的飞行高度提上,将

了拓展性大的特点。 其次是具有显著的成本优势。"空中小摩托"的造价较低,比如一架"见证者-136"无人机,其估算成本仅为2万~3万美元。然而,"空中小摩托"的威力不小,如果对手未能拦截,其所携数十千克的战斗部一旦击中目标就可能带来毁灭性后果。为拦截"空中小摩托",一些国家不得不动用防空导弹,而即使是短程防空导弹,成本也高达数十万美元。加上"空中小摩托"常成批使用,使得防御方即便能击落大部分来袭无人机,其付出的经济代价 也远高于攻击方。这种显著的成本优势,使它深受多国青睐。

再次是能较好地打击一些战略战 役纵深目标。"空中小摩托"的问世,在 一定程度上填充了火炮与有人战机在 打击对手战略战役目标方面存在的空 白。30千米至上千千米的航程,使"空 中小摩托"可以打击对手众多重要军 用资产,而不需过多地考虑己方人员 安全。当前,一些国家的研制厂商还 在赋予"空中小摩托"更远的航程,使 其能够打击更多的远程目标。如美国 一家公司与乌克兰一家公司合作研发 的Artemis ALM-20无人机,其目标航 程为1600千米。为了更好地打击纵深 目标,一些武器生产商在研制"空中小 摩托"时,还赋予其人工智能和自主导 航能力, 使其能借此实现高效打击。

该类无人机应用潜力还在持续呈现。在这方面,俄罗斯对"空中小摩托"

的运用有一定代表性。通过对不同功用、类型的"空中小摩托"搭配使用,俄军提升了突防成功率。俄军甚至尝试在"空中小摩托"俯冲攻击时暂时关闭发动机,以降低声学和红外特征。PLargonia 无人机呈现出另一种应用潜力,该无人机兼具训练系统与巡飞弹功能。今年,美国国防部展示了由一家公司研制的"低成本无人作战攻击系统",相当于在"见证者—136"无人机复制版基础上增加了网络中心战功能,如接入战场数据网络承担通信中继或分布式态势感知任务。

总之,在各国重视下,"空中小摩托"的发展方兴未艾。同时,更多变化还在发生,如一些"空中小摩托"被设计为可兼容电动机,以便降低飞行噪声和热信号。这样看来,"空中小摩托"的名称已经不那么名副其实了。

本版供图:阳 明

装备动态

前不久,美国安杜里尔公司推出了一款名为"海底哨兵"的机密声学监控系统。该系统的主要构件是一些移动式人工智能水下传感器。通过一定方式,这些传感器可组网实施海底监测。当前,俄罗斯、日本等国也在着手发展此类装备和系统,折射出水下监测的新动向。

近年来,从战略航道控制到深海资源勘探,各国在海底空间的角逐日趋激烈。在此背景下,以往水下监测手段的局限性日益凸显。

传统的水下监测装置大多用于反 潜且各有短板,如主动声呐虽能实现定 向探测,但探测距离有限,且自身发射 信号易暴露位置;反潜巡逻机受制于燃 油携带量与气象条件,难以对广袤海域 实施长时间监测。同时,潜艇性能的快 速提升进一步增加了对其进行监测的 难度。据北约2025年《全球潜艇威胁评 估》显示,全球现役核潜艇数量持续增 长,新一代AIP潜艇的噪声水平已降至 接近海洋背景噪声,传统监测设备更难 捕捉其踪迹。况且,海洋环境本身的复 杂性也构成挑战——海水温度、盐度的 变化会扭曲声波传播路径,温跃层交界 处的折射甚至能让潜艇"隐身",蓝鲸鸣 叫、商船轰鸣、海浪拍击等背景噪声的 叠加,都可能让传统的间歇性水下监测 手段难以奏效。

从公开信息来看,"海底哨兵"在一定程度上消除了上述短板弱项。其核心是一套可自主运行的海底传感器。与传统声呐阵列或移动反潜方式不同,该系统采用全被动工作模式,自身不发射信号。依靠耐压壳体等设计,它可在海底自主运行数月甚至数年,实施长期监测。

在监测能力方面,其所属的传感器可协同组网,覆盖范围较广;搭载的被动声呐能捕捉距离很远处的低频噪声,并对水下声学信息进行识别与区分。这些传感器的布放也较为简单,水下潜航器和水面舰艇都可充当它们的载具。

人工智能的融人,让该系统成为名 副其实的水下新"耳朵"。安杜里尔公司 研制的LatticeAI系统,能借助深度学习、 长期积累的潜艇声学特征库,在复杂海 洋环境中分析和识别上百种传统目标, 及时提供预警信息。 海底哨兵』折射

-再增新『耳朵

当然,"海底哨兵"目前也存在短板,一些关键技术还亟待突破。如其动力依赖电池,高负荷运行时寿命会大幅缩短;深海维护需要专业设备,维护成本不菲;对采用仿生降噪或主动消声技术的新型潜艇,LatticeAI系统的识别能力不足;传感器依赖的无线网络易受干扰和攻击,存在安全隐患等。

存在安室隐患等。 即使如此,"海底哨兵"的出现,仍折射出水下监测领域的新动向:人工智能与分布式传感器网络的融合,正在使水下监测行为变得更加隐蔽、多元、持久和高效,水下监测与反监测的角逐将更加激烈。



