兵器广角

今年1月，莱茵金属公司与MBDA德国分公司确认，在一季度联合成立海军激光武器系统合资企业，将已通过实战化测试的相关激光演示系统尽快转化为可实战部署的装备。

无独有偶，也是在今年1月，“龙火”激光武器系统继去年被英国国防部证实通过关键安全认证后，拟正式启动集成在45型驱逐舰上的工程设计。

多国先后在激光武器领域展开研发并取得成果的背后，是现代战场需求的强劲牵引与驱动。当今战场上，来自无人机“蜂群”、火箭弹等低成本武器的威胁日增，传统的防空系统对此或无力应对，或应对效费比很低。此种情况下，伴随着相关科技的进步，激光武器正加速从实验室走向战场，并对现代战争中的攻防格局产生影响。

# 激光武器：半在匣中半出鞘

■涂一可 宋可旸

## 成为各国研发热点

去年6月，俄罗斯在一个靶场上组织的新一代反无人机激光系统测试引发外界关注。这次活动中，共有来自多个俄企的8种激光武器接受了测试。其中，既有便携式移动设备，也有固定式高功率系统。

多个此类项目同时展开研发，在一定程度上体现了该国对激光武器的重视，也折射着该国大力发展激光武器的决心。

激光之所以能武器化，源于其独特的物理特性，如能量高度集中、方向性强、可光速传播等。通过持续照射目标，激光产生的高温烧蚀，能像切割焊枪一样熔穿无人机机翼或火箭弹壳体，还能通过产生等离子体云，破坏目标内部的电子元件。即使是一些较低能量的激光束，也可通过精确照射敌方光电侦察设备，使其瞬间致盲或失效。

与导弹等传统防空武器相比，激光武器能以很低的成本实现对多类目标的可持续防御。据英国国防部公开的数据，“龙火”激光武器系统单次拦截成本仅约10英镑。

广阔的发展前景、明显的成本优势，吸引着各国纷纷在这方面加大投入，展开技术验证，力推其尽快达到实战部署水平。

美国在这方面可谓多管齐下。美海军的SONGBOW项目，企图在400千瓦级脉冲光纤激光器研发方面取得突破，并用以应对高端威胁；美陆军的DE M-SHORAD项目，核心是将50千瓦级激光器集成在中型突击车上，为步兵班组提供新的伴随防空能力。

俄罗斯、英国、以色列、澳大利亚等国的激光武器研发进展较快，并取得一定成果。

俄罗斯较有代表性的激光武器是2018年列装的佩列斯韦特以及佩列斯韦特的升级版“寻衅者”，后者转向侧重低空防御。

英国推进的激光武器研发项目中，“龙火”激光武器系统有一定代表性。该项目的研发时间可追溯到2017年。去年11月，“龙火”激光武器系统在一个靶场成功击落多架高速无人机，验证了其打击空中高速目标的能力。另外，英国还在测试功率为15千瓦的斯文顿车载激光武器，并展开对机载激光武器的概念研究和可行性评估。

以色列的激光武器以“铁束”系列为主，如“铁束-450”“铁束-250”以及Lite Beam等。目前，该国的相关公司还在研发机载版和舰载版的“铁束”高能激光防空系统。

澳大利亚EOS公司研发的“阿波罗”100千瓦级激光武器系统正在测试中，仅依靠内置电源，它就可连续摧毁多架中型无人机。据称，该激光武器系统采用集装箱式设计，可拦截距离3千米的无人机，致盲15千米外的无人机光学传感器。目前，该激光武器系统已获得北约成员国订单。

图①：“龙火”激光武器系统；图②：DE M-SHORAD系统；图③：“铁束”激光武器防空系统；图④：“阿波罗”激光武器系统。

## “解题”思路各不相同

当前，各国发展激光武器，大多是为了应对能实施饱和攻击的低成本目标。由于面临的压力不同，拥有的工业能力与科技水平也不同，各国在这方面的“解题”思路以及发展重点、进度也各不相同。具体来说，体现为以下几种情况。

定位有所区别，有的突出“满足当下需要”，有的“聚焦未来战场”。以美海军的HELIOS舰载防御系统和以色列投入实战的“铁束”激光武器防空系统为例，二者偏重于满足当下的战场需要，旨在有效应对无人机、火箭弹等威胁，形成即时可用的防御能力。美海军的SONGBOW项目，着眼的是应对高超声速武器等，目前还处于技术攻关阶段。

