兵器广角

今年3月，土耳其的TB3无人机发射了一枚IHA-122超声速导弹，在另一架无人机的激光引导标示下，精确摧毁50千米外一个36平方米的海上浮动目标。据外媒报道，IHA-122超声速导弹实际上是制导火箭弹，是Roketsan公司所研制系列制导火箭弹中的一种。

由无人机搭载发射、远距离精确摧毁目标……土耳其这型制导火箭弹的表现，引发人们对世界范围内制导火箭弹发展状况的关注。

是什么在推动制导火箭弹持续发展？当前制导火箭弹发展有哪些特点？今后发展趋势如何？请看本期解读。

制导火箭弹——

自带准头的战场“飞矢”

■刘晓桢 黄武星 余守义

持续发展源于对低成本及高效能的追求

用火箭弹打击目标是一种什么样的场景？不少人会想到“雨点般落下”和“覆盖式打击”等字眼。影视剧中，用中远程火箭弹实施打击时，常会出现类似场景。

这里所讲的中远程火箭弹，是与肩扛式火箭筒发射的短程火箭弹相对而言的，用来指代车载式火箭炮和空中平台发射的射程较远的火箭弹。

同样是“弹如雨下”，却不再“大水漫灌”。与早期火箭弹形成的毁伤效果相比，如今各国火箭弹的打击效能早已今非昔比。形成这种差异的一个重要原因，是当前各国研制的火箭弹中，制导火箭弹所占的比例明显增加。

制导火箭弹通常是中远程火箭弹。它的出现，总的来说是战场需求与科技发展共同作用的结果。

火箭弹投入战场后，迅速受到各国重视。随着时间推移，火箭弹的射程越来越远，但同时，火箭弹的落点偏差也越来越大。这种情况下，如何确保火箭弹的打击效能？一些国家的研发人员开始尝试将制导技术引入火箭弹，打造自带准头的战场“飞矢”。

20世纪80年代以前，苏联和美国都曾试图将简易的制导装置整合进火箭弹中，但由于技术不够成熟而进展缓慢。

21世纪初，美国和俄罗斯的制导火箭弹研发项目取得明显成效。比如，俄罗斯研制的9M542/9M544制导火箭弹，采用捷联惯导与卫星修正复合制导模式，“龙卷风-S”火箭炮自此拥有了较为成熟的具有较高打击精度的火箭弹。美国研制出采用GPS/INS制导的GMLRS火箭弹，成为“海马斯”火箭炮使用的弹药之一。

为什么美俄等国都选择对此类火箭弹进行改造而不是采用别的途径？用今天的眼光来看，这种选择有一定必然性。一是当时各国尤其是一些大国已有大量的无制导火箭弹库存及发射平台，拥有制造这类火箭弹的成熟生产线，想方设法在此基础上“再向前走一步”，显然比另起炉灶更可行也更划算；二是制导和控制技术的发展，为将制导组件集成到火箭弹中提供了条件；三是中远程火箭弹的块头较大、负载能力较强，有空间和能力容纳这些制导组件。

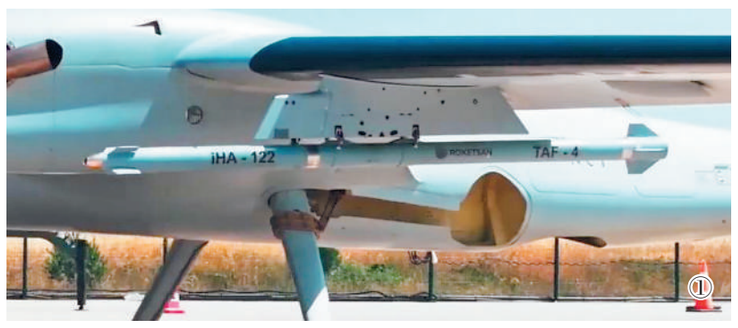
从美国研制空射制导火箭弹的经历，可以约略看出当时各国研制制导火箭弹所遵循的思路。

