

兵器观察

多旋翼重型无人机“重”在哪里

■ 洪文强 杨柏松

这里的“重”，指的不只是载荷“重量”，更是战场上的“重要性”

提到重型无人机，不少人脑海中的第一印象是中高空长航时无人机，如我国的“翼龙”无人机、美国的MQ-1“捕食者”无人机、土耳其的“游骑兵”察打一体无人机等。

这类无人机通常体形很大，载荷能力强，航程也远。凭借机载的各种先进设备，它们可以在上千至上万米的空中飞行，遂行情报侦察监视、对敌攻击、通信中继等任务。

以土耳其的“游骑兵”察打一体无人机为例，它全长12.2米，翼展20米，载弹量1.35吨。凭借超过5000千米的航程和机载的多功能主动电子扫描阵列雷达、广域监视系统等，它拥有较强的目标搜索能力，能运用多型弹药发起远程打击。

在无人机研发领域，起飞重量超过1吨的无人机，通常被称为重型无人机。如果按照这个标准，这些中高空长航时无人机，当之无愧地属于重型无人机。

不过，在当今战场上，有些无人机虽然起飞重量不一定达到1吨，仍被称作重型无人机，如已应用于实战的俄罗斯“沃恩”重型无人机、乌克兰BabaYaga六旋翼无人机等。另外，还有更多此类无人机处于研发或测试中，如英国的FC100重型无人机、丹麦的HD-606重型无人机等。这些异军突起的重型无人机，拥有一个共同特征：多旋翼构型。

以英国无人机制造商Flowcopter正在测试的FC100重型无人机为例，它的最大起飞重量约650千克。据称，FC100携带50千克货物时可飞行11小时以上，若搭载150千克货物，可飞行5小时以上。

凭借这种能力，FC100拥有了小型无人机无法达到的运力，可以把更重、更多的物资运送到更远的地方，满足较远程后勤补给需求，因此获得“重型无人机”之称。

在这方面，“沃恩”重型无人机也有一定代表性。“沃恩”重型无人机基于“沃恩”FPV无人机研制而成。确切地说，它是“沃恩”FPV无人机的放大版，增加了机载设备，从而获得了9千克载荷的搭载能力。这种载荷能力看似有限，但对于一线作战单元而言，已变成了相对于单兵便携式无人机的“重型”空中兵器，不仅可用于投弹或作为单向攻击无人机使用，还具备抗电子干扰的能力。

由此可见，多旋翼重型无人机在相当程度上是广义上的重型无人机，是与先前已有的相关装备及性能进行对比而获得的称谓。换句话说，它是一种有别于吨级无人机的另类重型无人机。

通过打造体格较大的无人机及完善机载设备，填补已有小型无人机无法完成任务空白，减少对相关高端装备的依赖，同时降低运营成本并简化部署流程，这就是多旋翼重型无人机存在的现实意义。

正因如此，多旋翼重型无人机才受到多国重视并力促其发展。某种意义上，这里的“重”，指的不只是无人机的载荷“重量”，更是其在战场上日益凸显的“重要性”。

解决战场更大范围内问题的优选武器

在研发多旋翼重型无人机方面，参与其中的英国公司不少。当前，除了

今年4月，塞尔维亚一家企业推出了新研制的IKA-ROCKET无人机。该无人机载荷能力达20千克以上，最多可挂载3枚57毫米航空火箭弹，也可通过改装携带航空炸弹执行打击任务。一些外媒称其为重型无人机。

前不久，英国Hydra Drones公司也宣称，将融资400万英镑，用于完成HYDRA-400重型无

人机的研发，为实现其量产做准备。

这两型无人机，有一个共同特点，就是采用多旋翼构型。

它们的体形不大，设计的载荷能力相对有限，却为什么被称为“重型无人机”？它们的研发，折射着当前无人机发展的哪种导向？请看本期解读。



图①：塞尔维亚IKA-ROCKET无人机；图②：丹麦HD-606重型无人机系统；图③：澳大利亚DefendTex D155无人机；图④：英国HYDRA-400重型无人机；图⑤：英国FC100重型无人机；图⑥：乌克兰BabaYaga六旋翼无人机。

