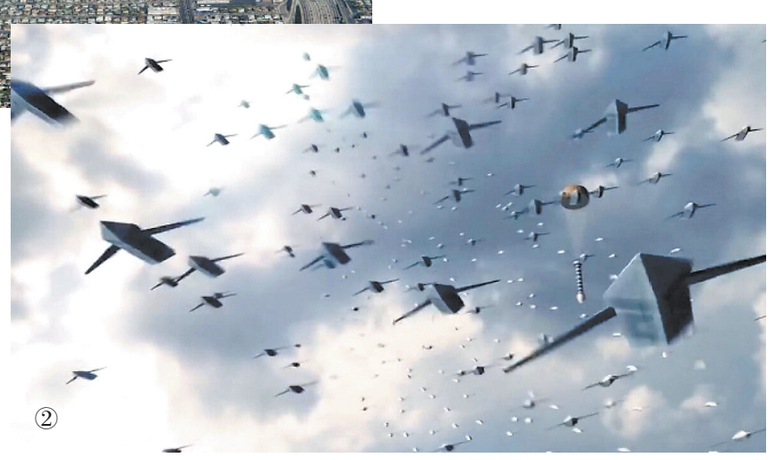
兵器广角

无人机作为新兴的空中作战力量，以其零人员伤亡、非接触、可远程作战等特点，受到各国青睐。随着能源技术、芯片技术、飞控技术、导航技术、通信技术、空间管理技术等方面的发展，军用无人机正越来越深地嵌入战场，革命性地开启现代战争新模式。

无人机：飞向战场更深处

■张 翟 王 冶



②

无人机自带作战优势，是它由战场“浅近”走向“纵深”的源头动力

当前，军用无人机与战场的关系可以用两个字来概括——“深嵌”。这既是当前军用无人机的新实践，也是无人机建功未来战场的总趋势。

这种新实践，与以前无人机单纯用作侦察或攻击手段时的“浅近”模式不同，它以融入一定的作战体系为特征，作战效果上表现为事半功倍。

这种趋势的形成，是因为无人机在作战方面“自带”很多优势，这种优势使它拥有了纵横战场的“资本”与能力。

人员零伤亡，作战“顾忌”较少。无论哪种战争形态，降低己方人员伤亡，都是指挥员努力追求的目标。用无人机替代有人机执行高风险作战任务，即便出现无人机战损，通常也难以从根本上动摇进攻方的战斗意志。

制造成本低，作战成效明显。随着3D打印、纳米等新技术和一些新材料在军事领域的应用，无人机制造成本降低，作战效益却提升。如今，数量激增的无人机军事应用范围更广。

续航能力强，作战节奏较快。受飞行员生理极限的制约，通常情况下，战术飞机单机一次出航时间为4小时左右。如果组织大规模空中战役，因为航时有限，有人机每日只能出击2至3个波次，且存在长时间的间歇。大中型无人机的航时一般在12小时以上，经空中加油，留空时间可以超过50小时。“不知疲倦”，使无人机可以实施“无间歇”连续作战。

智能化升级，提升空间很大。无人机经历人工遥控、自主飞行控制发展阶段后，现正步入“自主任务控制智能化”阶段。开启精算模式的新一代无人机，正在一定范围内被赋予自主作战功能。美军曾进行实验，1架大型隐身飞机与4架中型隐身无人机协同，与预警机支持下的8架F-22对抗，取得8:0的战损比！由此可以管窥，无人机集群作战有相当大的提升空间。

抢眼的实战表现和新技术新战法的频频“现身”，使无人机加速嵌入更加广阔的战场

自从无人机应用于战场，其效用与威力就渐渐呈现。且不说当前无人机蜂群攻击已能达到以量增效的目的——2019年沙特石油设施遭多架无人机袭击可为例证，只说无人机侦察、监视这个老本行，就足以让无人机在战场上“安身立命”。

随着察打一体功能的具备，以及有关战法的利用，无人机凭借一连串抢眼的实战表现，在战场上的重要地位和作用已不可替代。

2002年，一架MQ-1“捕食者”无人侦察机根据线报，很快发现并锁定“基地”组织头目哈里斯。接到指令后，无人机向哈里斯乘坐的越野车发射了一枚“地狱火”导弹将其击毙，由此拉开了无人机用于空袭的序幕。