美国在20世纪90年代就开始研发APKWS制导火箭弹，但2005年这一项目被叫停，原因是APKWS制导火箭弹的实际生产成本超出预期，一些性能也没能达到要求。几个月后，APKWS II制导火箭弹研发项目启动，原因是美军在新的作战背景下迫切需要高精度的火箭弹。2009年，BAE系统公司采用为现役“海德拉”70毫米火箭弹加装半主动激光制导套件的方式，以较少投入研制成功APKWS II制导火箭弹。

这“一停一放”之间，体现出美国对制导火箭弹的要求，同时也折射出当时各国对制导火箭弹的共同期待，那就是兼顾低成本及高效能，并在此基础上达到更高层次上的平衡。

近年来，新的战场需求开始出现，促使制导火箭弹迈入新的发展阶段。无人机、无人舰艇等无人化装备的大量出现与应用，使各国对制导火箭弹的需求更为迫切。

因为，用导弹来应对小中型无人机等无人化装备，显然有“杀鸡用牛刀”之嫌。而要应对数量众多且威胁日增的无人化装备，成本上相对较低的制导火箭弹有一定优势，但与此同时，这也对制导火箭弹提出了更高的能力要求。



图①：IHA-122超声速导弹；图②：APKWS II制导火箭弹；图③：“标枪（Cirit）”制导火箭弹；图④：LOGIR火箭弹。

“武功”不断精进，打得更远也更准

不久前，美国有关方面公布了一段视频。视频中，美军战机发射APKWS II制导火箭弹，成功拦截了胡塞武装的2架无人机。

该视频所蕴含的信息值得关注，一是制导火箭弹的精度在提升，二是它已可应对一些移动较为灵活的目标。

土耳其TB3无人机发射IHA-122超声速导弹，精确摧毁50千米外海上浮动目标的事实，也体现着制导火箭弹的“武功”在变强。

制导火箭弹不断精进的“武功”来自哪里？简单来说，来自多年来其各功能组件在性能方面的明显提升。

制导方式得到优化。对制导火箭弹来说，制导组件（制导舱）是确保打击精度的关键。如俄罗斯的9M544火箭弹能将圆概率误差缩小到5至15米的范围，就是因为它在普通火箭弹基础上引入了9B706制导舱。该制导舱有4片十字形布局、可侧向折叠的梯形舵面，由小型舱机提供驱动力，舱内的“捷联惯导+双模卫星修正”模块将相关数据传送给弹载计算机，为火箭弹生成最佳飞行路径。其他国家的陆射火箭弹制导舱基本与此类似。需要说明的是，9B706制导舱是俄罗斯早期研制的制导组件。如今，除了“捷联惯导+双模卫星修正”的制导方式组合外，各国的制导火箭弹还有半主动激光制导、红外成像制导、电视寻的制导、毫米波制导等方式可选。不同制导方式的采用以及这些制导方式的不同组合，可让制导火箭弹在不同场景中达到所需精度。比如，韩国一家国防公司研制的LOGIR火箭弹，采用“惯性制导+非制冷红外成像”制导方式，最大射程超过10千米，圆概率误差不超过3米，且具有发射后不管和多目标接战能力。也正是因为精度上有所提升，有关国家开始将一些新研制的制导火箭弹称作导弹。