Hydra Drones公司的HYDRA-400重型无人机及Flowcopter正在测试的FC100重型无人机外，该国见诸媒体的还有BAE公司与另一家公司联合研发的T-650电动垂直起降无人机。

多个类似项目同步推进，体现着英国对此类装备的重视，也折射着世界范围内这类重型无人机快速发展的态势。

这种快速发展态势的背后，是多重因素的强力驱动。一方面是战场需求的牵引。随着武装冲突各方的对抗越来越激烈，前线部队迫切需要的，是解决战场更大范围内问题的能力。另一方面则来自多旋翼无人机技术发展的溢出效应。较大型的商用多旋翼无人机技术日趋成熟，彰显了这种构型无人机载重能力强、抗风性好、机动灵活等优势，并加速向军用领域转化。

当前，这类无人机的发展，已呈现出多维度拓展能力的特点。

多遂行的任务越来越多。今年2月，丹麦一家公司在德国举行的一次防务展上推出了HD-606重型无人机系统。其鲜明特点是将双联装12.7毫米口径的DCR-50武器系统“嫁接”在多旋翼无人机上，从而使这种无人机获得精度较好的直射火力。去年10月，新加坡陆军在一次演习中，测试了澳大利亚研发的DefendTex D155无人机。这型多旋翼无人机可作为母机，在飞行中投放10架Drone 40微型无人机，构建低成本网络化无人系统。除此之外，最大起飞重量约25千克的DefendTex D155无人机也可执行侦察、电子战或通信中继任务。除了直接参与作战，这类无人机更多是用来担负一些紧急运输物资任务。如俄罗斯载荷能力约90千克的Slon重型无人机，专门用于向前线运送弹药和装备。FC100重型无人机还测试过伤员后送能力。

在架构方面同中有异。虽然同为

多旋翼重型无人机，但在具体架构和细节方面也各有不同。乌克兰军队在作战中广泛使用的多旋翼重型无人机，就有4、6、8个旋翼之分。一般来说，旋翼越多，无人机的载荷能力越强。为了在机身不大的情况下实现载荷能力的突破，一些新研制的多旋翼重型无人机还采用“加力”装置。如Hydra Drones的HYDRA-400重型无人机除了多旋翼外，在机体两侧还设置了由6台小型涡喷发动机组成的喷气推进系统。这种设计，使该无人机的有效载荷能力达400千克。

多旋翼重型无人机的来源渠道较广。当前，不少国家的军用多旋翼重型无人机源于民用的大载重无人机。如乌克兰的BabaYaga六旋翼无人机，最初就是一型农用机，后来才被改装“参军”。这种无人机运载能力较强，但飞行时噪声大，较容易被发现。在俄乌冲突战场上，俄罗斯士兵则通过将4架小型FPV无人机绑在一个框架上，“手搓”出Vobla重型无人机，用来执行布雷或运输任务。当前，随着各国意识到多旋翼重型无人机的优长，对其研究更加全面，产品制造也更加制式。

融入战场的广度、深度、力度将进一步增加

多旋翼重型无人机的问世，初衷就是为了填补战力空白。今后它的发展，势必会继续聚焦这一点，凭借超出原有战场生态的局部“重型”特征及能力，进一步增加融入战场的广度、深度、力度。

一是寻求体形大小与功能拓展之间的最佳结合点。多旋翼重型无人机当前最主要的作用是实施较远程的攻击和及时为前沿提供保障。因为可

搭载更多的载荷并飞得更远，它必须变得更加多能和更为高效。这就决定了多旋翼重型无人机必须在平衡体形变大与功能拓展两者关系方面做得更好，如此才能实现灵活部署并提升战场生存力。

