

装备动态

10月14日,日本海上自卫队最新一艘常规动力潜艇——大鲸级二号艇白鲸号举行了命名及下水仪式。这是日本第4艘采用国产锂离子电池动力系统的潜艇。在此之前,韩国海军也宣布,在最新的KSS-III型潜艇第二批建造中将采用国产锂离子电池。放弃近年来风头正劲的不依赖空气推进系

统(AIP)而采用锂离子电池为潜艇提供动力,正成为当前一些国家发展常规潜艇的新选择。

那么,是否可由此推断锂离子电池将逐渐成为未来常规潜艇的动力新宠?锂离子电池真的能给常规潜艇带来更强隐蔽性和更远航程吗?请看相关解读。

从AIP系统到锂离子动力电池——

“纯电动潜艇”向人类驶来

■王笑梦



图①:德国212型潜艇;图②:俄罗斯阿穆尔级潜艇;图③:韩国KSS-II型潜艇;图④:加拿大维多利亚级潜艇。

资料图片

AIP系统,只为让常规潜艇在水下潜伏更久

对以“柴油机+电动机”为动力的常规潜艇来说,能否在水下潜伏更长时间至关重要。尤其在战时,这一能力的强弱直接关系到常规潜艇的生死存亡。

第二次世界大战期间,纳粹德国潜艇部队遭到盟军海空反潜力量的沉重打击。那些浮出水面进行换气充电的德军潜艇,不少被盟军的反潜机发现并击沉。

为此,德军开始考虑如何让U型潜艇在水下潜伏得更久。制约因素很明显,那就是需要大量消耗空气的柴油机和电量不长时间内就消耗殆尽的电池组。于是,技术人员开始研制不需要空气就能运行的动力系统(AIP系统)。

德国人研制出了早期AIP系统的核心设备——瓦尔特发动机。其以过氧化氢为氧化剂,以煤油为燃料,不需要空气就能运行。但是,瓦尔特发动机并没有得到广泛应用。这是因为,用它作为动力系统为远航潜艇提供推动力,必须携带大量过氧化氢。当时潜艇的排水量和内部空间有限,这显然难以实现。加上过氧化氢本身易爆,对潜艇安全威胁大,最终德国海军并没有广泛应用,而是采用了更加简单、可靠的通气管装置,使潜艇在潜望镜深度就可以用通气管向柴油机供氧,并为蓄电池充电,实现长时间水下潜航的目的。

随着反潜技术发展,伸出水面的通气管逐渐成为反潜机对海搜索雷达紧盯的目标。常规潜艇蓄电池容量有限,因此不得不频繁上浮在通气管状态下航行并充电,这更增大了潜艇暴露的风险。

20世纪70年代,苏联设计师借用航天新技术,为潜艇装上了燃料电池,并研制了613E型试验潜艇。燃料电池是一种电化学装置,利用氧和氢为燃料,在特定燃烧室内进行化学反应和电解,通过直流电直接驱动电动机,带动螺旋桨推动潜艇航行。

这种设计也有缺陷。它使潜艇的电池舱尺寸变得很大,加上所用催化剂十分危险,苏联设计师只能将4具圆柱

形电池舱呈半埋状态布置在潜艇中段甲板上。613E型潜艇是战后第一种装有AIP动力系统的试验潜艇,其最高纪录是在水下待14天。

20世纪80年代,更多国家开始重视AIP动力系统的研发,呈现出百花齐放的态势。

此时,AIP系统被划分为小型核动力装置AIP系统和非核AIP系统两大类。其中,小型核动力装置AIP系统在维护使用方面与潜艇核动力系统并无二致,因此成了高不成低不就的鸡肋,除科研外并没有在战斗潜艇上广泛使用。各国技术人员把精力和资源主要投向非核AIP系统的研制中。

