军工T型台

据英国国防部网站报道，去年12月，英国陆军在威尔士的拉德诺靶场成功测试了一款安装在“猎犬”装甲车上的高能激光武器，通过车辆发射激光击落空中无人机。

近年来，无人机在战场上频频亮相，如何反制无人机成为各国重点研究的课题。2022年3月，沙特阿拉伯宣布，他们使用“沉默猎手”激光武器系统击落了一架试图袭击沙特阿拉伯的无人机。据悉，该激光装置还能搭载专为反无人机研发的雷达，可用于侦测拦截小型无人机、火炮弹药等目标。

也是在2022年，俄罗斯开始在战场上使用“寻衅者”激光系统应对无人机。有俄媒认为，激光武器一旦投入应用实践，将在未来“从根本上改变战斗空间”。

那么，激光武器发展情况如何？有哪些优势和局限性？在制衡无人机等方面又发挥着哪些关键作用？请看本期关注。

当无人机遇上激光武器

■张　琳　刘　伟　刘梓桁

俄罗斯“佩列斯韦特”激光武器系统。　供图：阳　明

从科学幻想走进现实

看过科幻电影《星球大战》的人们，很难不被电影中的未来武器——“光剑”所吸引。银幕上，绝地武士们手持一把把五颜六色、流光溢彩的光剑展开决斗。如今，这些天马行空的想象，正一步步走进现实。

人们把光作为武器的想法，最早可以追溯到公元前212年。

古希腊哲学家卢西恩描述了“阿基米德热射线”的使用和强大威力。传说中，古希腊数学家阿基米德用聚焦的日光，点燃敌人的战船。

1960年，美国物理学家梅曼成功研制出世界上第一台红宝石激光器，激光技术真正从理论走向实践。

激光，是一种具有高亮度、高方向性、高单色性和高相干性的特殊光。

红宝石激光器这一突破性成果的问世，为激光武器的诞生奠定了坚实的基础。随后，各国科学家纷纷投入激光技术的研究中，探索其在军事领域的应用潜力。

探索过程伴随着诸多技术难题：激光的功率和能量难以满足军事作战的需求，无法对远距离的目标进行有效破坏；激光光束容易受到大气环境影响，导致光束发散，降低激光打击精度；激光武器体积和重量较大，难以实现机动部署，限制其战场应用范围……

尽管如此，科学家们并没有放弃对激光武器的探索。他们不断改进激光武器设计，提高激光功率和能量，优化光束质量，减小激光武器体积和重量。

在冷战时期的20世纪70年代，激光武器迎来了重要的发展阶段。

当时，美国和苏联等国家加大对激光武器的研发投入，开展了一系列实验和研究项目，试图将激光武器应用于反卫星、反导弹等领域。

在这一时期，激光武器的研制取得了一些初步成果。例如，1975年10月，经过苏联上空的两颗美国导弹预警卫星曾连续发生5次致盲事故。很快有消息指出，事故很可能是苏联部署的氟化氢激光器造成的。又如，有消息称，1981年3月，苏联利用一颗卫星上的小型高能激光器照射一颗美国卫星，使后者光学和红外电子设备完全失灵。

相比子弹、导弹等传统武器，激光武器具有明显的优势。激光以光速移动，能精确攻击目标，还能调整能量输出，在高功率和低功率之间切换。20世纪以来，激光武器作为一项重要科技成就，被誉为“最快的刀”“最准的尺”“最亮的光”。

同时，一些技术的进步也促进了激光武器的发展。

——光束控制技术。

科研人员通过采用先进的光学系统和控制算法，实现了对激光光束的精确控制。他们能够根据目标距离、速度等信息，实时调整激光光束聚焦位置和发散角，提高激光武器打击精度和适应性。此外，光束控制技术的发展还使激光武器能够在复杂气象条件下保持较高作战效能，降低大气环境对激光光束的影响。

——目标探测与跟踪技术。

这一技术是激光武器实现有效打击目标的前提。20世纪80年代，随着雷达技术、红外技术、光电技术不断发展，目标探测与跟踪技术得到了显著提升，这使得激光武器能够快速、准确地探测和跟踪各种类型的目标，包括高速飞行的飞机、导弹、卫星等。同时，该技术的进步也提高了激光武器的作战效能，使其能够对目标进行精确的分类和识别，避免误伤友军或非军事目标。

因反制无人机再度崛起

近年来，无人机在战场上频频亮相。

随着无人机的发展和在战场上的运用，防空部队经常遇到的一个问题是，要想击落造价几百美元的廉价无人机，需要耗费昂贵的防空导弹。

为了节省经费，世界许多国家再次把目光投向研制成本较低的激光武器。从某种意义上来说，无人机的发展成为了激光武器再度崛起的有力推手。

从作用原理看，激光武器对无人机最主要的破坏手段为热烧蚀效应。当激光束作用于无人机，无人机蒙皮材料内部的电子获取激光能量，进而产生剧烈碰撞，转化为热能。随着激光照射区域温度迅速升高，直到温度大于蒙皮材料熔点时，无人机蒙皮材料就会被熔化甚至汽化。

