

8月31日,瑞典国防物资管理局局长与法国海军集团首席执行官在斯德哥尔摩正式签署一份军购大单。这是瑞典自20世纪80年代以来规模最大的一次海军装备采购,仅历时4个月的谈判,双方便达成合作。根据合约,瑞典将以43亿欧元的总价从法国海军集团购入4艘FDI“防御与干预”型护卫舰。首舰计划于2030年交付,其余3艘将从2032年起以每年1艘的节奏陆续交付。

FDI护卫舰是一款能够适配北约联合作战体系

的新一代水面作战舰艇。该舰长约122米,宽约18米,满载排水量约4500吨,最大航速可达27节,连续任务执行时间可达45天,具备区域防空、反潜、反舰及远程监视等多维作战能力。

瑞典为何将目光投向此类大吨位护卫舰,又是出于何种考虑放弃本土自研路线,转而选择外购?面对一众竞争对手,法国海军集团为何能脱颖而出?这笔军购订单有无潜在风险,对欧洲防务自主意义几何?且看本文解读。

瑞典急购FDI护卫舰多维透视

■梁君 孙文静

军工T型台

放弃自研

瑞典军工产能的现实短板

瑞典作为传统军工强国,拥有老牌军工巨头萨博集团,国防工业根基深厚,其自主建造的“维斯比”级轻型护卫舰是全球首款以碳纤维复合材料取代传统钢制舰体的全隐身战舰。然而,在新一代主力舰选型中,瑞典却放弃了自研路线,究其原因,主要是其本土军工造船能力存在现实短板,难以匹配快速变化的军事需求。

由于长期奉行不结盟政策,瑞典海军的定位以波罗的海近岸防御为主,无需具备远洋制海与区域防空能力,因而装备体系建设多围绕浅海作战打造,现有主力舰艇“维斯比”级轻型护卫舰正是这一定位下的代表性产物。近年来,地缘格局的变化和新晋北约成员国的身份转变,瑞典海军战略角色重塑,任务范畴已从领土防御扩展至涵盖北约集体防务的远海行动,作战边界显著延伸。

相较于新的军事需求,瑞典现役主力战舰“维斯比”级轻型护卫舰满载排水量仅约650吨,且自持力不足,航程有限、缺乏远程防空手段,难以应对远洋任务和高强度对抗环境。因此,装备区域防空、持久自持力与多任务能力于一体的大吨位护卫舰,成了瑞典海军的当务之急。

不过,对瑞典军工造船业而言,自研一款大吨位战舰是一个不小的挑战。一方面,瑞典军工造船业长期聚焦中小型舰艇,设计理念偏重于轻型化、隐身性和近岸作战,缺乏建造中型和大型水面舰艇的系统工程积累。自20世纪80年代最后一艘国产驱逐舰退役后,瑞典已有近40年未涉足5000吨级以上作战舰艇的设计建造,在相关系统集成与批量生产方面,工程经验严重不足。

另一方面,瑞典大吨位舰艇建造产能不断萎缩。由于长期缺乏大吨位舰艇订单,其造船业相关研发设计人员、熟练技工队伍规模持续缩减,配套供应链也随之退化。这一短板甚至传导至瑞典重点推进的A26型常规潜艇项目,据了解,该项目曾多次出现工期延误与成本超支,足见瑞典本土军工在大吨位舰艇建造产能上的脆弱性。

事实上,萨博集团并非没有尝试。其曾推出“二代维斯比”方案,计划通过放大舰体、加装垂直发射系统,将轻型护卫舰的设计经验移植到中型平台上。然而,拥有优秀小型舰艇设计制造能力,不等于具备中型和大型主力舰的研发生产能力。经过评估,瑞典国防部最终认为该方案不但在性能指标上难以达标,更重要的是研发风险较高,易导