体量差异明显，大型激光武器是发展主体，小型激光武器研发有所突破。一方面，不少国家都想获得高能激光武器系统，其激光生成和冷却系统体积通常很大，因此需要依托驱逐舰、重型战术卡车等大型平台部署。另一方面，一些国家对战术级激光武器的需求较为迫切，由于此类武器所用功率较小，可以实现轻型化并搭载于一些小型平台上。如美陆军在“斯特瑞克”装甲车上集成50千瓦级激光器，俄罗斯研发的“手杖”激光步枪，就是激光武器小型化的不同体现。

进度各不相同，大多处于测试阶段，部分已经投入使用。总的来说，“聚焦未来战场”的激光武器，由于需破解的技术难题较多，基本上处于测试阶段。一些为“满足当下需要”研发的激光武器，则半在匣中半出鞘。这些激光武器有效毁伤距离大多在数千米至数十千米之间，主要用于打击小型低成本目标，如各型无人机、火箭弹、迫击炮弹以及小型水面快艇等。其中，以色列的首套“铁束”激光武器防空系统，前不久正式交付其防空部队，步入实战部署阶段。美海军则对搭载在普雷布尔号驱逐舰上的HELIOS系统进行了首次海上动态跟踪测试，并计划在今年对其拦截小型船只的能力进行评估。

## “光之刃”需继续打磨

尽管发展势头强劲，但激光武器距离大规模实战部署还有一段距离。要想充分发挥其效用，激光武器的研发仍需攻克一系列技术难关，主要体现在以下几个方面。

消除复杂气象环境对激光武器使用产生的影响。是否具有全天候作战能力，是衡量武器装备性能高低的重要标准之一。激光束在大气中传播时，会受到浓雾、暴雨、大雪、沙尘及大气湍流的影响，导致能量衰减、光束发散。例如，美陆军在中东部署的DE M-SHORAD系统，在沙尘暴天气下效能显著下降。今后激光武器的发展，如果解决不了这一难题，就意味着在很多时候，激光武器无法进行有效作战，特别是作为拦截武器时，其作战效能会大打折扣。

提升在野战环境中使用的可靠性。激光武器是集光学、机械、电子、控制于一体的复杂系统，任何一个环节出现问题，都可能“差之毫厘，谬以千里”。因此，要让激光武器实现大规模部署和高效运行，就必须在近似实战的环境中，对其进行多维度“淬火”，评估其在极端条件下运行的可靠性，并不断简化操作流程，使其深度融入后勤链条和作战体系。

在功率、重量、体积与平台机动性之间寻找更高层面上的平衡。对激光武器来说，提升功率以便应对类型更多的快速目标，是发展的必然。但功率的提升往往伴随着能耗、散热量及系统体积重量的增加，这与当前各类作战平台普遍追求轻量化、紧凑化发展方向相背离。因此，今后激光武器的发展，势必会在提升作战功率的同时，努力在更高层面上达到重量、体积与平台机动性之间的新平衡。

值得关注的是，相关技术的突破正在为破解这些难题提供新的可能。

近年来，自适应光学技术的发展，在这方面提供了新的思路，其通过实时校正大气扰动，可使激光束在大气中远距离且高效传输。高能量密度电池和高效热管理技术的日趋成熟，也为解决上述矛盾提供了条件。此外，人工智能的融入，也有望助力激光武器发展，使其更快识别目标，并按威胁程度进行排序，提升打击目标的效能。

总之，今后激光武器的发展将转向环境适应性、系统可靠性、全寿命周期经济性等综合性能的较量。这柄“光之刃”能否在持续的技术突破与实战检验中越磨越亮，让我们拭目以待。

本版供图：阳 明

# 浅说尾座式垂直起降无人机

■许洪昌 宋爱民

“先兆”Omen尾座式垂直起降无人机。

今年1月，美韩两国相关公司在阿布扎比举行的UMEX2026国际防务展上签署了一份协议。根据该协议，由美国一家公司研发的V-BAT无人机将搭载韩国一家公司生产的L-MDM导弹。值得关注的是，V-BAT是一种尾座式垂直起降无人机。

