

管窥俄军反无人机作战训练

■柳玉鹏

近年来,无人机在战场上大规模使用,成为各国竞相研发并装备的常态化打击武器。如何反制无人机,也成为各国军队研究和训练的重点课题。早在叙利亚战争期间,俄罗斯军队开始重视反无人机作战训练,并在各类军事演习中加入反无人机训练科目,初步探索出一系列反无人机战法、战术。俄军反无人机作战训练的重点,是利用强大的雷达系统、电子战系统、防空系统和单兵武器系统协作对抗无人机。同时,俄军持续研发新型反无人机武器系统,并在部队训练和实战中进行检验。

借鉴实战经验开展训练

近年来,为应对日益增长的无人机威胁,俄罗斯军队利用叙利亚等战场上反无人机作战经验,在演习中多次演练反无人机战术。自2019年起,俄军在各类军事演习中增加了反无人机作战训练科目,尤其重视使用电子战系统进行反无人机作战。俄军部队典型的反无人机训练内容如下:“假想敌”使用大规模无人机对俄军实施侦察和空中袭击,俄军任务部队先使用便携式、车载式电子对抗系统进行全面反制,电子战系统操作人员利用雷达等电子侦察系统获取情报数据,并对敌方无人机实施大规模电子干扰,阻断其通信信道,防空系统和反无人机狙击手依次对被有效压制的无人机进行火力摧毁。

通过演习训练,俄军部队初步探索出一系列有效的反无人机战法、战术。俄军要求各部队组建由狙击手、侦察兵、防空兵和电子战专家组成的联合反无人机分队。俄军地面部队、海军陆战



图①:俄罗斯“克拉苏哈-4”电子战系统。
图②:俄罗斯 REX-1 枪式无人机干扰器。
图③:俄罗斯首款基于人工智能的“巨人”反无人机系统。

队和空降兵部队组织作战人员学习如何使用突击步枪、机枪、狙击步枪等武器击落无人机。此前,俄罗斯中部军区在车里雅宾斯克地区举行了一场击退低空来袭无人机的演习。参演部队先利用雷达发现低空、低速飞行的小型无人机,随后自动化指挥系统将这一情报传送给防空部队装备的“铠甲-S1”和“道尔-M1”防空系统,由后者对来袭无人机进行拦截。同时,各反无人机分队从自动化指挥系统中同步获得无人机来袭的情报,并提前做好拦截准备。俄军事专家称,在此次演习中,俄罗斯各部队配备的雷达能够远距离发现低空飞行的小型无人机,并将其坐标传递给指挥所,验证了俄军在复杂条件下的反无人机战术。

重视特殊条件下训练

俄军部队多次在复杂的山地条件下进行反无人机作战训练,提高防空系统在山区打击无人机的能力。纳卡冲突表明,在山区作战行动中,无人机对部队构成的威胁更大。山区

的地形条件限制了防空部队和电子战部队对抗无人机的行动,无人机能够躲在山脊背后或峡谷深处,躲避雷达电子系统的侦察,并对目标发起突然打击。俄罗斯军事专家指出,在这种地形条件下,除了将防空武器和电子战系统结合使用外,还应让使用大口徑狙击步枪的狙击手加入作战,俄军部队的演习证明了这种方法的有效性。

另外,俄罗斯中部军区的坦克师多次演练如何保护行进中的坦克部队免遭无人机打击。演习中,各部队的反无人机预警和防御系统进行梯次部署,雷达全面开机监视整个空域。发现来袭无人机后,根据目标距离不同,俄军使用“居民”、R-934UM 等电子战系统对无人机实施干扰和压制,保护坦克纵队顺利行进。与此同时,坦克师装备的防空系统和其他反无人机武器全面做好战斗准备,随时打击突破防御的无人机。在坦克纵队穿越开阔地域和进入停泊场时,俄军还对其进行全面伪装,避免遭遇无人机侦察与袭击。这些方法被证明有效降低了无人机对坦克部

队的侦察和打击。

持续研发各种装备

实战经验促使俄罗斯不断研发新的反无人机装备。其中,电子战装备是近年来俄罗斯在反无人机装备领域的主要发展方向。据俄媒报道,俄罗斯研发出一款基于人工智能的“巨人”反无人机系统。该系统配备激光系统、无线电对抗装备和24管12毫米口径火炮。人工智能可以协助系统识别并锁定来袭无人机,操作人员利用电子对抗系统对无人机进行信号压制,如果不起作用,再利用火炮“消灭”对方。该系统配备的激光系统模块,可摧毁距离3000米的无人机。

