兵器知识

今年1月，美国海军一艘驱逐舰柯蒂斯·威尔伯号与一架MH-60S“海鹰”直升机共同参加了一次训练。训练中，MH-60S“海鹰”先在直升机平台上方与军舰保持相对静止状态，然后放下绞车，吊起加油软管，完成了由驱逐舰向直升机加油的过程。

近年来，不少国家的海军进行过此类训练——

2019年10月，英国海军的45型龙号驱逐舰在大西洋上完成了对一架空中直升机的加油作业。

2022年6月，加拿大海军的温尼伯号护卫舰与一架CH-148“旋风”直升机进行了“不着舰”加油演练。

这种特殊的加油方式叫作直升机海上悬停加油，正在成为一些海上执行任务的直升机快速获得续航能力的新途径。

那么，直升机海上悬停加油这种方式适用于哪些场景？舰船一般会通过哪些装置来向直升机加油？悬停加油过程中都需要注意哪些问题？请看本期解读。

直升机海上悬停加油——

动中求静“龙吸水”

■吴志峰 孙 斌

图①：海上悬停加油的MH-60S“海鹰”直升机。
图②：进行海上悬停加油试验的CH-148“旋风”直升机。

固有特点与特殊环境催生加油需求

固定翼飞机加油通常有两种方式：地面加油和空中加油。地面加油比较安全，其中一种叫“热加油”，即飞机在不关停发动机的情况下接受油料补给，相对较为快捷。空中加油则更加快捷，即飞机在不中断飞行的情况下，通过软管或硬管与飞行中的加油机或其他具有授油功能的战机连接达到加油目的。

直升机加油，通常采用的也是地面加油和空中加油这两种方式，但具体流程、要求与固定翼飞机加油有一定不同。比如直升机的空中加油，如果选用固定翼加油机实施，那么加油机的飞行速度就不能太快。这是因为，直升机的飞行速度相对较慢，两者的航速、航向只有保持一致才能完成加受油过程。如空中客车公司研制的EC725“超级美洲豹”中型直升机、H160直升机接受KC-130加油机、A400M运输机加油时，后者就必须保持较低的飞行速度。用加油机为直升机空中加油有一定优点，如机动灵活、保障范围大等，但相关要求较高。于是，在一些情况下，舰船充当授油船而让直升机悬停加油就成为一种选择。

可长时间在空中悬停，是直升机不同于固定翼飞机的特点。从一个方面来看，悬停加油就是直升机在动中取静、用其所长；但从另一个方面来看，这种加油方式之所以出现，则是因为直升机存在一定短板。

与固定翼飞机机体内拥有较大可利用空间不同，直升机的机身结构较为紧凑，装有很多操控和功能设备。这种布局、结构使直升机内的可用空间相对较少，加之直升机的飞行依靠发动机驱动旋翼系统产生升力和推力，携带燃油过多，会破坏重心平衡，使发动机负荷过大，因此无法携带大量燃油，飞行距离也不会太远。为弥补“腿短”这一固有缺陷，直升机对及时“输液”有着强烈需求。

各国在海上使用直升机的常态化，使悬停加油方式变得愈发重要，尤其是在海上气象条件较差时，采用悬停加油方式可以有效解决直升机的“燃眉之急”。

受气流不稳、海浪较大等因素影响，直升机海上着舰通常难度较大。不良气象条件下，飞行员驾驶直升机着舰需要“眼观六路”——既要判断飞行高度和速度，也要关注突发海况和旋翼气流变化情况。为确保直升机安全着舰，飞行员还需精准把握使用辅助着舰装置的时机。这一过程中，飞行员稍有不慎就可能发生事故。采用悬停加油方式，可暂时跳过着舰这个环节，降低安全风险。

同时，实施悬停加油，也可节省直升机频繁起降所耗费的时间，使再次出动变得更加迅速。

从海上使用直升机的实践来看，飞行员通常会在以下几种情况采用直升机悬停加油方式。

遂行紧急任务时。直升机执行反潜、预警等时间紧急类任务时，在不中断任务流程的情况下，会采用悬停加油方式，以尽快完成油料补给。如此，既可完成对直升机的“输液”，也能确保直升机的搜索视野，增加执勤时间。

着舰条件难以满足时。当出现恶劣气象条件以及其他直升机无法着舰的情况时，就可通过载舰或其他舰船上的悬停加油系统对飞行中的直升机实施油料补给，从而保证直升机的持续安全飞行。