什么是尾座式垂直起降无人机？以V-BAT为例，该无人机采用狭长的机翼、棍状机身，机尾是燃油动力装置和涵道控制系统。涵道内，是提供动力的螺旋桨。升空前，V-BAT的机身不是平行于地面，而是垂直于地面。它之所以能如此，是因为研发人员为其设计了一个尾座。这个尾座由4组尾撑连接涵道外侧与机身组成，让V-BAT机身可以稳稳地竖直向上。

对此类无人机来说，尾座这个设计相当重要。它不仅可以为无人机在起飞前和降落时提供支撑，也可以在飞行过程中提供助力。比如，空中客车公司的Flexrotor尾座式垂直起降无人机起降时，机尾可分开为4瓣，呈现X形，起到支架的作用；巡航过程中，其尾部可以收拢，发挥安定面的作用。

可垂直起降的无人机种类很多，为什么还要发展尾座式这种构型？简单来说，各国需要更易部署、航速更高、航程更远的此类无人机。在这方面，无人直升机可挖的潜力显然有限。

在各国研发的可垂直起降无人机中，多旋翼无人机较为常见，虽然其空中姿态的调整很灵活，但受限于旋翼相对固定，因而航程有限。复合翼构型无人机相当于为固定翼飞行器额外“嫁接”了几个旋翼，如以色列Trojan无人机等，在一定程度上解决了易于部署和远航程的问题，但结构相对复杂，飞行效能较低。倾转旋翼无人机通过机械转动与倾转机构，减少了旋翼数量，提高了飞行效能，但它增加了运动机构，故障率不低。

尾座式垂直起降无人机的设计没有局限于旋翼的位移，而是选择了改变机身指向。也就是说，与前面几类可垂直起降的无人机相比，尾座式垂直起降无人机的机身在空中有一个明显的从竖直向上到水平放置的调整过程。

正是这种对身姿的调整，让尾座式垂直起降无人机可以顺利衔接到平飞状态，发挥大展弦比固定翼的作用，获得更远航程。

此类无人机发射和回收时，借助尾座可以让机身直指天空，因而占地面积较小，易于部署；在空中，可以转换到平飞状态，像固定翼飞机那样，飞得更快更远；主要靠对感知设备、动力系统、气动布局及推力矢量策略的综合运用来调整身姿，运动部件较少，因此维护使用成本和故障率较低……正是这些优势，让尾座式垂直起降无人机驶入发展快车道。

不少尾座式垂直起降无人机采用了模块化设计和开放式架构，因此可选择搭载不同的任务模块，执行情报侦察监视或对地攻击等多样化任务。随着人工智能等新兴技术的运用，它们也开始向自主化、集群化和跨域协同方向演进。

去年11月，美国一家公司与阿联酋EDGE公司联合推出的“先兆”Omen尾座式垂直起降无人机，在这方面具有一定代表性。基于专门研发的人工智能模块，该无人机能实时处理传感器数据，规划飞行线路并规避威胁。

V-BAT搭载L-MDM导弹，也是此类无人机持续拓展功能的表现之一。

兵器连连看

手持救生电台——

# 遇险飞行员的电子“救生圈”

■丁永强

兵器知识

夜幕笼罩下的敌方控制区，一名弹射跳伞的飞行员从救生物品包中取出一个手持设备，开始呼叫救援。很快，几百公里外搜救指挥中心的屏幕上显示出该飞行员的身份信息和位置，一场救援行动随之展开。这名飞行员从救生物品包中取出的这个设备，就是手持救生电台。

近年来，一些国家着力搭建和完善飞行员搜救体系，背后有着深远考量。一是培养一名成熟的战斗机飞行员周期长、成本高，对其进行救援，本质是在保护国家的重要军事资产。二是这种搜救体系的存在，可以让飞行员打消顾虑，有信心和意愿去执行一些高风险任务。三是搜救本身也是获取敌方情报信息的过程，有利于后续作战行动的展开。在搜救体系中，手持救生电台是关键设备之一。当飞行员弹射跳伞时，装在救生物品包里的手持救生电台会一起被弹射，跳伞飞行员落地时就可用它上报险情、位置，与救援人员联络。