上图:法国FDI“防御与干预”型护卫舰。

左图:法国海军集团洛里昂船厂在建的FDI“防御与干预”型护卫舰。

资料图片



致工期延误和经费超支。即便政府追加巨额科研预算,产能的萎缩、人才的断层、工程经验的缺失等结构性问题,也非短时间内能够弥补,这些都是瑞典当前等不起的变量。

综合比拼

法国竞标胜出的主要原因

据了解,在最终竞标环节,法国FDI护卫舰有两个强劲对手:英国巴布科克集团联合瑞典萨博集团推出的“箭头-120”(Arrowhead-120)方案和西班牙纳凡蒂亚公司提交的ALFA 4000方案。法国FDI护卫舰能够胜出,除部分地缘政治因素外,更关键的是多项军购核心指标综合比拼的结果。

一是交付速度和技术成熟度。这是此次招标环节权重最高的评判因素。瑞典政府明确表示,为降低项目风险,必须选择已经进入量产阶段的成熟平台,以确保2030年按时交付。

纵观参与竞标的3个方案,西班牙ALFA 4000还停留在设计方案阶段,尚无已建成的实物战舰,工程不确定性和迭代风险较高,交付环节存在很大变数;英国“箭头-120”方案源自31型护卫舰,虽然该项目已取得模块化建造推进以及造船厂产能扩充等多项进展,而

且还有萨博集团深度参与,能够提升瑞典本土工业占比,但其原型舰目前仍处于建造测试阶段,项目仍存在诸多不确定因素。2025年底,官方评估将该项目的交付信心评级定为代表高风险的红色,这意味着存在重大交付隐患。

反观法国FDI护卫舰,法国海军已订购5艘该型护卫舰,首舰“罗纳克海军上将”号已于2025年9月完成海试;希腊海军也采购了4艘该型护卫舰,首舰“基蒙”号也已于2025年底完成交付。

相较“箭头-120”方案和ALFA 4000方案,法国FDI护卫舰的产线热状态明显占优,法国海军集团洛里昂船厂生产线持续运转,FDI护卫舰产能稳定,兑现首舰2030年交付的承诺风险相对可控。据瑞典国防大臣所述,在瑞典急需快速补齐海上短板的当下,交付可靠性已成为压倒一切的首要考量,这正是FDI方案脱颖而出的决定性因素。

二是供应链自主权。虽然瑞典在军舰自研和外购中选择了后者,但其并不愿因此降低自主权。法国的方案凭借兼容性和灵活性,更好地贴合了瑞典的这一诉求——FDI护卫舰配备的反舰、反潜、近防武器和警戒雷达全部是瑞典本国装备,核心防空武器可选装欧洲导弹集团的阿斯特-30导弹和CAMM-ER导弹,垂发系统采用法国海军集团的“席尔瓦”A50冷发射系统。因此,该舰整套作战体系属于欧洲自研,依托欧洲本土供应链,既可以满足融入北约数据链和联合作战体系的需求,又不用深度绑定美制装备体系,避免出现核心零部件受制于人的局面。

三是军工双向互惠度。这是法国方案在此次招标中的加分项。在签署采购合同的同时,瑞、法两国还签署了一项内容更为广泛的军工领域长期合作双边框架协议。法国给出了相对宽松的技术合作方案,其中包括向瑞典军工企业转让部分技术、允许瑞典深度参与相关装备集成调试,以及计划在瑞典建立FDI护卫舰全寿命维保中心以保障后期本土维修能力等。

暗藏隐忧

欧洲防务自主的深层困境

对于此次军购,瑞、法两国都给予

了高度评价。瑞典国防大臣称“瑞典海上防空能力将因此提升3倍”,法国总统马克龙将这份合约视为“加强欧洲国防工业和技术基础”的标志。不过,这份被寄予厚望的军工大单并无风险和隐忧,其背后还折射出欧洲防务自主面临的结构性困境。

首先,跨国异构系统集成容易带来工程风险。行业分析显示,在法国FDI护卫舰平台上整合瑞典国产子系统是一项艰巨的集成任务,包括接口适配、数据融合、全舰联调测试等多项内容。从以往类似军购案例看,跨国整合失败的案例屡见不鲜,不同国家装备整合极易出现接口不兼容、系统协同不畅等问题,致使工期拉长、成本超支。而且,即便前期完成理论适配,在波罗的海的特殊海洋环境下,传感器、武器系统和法国原生舰体的实际磨合效果仍需后续验证。