非核AIP系统又分为电化学AIP和热机型AIP。613E型潜艇的燃料电池就是电化学AIP系统的主要组成部分,俄罗斯的阿穆尔级潜艇、德国的212型潜艇、韩国KSS-II(214型)潜艇等采用的是现代化的电化学AIP技术,加拿大的维多利亚级潜艇也加装了类似的AIP系统。热机型AIP系统类型很多,主要包括斯特林发动机AIP、闭式循环柴油机AIP、闭式循环汽轮机AIP系统等。其中,比较著名的是瑞典哥特兰级潜艇上首次使用的斯特林发动机AIP系统。斯特林发动机通过气缸内氢气或氦气等介质以冷却、压缩、吸热、膨胀为一个周期来循环输出动力,因此又被称为热机。这些膨胀压缩动作都在气缸内完成,因为不需要像柴油机或内燃机那样与大气交换气体,不仅安全高效、噪音更低,而且更环保、维修成本也低。除了哥特兰级潜艇,日本苍龙级潜艇也使用斯特林发动机推进。

近年来,越来越多的国家开始研制和购置带有AIP系统的潜艇,或者对在建潜艇加装AIP独立舱段。AIP系统几乎成了新型常规动力潜艇的标配。

持续改进,诸多方案优点喜人、缺点烦人

AIP系统的最大优点是有助于常规动力潜艇在水下较长时间潜伏,一些装有该系统的潜艇水下续航能力可达20天。和传统柴油常规潜艇相比,使用AIP系统后,潜艇的行动隐蔽性更强。

然而,AIP系统并非完美无瑕。事实上,该系统也可以说是问题多多。最主要的问题是各国研制的AIP系统输出功率都相对不足,尚未达到取代常规潜艇柴油主动力系统的程度。目前已装艇或计划装艇的AIP系统通常都只是作为辅助动力来使用。从本质上讲,这些潜艇使用的是AIP系统和传统柴油发电机组、蓄电池组成的混合推进系统。

常规潜艇在水面或者通气管状态下航行时,仍然使用柴油机为蓄电池组充电和航行,水下高速航行时则由蓄电池提供动力。只有在水下低速巡航状态时,才由AIP系统为蓄电池提供电力。也就是说,AIP系统并不能给战斗状态的潜艇高速行驶带来更多好处。

同时,安装AIP系统要付出的代价不小——潜艇不得不专门增加一个容纳舱段,进一步加大了潜艇的排水量,也降低了潜艇最大航速。以日本苍龙级潜艇为例,其所装斯特林MK2发动机单台功率较小,该艇不得不安装多达4台斯特林MK2发动机和相应辅助轮机装置,这使潜艇的水下排水量增至4200吨左右,一度成为全世界排水量最大的柴电潜艇。即便如此,斯特林发动机也只能让该级潜艇维持低速航行。

燃料电池技术也存在类似问题。采用该技术后,潜艇内部无需增加回转机械,且具有效率高、噪音低、排温低、信号特征小等优点,但成本较高、系统复杂、燃料储备占据空间较大等问题仍然无法解决,安全性相对较差。其他闭式循环柴油机AIP、闭式循环汽轮机AIP设计方案同样有不少问题,不足以充当潜艇主动力系统。

各国现役常规动力潜艇大部分仍以铅酸蓄电池作为水下主动力电源。AIP潜艇由于将大量空间留给AIP动力系统,留给电池舱的空间有限。因此,这使潜艇对具有高密度和大电流放电能力的动力电池有了更迫切的需求。

目前,铅酸蓄电池能量密度较低,潜艇往往需要携带大量电池组,同时其大电流放电特性差,制约着潜艇高速机动能力提升,此外充电效率低、容易发热、使用寿命短等问题也增加了潜艇的维护保养工作量。可以说,由于电化学体系的限制,铅酸蓄电池存在的这些问