一般而言，无人机蒙皮材料的熔点最高可达600℃左右，但对于温度能够达到数千甚至上万摄氏度的激光束来说，只需要秒级照射时间，就足以将各类无人机蒙皮熔化。

随后，热度继续向无人机内部结构传导，激光束会烧毁无人机控制系统的内部电路板，使其彻底失去自动控制能力，继而坠毁。此外，对于某些自杀式无人机，激光束可以将其内部的炸药引爆，从而实现彻底炸毁无人机的目的。

事实上，即便是某些功率较小的激光武器，其发射的激光束不足以对无人机蒙皮材料产生破坏效果，也可以通过照射无人机最脆弱的部分——光电传感器，达到使无人机失去战斗力的目的。

去年10月15日，美国《华尔街日报》网站刊发了《为什么激光可能是无人机的克星》一文。“这种新式武器可能被证明是一种击落无人机的有效方式。无人机正在被大量用于实战，军方正在寻找成本更低的应对方法。”从该文中，我们足以看到激光武器正在受到前所未有的重视。

目前，美国海军已经在部分舰艇部署了激光武器系统，以对抗无人机、小型船只和潜艇的袭击。比如，早在12年前，其“庞塞”号两栖船坞运输舰就试验装备了激光武器；在美国加利福尼亚西海岸的一次军事测试中，激光武器被用在海军战斗行动中，击落了4架无人机。

近年来，以色列研发了“铁束”战术激光武器，与利用导弹实施拦截的“铁穹”防空系统配合作战。2023年5月，“铁束”激光武器在实战中拦截了多枚哈马斯发射的火箭弹。

2022年，沙特举办首届国际防务展，对外展出了其最新装备的“沉默猎手”激光武器系统，并称其在实战中击落了13架胡塞武装发射的自杀式无人机，并在防务展上展示了起火烧毁的无人机残骸。据悉，该战术激光武器最大输出功率为30千瓦，最大杀伤射程为4000米。

2024年1月，俄罗斯防空部队配备压制无人机光学系统的激光器和电子战系统，取代历经考验的“道尔”和“箭”-10防空系统。

由此可见，在与无人机的对抗较量方面，激光武器具有较大发展空间，未来有望成为反制无人机的利器。

道阻且长但未来可期

事实上，激光武器并非完美无缺。虽然不少专家非常看好激光武器，但直到现在，激光武器性能仍然存在诸多不足，无法在实战化应用过程中起到决定性作用。

——及时散热问题。

高功率激光武器在运行过程中会产生巨大热量，如果不能有效解决及时散热问题，容易导致设备故障甚至损坏，严重时还会影响激光武器的持续作战能力与稳定性。

——供电及储能要求高。

激光武器需要瞬时大量供电，但超强能量储存设备难以快速实现小型化。供电模块体格庞大是限制高功率激光武器使用的最主要原因。电源效率不高，发射间隔较长，也影响着其实战化的进程。同时，现有激光武器系统射程较短，保护覆盖面积较小，无法承担大范围的反无人机任务。

——大气环境的影响。

雾、雪、雨等天气对激光的使用影响较大，这些天气条件会使激光束发生散射、吸收等现象，从而大幅削弱其威力与作用效果。同时，在使用激光武器时，激光束需要在目标上辐射一定时间，因此，舰载激光武器如果遇到风暴等天气，其效能会大大降低。

从未来发展看，激光武器将朝着综合化的发展方向演进。

第一，与其他武器，比如机枪、防空导弹等结合，组成综合化的反无人机杀伤系统。

基于激光束具有依赖天气条件的缺陷，在雨雪等不良天气条件下，其发射能量会被空气中的颗粒、水汽以及气溶胶吸收、散射，使得威力和射程大大降低。这种情况下，激光武器与小口径自动炮、机枪等结合，形成“光炮结合”武器系统，就成为一种务实选择。激光武器的射程一般为1.5到7千米，而小口径自动炮为3到4.5千米，两者既有重叠的杀伤区，也可以实现远近相互补充。

第二，激光武器小型化、便携化、低成本化。

在实际应用中，小型化和便携化的激光武器能为作战部队带来极大的便利。例如，士兵可以携带便携式激光武器，在战场上迅速应对无人机的威胁，提高自身生存能力。在这方面，一些国家已经有所进展。据悉，英国“龙火”战术激光武器就可以安装在轮式装甲车上，有利于机动灵活作战，其发射成本每次仅10英镑，相比之下，小口径防空火炮一轮齐射需数万美元，而更加先进的防空导弹往往一发就要数百万美元。

未来，随着材料科学、电子技术和激光技术等不断进步，人们有望看到更小巧、更具效能的激光武器出现在战场上。

在防空反导领域，激光武器能够有效拦截来袭的导弹、无人机等目标，为国家和军队提供可靠的防空保障；在海上作战中，舰载激光武器可以用于反舰导弹防御、反潜作战等，提高舰艇的生存能力和作战效能；在地面作战中，车载激光武器系统可以用于防空、反坦克等作战任务，为地面部队提供强大的火力支持。