美国是较早研制和使用此类设备的国家。在越南战争、科索沃战争中，不少跳伞飞行员因装备了手持救生电台而获救。

进入21世纪，随着全球卫星定位导航系统的发展及应用终端的成熟，美国有关公司在HOOK-2手持救生电台基础上研制出体积更小、功能更为完善的HOOK-3手持救生电台。该型手持救生电台的性能，可在一定程度上反映出该领域发展的水平。

HOOK-3手持救生电台重约680克（含电池），集成了多种功能，比如能在复杂战场环境中为遇险飞行员提供多重通信和定位服务。

HOOK-3手持救生电台的价值在于能作为一个节点，嵌入搜救体系。它拥有多模式通信能力，能在复杂环境中将求救信号发出。加密通信功能，可防止发出的信息被对手截获。除了兼容其他全球卫星定位导航系统，它还能通过向全球卫星搜救系统发送信号，提供定位信息，帮助遇险飞行员获得救援。

然而，任何装备体系都有其脆弱性，手持救生电台及其背后的搜救网络也有其弱点。最突出的一点就是在强电磁干扰下，它依赖的卫星通信信号可能被阻断。近年来的一些战例表明，在强对抗场景下，搜救体系面临的挑战正越来越大。这意味着，手持救生电台只有紧跟科技发展步伐，不断提升性能，才能在飞行员遇险时成为真正的电子“救生圈”。

HOOK-3手持救生电台。

# 欧盟计划研发“未来多用途轻型飞机”

■白季平 李泽平

近日，欧盟相关机构发布信息征集书，计划投资1500万欧元研发“未来多用途轻型飞机”（FMLA）。与欧盟各国推进的其他飞机研发项目不同，“未来多用途轻型飞机”是一种低成本的涡轮螺旋桨动力飞行平台。

提到轻型涡轮螺旋桨动力飞行平台，不少人会想到巴西的EMB-314“超级巨嘴鸟”。由于采用涡轮螺旋桨动力，这类战机可相对容易地实现短距起降，适配多种任务场景，不仅操控性能较好，而且运行成本较低。

欧盟选择发展这种动力的轻型飞机，显然也是看到了这些优点。沿着这一思路推进，如果进展顺利的话，欧盟将可能为各国提供一种性价比颇高的飞机，军用可充当“多能战士”，民用可成为“空中勤杂工”。

纵观当下国际军机市场，轻型涡轮螺旋桨动力飞行平台的种类虽然不多，但也有现成商品可选。欧盟之所以选择研制这种动力的新平台，原因之一，是想获得性能更好的此类装备，以便能在今后相当长一段时间内满足战场需求；原因之二，是想借此增强欧盟内部的武器研发能力，在更大程度上摆脱对外国供应商的依赖。如果研制成功，新产品甚至还能在相关军火市场上分得“一杯羹”。

围绕该轻型涡轮螺旋桨动力飞行平台的研发，信息征集书提出了不少新要求。从中也可看出，欧盟研发“未来多用途轻型飞机”，不是对现有其他产品的“复制与粘贴”，而是准备在此基础上更进一步。

一是要求“未来多用途轻型飞机”具备更强的环境适应能力，如能在沙尘、盐雾、风暴、高温、高湿及极寒环境中飞行并执行任务；二是具备反制无人机的能力，尤其是能拦截速度较慢、目标特征相对明显的中远程自杀式无人机；三是使用新材料，让新平台自重更轻、运力更强，也更加安全可靠；四是使用清洁能源，摆脱对传统不可再生油料的依赖，等等。

客观地说，这些新要求对应着未来战场的走势与需求。但这些要求有的可以很快实现，有些实现起来难度较大。比如，高速旋转的螺旋桨，信号特征相当明显，即使运用了自适应伪装技术，隐身方面的问题也难以有效解决，更何况当前的自适应伪装技术距离成熟还有很长一段路要走。此外，新雷达的研制还有清洁能源的选用，相关工作难度同样不小。

从这个角度来看，欧盟计划研发“未来多用途轻型飞机”，当前只是提出了一个愿景。按照“2035至2040年间投入使用”的时间表，届时这些要求会落实到哪种程度，时间会给出答案。

兵器扫描