其二是采用模块化和通用化设计。与一线使用的小型无人机不同，多旋翼重型无人机的造价相对较高，这是因为使用者需要多旋翼重型无人机担负更多任务，甚至让其具备瞬间“转身”变换载荷的能力。这种需求，决定了多旋翼重型无人机今后将进一步采用模块化和通用化设计。一方面，能够根据需要搭载不同功能的载荷遂行不同的任务；另一方面，能够通过共用更多组件，降低战时维护维修的难度，缩减其发生故障或战场受损时的修复时间。

其三是提升自主化程度。当前的不少多旋翼重型无人机已经整合了自主驾驶系统，在一定程度上可以按程序飞行或自主选择航线等。今后，随着战场环境的日益复杂和对抗的愈加激烈，多旋翼重型无人机要想在战场上生存下来并发挥作用，必须进一步增强战场适应能力，变得更加“聪明”。很重要的两点，一是融入人工智能，获得高效处理大量数据的能力，实现快速决策；二是通过引入自主协同模块，加强与其他感知、作战平台的沟通，实现高效协同。

同时，今后的多旋翼重型无人机还需要在经济、易用方面做文章，继续提升其性价比。

总之，多旋翼重型无人机的异军突起，只是无人机发展过程中新掀起的浪花之一。其定位决定了它既不可能完全代替传统意义上的重型无人机，也不可能代替FPV这类微型无人机，而是打在这两者之间的战力补丁。它会与其他无人机一起发展，勾画出更为立体的无人机作战新图景。

本版供图：阳 明



热点追踪

在现代战争中，火炮是当之无愧的重火力。然而，在每一次震耳欲聋的炮击背后，都潜藏着一种风险——炸膛。

具体来讲，炸膛是指火炮发射过程中，炮弹在炮膛内异常爆炸的情况，通常会导致身管炸裂、碎片飞溅，严重时会造成炮手伤亡。

其实，在军事和兵器工程领域，“炸膛”才是术语，强调“膛内物质爆炸”这一物理过程，侧重于事故成因分析。而“炸膛”则是大众和媒体常用的描述性词汇，侧重于“炮膛爆炸”结果的呈现。

比较近的一起事故，是今年4月21日，日本陆上自卫队使用10式坦克进行射击训练时发生的炸膛，导致车长、炮手、安全员3人死亡，驾驶员重伤。

那么，火炮为什么会发生炸膛事故呢？

首先，炸膛事故的发生与火炮的构造有关。火炮的炮身是“发射通道”，可赋予弹丸初速与飞行方向，主要由炮尾、炮门、身管、炮口装置等组成。炮膛是炮身内壁围成的空腔，直接与弹丸接触，炮膛从后至前主要分为药室、坡膛、导向部三个区域，药室是承受最高膛压的地方，也是炮壁最厚、强度最高的地方。从后至前，炮壁的厚度递减，所以炸膛事故中，炸裂位置多发生在前段和中段。当炮身结构设计不合理，身管内部存在杂质、气孔、裂纹等时，会导致结构应力集中、身管强度不足等问题，造成火炮批次性炸膛。

炸膛事故的发生也与炮弹有关。炮弹一般由弹丸和发射药两大部分组成，发射药是推动弹丸运动的能源，弹丸则用来完成杀伤、爆破、侵彻、燃烧、照明或其他功能。弹丸主要由引信、弹体、装填物和弹带组成。得益于引信的安全保险作用，弹丸在炮膛内及一定的发射距离内通常不会被引爆，但一旦引信失灵，提前解锁，炸膛事故就可能发生。同样，发射药燃速异常，产生局部高温或压力激增，也可能引发炸膛事故。

炸膛事故的发生还与身管长期使用中的“积重难返”有关。火炮身管长期在几千度高温和几千个大气压工况下使用，随之而来的热疲劳、磨损、腐蚀，会不断削弱其结构强度。热胀冷缩产生的微裂纹扩展、膛线磨损、管壁变薄，会让身管承受压力的能力下降。当磨损达到一定程度，炮管就可能在某次射击时突然“崩