战斗部和引信持续模块化。在陆射火箭弹发展初期，不少国家研制的火箭弹采用的是战斗部、推进段和控制装置一体化制造的方式，也就是说，同一种弹体与不同类型的弹头固化后就成为不同型号的火箭弹。苏联的9M55系列火箭弹就是如此。后来，模块化设计开始应用于火箭弹，使同一型火箭弹灵活选装不同战斗部成为可能。随着时间的推移，新型制导火箭弹在这方面走得更远，也因此获得了更好打击效能。如美国的GMLRS火箭弹采用模块化设计，其M30和M31两种型号之间的不同主要体现在战斗部方面，M30型是集束战斗部，而M31是单一高爆战斗部。后来，这两型火箭弹分别发展出新型号M30A1和M31A1战斗部，前者战斗部进一步优化，由传统子母弹改为用预制破片和爆炸冲击波来实施面杀伤，而后者使用多模块引信取代基本型的机械式瞬发引信，具备了空爆和触地爆炸功能。从某种程度上来说，通过向战斗部和引信模块化借力，已成为当前各国提升新研制制导火箭弹打击效能的重要选择之一。

具备用更多平台发射的能力。不少中远程火箭弹在研制之初，就明确了用多平台发射的要求。随着制导火箭弹的发展，这方面的能力还在不断提升。土耳其“标枪（Cirit）”70毫米半主动激光制导火箭弹就属于这类火箭弹，它采用陆空双平台兼容设计，既可由陆上平台发射来反装甲车辆，也可由空中平台搭载遂行相关任务。美国APKWS火箭弹的研发初衷是为直升机打造相对廉价的精确打击弹药，但随着时间推移，目前它的发射平台已经泛化，如直升机、固定翼飞机、无人机及一些陆上和海上发射平台等。尤其是近年来，可以由无人机发射的制导火箭弹型号不断增加，如俄罗斯为MDP-01“白蚁”无人直升机研制的S-8L激光制导火箭弹，以及可由“猎户座无人机”挂载和发射的UPAB-50制导滑翔航空炸弹（基于传统火箭弹改装而成）等，进一步拓展了制导火箭弹的用武之地。

此外，各国在提升制导火箭弹发动机性能和快速部署效能方面的努力，也在使其“武功”越来越强。

稳中有变，未来发展将更加贴近战场

尽管制导火箭弹的“武功”在变强，但并非没有缺点。其主要短板之一，就是机动能力有限，只能用来打击一些机动性不强的目标，对空中目标的打击范围也有限，大多是无人机和巡航导弹等飞行轨迹相对单一且飞行速度较慢的目标。

这种短板的存在，一定程度上决定了这类火箭弹今后发展方向之一就是继续增强机动性，以获得打击时敏目标的能力。

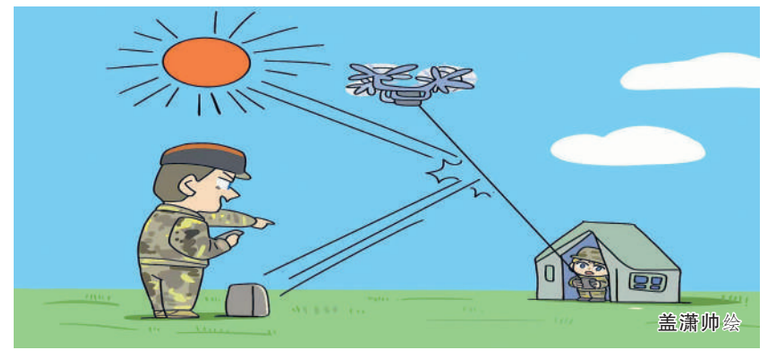
从当前制导火箭弹的发展情况来看，其今后发展方向的特点可概括为稳中有变。稳，是指它将继续沿着精确制导和低成本化之路发展；变，是指它可能借助新科技的加持实现一些功能的转变与提升。具体来说，主要体现在以下方面。

一是确保复杂环境中的精确打击能力。今后随着火箭弹射程的持续增加以及电子干扰手段的增多变强，如何在复杂战场环境中确保打击效能，将成为制导火箭弹的研发重点。当前，已有一些国家通过发挥无人机的空中中继引导作用，来提升制导火箭弹的打击效能。还有一些国家开始为其制导火箭弹搭载抗电子干扰装置，来确保打击成功率。

