兵器广角

2月28日，“的黎波里”号两栖攻击舰交付美海军。除侧重提升航空作业能力外，该舰据称还有一个较大特点：它是一艘采用全电推进方式的军舰。

长期以来，不少国家一直在研发全电推进的战舰，并取得一定成果。一些国家的科研人员还对相关技术应用加以延伸，试图探索用“电动”方式来解决坦克、战机的一些问题。

发电机、电动机加身，似乎正在成为更多可机动武器装备今后发展的一大选项。那么——

“全电动”武器装备的春天到了吗？

■王笑梦

图为采用全电推进系统的西北风级两栖攻击舰。

如果对世界上的战舰、战车、战机推动方式稍加对比就会发现，当前，对全电推进系统可以相对成熟地加以运用的，是一些国家海军的舰船。而且，越来越多的国家正在对全电推进系统上舰表现出浓厚的兴趣。

在机械推进技术已经成熟的今天，为什么电力推进方式能赢得各国海军垂青？原因就是，和传统的机械推进相比，它具有适应当前舰艇发展以及未来战争需求的潜力。

随着现代战舰上用电设施越来越多，采用传统机械推进系统的舰船往往需要配置至少两套原动机：一套原动机用来驱动机械带动螺旋桨等，使战舰前行；另一套用来发电，满足舰上各类用电设施的需求。这就使得战舰动力结构更加复杂、造价高昂，易出故障且难以维修。

采用电力推进方式，用发电机将舰船原动机的机械能转换为电能，再传输给舰船的推进电动机，带动螺旋桨或喷水推进器工作，不仅可以降低燃油消耗、合理利用能源、降低整体成本，而且可以延长发动机的使用寿命。

采用全电推进方式的战舰，优势更加明显。全舰所有原动机都用来产生电力，通过计算机分配和控制，电力可以迅速高效地分配给最需要的组件。这样的动力调配方式，有利于更好地满足电磁弹射装置、电动升降机甚至高能激光武器等高耗能武器的需要。

全电推进方式下，能量由电力传输而不是由机械传输，因此舰船可以省去传动轴系和离合器，减少甚至无需变速箱。如此，既减重量、省空间，有利于武器装备合理配置，也使得战舰更易于操控。同时，电力通过多路径流向电动机，也可以提升舰船动力的抗毁性。

当然，电力推进方式所带来的这些特点和优势，不会只体现在战舰上，这种推进方式用在战车和战机上，也同样能带来相关方面的很大改变与提升。

如此，电力推进成为各国寄予厚望的武器装备动力选项也就不足为奇了。

战舰：再次驶入“全电推进”时代

当前，各国战舰主流的推进方式仍为机械电力混合推进，即以大功率的柴油机、蒸汽机、燃汽机为原动力，高速航行时直接采用机械推进方式；低速巡航时，依靠电动机驱动螺旋桨等，以满足舰船经济性和低噪声需要。

但是，这种混合推进方式目前正被更“高端”的综合电力推进方式所取代。

与前者还存在机械直接推进不同，采用综合电力推进方式时，舰上所有的二级能源都为电能，推进、作战等系统的运行全部由电能带动电动机来驱动。舰船的“全电推进”指的就是这种综合电力推进方式，而不是指狭义上的仅靠电池来驱动。

之所以说战舰是再次驶入“全电推进”时代，是因为早在上世纪初，就已有战舰开始应用全电推进系统。

众所周知，在燃气轮机领域，英国一直处于世界领先地位。但上世纪初的全电推进领域，跑在前面的却是美海军。原因很简单：美国当时尚未研制成功大功率蒸汽轮机的减速齿轮。

无奈之下，其设计师在研发海军“木星”号运煤船时，便想到用蒸汽轮机来发电、再由电动机驱动螺旋桨。后来，“木星”号阴差阳错被改装成航空母舰“兰利”号，这使它极其偶然地成为人类历史上第一艘全电推进的战舰。

基于同样原因，美海军后来的“田纳西”号战列舰、“科罗拉多”号战列舰、列克星敦级航母都采用了类似的“蒸汽轮机+发电机+电动机”推进设计。

不过，当时舰船上的电路抗损性较差，动力可靠性不如机械驱动的战舰，所以在大型减速齿轮研制成功后，美海军又回到蒸汽轮机经减速齿轮驱动螺旋桨的时代。

上世纪80年代，随着新型发动机和发电机的问世及战舰吨位增大，电力推进概念复苏。1987年英国率先在现代护卫舰上采用部分电力推进技术，验证混合电力推进的优越性。此后，法、德、美等国的海军相继装备了混合电力推进舰船，如欧洲多任务护卫舰、F125型护卫舰、“马金岛”号两栖攻击舰等。