特别是在反制无人机作战中，激光武器的发展虽然道阻且长，但未来可期。随着科技的加速发展和战场的需求推动，一些瓶颈问题正在被逐一攻克，未来的激光武器必将在对抗无人机作战中展现独具的能力。

保障达人

「较真」方能达到极致

北部战区海军某基地雷弹技师刘爱中——

■宋润鹏　张　恒

大山腹地，寒风料峭。

北部战区海军某基地雷弹技师刘爱中快步走进训练场地，呼出的气息瞬间化作团团白雾。

“接上级作战想定，开始导弹故障检测！”训练开始，刘爱中在操演现场沉着指挥，极具穿透力的嗓音掷地有声。发现故障点位后，他立即进行现场教学，时而埋头操作、精准示范，时而穿梭于各个岗位，和年轻同志分享维修心得。

事实上，这名经验丰富、专业基础扎实的老班长，也是从一名技术“小白”慢慢成长起来的。

刘爱中还记得，首次接触雷弹检测时，面对陌生装备内部密密麻麻的线路，他一时无从下手。

“一定要啃下这块硬骨头！”为了消化理论知识、摸清内部构造，刘爱中随身携带笔记本，一有时间就背记知识点，遇到不懂之处就四处请教……功夫不负有心人，在上级组织的首批专业培训中，刘爱中全科满分通过考核。

专业技术在一次次考验中越磨越强。在执行某次任务时，导弹回收后训练数据读取失败，刘爱中细致摸排，迅速找到故障原因，随即用随身携带的自制工具排除故障，现场技术人员纷纷竖起大拇指。

“装备保障没有最好，只有更好。”面对繁杂的操作流程，刘爱中决心对其进行精简优化，研究整理了一份全新的《操作口令表》提升保障测试效率，使保障时间缩短了近四分之一。

从事雷弹保障的20多年里，刘爱中埋头钻研，总结优化工作方法，研究整理改进某型雷弹运输固定方法、某型雷弹电缆检测练习指南等教学成果，创新设计某型设备操作平台等专用工具20余种，在安全可靠的基础上大幅优化了保障效率，为部队节约了训练成本。

近年来，刘爱中把更多精力投入到人才培养上。为了使年轻官兵尽快适应岗位要求，除了日常帮教外，他还将自己多年来的维修经验与故障案例梳理成册，手把手传授给年轻官兵。

“‘较真’方能达到极致，刻苦钻研练就过硬本领。”看着一茬茬年轻官兵不断成长，刘爱中欣慰不已，“只要强军事业有需要，我们一定听从召唤，奋勇当先、一往无前。”

上图：刘爱中正在检修装备。　张　恒摄

法国FAMAS突击步枪——

无托步枪的经典之作

■李　伦　潘金龙

军工档案

冷战时期，无托步枪一时兴起。

无托步枪能在空间狭小的装甲车、运输机等装备上灵活自如使用，非常适合城市巷战、反恐作战和特种作战等。

20世纪60年代，法国陆军军官兼轻武器设计师保罗·泰利设计的FAMAS突击步枪，很快被军方采纳并通过验收，在法国圣艾蒂安（MAS）工厂生产。FAMAS突击步枪也成为了世界上最早研制的无托步枪之一。

凭借创新性的设计和优良的性能，FAMAS突击步枪在很长时间内都是法国军队的制式武器，也在很大程度上影响了其他国家步枪的设计。

FAMAS突击步枪有着别具一格的无托化结构设计，在缩短整体长度的同时，枪管仍保持较长的长度。同时，FAMAS突击步枪具有可供变换左右位的抛壳窗，左撇子射击时弹壳也不会打到脸上。

强劲的火力和优良的射击性能，是FAMAS突击步枪的另一特点。其采用半自由枪机和杠杆延迟后坐系统，理论射速可达900~1000发/分钟，能在短时间内向目标倾泻大量弹药，在近距离遭遇战或需要压制敌人时，可迅速形成密集的火力网，对敌人造成强大的威慑和杀伤。

为了降低弹药消耗，FAMAS突击步枪具备三发点射功能。三发点射子弹的散布范围很小，在200米距离上横向和纵向散布之和小于40厘米，更有助于射手在实战环境中实现精准射击。

此外，为了提升FAMAS突击步枪在不同环境的作战效能，法国对其进行了多种方式的升级，推出了不同的版本。比如，FAMAS G2步枪采用强化玻璃纤维替代塑料，制作扳机护罩和护手，提升了枪支在特殊环境下的强度；弹匣改用了M16的标准弹匣，以便世界不同国家直接使用。

在世界枪械史上，FAMAS突击步枪以其经典的设计、独特的优势和广泛的应用，一度成为一款备受青睐的武器，赢得了世界各地军迷们的赞誉。

法国FAMAS突击步枪。　资料图片