题要取得进一步突破十分不易。

新的选择,一些国家将目光转向锂离子电池

为解决常规潜艇的水下续航力问题,世界各国开始从借力AIP动力系统和铅酸蓄电池转向对锂离子电池的研发和运用。

相对于铅酸电池,锂离子电池具有能量密度高、充放电特性好、循环寿命长、使用维护简单等优势,目前已经在智能手机、电动汽车、电网储能、无人车辆等领域广泛应用。

潜艇动力专家很快注意到锂离子电池所具有的优势。日本、德国、法国和韩国等国家相继展开潜艇用锂离子电池的研发工作。2018年,日本苍龙级潜艇11号艇凰龙号下水,它采用斯特林AIP发动机,将锂离子电池作为水下航行的主动力源。目前,日本共有4艘潜艇使用了锂离子电池,此后其建造的大鲸级潜艇计划全部采用锂离子电池。

据介绍,日本这4艘潜艇改用锂离子电池后,实现了电池供电续航里程翻倍,电池充电时间减半。

韩国也于2018年开始研制潜艇用锂离子电池。韩华公司负责锂离子电池模块的研制和艇用集成,三星SDI公司提供三元聚合锂离子电池电芯。韩国媒体称,装备锂离子电池后,KSS-III型潜艇的高速机动续航里程将提升300%,电池寿命翻倍。德国和法国也在20世纪90年代开始了潜艇用锂离子电池的研制,但并未将其作为潜艇主动力系统的,而是与AIP系统配合使用,在214型、短鳍级鱼雷等出口型常规潜艇方案中有所体现,目前还未批量装艇。

由此可见,锂离子电池在提高常规潜艇续航力、高速机动性和隐蔽性等方面有相当大的潜力。至于其今后是否会成为各国常规潜艇普遍采用的主动力系统,仍需要一段时间来证明。

供图:阳明
本版投稿邮箱:jfbqdg@163.com



俄罗斯和约旦联合研制的RPG-32火箭筒



瑞典“卡尔·古斯塔夫”无后坐力炮

当火箭筒遇上无后坐力炮

■谢安 楼志伟

单兵火箭筒和无后坐力炮是陆战场上常见的两种装备。

在不少影视作品里,RPG火箭筒家族的出场率较高。对于突然出现的装甲车辆,主角的一个经常性动作是RPG火箭筒上肩,打坦克、打战车,甚至客串打直升机。似乎没有什么RPG火箭筒解决不了的,如果有,那就再来一发。

无后坐力炮当下的影响力有些式微,有时幸运地露一下脸,还会被误认为是单兵火箭筒。即使在二战时期——无后坐力炮加速发展时期,纳粹德国的“铁拳”无后坐力炮曾大量使用,可由于它上肩扛着发射,在如今一些人眼里,它也经常与单兵火箭筒“难辨雌雄”。

那么,这两种“筒子”武器,有何区别?

其实,两者的最大不同就体现在名称上。火箭筒也叫火箭助推榴弹发射器,所配弹药是火箭弹。发射过程中发射筒所起作用相当于外包装及导向器,不需要承受高压,弹药射出后自带一定动力。所以,在极端条件下,火箭弹没这根“筒子”也能用,置于地上定好方向,点火就能发射。

无后坐力炮,本质上属于火炮。如同一般火炮所配备的弹药那样,无后坐力炮的弹药通常没有动力系统。离开炮口后,炮弹的飞行全靠发射药在炮管内爆燃时产生的推力。简而言之,无后坐力炮的炮管不仅要赋予弹药飞行方向,还得提供飞行动力。

不过,与榴弹炮、加榴炮等“大块头”相比,无后坐力炮借助其独有的设计——在炮管底部装载有跟弹头同等质量的易碎配重物。发射药爆燃时产生的高压在将弹头推送出去的同时,将配重物从炮尾喷射出去,以抵消后坐力,这使其后坐力非常小。

