



世界第一艘以锂离子电池作为动力的潜艇“凤凰”号

# 水下作战又有了新动力系统 走进锂电潜艇的前世今生

本报记者 张强

连日来,很多人的朋友圈都被日本最新的锂离子聚合物电池潜艇刷屏。近日,日本第11艘苍龙级“凰龙”号常规动力潜艇下水,这也是世界上第一艘使用锂离子电池作为动力的潜艇。

早在2014年日本海上自卫队就宣布,2015年开工的苍龙级潜艇将革命性地采用锂离子电池。当时有国外媒体报道,日本苍龙

级潜艇在改装锂离子电池的同时还将取消原有的AIP系统,即只保留锂电池组+柴油机的动力组合。对于这种革命性的设想,当时的观点却不甚统一,很多人对这种颇为激进的设计心存疑虑。“凰龙”号的下水使这种激进的设计变为现实。

瞭望智库特约研究员易芳指出:“锂电潜艇是锂离子聚合物电池成熟情况下,作为改进AIP潜艇电力推进分系统的一种方式,但绝不是唯一先进的方式。”

## 蓄电池性能制约催生了AIP潜艇

潜艇自问世以来就以其神鬼莫测的隐蔽性、较强的突击性,成为各个国家积极发展的海战利器。然而早期的潜艇却和人们的设想相去甚远。在人们的设想里,潜艇应该和科幻小说《海底两万里》中的“鹦鹉螺”号那般,能长时间航行于大洋深处。但技术却限制了人们的想象力,一直到二战期间,各国军队使用的还是19世纪末期科学家们发明的柴电动力潜艇,即水下航行时使用内燃机,在水下航行时则使用蓄电池和电动机。而这种设计一直到现在仍有着广泛的市场。

由于电池技术的限制,柴电潜艇只能在水下航行10—100个小时,就必须充电。柴油机的运行离不开空气,因此必须浮出水面,或者采用通气管。这样一来,其隐蔽性就大大降低。为此,人们一直在寻找各种方式,来突破这一制约,以核能作为动力就是选择之一。美国人设计的世界上第一艘核潜艇就使用了“鹦鹉螺”号的名字。但是限于各种制约,核潜艇始终是少数国家的专利。

对于适用范围更广的常规动力潜艇来

说,究竟有没有更好的解决办法呢?

上百年来,由于电池技术进步缓慢,常规动力潜艇一直主要使用着铅酸电池。铅酸电池性能稳定可靠,使用的原材料易于获得且廉价,本身结构简单易于维护。但随着电池技术的进步,铅酸电池的缺点也开始被放大——其体积和重量太大,而储电比能却又很低,而且充满电很费时间,也就是说比起锂电池等后来者其能量密度比较低。

因此,要增加柴电潜艇水下航行的持续性和隐蔽性,提高电池的储电能力和效率就变得非常重要。但电池技术的进步显然不能满足军事需求,由此人们研发了不依赖空气的动力推进系统——AIP系统。

易芳介绍:“早期的AIP潜艇,如‘斯特林’发动机AIP动力核潜艇,主要采用热力发动机+铅酸蓄电池组的方式作为电力推进分系统,虽然提高了水下安全性能,但降低了水下航速,增加了系统复杂性。因此,后来又有了闭式循环柴油机动力系统、闭式循环蒸汽轮机动力系统和燃料电池动力系统等方式出现。”

## 铅酸电池必将被新式电池取代

AIP潜艇从一定程度上降低了潜艇对蓄电池的要求,但这并不意味着潜艇就不需要更好的电池。毕竟,相较于柴电潜艇,AIP潜艇的系统更为复杂。

“凰龙”号在维持规格和航速不变的情况下,使用锂离子电池替换掉整个“斯特林”发动机的AIP动力系统和铅酸蓄电池。

“凰龙”号所采用的这种设计使得当前最热门的AIP潜艇有了新的替代方式,从技术原理上看,又变回了柴电潜艇。

“铅酸电池存在一系列问题,而且根据其

工作原理改进的空间十分有限,而且还需要额外的发动机供电,占用了潜艇过多的空间,因此一旦出现更成熟电池技术,例如锂离子聚合物电池,就必然会被取代。”易芳说。

锂电池其实早已在其中武器系统中应用,涵盖了陆海空天等诸多兵种,比如军用通信设备、水下机器人、无人侦察机等。军用设备电源的能量密度、续航时间、体积重量等是影响作战能力的重要因素,而锂电池具有的能量密度高、体积小、重量轻、循环寿命长等优势,成为军用设备电源的首选。