需要兼顾其他载荷运量时。直升机的载荷重量有一定限制。起飞时，如果满载燃油，就难以携带更多的人员、武器和其他任务载荷。有时，为满足在安全前提下运送更多人员、武器及其他任务载荷的需求，直升机通常会减少燃油携带量。这种情况下，直升机就会选用在途中悬停加油方式，由其他安装有悬停加油系统的舰船供给油料。

加油系统分为三类，软管式加油更受青睐

当前，采用悬停加油方式的多为舰载直升机，其授油平台通常是一些燃油储存量较大的舰船并通过其配备的悬停加油系统来达成这一目的。

目前，各国研制和生产的舰上悬停加油系统主要有桁架式悬停加油系统、舵式悬停加油系统、软管悬停加油系统3种类型。前两种悬停加油系统中，都有一个关键设备：锥管式输油接头。这两种悬停加油系统之间的明显不同，就是锥管式输油接头安装的部位及方式。

桁架式悬停加油系统。在该加油系统中，锥管式输油接头安装在舰艉补给区的烟囱状刚性桁架上。舰载直升机加油时，会由舰艉侧后方进入补给区，并伸出插头与其对接，完成油料补给。

舵式悬停加油系统。该加油系统一般安装在舰船中部。它有一个类似空中加油机的加油舵，能够升降。加油时，加油舵升至船舷外侧一定高度水线上，放出锥管式输油接头。加油时，舰载直升机由舰艉侧后方进入补给区，伸出受油插头与加油舵上的加油接头对接，并在与授油舰船保持相对静止的状态下，接受油料补给。

客观地看，这两种方式所用设备比较复杂，需要占用舰船上较大空间，舰载直升机受油时存在较大安全风险。因此，大多数国家选用的是软管悬停加油系统。

软管悬停加油系统由油泵、过滤器、计量控制器、防静电软管、紧急解脱装置、弹簧软管卷盘和底座等组成，通常安装在授油舰船艉部或舰上的直升机平台上。受油直升机装备救生绞车，机舱内装有压力加油口或机内外压力加油转接装置。加油时，舰载直升机从舰艉侧后方进入补给区上方悬停，放下救生绞车吊钩。舰船甲板上的操作人员将软管吊环挂在吊钩上，由绞车把输油软管拉至直升机舱门外侧。机上操作人员将其对接在加油口上。输油时，由舰船上的操作人员根据直升机要求的输油量，调定压力流量，启动油泵进行输油并实时监控状态。当输油量达到设定值后，油泵自动停止作业，也可视情手动操作关停。

软管悬停加油系统装有伸缩性较强的防静电软管、紧急解脱装置及弹簧软管卷盘，能安全抵消舰机相对位移所产生的拉力，安全系数较高。加上此套装置结构简单、体积较小、重量轻、通用性强，除可安装在设计有直升机平台的舰船上外，还可以安装在其他水面舰船或岛礁上。

从一定程度上来说，软管悬停加油系统的存在，让舰载直升机有了“龙吸水”般的受油能力。“龙吸水”是水上龙卷风的别名，凭借中心暖湿空气强烈上升和周边冷空气的下降，它可将大量水吸离水面形成水柱。凭借软管悬停加油系统，舰载直升机可在短时间内补充大量燃油，的确有点类似“龙吸水”。不过，舰载直升机“吸离”舰船的不是水而是燃油，而且这一过程要用到“吸管”才可完成。

悬停加油并非易事，需要解决多方面问题

直升机有悬停能力、舰船上有悬停加油系统……这些为完成空中加油奠定了基础。具体到操作流程上，直升机要安全顺利地受油，还有很多方面的问题需要解决。这些问题既涉及相关人员的操作水平，也牵扯到一些客观情况。具体来说，有以下几点。

一是高度重视控制姿态。海上气象情况复杂多变，大风、低云、浓雾等不良天气，会加大舰载直升机飞行姿态控制难度。带有悬停加油系统的舰船会在波浪作用下产生六自由度运动。加油过程中，舰载直升机只有动中求静，控制好与舰船的距离与姿态，才能避免发生碰撞事故，保证加油成功。