其次,交付时间表能否按期落实也暗藏变数。法国海军集团目前已处于高负荷运转状态,2026年至2030年被称为“集团史上最具挑战性的时期”。虽然所属洛里昂船厂经过现代化改造后,每年可建造2艘FDI护卫舰,且产线处于热状态,但鉴于仍有法国和希腊9艘FDI护卫舰的订单积压,洛里昂船厂在2030年前后的产能已非常紧张,生产排期压力巨大,要按期在2030年向瑞典交付首舰,必须维持比大多数欧洲同级别舰艇项目快得多的生产节奏。

将此次军购置于欧洲防务自主的视角下审视,固然有积极的一面:法国成功向北欧输出成熟舰艇,推动欧洲国家采购欧产装备,降低对外依赖,扩大欧洲内部军工合作的“朋友圈”。

但“硬币的另一面”,却是欧洲防务自主所面临的深层困境——

理想的防务自主,应是在长期战略规划下各国协同配合,联合培育本土军工能力。然而,作战需求分化与本土利益壁垒的存在,使欧洲始终难以形成规模化采购合力,联合研发项目步履维艰,各国转而倾向于单独招标、外购成熟产品。瑞典此次选用法国现成方案,实为地缘安全压力下的被迫妥协——将短期战力填补置于长期能力培育之上。从长远看,这种“各家自扫门前雪”的做法,不但对加强防务自主无益,反而可能有损军工研发能力。若此逻辑成为常态,欧洲防务自主的宏大愿景恐将止于口号而难见实效。

(作者单位:国防大学)

军工科普

导弹发射出筒的瞬间,弹体两侧收拢的翼面迅速展开,如飞鸟振翅般完成飞行姿态切换。这对收放自如的“小翅膀”,便是折叠弹翼。折叠弹翼看似不起眼,却能在不损失飞行性能的前提下,在收纳状态时通过收拢翼面大幅缩小导弹的横向尺寸,是兼顾载弹量与导弹作战效能的关键设计。

现代战场上,发射平台载弹量直接决定火力密度与持续作战能力。但导弹要实现远射程、高机动性,就需要足够大的弹翼提供升力与气动控制力;弹翼越大,导弹的横向尺寸越大,单平台载弹量便会受限。

在折叠弹翼实用化之前,早期导弹多采用固定弹翼。苏联R-23空空导弹便是如此,其弹翼采用固定式大后掠角梯形翼,固定安装在弹体中部,挂载时占用空间较大。随着战机挂架、舰艇发射箱空间日益紧张,折叠弹翼应运而生。收纳时收拢翼面缩减体积,飞行时展开翼面保障性能,从而兼顾储运效率与作战效能。

近年来,英国SPEAR 3微型巡航导弹将折叠弹翼的设计推向新高度。该型导弹的弹翼面积显著大于上一代的SPEAR 2,但其收纳时的最大直径为18厘米,与SPEAR 2基本一致。挂载状态下,其弹体可紧凑收纳于F-35内置弹舱,单机可携带8枚并保持隐身性能;发射时,其收折式长弹翼迅速展开,更大的弹翼带来射程的跃升,相较SPEAR 2的约20公里射程,该型导弹的射程可超过140公里。

弹翼的折叠方式则与发射平台的使用环境深度绑定。

舰载、车载多联装发射装备多对导弹径向尺寸要求严苛,由此催生了横向折叠式弹翼。法国“飞鱼”MM40反舰导弹便是该方案的代表之一,其弹翼围绕平行于弹体轴线的转轴旋转收拢,紧贴弹体,同等弹翼面积下,其横向尺寸小,弹体轮廓规整,可更好地利用发射筒内部空间。

与舰载、车载发射场景不同,远程巡航导弹需要大展弦比弹翼以获得更远射程,收纳难题更为突出。以美国AGM-86空射巡航导弹为例,其围绕垂直于弹体轴线的转轴旋转、折叠,贴合于弹体侧面,发射后弹翼、尾翼和发动机进气口依次展开。这种向内收拢的折叠构型尤其适配翼展较大的远程巡航导弹,在有限发射单元内容纳更大翼展,兼顾射程提升与载弹量需求。