近年来,俄军研发了一系列小型激光系统提高反无人机作战效率。例如,“盲人”激光系统可在100米的距离上致盲无人机上的光学设备。“佩列斯韦特”激光系统可对来袭无人机进行灼烧,作战效率据称超过国外同类型武器。俄军事专家德米特里·科尔涅夫称,与传统防空系统相比,激光系统具

有精度高、成本低等优势,有望取代电子战系统,成为对抗无人机的常用手段。此外,俄军装备有 REX-1 枪式无人机干扰器,曾创下一周击落50架无人机的纪录。还有一款针对自杀式无人机的电子战系统,通过发射高功率电子干扰,可以拦截250米半径内的单架或多架无人机。该电子战系统形如手提箱,操作简单,携带方便。此外,俄罗斯还研发了“驱虫剂-1”车载电子战系统,该系统安装在作战卡车上,覆盖半径30千米,可在恶劣天气条件下远距离探测无人机。此外,俄罗斯军方还为其其他反无人机系统引入人工智能等新技术,通过人工智能决策减少人工值守的工作量,及时高效应对日益复杂的无人机威胁。

未来战场上,反无人机作战是各国军队面临的一项重要任务。俄军在反无人机作战中的持续投入和多样化策略,使其在反无人机作战中能获得更多优势。同时,通过将先进技术与实战相结合,俄军在演习中不断完善其反无人机作战体系,提升应对无人机威胁的能力。



前沿技术

澳大利亚展示智能防务机器人



波士顿动力公司研发的 Spot 机器人。

据澳大利亚媒体报道,近日,澳大利亚一家公司与美国波士顿动力公司合作,计划将波士顿动力公司研发的防务版 Spot 机器人推广至澳大利亚、新西兰的防务、公共安全和应急救援部门。

Spot 机器人是波士顿动力公司研发的新一代移动遥控机器人,具备较高的行动灵活性和自主性。该机器人凭借主动稳定控制和集成避障功能,可在复杂环境中自主导航并主动避障,能轻松应对楼梯和崎岖地形,摔倒后还能自行恢复站立状态,拥有较强的环境适应能力。

在实际应用场景中,当面对潜在危险时,Spot 机器人可以率先进入危险现场进行环境评估,帮助后方操控人员快速掌握现场情况,降低一线人员风险。另外,该机器人配备排爆组件后,能够处理与爆炸物相关的危险任务。一旦操控人员下达指令,该机器人能够在复杂环境中自主穿梭,使用机械臂执行相关排爆操作。

德国建设新型雷达测试设施



Spexer 系列雷达。

据外媒报道,德国亨索尔特防务公司正式启用新的雷达消声室。这是该公司扩大雷达生产计划的第一步。

雷达消声室可对有源电子扫描阵列天线进行全自动远场和近场测量,这是雷达系统生产评估中要求较高的环节之一。新的雷达消声室可大幅缩短雷达天线的检测时间,协助该公司在未来3年将Spexer系列雷达的产量增至目前的3倍,并迈向规模化生产。

Spexer 2000 雷达是亨索尔特防务公司针对战场复杂威胁环境开发的一款多域监视雷达系统,能在陆地、海洋和沿海地区进行威胁探测与分类识别。该雷达采用X波段脉冲多普勒雷达技术和有源电子扫描阵列,可自动探测并识别地面和空中威胁,为地面防空、战场监视、边境保护和海上安全任务提供态势感知支持。目前,该雷达已集成在莱茵金属公司的Skyranger30 防空车上。此外还有一种专为陆地任务设计的Spexer 2000 3D MKIII 变体雷达,主要用于地面防空和反无人机作战,也适用于移动作战,具备边移动边扫描和360°覆盖功能。

美国推出专由无人平台发射的鱼雷



“铜斑蛇-M”鱼雷的两个型号。

据外媒报道,美国安杜里尔公司宣布开发出一种专由无人平台搭载发射的鱼雷,代号“铜斑蛇-M”。

“铜斑蛇-M”鱼雷包括“铜斑蛇-100”和“铜斑蛇-500”两个型号。“铜斑蛇-100”的直径为0.32米,长2.5米,重45千克。“铜斑蛇-500”的直径为0.53米,长4米,重227千克。两型鱼雷外形与重型鱼雷相似,最大速度超过30节。

据报道,“铜斑蛇-M”鱼雷可由安杜里尔公司开发的无人艇搭载并发射,也可由货机或大中型无人机携带并从中空发射,打击水下和水面目标。发射前,用户可自行设定鱼雷攻击参数,使其能够自主选择目标。相比现有鱼雷,“铜斑蛇-M”鱼雷的成本更低。目前,安杜里尔公司正在对“铜斑蛇-M”鱼雷进行测试,预计今年晚些时候投入生产。