而在此之前的贝卡谷地之战中，以色列使用“参孙”和“妖妇”两款诱饵无人机，引诱叙利亚防空雷达开机瞄准，完成对叙利亚防空系统的侦察。此后，短短几分钟内，在以军电子战飞机、战斗机、攻击机以及地对地导弹的打击下，叙军19个防空导弹阵地瞬间被毁。

可以说，无人机的实战表现，让其在战场上“站稳了脚跟”。

无人机研发新成果的不断涌现，或将让无人机拥有更广阔的用“武”之地。

从活动的区间方面看，随着新材料的应用以及电池技术的突破，无人机的飞行高度与留空时间激增。有的太阳能无人机飞行高度可以达到20千米以上，甚至到达平流层。如果用于军事目的，它们能够始终守在目标区域上空，让对手的行动无法遁形。空客公司研发的“和风”太阳能无人驾驶飞机曾经在高空持续飞行14天。一些研究团队还在验证能否用加速电离气体推动飞机，并做过相关试验。

从嵌入战场的深度上看，隐身无人机能深入敌后执行任务。与以前无人机只有部分专业技术人员可以操作、使用相比，单兵战术无人机的出现，将使一定时段和区域内的即时侦察、打击经常化。

从集群使用方式上看，“有人机+无人机”的模式正在形成，俄罗斯的苏-57战机配“猎人”无人机，美国和澳大利亚的“忠诚僚机”项目，以及其他一些国家的尝试，都体现了这一趋势。一些国家还测试了从军用直升机上“放飞”无人机。无人机蜂群的研发也紧锣密鼓，这预示着无人机正在具备成为“大规模杀伤性武器”的能力。

从研发、使用主体数量上看，更多的国家开始重视军用无人机研发与使用。土耳其、伊朗、阿联酋等多国已取得一定成效。很多国家外购无人机并将其列装军队。这同样预示着，在未来，无人机将更深地嵌入战场。

未来发展将更加注重质效提升，无人机“深嵌”战场的主要途径不会发生太大改变

从当前无人机研发与应用的进程来看，今后相当长一段时间内，军用无人机的发展方向比较明晰，将更加注重质效的提升，并通过在以下几个方面“苦练内功”，达到“深嵌”战场的目的。

更高更快。高空，能使无人机的安全性得到保障；高速，可实现对时敏目标的快速打击。以飞向高空为例，20千米至100千米的高空，或将成为一些军用无人机展现实力的新舞台。在新型气动布局和动力技术支持下，美国液氢动力的“鬼怪眼”“全球观测者”，英国太阳能动力的“西风”等临近空间无人机，已经突破系列关键技术。俄罗斯高空长航时无人机研制也有进展，除BAS-62新型战略战役无人机外，还研发了其他两款高空无人机，其中一款无人机可仿效卫星执行高空持续监视任务。

匿影藏形。无人机隐身化仍然是今后的发展趋势，以便更好地遂行抵近侦察、穿透性进攻等高端作战任务。继美之后，法、俄等国也积极涉足该领域。2019年，俄罗斯“猎人-B”无人机在网上曝光，这意味着在重型隐身无人机研发领域，俄罗斯迈入先进行列。

打扰并重。在相当长一段时期内，实施电子战仍将是重要的决胜手段。无人机除遂行侦察、打击任务外，还要能够实施电子战。一是用作诱饵无人机。即通过挂载组合视觉或红外视觉特征增大器，模拟各种战机的电子信号及战术动作，引诱对方雷达开机，进而侦察敌方雷达位置和频段。二是用作电子干扰机。即通过让多架小型无人机携带干扰设备，分区域散布在战场上空，实施高、中、低频全网覆盖干扰压制，达成有人驾驶大型电子战飞机的干扰效果。三是用作通信节点无人机。即通过无人机组网，满足一定区域内武器装备的通信需求。

饱和集群。今后，具备构成“蜂群”能力的无人机将继续成为研发重点。在这一方面，由欧洲6国共同研发的“神经元”无人机较为典型。它具有自动捕获、自主识别目标的能力，解决了编队控制、信息融合、无人机之间的数据通信以及战术决策与火力协同等技术问题。英国研制的新型“幽灵”无人机，既能支持单机使用，也能支持集群作战。这类无人机将继续成为各国的研发重点，并最终发展为有完备的自动导航、人在回路指挥控制、蜂群协同作战功能的战场新利器。