这一过程中，综合全电推进系统的研究取得成果。这次，走在前面的仍是英国。

2001年，英国全电推进的“海神之子”级船坞登陆舰下水。2006年开始下水的45型驱逐舰及2014年下水的“伊丽莎白女王”号常规动力航母同样采用全电推进方式。

法国海军紧随其后，2004年下水的西北风级两栖攻击舰也应用了全电推进系统。

美海军在其2006年下水的刘易斯和克拉克级弹药补给舰上验证了全电推进技术，并在2013年开始陆续下水的朱姆沃尔特级驱逐舰上采用了全电推进系统，但该驱逐舰自下水之日起便问题不断。

同时，这一技术开始向潜艇延伸。法国红宝石级核潜艇和美国弗吉尼亚BLOCK4攻击型核潜艇均采用全电推进方式。

可以预见，随着更多高强度、轻质量复合材料在发电机上的应用，以及大功率、小尺寸电动机技术的不断突破和发展，“全电动”战舰也许将很快迎来自己的春天。

坦克：局部突破，想说“全电动”不容易

当前，各国对传统推进动力坦克的研发、改进与挖潜仍在继续。与此同时，作为新概念坦克——全电坦克日益成为研发的重点。

这种新概念坦克和以前的电传动坦克有所不同，它的火力、机动和防护都以电能为基础，即不仅动力上采用电力推进方式，而且武器装备也将高度依赖电能，包括使用电磁装甲、电磁炮、电热炮等进行防护和作战。

如果按以前对电传动坦克的定义，即只从动力上采用电力推进方式来判定，那么，在第一次世界大战期间，就已有“电动坦克”投入战场。它就是法国的“圣沙蒙”重型坦克。

这种重达20多吨的坦克，动力源是一台90马力的四缸汽油机，通过克罗切特-考拉度电传动系统驱动主动轮，带动履带板向前开进。

此后，多国在电传动坦克研制方面作过尝试，包括英国的TOG重型坦克，美国T1E1重型坦克，德国“虎”P重型坦克、“鼠”超重型坦克以及苏联IS-6重型坦克等。只不过，这些尝试几乎都因电传动技术不够成熟归于失败。

德国的费迪南/象式重型坦克歼击车可谓这个时期硕果仅存的“电动坦克”。它曾参加库尔斯克战役，击毁过对手的不少坦克。但是，超过60吨的体重，加上传动系统方面的问题，使它在与重型坦克一起冲锋时“情况”不断。

在此之后，相关探索并未停止。冷战期间，美国曾经为M113装甲车和AAV7两栖装甲车换装过新型电传动装置，德国也在“黄鼠狼”步兵战车上安装过使用永磁电机的电传动系统。

进入上世纪90年代，随着发电机、电动机研发领域出现明显进步，一些国家提出“全电坦克”的概念，开始以此为基础研发下一代新型坦克。如美国联合防务公司设计研发的转型技术演示车TTD、德国马克公司推出的LLX型装甲车等，瑞典、法国、南非等国家也先后展开相关研发。

南非的“大山猫”装甲侦察车通过换装德国提供的永磁电机和使用混合镍电池，从机械传动装置改装为电传动装置，重量减轻1.8吨多，最大行程增加了400千米。这反映出，新型电传动系统已经在一些方面取得新突破。

除了动力系统上的电动化外，电磁炮、电磁装甲等新兴武器装备的研制也在紧锣密鼓地进行。当前，一些国家已研制出电磁炮样炮，据称可用于新型坦克。

但是，无论是电磁炮、电磁装甲，都需要消耗大量电能，储电装置体积过于庞大，仍将是坦克“全电动化”研制过程中需长期面对的难题。

战机：“多电”方兴，“全电”研发之路仍然漫长

和战舰的动力系统有混合推进和全电推进之分类似，飞机其实也有多电飞机和全电飞机之分。

一般来说，多电飞机上使用的主要功率是电功率，但也不排除使用少量其他功率。换句话说，多电飞机主要依靠电力飞行，但也不排除使用部分其他能源。它最重要的特征是大量采用机电作动器，用电力驱动代替了机上的液压、气压、机械系统和飞机附件传动机匣。

上世纪80年代中期，美国先行组织开展对多电飞机技术的研究。研究涉及到发电、配电、电力管理、电防冰、电刹车、电力作动和发动机等多个方面。目前，相关研究成果已逐渐得到应用，F-35战斗机也因此成为具有一定代表性的多电战机。