二是判断相关条件是否满足。除了气象条件外，悬停加油还需具备一些其他条件才能实施。比如，要考虑舰船横摇角、纵摇角等是否符合规定，甲板上的障碍物是否妥善处理，加油软管卷盘是否可正常工作或者加油前软管有没有按S形摆放在甲板上等。这些条件和细节，都需要相关人员加以关注。

三是尽量消除干扰和影响。悬停加油是一个复杂过程，其中变量较多。如悬停直升机旋翼所产生的强大下洗气流会加大软管连接、输油操作、信息沟通等环节的难度。同时，海上电磁环境复杂、电磁干扰强，对通信系统抗干扰能力和稳定性提出了很高要求。只有尽量消除这些干扰和影响，让舰机之间建立起可靠、高效的通信链路，双方可实时交流飞行状态、加油参数等关键信息，悬停加油的相关操作才能更加准确、高效。

四是确保操作规范安全。直升机悬停加油，几乎每个环节、动作的完成都有一定的规范和标准加以约束。只有把这些规范、标准落实到位，才能保证加油过程顺利高效。因此，对相关操作人员来说，必须严格落实这些规范和标准，才能夯实安全基础。比如，在放下绞车吊钩时应挂载配重物以保证吊钩平稳接触甲板，夜间加油时驾驶员要先分清水天线，同时对直升机灯光、甲板灯光实施特殊管制等。

五是确保配套设备性能可靠。悬停加油本质上属于压力加油，一些加油设备在启动、输油和停止等环节会经受压力冲击。要想完成悬停加油，必须先确保这些设备性能可靠，经得起压力冲击。此外，其他一些攸关设备性能的问题也必须关注。比如，加油接头要能够360度旋转，避免软管扭曲和缠绕；在舰船突然改变航向或直升机悬停失误时，紧急解脱装置可在超过安全受力范围时顺利自动解脱接头，使得舰机迅速分离，以保证直升机和载舰安全；软管接头要能自动封闭油路，防止因燃料的高压外泄导致发生火灾事故。同时，海上的高盐度环境易腐蚀加油设备并降低设备的性能，因此，悬停加油系统所用材料应具备良好的耐盐雾腐蚀性能，还要加强对其日常维护保养等。

只有这样，直升机才能实现与海上授油平台的良好协同，确保悬停加油过程安全、顺利、高效。

供图：阳 明

兵器控

品味有故事的兵器

■本期观察：张育源 张向远 袁帅康

现代战场上，无人化装备发挥的作用越来越大。随着通信、自动化和人工智能等技术的发展，无人艇的性能也在不断提升，其军事应用价值越来越受到重视。本期“兵器控”介绍3种各具特色的无人艇。

隐身“刺客”

Vidar FP无人艇

瑞士一家公司和拉脱维亚VICTEC公司研发的Vidar FP无人艇，在各国无人艇中称得上是“大块头”。

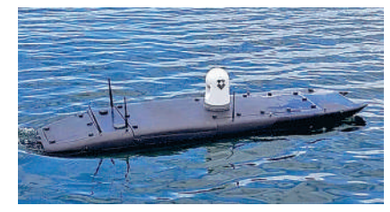
该艇长10.48米，最大载重量4吨。这种体量，使它能搭载先进的感知系统、通信系统及电子对抗设备，也能搭载智能化程度较高的自主控制系统，确保安全航行。

该艇隐身性能比较突出，外形采用低雷达反射截面设计，还通过优化发动机舱布局、为排气设施加装冷却系统等降低噪声和热信号。其配备的光电感知系统位置距甲板较近，因此对手难以发现。为获得更大的视野与更好的视角，该艇配备了系留无人机来满足需求。在此基础上，该艇可搭载、发射一定数量的鱼雷、水雷，变身为隐身“刺客”。

不过，该艇航速较慢，可能会在一定程度上影响其遂行任务的能力。

另类“游禽”

MARTAC T8-HY无人艇



自然界中，游禽大都同时具备在水中游泳和潜水的技能。美国一家公司研发的MARTAC T8-HY无人艇具有游禽的特征。采用双体船设计的该艇，既能在水面上高速航行，也能在不超过10米的水下潜行。

该艇是这家公司研制的系列无人艇之一，长约2.4米，吃水深度较浅，由锂电池提供动力，适合在港口、近岸及浅滩环境遂行任务。

该艇体形不大，却可凭借开放式架构和模块化设计搭载不同载荷遂行多样化任务。比如，它可以搭载多波束声呐等测扫水下地形，也可搭载小型光电系统等担负巡逻警戒任务，还能临时充当湿式水下运载器运送蛙人遂行特种任务。同时，该艇在人工智能加持下，具有一定的自主集群及与有人舰艇进行协同的能力。