二是继续推进低成本化。当前的制导火箭弹很多是基于传统无制导火箭弹研发而成，因为保留了不少原有组件所以造价相对便宜。但是，随着火箭弹射程的增加、对制导精度的更高要求，其制造和使用成本必然会有所提升。这种情况下，通过加快新技术成果的转化与应用，继续保持其低成本化就显得尤为重要。在这方面，美国GMLRS-ER增程火箭弹的研制有一定启示性，在保持成本基本不变前提下，该弹通过优化气动外形与燃料配比，实现了射程翻倍。另一些新型制导火箭弹则是通过优化生产工艺如采用3D打印技术来提质增效，从而提高效费比。借助这种低成本优势，制导火箭弹才可能具备在战场上大批量使用的条件。

三是向网络化、智能化发展。今后，战场上的对抗将更加激烈。各种反制手段的增多及反制能力的提升，倒逼着制导火箭弹必须变得更“聪明”，才能加以有效应对。当前，一些国家和企业研制的制导火箭弹已呈现出从多个维度向新技术借力的趋势。比如，瑞典萨博公司测试的“网络化弹药”，就是让制导火箭弹搭载相应载荷，在飞行过程中肩负起收集电磁频谱信号的任务，通过跳频技术将数据回传，在打击目标之前充当作战网络的“神经末梢”。欧洲MBDA公司研制的“执法者”导弹在2024年“欧洲捍卫者”联合军演中，展示了一定程度上的自主组网、协同打击的能力。12枚火箭弹中，前导单元扫描地形后自动生成3D战场模型，后续弹药根据实时更新的数据“自主选择”穿甲或破片战斗部起爆时机，部分折射出制导火箭弹面向未来战场的发展走势和定位。

供图：阳 明



盖潇帅绘

兵器知识

『成也光纤，败也光纤』

光纤无人机应用的利与弊

■石 伟 于瀚翔

在如今一些热点地区的武装冲突中，光纤无人机造成的目标毁伤越来越多，带来的威胁也越来越大。

与依靠电磁信号控制的无人机不同，光纤无人机接受指令和回传数据靠的是身后拖着的光纤。因为光信号是在光纤内传播，因此它基本上不受外界其他电磁信号的干扰，只要光纤不受损伤，飞手与无人机之间就能展开安全、稳定、隐蔽的信息数据交换。

可以说，光纤无人机日益受到重视，就是因其加装了光纤线筒，身后挂上了这根“安全线”。

有矛必有盾。光纤无人机的屡建奇功，也让对手开始思考如何针对其弱点进行反制。

首先，光纤在特定光照条件下会反射可见光。在实战中，就发生过一方借助太阳光发现无人机所拖光纤并据此锁定另一方操作员的战例。因此，有人提出了多方位布设高精度光电传感器以发现光纤并“顺藤摸瓜”逆向定位无人机操作员位置的设想。从整体价值上看，打击一名无人机操作员的作用远远超过击落一架无人机。

其次，光纤的拖带距离有限。光纤虽细，但再细的光纤随着长度增加，出现意外的概率也会变大。比如，在一些复杂地形如树林、山间、高层建筑集中地，光纤很可能被挂断或发生缠绕现象。囿于种种情况，无人机拖带光纤的长度一般都比较有限，大多在5至10千米之间。这种情形，使无人机操作员基本上不会离无人机太远。于是，有人便想到了据此反制，即先用反无人机雷达、电子探测手段等探测到无人机，然后动用侦察手段在附近排查操作员，以达到“顺藤摸瓜”的目的。

再次，光纤无人机的噪声较大。光纤再轻也是有重量的，尤其是随着光纤变长，自身重量增加，收纳它的光纤线筒体积会变大，重量也会增加。如果要进一步扩大任务半径，势必需要携带更长更多的光纤。这种情况下，光纤无人机的飞行性能必然会受到影响，其螺旋桨叶片和发动机产生的噪声会变大。据此，相关企业开始在增强声学探测能力方面下功夫，即通过研制和布设麦克风阵列来识别光纤无人机，再结合先进的算法加以判别。