广义上的全电飞机则是指以完整的电气系统取代液压、气动和机械系统的飞机，其飞行控制和机载系统所需功率全部由飞机中央供电系统提供。从发展进程来看，多电飞机可视为全电飞机发展的一个过渡阶段。当前，“多电”方兴未艾，而“全电”相关技术还不够成熟，其研发之路仍然漫长。

不过，全电战机的影子已在一些试验飞机上闪现，如2019年底美国在阿姆斯特朗飞行研究中心展示的X-57飞机，就纯粹以燃料电池、太阳能电池为动力源。作为一款全电动载人飞机，其所用的锂离子电池模块已完成飞行条件下的测试，电动机也已经通过验收。但在此之前，其锂离子电池在热失控试验中遭遇严重失败，以至于相关方不得不重新设计电池模块。

而一些以太阳能电池为动力的中大型无人机，要具备夜间持久飞行的能力，也必须先过研发关，即要能研究出可储存足够能量的高储能光电池阵列。

由此来看，即使是狭义上的全电战机，打造起来也绝非易事。从这个层面来看，无论是广义还是狭义上的“全电”战机，其研发之路仍将漫长而艰难。

版式设计：梁 晨
供图：阳 明
本版投稿邮箱：jfjbbqdg@163.com

兵器控

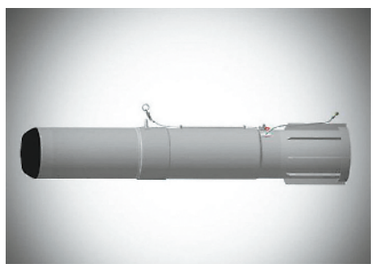
品味有故事的兵器

■本期观察：王 宪 李乾贵 史 篇

深水炸弹是潜艇的“克星”之一，通常以齐射多发方式进行投放。凭借所携带的特殊引信，它在水中下沉到一定深度或接近目标时就会引爆以杀伤目标。虽然它的功用越来越多地被鱼雷所取代，但攻击较浅水域潜艇时的高效费比，以及一些新的制导装置和战法的应用，让它在现代战争舞台上仍占有一席之地。

身穿浮力“马甲”

俄罗斯“围猎-2E”型深水炸弹



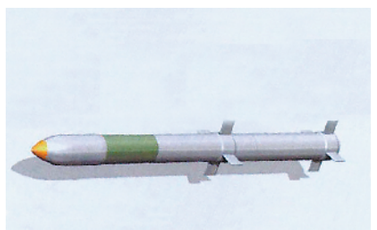
一般的深水炸弹分量都不轻，通常由水面舰艇和固定翼飞机、直升机来布放。俄罗斯机械制造技术公司设计的“围猎-2E”型深水炸弹重120千克，装药量35千克。其投放平台是俄海军的飞机。

伞降入海后，它可借助悬浮装置在水下一定深度短时间悬浮，悬浮期间，自导头向下并开始工作，以主动方式搜索目标，如果发现目标正处于下方，便会脱开浮力“马甲”下潜直奔目标；如果发现目标在跟踪攻击范围内却攻击角度不佳，它会借操舵机构调整弹道追击目标，从而提升深水炸弹的毁伤效力。

“围猎-2E”型深水炸弹具有以上功能，是因为它拥有探测和控制系统。借助该系统，它能够自己搜寻目标并稍作修正，配备的自毁装置则可以消除未爆弹药带来的安全隐患。

背置助攻小伞

德国“海矛”型深水炸弹



与俄罗斯“围猎-2E”型深水炸弹身穿充气“马甲”不同，德国的“海矛”型深水炸弹可借助背置的助攻小伞完成对目标潜艇的攻击。

“海矛”型深水炸弹是火箭自导式深水炸弹。它是一种低成本反潜武器，体积较小，便于大量携带，既可舰载发射也可进行空投。

从舰艇上发射后，“海矛”会借助火箭的推力飞行一段时间，而后打开背置的第一个助攻小伞使深水炸弹减速入水。入水后，第二个助攻小伞打开，使深水炸弹下降速度锐减，弹体竖直，并利用环形扫描声呐搜索目标潜艇。定位后，“海矛”会借助自有动力系统调整姿势，朝向目标潜艇，在弹体头部前视声呐的指引下，对目标潜艇实施攻击。

“海矛”也可由固定翼飞机和直升机空投。当然，这种方式下也少不了依靠所带小伞实现水下减速和助攻。

自带灵敏“耳朵”