正因为要承受高压的“考验”,又要能重复使用,加上要确保精度,不少炮管内刻有膛线,所以无后坐力炮对炮管的材质和制造工艺要求颇高。这就使得无后坐力炮的炮管需要用坚固的金属来制造,而一次性火箭筒的筒身常用玻璃纤维来制造。与无后坐力炮较高的造价相比,单兵火箭筒则显得物美价廉。

有道是“一分钱一分货”,这种造价上的不同也决定了两者的射程各异。与无后坐力炮相比,单兵火箭筒的有效打击距离较短,一般在300米以内。在实际作战中,单兵火箭筒很多时候是在几十米的距离上发射。无后坐力炮的有效射程则较远,以前就可达1000米以上。随着时代的发展与战场需求的提高,一些无后坐力炮的射程明显增加,但其重量也随之递增,渐渐从肩扛变为车载。

现在一些无后坐力炮还“组团”同一辆战车,以增强火力。在这方面,委内瑞拉研制的一款火力支援车较为典型,在轻型坦克底盘上,该车同时安装了6门M40型106毫米无后坐力炮和其他一些枪炮。

尽管无后坐力炮占有射程上的优势,但与单兵火箭筒相比,它如今的“声望”还是有所下降。

这是因为,一方面随着无后坐力炮“体重”的增加,它在应用灵活性上有所下降;另一方面,反坦克导弹的兴起以及现代坦克防护力的提升,使无后坐力炮渐渐没了太多用武之地。

兵器知识

当机器狗扛上了枪

■张少泽 程志强

电影《变形金刚2》中的机器狗,凭借其灵活的动作和惊人的速度给观众留下深刻印象。前不久,能战斗的机器狗这一科幻电影中的角色设定,在现实中有了对应的存在——美国两家公司联手推出了一款背扛枪械的机器狗。

前不久,在美国陆军协会年度大会上,这款“枪械+机器狗”的组合亮相,并被称为SPUR(特殊用途无人步枪系统)。

将机器狗和武器系统结合起来,并且使其能执行一定任务,有较大的技术难度——比如需要透彻了解武器系统的弹道性能,能解决子弹发射时后坐力对机器狗平衡性的影响问题等。但是,其总体架构上相对简单。组合中,被称为“四足无人地面载具”的机器狗实际上扮演了一个运输和射击平台的角色。

SPUR采用的是6.5毫米口径的克里德莫尔弹。据介绍,使用者可以远程操控SPUR,做到装弹入膛或者清理弹膛。除了具有一定精度外,SPUR枪械前端看似装有消音器,这能让被袭击者难以确定其方位所在。

SPUR的四足设计使该系统具有较强的稳定性和机动能力。当机器狗移动时,作为其“大脑”核心的处理器计算速度很快,能确保机器狗灵活快速地进行。尤其在一些车辆无法抵达的环境中,能相对灵活地穿行。

SPUR装有热像仪,在白天和黑夜条件下都可以搜寻目标。它身上的陶瓷涂层,能在一定程度上让它避开对手的追踪。

就SPUR的总体架构——“无人平台+枪械”来说,这种创意并不新鲜。俄罗斯的“天王星”-9战斗机器人以及土耳其配备机枪的军用无人机Songar都



采用了这种架构。SPUR的不同之处在于它使得这种“无人平台+枪械”的地面组合更加小巧、灵活。

有专家认为,SPUR的这种架构也有其弊端,比如其载荷较小,且在平台稳定性与可靠性方面也得打个问号。

况且,不仅是SPUR,几乎所有的遥控作战兵器,将不得不直面一个严肃的课题——如何解决因相关软件有误导导致的失控以及这类兵器转而对手用高科技手段控制等问题。

SPUR在未来能发挥多大效用尚无法预测,其目前的发展距离科幻电影中机器狗的表现尚远。可以预见的是,现代战争正朝着无人化模式一步步迈进。在不久的将来,或有更多国家在这方面研制出类似架构的武器装备,并通过运用人工智能等技术不断赋予它们新的作战能力。

新装备展台