

引人注目的多体高性能船型

池建文 王兵 黄冬

多体高性能船型是指将两个或两个以上水下船体固连在一起而形成的各种高速船型,其经典之作是分别于上世纪70、80年代开始问世的小水线面双体船(SWATH)和穿浪双体船(WPCat)。

在上世纪,人们为了追求以高航速为主要特征的高性能,利用水动力原理、气动力原理、气垫原理,避开传统的基于静浮力原理的排水型船的水阻力,成功地制造出了滑行型、水翼型、气垫型、地效翼型等高性能船型。它们较排水型船航速高,但由于结构、动力、航行稳定性等方面的原因,大多数难以向大型化发展。

多体船是排水型单体船的变种,其最大优点是水线面横向宽度大,稳性高,不易发生大幅度横摇运动,在高海情下较传统船型速度损失低,乘员乘坐舒适,是执行多种任务的稳定平台。由于船体具有较大间隔且由于各个船体分别装有推进装置,因而能够获得高速和低速航行时的机动性。此外,多体船甲板宽大,易于布置,较其他高性能船更易于造得大一些,因而适用面广。其主要缺点是,单位排水量较单体船有效载荷低。另外,由于重心位置高,对载荷分布敏感;由于干舷高,侧向受风面积大。

作为排水船型,水阻力大是其固有缺陷,其中高速行驶时的兴波阻力最为显著。小水线面双体船和穿浪双体船船型极大地克服了兴波阻力,为排水型船提高航速开辟了新的途径,它们的问世使得多体高性能船型研究成为船型研究的一个热点,不断取得新的成就。近十几年来,多体高性能船的发展主要表现出如下几个特点:

(1) 小水线面双体船型和穿浪双体船进入实用化阶段,并走向大型化。目前投入实际运营的民用穿浪双体船最大长度超过100米、载重量超过500吨。2001年9月美国与澳大利亚国际双体船公司(因凯特公司)合作研究论证一型100米长的穿浪双体船在未来登陆作战中的应用。在小水线面双体船方面,美国研制成功2500吨小水线面双体船型海洋考察船AGOR 26;德国完成3000吨级的小水线面双体船的设计,作为综合电力推进系统试验舰。

(2) 致力于提高航速,发展新型小水线面船型。小水线面双体船由于船体浸湿面积大,摩擦阻力大,航速提高受到一定限制,针对这一问题开展了大量研究,下文介绍的“司莱斯”(SLICE)船型就是新型小水线面船型中的一种。

(3) 研究与其他船型原理相结合的高性能双体船:将双体船型的航行稳定性和其他非排水型船型的低阻力特

性相结合,是高性能船发展的一个重要方向。出现了双体气垫船、双体水翼船、双体滑行艇以及集双体、气垫、滑行原理于一体的“哈莱”型表面效应船等新船型。

(4) 三体乃至五体等多体船的研究与应用引起高度重视。这方面的工作英国走在前面。英国建成的三体演示舰“海神”号标志着三体战舰可行性研究已达到一个新的阶段。同时英国人正在探讨将三体船、五体船用于护卫舰乃至航空母舰的途径。2001年,英国人又提出小水线面中体三体船型。



小水线面双体船型的海洋考察船AGOR 26

下面介绍近几年出现的几种新型多体船型。

1. “司莱斯”船型

“无风三尺浪”是对海洋的真实写照。传统的单体船、双体船等在风浪中的纵横摇摆、升沉垂荡是很严重的,不仅影响船舶自身安全和船上设备的使用,而且船员们都要过晕船这一关。因此,现代建造的海船不断追求恶劣海况下乘员的舒适性。海船对适航性的要求导致了小水线面双体船型的出现。小水线面双体船型利用水下的潜艇形吊舱提供整个船的浮力,水下吊舱与水上船体之间通过穿浪支柱相连,水上船体的大部分不与水接触,水线面面积大大小于常规船体,因而降低了波浪作用的敏感性,使得小水线面双体船型具有良好的耐波性,且由于水线面远离纵中线,稳性较高。但这种船型与常规船型相比也有缺点——浸湿面积较大,导致它的摩擦阻力较大。军舰和商船中都有一些采用小水线面双体船型的船,但航速都相对较低。