易芳指出,“由于潜艇潜航时对电力系统的要求很高,一种电池技术如果没有成熟是不敢贸然使用的,因为一旦供电中断必然导致潜艇安全

事故。因此之前的常规潜艇主要使用成熟的铅酸蓄电池,直到锂离子聚合物电池等电池技术逐渐成熟之后,才开始采用新的替代方案。”

## 锂电潜艇出现属于水到渠成

因常规动力潜艇具备独特优势,各国技术人员一直在进行不断地设计改进,包括不断尝试各种新式的电池技术。

除了锂电池之外,技术人员还使用过银锌电池。上世纪50年代,美国用“大青花鱼”号常规动力高速试验潜艇试验过银锌电池。有文章指出,1500吨排水量的潜艇使用了220吨电池,可以让1500吨的潜艇以33节的速度活动1.5小时,这是首次常规潜艇达到核潜艇的运动能力。不过银锌电池价格过于昂贵,制造这些电池的银锭还是从美国国库中借出来的。

当前,AIP潜艇家族中还有一种燃料电池AIP潜艇,然而燃料电池潜艇和日本的锂电潜艇有着本质区别。燃料电池属于一次电池,它可以将燃料的化学能直接转化为电能,也叫电化学生成器。而蓄电池属于二次电池,需要进行充放电循环,把电能储存起来进行放电。

“燃料电池是一种自供能的电池技术。这种潜艇只要燃料足够、废弃物排放科学,是可以水下长期工作,可以认为是一种‘亚核潜艇’。”易芳说,“而锂离子电池是一种蓄电池,

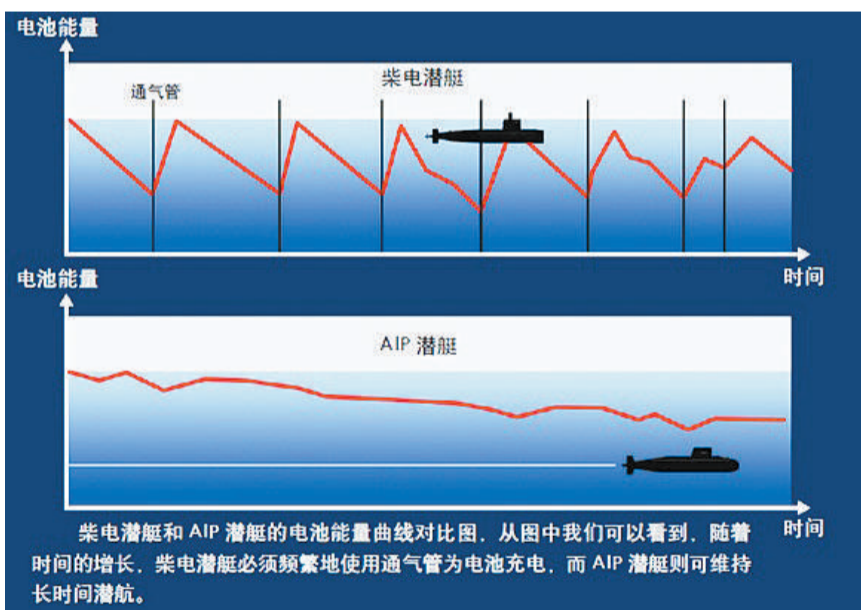
需要进行充电。也就是说,锂电潜艇在潜航一段时间以后,也需要上浮至水面,由柴油发电机组系统进行充电,待充电完成后才能继续下潜作业。”

很多人关心,锂电池已在潜艇及众多武器上得到了应用,那么它未来是否会在战场上广泛应用,或者只是过渡阶段的替代品?未来锂电潜艇会像现在电动汽车取代燃油汽车那样,成为未来常规动力潜艇的首选配置吗?

对此,易芳认为,“锂电池在常规潜艇上运用只是其中一种成熟方案,是随着相关国家技术成熟的出现而出现,主要由于其具有比容量高、单电池输出电压高、自放电率低、使用寿命长、安全性好等优点,成为电力推进分系统的一种选择而已,也并非过渡阶段的替代品,是水到渠成的一种必然选择。事实上,钠-氯化镍等新型高能热电池也是可供选择的一种方案。当前,燃料电池AIP潜艇的前景比较好,是未来研究的主要方向,将燃料电池技术与蓄电池技术结合,可以确保常规AIP潜艇更好的安全性。”