随着导弹技术迭代,折叠弹翼驱动方案不断演进。按展开驱动方式划分,目前主要有弹簧力式、燃气压力式(既燃气作动筒式)、液压作动筒式和电机驱动式等类型。早期型号多依靠简单弹簧驱动,结构简单、成本低廉;大型导弹则开始根据需求选用燃气作动筒式或液压作动筒式,前者动力强劲、响应迅速,后者动作平稳、冲击力小。不同方案各有所长,按需匹配才能兼顾性能与成本。

不过,要让弹翼收放自如,万无一

折叠弹翼：导弹的「收纳翅膀」

■马翊晨

失,背后还有不少技术关口要闯。

导弹出筒后,为维持气动平衡,弹翼必须在毫秒级时间内同步展开并牢固锁定,对两侧弹翼的展开同步性有较高要求,不论是弹簧预紧力,还是作动系统压力,每一项参数都要经过上千次测试校准。

除了同步性,弹翼与折叠铰链还要承受高速气流冲击和反复折叠的疲劳应力。相关仿真分析表明,折叠翼展开过程中,连杆及翼面铰接处的最大应力可达数百兆帕。为此,高强度钛合金或碳纤维复合材料已开始逐步替代普通合金钢用于制作弹翼构件,以更好地应对高频次折叠与高速气流的双重考验。

折叠弹翼的每一次收放,都是军工设计在方寸之间的精细打磨。如今,多种构型与多种驱动方案并行发展,这对“小翅膀”,以巧妙结构破解性能与装载的矛盾,不断把发射平台的空间潜力推向极致。

下图:英国SPEAR 3微型巡航导弹渲染效果图。资料图片



刘易斯机枪:创新设计成“累赘”

■严子昌 胡庆峰

军工档案

1915年,比利时伊普尔战场,极具反差感的场景频繁上演:一线机枪手们手持扳手,熟练拆卸刘易斯机枪上标志性的铝制圆柱形散热套筒。这一被设计师标榜为“革命性创新”的设计,却成为前线士兵眼中的“累赘”。

倘若只看设计图纸,刘易斯机枪的散热套筒无疑是最时轻武器工程学的杰作:设计师刘易斯上校用铝制材料打造了一个布满纵向散热片的圆柱形套筒,将其套在枪管外面。当子弹射出时,枪口喷出的火药燃气会使套筒后端的排气口形成负压,像烟囱一样将外部冷空气从套筒后部的开口吸入,向前流过散热片,最后从套筒前端排出,带走枪管热量,形成了一个完全依靠射击本身产生燃气驱动的“风冷系统”。

然而,算式推演下的精妙设计,终究还需要经得起战场的检验。这款倾注设计师心血的散热套筒,很快在西线堑壕战中暴露出致命短板——一线士兵们发现,重达2千克的散热套筒对冷却效果的提升其实并没有那么明显,即使没有散热套筒,枪管依然可以正常散热。

更致命的是套筒的精密结构与恶劣环境的矛盾。堑壕内泥沙遍布,套筒内壁的散热片缝隙极易积存泥沙,火药残

渣等杂物;外露的铝制套筒质地较软,战场中极易被弹片、碎石磕碰变形,一旦发生堵塞或变形,燃气抽吸受阻,整套风冷循环系统将直接失效,沦为无效负重。

于是,一些前线士兵根据战场实际作出务实的选择:把铝制套筒拆除。当然,没有散热套筒,枪管确实会过热,但在彼时堑壕战的实战节奏中,机枪往往以短点射和间歇射击为主,减掉的重量用来多携带一支备用枪管或两盒备用弹盘,实战价值似乎比微弱的散热提升要高。

这一尴尬在刘易斯机枪的航空型号上体现得淋漓尽致:拆除散热套筒的刘易斯机枪依靠飞机飞行中的高速气流冷却,其射击效果丝毫不受影响。

如今,那根曾被视为“革命性创新”的铝制圆柱形散热套筒,早已成为枪械博物馆里的展品。每当有人问起它的故事,讲解员总会笑着说:“看,这就是设计师最得意的部分,也是士兵最先扔掉的部分。”

下图:刘易斯机枪。资料图片



瑞典“维斯比”级轻型护卫舰。

资料图片