要获得既具备高航速又具备高适航性的船型,有两个



“司莱斯”号参加美海军试验

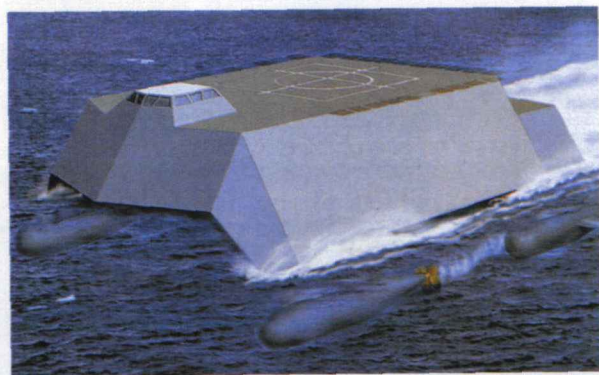
办法：一个是改进传统的单体船型，在不影响其快速性的同时，使其具备高适航性的特点；另一个是改进小水线面双体船，使其具备高航速的特点。人们在第一条路走了很长时间，但并没有取得很大成效。20世纪90年代中期以来，美国洛克希德·马丁公司走了第二条路。从提高具有高稳性的小水线面双体船的航速着手，研制出“司莱斯”船型。美国海军已与该公司签订合同，开展“司莱斯”先进技术演示舰计划。该计划正是为了获得小水线面双体船型的高稳性，同时获得低阻力、高航速特性而进行的。

“司莱斯”船型是小水线面双体船型的变体，它装有4个单独的水下吊舱（水下船体）。4个水下吊舱为整个船提供所需的浮力。推进螺旋桨安装在前两个吊舱上，整个船通过四个水下吊舱上的减摇鳍和“鸭”式水翼为“司莱斯”船提供良好的机动性和高海况下的适航性。

“司莱斯”是一种新的专利技术，其关键的革新之处在于降低了兴波阻力，由于提高了恶劣海况下的航速并保持了良好的稳性，为小水线面双体船型开拓了新的民用和军用市场。

洛克希德·马丁公司向美国海军研究署（ONR）提出了一个三阶段的计划，详细说明了“司莱斯”船型如何能够形成新一代用于濒海作战的先进高速军用舰艇。

洛克希德·马丁公司称，他们开发的“司莱斯”号演示舰在5~7级海况下，仍能以30节的航速保持极好的稳性；在低航速情况下，也能在类似的海况下保持同样的稳性。



美海军远征作战支援舰（EWSS）概念图

演示舰还具有非常低的尾流特性，分析显示其尾流是该类型相似大小的船中最低的。

“司莱斯”号演示舰排水量180吨，其最高航速为35节。1998年，舰队作战试验模拟中心租用该演示舰，在夏威夷进行了海试。

“司莱斯”计划的第二步是开发了一种称为“龙火”（Dragonfire）的远征作战支援舰（EWSS）概念。据称，大型的“司莱斯”排水量可能达到1200吨，长57米，宽30米，能够在6~7级海况下以45节的航速航行，续航力4000海里。“龙火”将采用隐身上层建筑外形，与该公司先前的“海幽灵”号采用的技术相似。第三步计划是在2005年后开发一种超高速（50~60节）的“司莱斯”船。这种概念仍处于早期开发阶段，并将考虑军方的作战需求。

由于“司莱斯”船型可以在恶劣海况下高速航行，具有宽大的甲板面积，因此具有商用和军用价值。

在商用方面，“司莱斯”船型可以用于近岸活动，作为高速全天候渡轮、娱乐船等。

在军事方面，“司莱斯”船可用于包括指挥、通信和控制、导弹发射、水雷战、监视、直升机支援、特种作战、AUV/UUV支持，以及试验/打靶支援等。高航速、全天候的活动能力对海军舰艇来说是至关重要的。“司莱斯”船能够快速反应、受恶劣海况影响小，已经受到美国海军的重视，可能会成为美国海军未来小型水面舰艇的一种选型。

2. “哈莱”型表面效应船

美国和欧洲正在致力于一种被称为“哈莱”型表面效应船（Harley SES）的新船型研究。

“哈莱”型表面效应船基本原理是，利用双体结构抗横摇稳性好的优点，将滑行原理和气垫原理集于其中，以寻求高稳性和高航速的结合。“哈莱”型船的双片体底部为段级型式：前部为普通滑行艇底，后部上凹，形成一个楔状气垫容腔。气垫由片体底部段级面和两侧的边龙骨构成硬式密封裙。高速航行时，在水动升力的作用下，前体抬起，85%的重量由气垫承担。由硬裙密封的楔状气垫极大地减少了漏气，克服了柔性裙体全垫升气垫船在高海况下容易失速的固有缺陷。

目前，美国和欧洲正在对这种船型进行广泛研究、开发和实验。研究表明，这种船型有良好的性能，可以用于军、民用多个方面，例如作为高速渡船、滚装船和高速巡逻舰船体。

瑞典SSPA公司受欧洲表面效应船公司的委托，完成了两型“哈莱”型表面效应船的船模拖曳试验和尾流测量。这两型船最主要的区别就是双体船的片体宽度不相同：对宽片体“哈莱”型表面效应船在不同的排水量和不同的重心纵向位置的情况下的试验航速为20节到70节。窄片体的船在设计载重量的情况下的试验航速为40节到70节。欧洲表面效应船公司称，按照SSPA公司的试验，这种船型的速度达到50节是可能的，而随后的试验表明这种船型可获得超过70节速度，甚至在合适的条件下，速度还可能更高。