### 相关链接

#### 柴电潜艇与AIP潜艇



柴电潜艇和AIP潜艇的电池能量曲线对比图。从图中我们可以看到,随着时间的增长,柴电潜艇必须频繁地使用通气管为电池充电,而AIP潜艇则可维持长时间潜航。



有事问局座

张召忠专栏

近来美国空军完成了B-2隐形战略轰炸机在夏威夷的首次常态化部署,三大战略轰炸机都齐聚亚太,据说下月美军还将在南海搞军演。

美国空军军情不断,美国陆军可能觉得自己曝光率太低,也想上头条。

日前,美陆军部长马克·埃斯珀在美国陆军协会年会上宣布,陆军计划在未来5年动用至少250亿美元,用于发展陆军六大现代化优先事项,为重大战争做好准备,而这其中最瞩目的就是对于未来战车的规划和升级。同时陆军也将转变战略思维,更重视深层次的多域战斗模式。摆脱地面思维,应对越来越不可预测的作战环境。

从长远阶段看,美国陆军依旧是心有不甘,舞台就有多大。他们的目标是未来战争,并且开始注重全方位立体化的多域协作,纵向是陆海空以及网络部队等梯队协作,横向则是加强盟友的深度合作。近期的规划,主要还是有针对性地开展新装备,并且快速普及到军队。同时想要先乘上海军战略转型的大帆,先试试多域协作的水。

而这次的规划最终还是需要国会拨款,不过陆军也会省一省,自己内部解决一部分小钱钱的问题。10月10日美国《防务新闻》网站头条动态报道了美国陆军的未来战车升级动态,美国陆军负责战车现代化的罗斯科夫将军,在美国陆军年度协会的采访中表态,为了适应多域战斗,他们决定打造未来战车。

二战后世界范围内发生大范围陆战的可能性大大降低,因此美国的陆军装备相对空海军较为“落后”,虽然主力坦克艾布拉姆斯坦克仍属先进,但吃老本毕竟不是长远之计,而且不管是接下来的短期现代化战略模式,还是长期的未来模式,想要更灵活、智能作战、跨域配合,更新换代都是必要的。

科夫曼表示对于未来坦克的规划是要建造像星际大战里四脚机甲一样的四脚坦克,虽然目前还只是纸上谈兵的阶段,但是陆军会在2023年,设定出发展方案及路径,将其落实。

近期来看,陆军更现代化、智能灵活的需求已经体现。陆军接下来会把重点放在新一代载人战车和机器人战车上,并且想要用它们代替目前的布拉德利战车,并同时重视多功能装甲车和轻型坦克。

而近期目标,都将在2020财年落实到军队。此次陆军还透露,他们正在研发射程超1800公里的“战略远程炮”,其针对的对象不言而喻。美国陆军也搞战略转型,背后的深意更值得注意,多域作战已经是美军的整体思维,并且三军都将眼光放在未来,还有网络战队在今年的等级提升。这些都预示着美国从来没有从“霸权思维”里出来,没有安全感的美国,“制霸”一直是它的心里话。不论是政治还是经济方面,美国这一系列有目的的“针对”已成了一个长远的规划了,而这些更值得我们注意和警惕。

(如需了解更多,请关注微信公众号“局座召忠”)

### 军情速递

#### 叙外长:已做好应对极端组织拒不撤出非军事区准备

据新华社社 叙利亚副总理兼外长穆阿利姆15日对媒体表示,叙利亚军队在叙北部伊德利卜周边已做好准备,以应对极端组织拒不撤出非军事区的情况。

穆阿利姆当天在大马士革与来访的伊拉克外长贾法里共同举行新闻发布会。他在会上说:“伊德利卜省和叙利亚任何地区一样,都应当回归叙利亚政府管辖。如果俄土两国此前达成的非军事区协议得不到执行,将会有其他选项。”

15日是极端组织武装从伊德利卜非军事区撤离的最后期限。伊德利卜势力最大的极端组织“沙姆解放组织”14日晚发表声明,拒绝执行非军事区协议,称将继续与叙利亚政府军战斗。

叙利亚《祖国报》报道说,极端组织这一选择“将给叙利亚军队和俄罗斯空军提供采取军事行动将其驱逐的理由”。报道还说,土耳其已要求推迟协议执行的最后期限,以便继续劝说武装分子。

(本版图片来源于网络)

# S-300 导弹对决 F-35 战机,谁是王者

## 专家聊装备

实习记者 唐芳

日前,俄罗斯与以色列展开了新一轮“嘴仗”:F-35隐形战斗机与S-300防空导弹究竟谁更强?起因是俄罗斯已向叙利亚交付S-300防空导弹系统,并计划在3个月内对叙利亚军人完成操作培训。有分析指出,此举将对以色列产生威慑作用。