（作者单位：陆军指挥学院）

图①、②：无人机蜂群作战想象图

版式设计：梁 晨
供图：阳 明 石 峰
本版投稿邮箱：jfjbbqdg@163.com

兵器控

品味有故事的兵器

■本期观察：王 宪 韩 昆 解开平

筒式发射配“座驾”
“战友TL”巡飞弹系统

近期，在利比亚战场现身的“战友”无人机引起多方关注。

作为波兰WB集团研发的一款小型侦察攻击无人机，当换装了高爆破甲战斗部和破片杀伤战斗部时，它就摇身变成了巡飞弹。

“战友”无人机之前只有单兵版，拆卸开之后，包括发射架、控制器和通信天线等可装进背包里，组装操作比较方便。去年，WB集团推出的“战友TL”采用贮备/发射筒发射方式，能集成在无人驾驶车辆和较大型无人机上，并实现多联装发射。

通过新增加的移动地面控制站，操作人员可以实时掌握巡飞弹的飞行速度、高度等参数，控制无人机飞行。选装高爆、预制破片等战斗部后，它具有打击敌方工事、人员、车辆和装甲目标的能力。

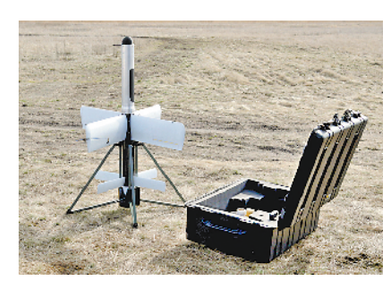
狭小空间也“起舞”
“长钉萤火虫”巡飞弹

萤火虫是夏夜的精灵，常在水畔曼妙起舞。但是，一旦在“萤火虫”前面加上“长钉”，便平添了几分杀气。以色列拉斐尔先进防卫系统公司研制的巡飞弹以此命名，可能是因它兼具萤火虫的灵活与“长钉”的攻击力。

作为单兵使用的便携式战术巡飞弹，“长钉萤火虫”个头较小，重量仅3千克，高爆战斗部重450克。它采用共轴双旋翼构型，通过平板电脑操作，可在城区狭窄的空间直接升空，灵活地飞行。

“长钉萤火虫”继承了“长钉”系列导弹众多高新科技，如采用了红外/电视双模导引方式，能通过计算机视觉系统、数据链路系统等，精确地搜索、追踪并攻击城市环境中掩体后面的目标。虽然它飞行速度不快，作战半径也不大，但较廉价、噪声低、隐蔽性好。一旦捕捉到目标，它就能在接到命令后发起致命打击。

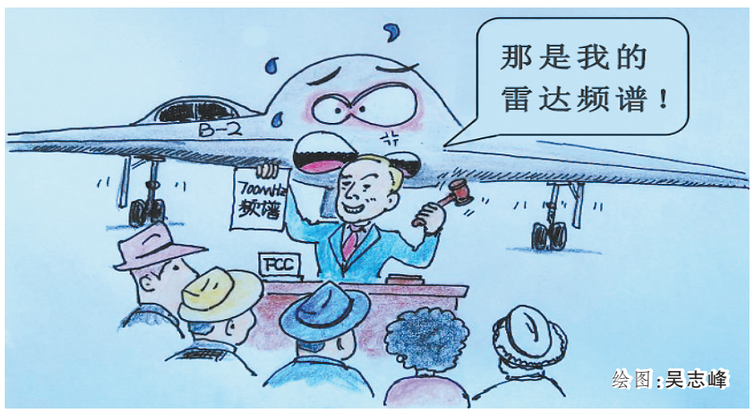
“同伴”扛着送空中
“雷鸣”巡飞弹



在前不久阿布扎比举行的一次展会上，乌克兰展出的“雷鸣”巡飞弹让人耳目一新。与别的巡飞弹发射方式不同，“雷鸣”巡飞弹的升空是同伴“扛抬”上去的。

这款由乌克兰公司研发的巡飞弹，可视不同任务需要安装相应的弹头，这些弹头属于组装式可变重量弹头，包括配有子母弹的高爆弹片杀伤弹头、热压爆炸装置以及高爆反坦克弹头，重量介于2至4千克之间。因为不同战斗部重量不同，“雷鸣”巡飞弹相应地采用了别具一格的升空方式。该巡飞弹系统内另外配备有多旋翼无人机，巡飞弹的升空就是由这架多旋翼无人机以“无人机+无人机”的方式“扛抬”上去的。达到一定高度，被释放的“雷鸣”巡飞弹才开始由电动机提供动力自己飞行，这使它的最大作战距离可以达到30千米。