(子渊)

水燃料推进器——太空动力新技术

■曲天穹

推进剂俗称燃料,是航天技术发展的关键所在。传统的航天推进剂如肼类燃料,虽然能产生强劲的推力,但具有高毒性,存储、运输和使用过程存在一定的风险。电力推进需要较高的功率支持,对能源供应提出较高要求。水燃料推进器的出现,有望成为未来航天探索的新动力。

近日,美国一家航天初创公司宣布成功测试全球首款水燃料等离子推进器。在测试中,该推进器展现出一定的性能优势。其仅需1.5瓦功率,即可实现连续5分钟稳定推力,推力为37.5毫牛顿,比冲达4800秒,约为肼类推进器的10倍。其大小仅10立方厘米,可适配1U立方星(即重量1千克、体积10厘米×10厘米×10厘米的小卫星)及各种微卫星。技术创新方面,该公司通过低压电场将水分子电离为等离子体,再利用电磁场加速喷出产生推力,这种方式实现了推进剂的零毒性和易于存储。该推进器适用于低轨卫星的长期在轨维持任务,同时也可以为小型探测器执行远距离深空探测任务提供动力。

无独有偶。日本一家初创企业与意大利某公司合作,计划于2025年6月及10月进行1U立方星的水离子推进器在轨测试。该推进器整合了水离子推进与电力推进技术,兼顾效率与灵活性,由于采用模块化设计,因此能适配不同小型卫星。此次测试主要是验证该推进器在空间碎片规避和卫星可持续离轨方面的技术可靠性。

水燃料推进器的出现,将在商业

航天领域产生多方面影响。一方面,水作为燃料具有显著优势。水的成本极低,与每公斤数万美元的肼类燃料相比,几乎可以忽略不计。另一方面,水无需特殊防护和存储,可大大降低燃料存储、运输的风险和成本。此外,低功耗的水燃料推进器有助于减少卫星电力系统的体积,降低整星重量,从而降低发射成本。

水燃料推进器为航天任务带来更多可能性。对于正在建造的巨型星座项目而言,采用水燃料推进器有助于延长卫星寿命,降低补网频率,提高星座卫星的稳定性和服务质量。以往,受燃料质量和推进器功率限制,一些深空探测任务对于初创公司来说难以实现。水燃料推进器的低功耗和高比冲等特性,使得小型航天探索机构有望以较低成本开展小行星采样等深空探测任务。

尽管水燃料推进器展现出诸多优势,但目前还面临一些技术挑战。其推力较小,仅为肼类燃料推进器的1/10,无法满足航天器紧急变轨等任务需求,从而限制了应用范围。另外,水在电解过程中会产生微量氢氧,长期运行可能会对反应室材料造成腐蚀,影响推进器的使用寿命和性能稳定性。

水燃料推进器作为太空动力领域的新兴技术,以安全、低成本、低功耗的特点,为商业航天的发展带来了新的机遇和变革。这一技术的发展也为各国在航天领域的竞争与合作带来新的变数,值得持续关注和深入研究。



■王笑梦

上图中,一台造型独特的救援起重机,轻松吊起一架空重超过14吨的F-35B 战斗机,展现出“大力士”的实力。

这是美国海军“通用航空支持设备计划办公室”交付的第一台新型飞机失事救援与打捞起重机(以下简称救援起重机)。这类保障车辆主要用于在航母或两栖攻击舰甲板上吊运受损战机或进行打捞救援。其“角色”之重要,美海军甚至规定在甲板上没有救援起重机的情况下,不允许舰载机进行起降作业。

救援起重机通常采用电力驱动,最大起吊重量30吨,不仅能够吊运故障或受损的战机,还可以在维修期间将大型部件吊起,以便进行全面维修或更换新的部件。美军现役的救援起重机“蒂

莉”分为航母型和两栖攻击舰型,均已服役数十年。它们采用类似坦克抢救车上的大型吊杆,起吊系统由粗壮的固定杆臂和多组滑轮组成,比单臂式起重机的起吊吨位更大、稳定性更好。“蒂莉”的主要“服务对象”是美海军F/A-18E/F“超级大黄蜂”战斗机和AV-8B“鹞”垂直起降战斗机。随着美海军迎来F-35C和F-35B两款新型舰载战斗机,老旧的救援起重机“蒂莉”逐渐难以胜任新战机的救援保障需求。

新型救援起重机同样分为航母型和两栖攻击舰型,与使用固定式起吊系统的“蒂莉”不同,其采用伸缩式杆臂,作业时起竖并伸展,工作完后收回,减少了车辆停放时占用的空间面积。同时,为保证起吊的稳定性,吊臂不具备



图文兵戈