从这个角度看，光纤无人机的光纤反而成了它的“阿喀琉斯之踵”，可谓“成也光纤，败也光纤”。

当然，除了聚焦光纤对其进行反制外，一些用来反制普通无人机的手段也能发挥很大作用，例如使用反无人机网。此前的一些战场上，已发生过光纤FPV无人机打击装甲车辆却被对方布设的反无人机网“活捉”的战例。

总的来说，光纤无人机和其他武器装备一样，有其长处也有其短板。其长处会随着相关技术的提升而得到强化，其弱项也会有针对性地得到弥补。但是，随着反制手段的增多，光纤无人机也将面临更多、更新的风险。它前方的道路，仍然是挑战与机遇并存。

Griffon多用途装甲车——

“蝎子”催生的“狮鹫”

■王 达 李泽平

今年2月，比利时根据先期与法国达成的双边协议，接收了首辆在比利时完成总装的Griffon“狮鹫”多用途装甲车（下文简称“‘狮鹫’多用途装甲车”）。根据该协议，比利时将在今后获得包括“狮鹫”多用途装甲车在内的数百辆装甲车和自行火炮。值得一提的是，交付比利时的这些“狮鹫”多用途装甲车也加装了“蝎子”计划所选用的作战信息系统。

2010年，法国政府宣布启动“蝎子”计划。该计划旨在通过采购新型信息化、网络化战车或者对现役战车进行信息化升级改造，运用新型通信、指挥控制系统等，强化该国陆军的综合作战能力。“狮鹫”多用途装甲车就是“蝎子”计划的产物，也是该计划的重要组成部分。

为让“狮鹫”多用途装甲车肩负起取代现役VAB 4×4装甲运兵车的任务，并达到“蝎子”计划所需的要求，研制方采用了多种方法来强化“狮鹫”多用途装甲车的性能。

在KNDS法国公司与其他两家防务公司的合作下，研制成功的“狮鹫”多用途装甲车采用了6×6轮式布局，承载能力和机动能力进一步提升。其最大公路速度可达90千米/小时，续航里程为800千米。相对紧凑的外形加上25吨的战斗全重，使其可通过A-400M运输机快速部署。

图为Griffon“狮鹫”多用途装甲车。 资料图片

“狮鹫”多用途装甲车的防护能力较强，可在一定条件下抵御14.5毫米穿甲弹及炮弹破片的攻击，还可通过选装附加装甲进一步提升防护等级。不仅如此，该车还装有激光告警系统、导弹接近探测器及枪声探测器等，需要时还可发射多用途烟幕弹或采用电子对抗措施来应对威胁。

由于采用模块化设计，“狮鹫”多用途装甲车可选装遥控武器站、迫击炮和反坦克导弹等，以满足不同战场需求。除了人员运输型之外，该车还可改装为指挥车、炮兵侦察车、医疗后送车、迫击炮车等6种型号。比如，配备扫雷装置或其他特定套件后，它就可变身为Genie型战斗工程车，用来处理爆炸物，或提供其他支援。

为满足现代战场需求，“狮鹫”多用途装甲车和其他“蝎子”计划内的车辆一样，加装了SICS作战信息系统，以实现彼此之间的协同作战。

借助该系统，它就可以实现与“美洲豹”装甲侦察车、“凯撒”自行火炮等装备的实时数据共享，形成体系化作战能力。

在想方设法提升战车装备性能的同时，研制方也在努力控制研发和使用成本。比如，“狮鹫”多用途装甲车采用了技术相对成熟的卡车底盘和动力装置，而“美洲豹”装甲侦察车七成零部件和“狮鹫”多用途装甲车相同。

从某种程度上来说，正是因为有“蝎子”计划，“狮鹫”多用途装甲车的性能才得以提升，并促成了比利时通过双边协议采购400辆该型战车。

新装备展台