兵器沙龙



绘图：吴志峰

“躺枪”的频谱

■张思梦 张友晴

一觉醒来，正用的东西归别人了。无论如何，这都是一件极尴尬的事。美军的B-2轰炸机就曾遇到过这样的事。不过，它被“抢”的东西用肉眼看不见，是无源相控阵雷达所用的频谱。

2008年，美国联邦通信委员会用2个月时间，完成了可用于电视广播行业的700MHz超高频频谱的拍卖，还相当“贴心”地为竞买方快速颁发了许可证。按惯例，这些频谱的来源是军方闲置的频谱资源。但那次，拍卖刚完，美国空军的问责接踵而至。原来，售出的部分频段，B-2轰炸机某型无源相控阵雷达竟然还在使用，而该型雷达是B-2形成全天候作战能力的重要组成部分。

许可证已经生效，频谱无法收回。考虑到该频谱如果被其他国家用于探测，B-2会处于行踪暴露的危险境地，最终美军只能“割肉”——花了一大笔钱换装了有源相控阵雷达，并有意避开了民用波段范围。

B-2雷达所用频谱“躺枪”一事，带给其他国家的启示是：频谱很重要，管理要严格；对军用频谱的管理，军地之间要保持良好沟通，慎之又慎。

新装备展台

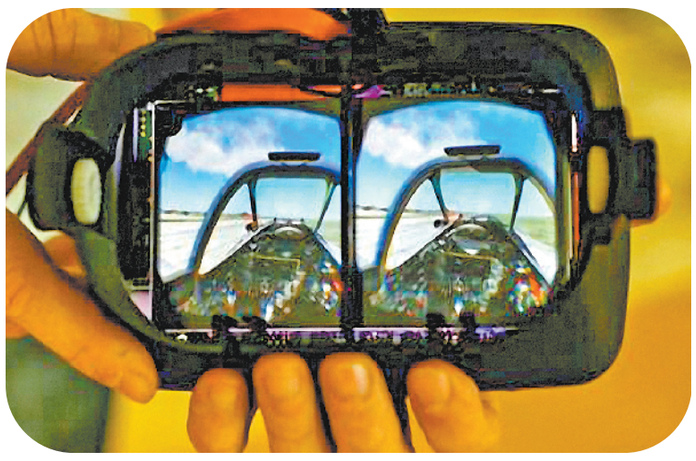
VR头盔：戴出大视野

■李华斌

在人们的印象中，无人机飞行员操控作战无人机很有趣，应该像“打电子游戏”一样。实际上，上了战场，无人机飞行员的心始终是紧绷的，一个微小的失误就可能导致任务的失败。

要精准地操控无人机完成任务，飞行员能否做到“眼观六路、耳听八方”十分重要。但现实是，很多时候无人机飞行员缺乏足够的战场感知装备。

前不久，俄军研发的一款无人机飞行员VR头盔让人眼前一亮。据称，这款VR头盔能够将无人机机载光学设备获取的影像与地面、空中目标信息及飞行参数叠加，形成三维立体场景，实时呈现在飞行员眼前。



飞行员要看到无人机两侧的情况，只需要像平时那样左右转动头部或轻微移动视线，安装在无人机上的摄像头就会同步转动，实现对相关状况的实时感知。

这款VR头盔配备有内置回转仪，通过它，飞行员可以用仰头或低头的简单动作改变无人机的飞行高度。

据称，这款VR头盔将最先配备给“猎人”“牵牛星”和“猎户座”3款察打一体无人机的飞行员。除“猎人”外，“牵牛星”和“猎户座”察打一体无人机目前已在俄军服役。

VR头盔的出现，并不代表对无人机飞行员的训练标准会降低。有人机飞行员在判定空间状态方面有时会出现错觉，佩戴VR头盔的无人机飞行员，这种情况也可能出现。

让VR头盔和无人机真正打出“漂亮的组合拳”，相关研发工作可能还有一段路要走。