以色列《国土报》表示,以色列拥有世界上最好的F-35隐形战斗机,S-300无法拦截打击甚至无法跟踪它。俄罗斯方面回应,S-300能有效发现和摧毁空中隐形目标。“以色列和美国不应在S-300面前测试F-35的能力。如果F-35在叙利亚被击落,将彻底打破它无法被发现的神话,可能让美国失去与其他国家数十亿美元的购机合同。”俄《国家军火库》杂志军事专家德米特里·德罗兹坚科称。

俄罗斯70年代开始研制的S-300防空系统,是一款性能超前的国际主流防空系统。而美军明星机型F-35的性能在全世界战机中首屈一指,拥有很强的隐身能力和先进的航电系统。龙虎相争,二者谁能完败对方?

对此,军事专家兰顺正对科技日报记者表示,S-300和F-35的对决结局并非完败或完胜对方。两者纸面数据相较,F-35是战机顶端,S-300与防空系统第一梯队还有差距,因此F-35的整体性能稍强一些。但两者从未正面较量过,只能大致推测,F-35整体性能超过S-300,而S-300也有可能威胁或击落F-35。

“F-35隐身性能较强,但在一定范围之内,仍然会被S-300发现。”兰顺正解释,F-35通过对对方雷达的发现距离压缩来发挥隐身性能。这样一来,老式雷达和防空导弹发现时已经彻底来不及,但是,性能先进的S-300能把雷达发现距离往前推。尽管F-35具备隐身优势,但相比叙利亚现役防空导弹,S-300发现F-35的几率大得多,对F-35构成的威胁也更大。

不被发现是战机想不被摧毁的第一目标,被发现并且在对方射程之内,危险很大。只要雷达及时发现目标,S-300的拦截打击成功率也很高。兰顺正表示,俄罗斯方面曾这样描述S-300的弹头威力:无需直接命中,目标附近爆炸也能对飞机造成致命威胁。此外,S-300雷达的抗电磁干扰性能更强,对抗

F-35采取的各种反制手段可能更有把握。“S-300入叙,可显著提升叙利亚防空能力上限。长期以来以色列对于叙利亚拥有S-300一直是强烈反对和顾忌,另外以色列现阶段拥有的F-35数量较少,对付S-300心里也没底。”兰顺正说。

然而,导弹与战机的对决中,主动权往往掌握在空中方。特别是一对一空地对空,地空导弹始终是被动的一方,战机掌握着进攻时机、高度、角度的主动性。“尽管所有导弹一般都有射束衔接、均匀散布,可应付整个目标,但是每个导弹部队负责一块地区和方向,防守方不知道对方从何而来,必须从各个方面来部署,而不是将导弹集中在一个点。空中可以将力量集中在一个点上,以多敌少,优势明显。”兰顺正表示。

目前估计,叙军在S-300的应用上可能有两种方式,一种是地面导弹机动设伏打击。叙利亚军方设置假目标,引诱以色列出动空军,在其可能来袭和撤离路线上埋设陷阱。在足够近的探测距离时突然开机,发射导弹,以色列飞机中招可能性较大。另一种是以公开部署导弹的方式进行威慑,这可能应该是二者对抗的主要方式。因为以色列和

俄罗斯在中东利益较多,可能不会采取有意找麻烦的方式。俄以双方在叙利亚战场上关系微妙,更希望起到的是威慑作用,不希望产生过多的实质性威胁。

在武器操作上,叙利亚对于S-300目前比较生疏,而以以色列对F-35发动空袭掌握得相对娴熟,也很有心得,另外以军在历次战争中都擅长充分发挥人的主观能动性,因此一定会创新战法对付S-300。

同时按照叙利亚军队的作战操作能力,俄军给其最先进的S-400导弹并不合适,一方面发挥不出优势,对其整体防空能力提升也不大。另一方面会让以色列感到直接受到巨大威胁,对俄以关系很不利。兰顺正表示:“S-300恰到好处,以色列会受到压力,但压力不是不能接受。”

各界十分盼望S-300能与F-35展开较量,F-35神话会被打破还是再次大展神威,彻底压倒S-300?然而,二者对决的可能性很小,任何一方失利都下不了台。兰顺正表示:“即便F-35在对决中胜出,很多有关雷达截面、最近探测距离等实战资料和数据可能泄露或被掌握,对于以后其他国家研制对付F-35的技战术将有很大帮助。”

扫一扫  
欢迎关注  
科报防务  
微信公众号