火炮为什么会炸膛

■ 裴 杰 王江燕

“致命干扰”也是炸膛的原因。炮膛内的异物如泥土、沙石，未清理干净，在装备设计制造环节，严格把控设计标准、材料质量和制造工艺，确保火炮和炮弹的性能达标；在操作使用上，制定详细的操作规范，要求士兵严格遵守；在维护保养方面，要求定期对火炮进行检查、维护，及时更换磨损部件，提高清污效率和质量。此外，建立火炮膛压、温度、热应力、振动等关键参数监测系统，及时发现潜在隐患，也是预防炸膛的重要方法。

为预防发生炸膛事故，很多国家在制造使用火炮过程中有一套严格的预防措施。比如，在装备设计制造环节，严格把控设计标准、材料质量和制造工艺，确保火炮和炮弹的性能达标；在操作使用上，制定详细的操作规范，要求士兵严格遵守；在维护保养方面，要求定期对火炮进行检查、维护，及时更换磨损部件，提高清污效率和质量。此外，建立火炮膛压、温度、热应力、振动等关键参数监测系统，及时发现潜在隐患，也是预防炸膛的重要方法。

美军持续拓展无人潜航器任务能力

■ 况腊生

装备动态

在近期的美以伊战事中，美军一度出动配备反水雷任务包的濒海战斗舰，遥控多型无人潜航器，展开对霍尔木兹海峡水雷的清扫。其中，“金枪鱼”无人潜航器用来测绘海底地图，“刀鱼”无人潜航器用于识别各种水雷，可消耗的光纤制导“弓鱼”无人潜航器用来引爆水雷。美军此举，在一定程度上显示出其运用无人潜航器的能力水平。

在美国发展无人潜航器的过程中，反水雷一直被列为无人潜航器的主要任务。美国海军《小型无人潜航器战略计划》所明确无人潜航器3项基本任务中，就包括极浅水区反水雷及水面反水雷。伊拉克战争中，美英联军首次使用无人潜航器绘制海底航道图并清理水雷，取得一定成效。

2000年以来，随着国际形势发生变化，美军开始拓展无人潜航器的任务能力。在2017年的一份文件中，其无人潜航器的预期功能进一步增加，明确主要用来执行敌情监视侦察、战场情报、水面战、反潜战、对陆打击、水雷战、特种作战、海底战、电磁机动战、欺骗战、后勤保障、指控与通信中继等任务。

2022年，随着构建一支由有人舰艇、无人舰艇和无人潜航器组成的混合舰队方案的提出，美国海军无人潜航器开始在海战中扮演重要角色。

如今，美国海军已建立起至少2个无人潜航器中队，配备数百名人员和上百艘各型无人潜航器。这些无人潜航器

分为超大型、大型、中型、小型4种，通过模块化搭载不同任务载荷，在水下10米至6000米范围内遂行监视侦察、反水雷、自主攻击等多种作战任务。

当然，这些无人潜航器的作用不是单打独斗，而是被用来打造水下无人装备联合作战体系甚至是更高层级的“有人+无人”作战体系。为获得协同作战能力，美军统一了无人潜航器的任务控制接口、通信协议等，借助通用化确保其可与不同平台“联手”。

根据相关思路，美国海军计划在2030年前组建一支由多艘各型航行器组成的无人水下舰队，初步形成水下无人作战能力。前不久，美国海军弗吉尼亚级特拉华号核潜艇首次在没有人工协助下，通过鱼雷管水下发射和回收无人潜航器，被认为是构建水下“有人+无人”作战体系的新一轮尝试。

客观地说，美军无人潜航器当前的发展并非一帆风顺，面临着水下充电难、通信质量不佳、自主控制水平不高等关键性技术难题，需要一一加以解决，其中包括开发新型海底充发电技术，研究新型通信技术、加快人工智能技术应用等。



“刀鱼”无人潜航器。