解读枪炮的『动力核

自热兵器登上战争舞台,发射药便 成为武器系统的"动力核心"。

心

发射药的核心功能是通过可控燃烧产生高温高压燃气,推动弹头或弹丸加速运动。尽管枪械与火炮发射药同属"动力燃料",但因作战需求差异形成了明确分野。

枪械发射药多为单基药,以硝化棉 为主要成分,通过调整颗粒形状与尺寸 控制燃烧速度,确保手枪、步枪等轻武器 在有限枪管长度内实现弹头高速出膛, 同时避免膛压过高导致炸膛。其燃烧过 程需精准适配枪管长度,例如步枪发射 药的燃烧速度通常慢于手枪,以充分利 用较长枪管提升动能。

炮用发射药则更强调能量輸出与燃烧稳定性的平衡,多采用双基药或三基药配方,即在硝化棉基础上添加硝化甘油、硝基胍等成分增强能量。大口径火炮的发射药常被制成药柱或药包形态,通过多层包覆技术实现渐进式燃烧,为弹九提供持续推力以达到超远射程。例如155毫米榴弹炮的发射药系统,需在瞬间产生上百兆帕膛压,同时保证燃烧过程均匀可控,支撑弹丸突破数十千米射程。

发射药的发展始终围绕"能量、安全、适配性"3大核心目标演进。黑火药曾"统治"战场数百年,爆速通常在500米/秒左右,燃烧残渣多,严重制约武器性能。19世纪中期,硝化棉的发明开启了无烟火药时代,其爆速提升至6300米/秒以上,彻底改变了枪械与火炮的设计逻辑。20世纪以来,黑索金(RDX)、奥克托今(HMX)等高能成分的加入,进一步提升了发射药能量密度,为大威力火炮与精确制导弹药的发展奠定基础。

当今世界,为满足武器装备对发射 装药系统提出的高能量、低易损、高利用 率要求,发射药技术正迈入"高能、低感、 多功能"协同发展的新阶段,各国纷发发 药。美国在高能材料领域取得突破,其 研发的CL-20笼状分子结构炸药,爆球 达9600米/秒,能量密度是传统TNT的 3倍左右,作为发射药可使火炮射药舱体 积。在传统双基、三基发射药配方中加入RDX制成的高能明显提高。

未来,随着含能材料与信息技术的深度融合,发射药正朝着智能化、多功能方向发展。科研人员正探索将微传感器嵌入发射药,实时监测燃烧状态;通过纳米复合技术优化能量释放效率,在提升弹药威力的同时减轻发射药重量;借助仿生材料设计实现燃烧过程的精准调控。



苏-35S能"喝"啤酒?

■吴志峰



11月3日,与俄罗斯"勇士"飞行表演队有关的一段视频在网上引发围观。视频中,一名地勤人员手持啤酒罐,蹲在苏-35S表演机机身上,打开一个盖板向里面倾倒液体。"苏-35S能'喝'啤酒"的说法开始在网上迅速传播。但从专业角度来看,这种行为完全不具备实操性,纯属误解。

飞机所用的关键油液如燃油、滑油、液压油等,对成分纯度和稳定性要求极高,储存与使用要严格遵守相关规定以防止油液污染。而啤酒的成分

复杂,含有大麦谷蛋白等物质,一旦进入发动机管路,在高温高压环境下就可能结块,堵塞油路;如果进入液压系统管路,则可能在高空低温环境下结冰,导致起落架作动筒等失效,引发严重后果。



1欧元可买18架F-16?

■陈红军 辛宇恒



F-16战机。

国际军贸市场上,F-16战机的单价 通常在四五千万美元左右。然而最近, 荷兰与罗马尼亚两国发表声明,前者以

1 欧元的价格向后者出售 18架 F-16。 这些 F-16 大多生产于 20世纪八九 十年代,如今已达到使用寿命上限,但通 过延寿措施与维护保养还可用于训练。 面对这种情况,荷兰最终放弃了为 F-16 延寿而选择购买 F-35 战机。随着 F-35 的到位,这些 F-16 成了"鸡肋"。

此前,荷兰提议在罗马尼亚建起了一个F-16战机培训中心,该中心主要任务是为罗马尼亚培训飞行员,后来开始培训北约框架下其他各国的飞行员。经过权衡,这些F-16被以1欧元的

象征性价格卖给罗马尼亚。

各国以象征性价格买卖武器装备的情况并不鲜见。1998年,俄罗斯就曾以1美元的价格将戈尔什科夫号航母出售给印度;2003年,德国也曾以1欧元的象征性价格,将23架米格-29战机卖给波兰。象征性价格看上去便宜,但这并不包括其他一些费用,如升级、改造与维护费用等。而后者,才是买方需要支付的

荷兰这次出售给罗马尼亚的F-16也是如此。虽说象征性价格只有1欧元,但通过买卖,这些F-16的延寿、升级与维护等所需费用,就转移给了罗马尼亚。除此之外,罗马尼亚还需支付2100万欧元的增值税,并承担起培训更多北约国家飞行员的任务,甚至还要为乌克兰培训飞行员。

虽然罗马尼亚可借此加深与北约的 联系,但也存在更深地陷入俄乌冲突的 风险。这笔交易是否划算,时间会给出 答案。

lacksquare

l