不足的是，由于体量较小，该艇只能在海况相对较好的环境遂行任务。

多能“猎手”

“海鸥”无人艇

“海鸥”无人艇是以色列埃尔比特系统公司研制的多功能无人水面装备。

该艇长约12米，配备有先进的感知系统如光电、红外传感器等，能通过数据链等实现快速通信，既可由位于陆地或舰船上的操作人员来遥控，也可自主航行及作业。

该艇采取模块化设计，可搭载不同载荷，遂行扫雷、反潜、反水面舰艇、电子战、情报监视侦察等任务。凭借较高的航速，该艇也可用于水面巡逻。

近年来，该艇进行了搭载一些武器的测试，如加装鱼雷、遥控机枪等，从而具备一定反击能力。

为应对更多变化和复杂的海上环境，该艇保留了有人驾驶的功能。

兵器连连看

无人机“速成弹药”有哪些

■张心悦

盖潇帅绘

无人机弹药是指可用无人机搭载和使用的各种弹药的统称。无人机弹药中，不乏“高大上”的制式弹药，如空空导弹、空地导弹、航空炸弹、机枪弹、机炮弹等，也包括一些带有“速成”意味的另类弹药。这类弹药造价低廉，可快速满足需要。近年来，随着这类弹药大量“加盟”无人机弹药库，其在现代战场上发挥的作用越来越大。

目前使用较多的这类无人机弹药，按其部件来源区分，主要有3种类型。

基于现有弹药进行改装。近期，在一些军事热点地区的战场上，先后出现了一些用迫击炮弹、手榴弹、地雷等弹药改装的无人机弹药。这种获得无人机弹药的途径，不仅过程较为简单，而且在去除库存基础上保证了弹药的数质量。但是，这种“逮着什么改装什么”的做法也有短板，比如缺乏统一标准，不利于规模化量产等。针对这一问题，一些国家已经开始探索。2024年5月，罗马尼亚国防公司经过研发，提供了无人机弹药改装的部分标准化模板。在一次防务与航空航天展览会上，该公司展示了一系列新型无人机弹药，这些弹药源于对不同口径迫击炮弹的改造，包括60毫米、81毫米、82毫米和120毫米迫击炮弹等。通过使用这种标准化模板，那些掌握迫击炮弹生产工艺的企业可轻松实现对现有迫击炮弹的改装，并且让它们适配更多无人机，提高作战灵活性。

壳药分离定制组装。针对不同无人机，采用3D打印方式助力无人机弹药制造，也是一种途径。当前，一些国家已经开始通过这种方式来制造无人机弹药的壳体，使其更加适合无人机搭载。有的国家借此来制造无人机弹药的附件如尾翼等，进而提升无人机弹药的打击效能。与传统制造方法相比，采用3D打印方式，在无人机弹药设计上更具灵活性和针对性，有利于节省成本，还可有效缩短无人机弹药测试乃至迭代的周期。但是，这种无人机弹药的制造也存在隐患，那就是壳、药必须分开来制造，然后在使用时进行组装。当前，一些国家及公司在销售无人机的同时会销售无人机弹药所用的组装壳，而这些组装壳里的炸药和引爆器，必须临时组装。这就要求，采用3D打印方式制造的弹药必须运用严谨的设计和高质量的材料，才能确保安全可靠地引爆，否则极易发生故障甚至招致灾难性事故。

简易爆炸装置快速捆装。将简易爆炸装置捆绑在无人机上，让其实施“自杀式”攻击，也是获得无人机弹药的一种方式。当前，FPV无人机在现代战场上频频出现，不少采用的就是与简易爆炸装置捆绑“联手”的方式。这些无人机制造工艺简单，尺寸小，噪声低，不易被发现，因价格较低可当作一次性消耗品使用，且其直接撞击的精度，显然比空中投掷普通炸弹高得多，无论对人员、装备还是基础设施都能构成较大威胁。特别是对弹药库、油库等重要物资集中地，其攻击造成的结果有时是毁灭性的。

实践证明，在特定作战环境下，这些“信手拈来”的无人机弹药所发挥的作用正越来越大，而其所取得的实战效果，很可能会催生出更多此类弹药。