意大利MS500型深水炸弹

与“围猎-2E”和“海矛”相比，意大利的MS500型深水炸弹算得上是“前辈”。但是，与最初采用触发、定时、定深引信的深水炸弹相比，MS500还是向前迈进了一大步。

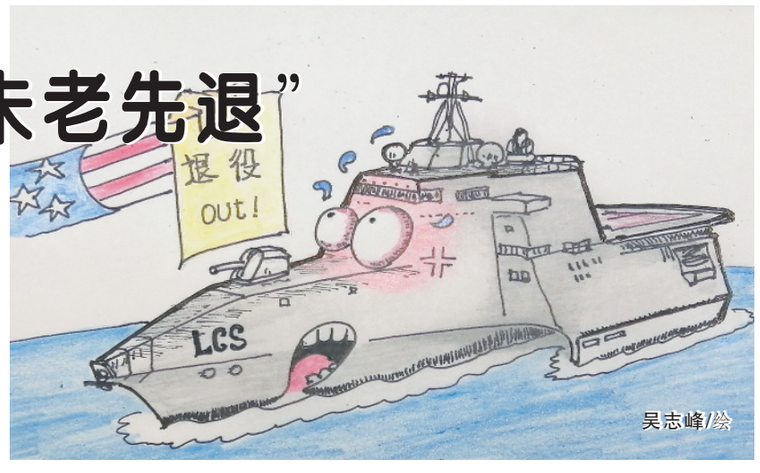
MS500型深水炸弹是意大利白头公司的早年“大作”，它的一大特点是使用了“声近炸”引信。该引信中包含一个主动声呐，当炸弹被固定翼飞机或直升机投放入水中后，炸弹前部的声呐启动发出声波。通过变化声频脉冲间隔和接收反射声波，它就能确定自身所处的位置以及与目标之间的距离。当所处位置达到攻击目标的设定条件时，如果与目标的水平距离最小，引信就会引爆炸弹。

对隐藏在海底附近的目标，它也具有一定攻击力。通过预编程序，它能在碰到海底前或到达一定深度时爆炸，对处于这一区域内的目标发起打击。

兵器沙龙

美国濒海战斗舰为何“未老先退”

■刘林菁 许吉鑫



吴志峰/绘

前不久，美国海军抛出了一个计划，其中一项内容是让首批4艘濒海战斗舰(LCS)退役。此举引发外界一定关注。

濒海战斗舰又称近岸战斗舰，是美国海军采用的下一代水面战舰之一，主要分为“自由级”和“独立级”两种型号，是美海军目前仍在建造和下水的一种多功能水面舰艇。对兵器来说，一部分在建造，一部分已退役，本来也正常。但这4艘LCS有点不同，参照其设计寿命，它们可能要面对的是被“强制退役”。它们的“舰龄”最长的12年，最短的仅6年。

如此“年轻”却被迫“退役”，有专家分析认为，这是美海军在向国会展现海上力量建设的弱项短板，试图通过让LCS这个“焦点”战舰退役，从国会那里争取到更多拨款。

出此下策是不是为分到更多“蛋糕”姑且不论，正所谓“绳从细处断”，美海军拿濒海战斗舰“开刀”，也确实是因为这些濒海战斗舰已显露出太多弊端。

濒海战斗舰的最初设计是500吨的小型战舰，造价不高，但多年来的测试使得这款小型战舰“层层加码”，变成一款3000吨的战舰，原来的成本优势荡然无存。

它的最初定位是在美海军全面夺取制空权制海权的情况下，快速游弋在相关沿海和岛屿周围水域，堵在对手“家门口”反潜、反水雷、反水面的小型舰艇。但随着形势的快速变化，它的部分任务区已经不得不从沿岸延伸到海里，通过加装更多武器装备，来遂行自身以前并不“擅长”的任务。

在美海军设想中，这种战舰装备的各任务模块可根据战斗需要随时更换，比如从反潜舰转换为突击运输船或小型舰艇杀手。但实际上，这种战舰从交付使用那天起，各任务模块之间的转换就成了美海军的“挠头事”，耗时耗力，故障不断。

多功能舰的设计还让它存在多项“先天不足”：火力较弱，防空能力差，引以为傲的高航速在先进反舰导弹面前优势荡然无存。这些都可能成为首批4艘濒海战斗舰被强制“退役”的理由。

当前，美国海军未来几年内舰艇数量达到355艘已确定为法案。这种情形下，美海军仍然做出让这4艘舰艇退役的“割肉”决定，也许能反映出一个问题，那就是濒海战斗舰的问题可能比外人想象的还要严重得多。