有可能达到80节。该公司正在选择用于不同用途的船型。具有实用意义的有滑行前体船型、深V前体船型与穿浪前体船型。

3. 三体船型

顾名思义,三体船是由三个单船体固连在一起,其基本特征是以一个细长的中体和两个侧体为基础,接成一个整体。

三体船是以军事应用为目的而发展的一种新船型,真正起步迄今不过20年。将三体船型用于军舰的设计最早在1980年由英国伦敦大学的一个研究小组提出。英国国防部国防评估与研究署(DERA)进一步分析表明,三体船型的优点足以使其具备在任何危险海区行动的能力,满足苛刻的结构和适航性要求。DERA于1997年7月发布建造三体演示舰的招标书,最终英国VT造船公司中标,负责三体演示舰的设计和建造工作。

三体船型之所以受到青睐,主要在于它与生俱来的优点:

(1) 总体布置性好。三体船的甲板面积比单体船大40%,可以有较宽的飞行甲板,从而为飞机起降提供了宽敞的空间,可使飞行甲板布置在接近船中的位置,增强直升机起降的可操作性。较宽的甲板允许将关键部位布置在不易受损的区域;较长的船体允许扩大武器间的距离,以减少相互干扰。

(2) 生存能力强。三体船的船体比较细长,对螺旋桨水流干扰影响较小,因而降低了螺旋桨的噪声,使对方的探测距离大为降低。此外,主机的废气能够被引到三个船体之间排出,所以能明显降低船上的红外辐射信号。主船体每边有1/3至1/2长度被侧船体所遮挡,这样在遭受掠海导弹袭击时,能够提供一定程度的保护。甲板结构甲板宽敞,可使关键的作战部位布置在不易受损的区域,从而大大提高了其生存能力。另外,三体船还可以将传感器安装在更高的位置,能够更早期地发现来袭导弹。

(3) 适航性好。两边的侧船体为三体船提供更好的稳性,与同等排水量的单体船相比,三体船提高了耐波性,可在高海况下保持高速航行。

(4) 兴波阻力低。由于每个船体都是瘦长型的,从而降低了兴波阻力,尤其在高速航行时兴波阻力有可能大幅度降低。试验表明,与单体船相比,三体船型的细长船体可以减少20%的阻力,但低速航行时三体船的阻力特性不如单体船。由于阻力降低,三体船容易获得高航速,从而可减轻动力装置,以至降低全寿期费用。

虽然三体船型有诸多优点,但也存在如下一些问题:

(1) 它是由三个船体连接而成的,其宽度较大,不仅建造与下水复杂,而且要承受较大的扭曲和横向弯曲力矩;

(2) 为保证其刚度和强度,必须加大构件重量,致使总体重量增加;

(3) 三体船型的宽度大,容易造成进出港口困难;

(4) 相对细长的主船体对操纵性有不利的影晌,通常三体船的操纵性、机动性要比单体船差;

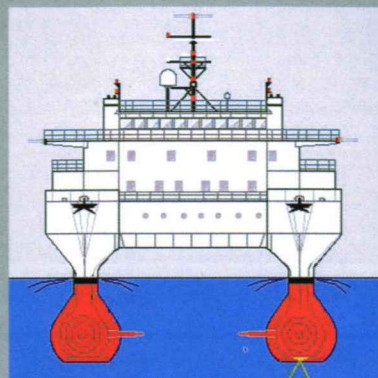
(5) 三体船越大,系统管路也就越长;

(6) 细长的中体和侧体的前部存在无法利用的空间。

目前,英国在三体舰方面的水平基本上代表了世界上的顶尖水平。2000年8月,英国三体演示舰“海神”号的建成标志着三体战舰可行性研究已达到一个新的阶段。

目前“海神”号仍在进行为期18个月的第一阶段试验。自2000年8月交付以来,“海神”号已进行了一系列适航性、结构以及海上作战试验,其中包括海上补给(RAS)试验。英国海军“大山猫”MK 8直升机也成功地在“海神”号的甲板上进行了一系列的着陆和起飞试验。

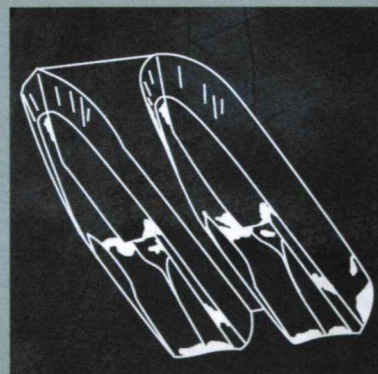
“海神”号还进行了一系列的水动力学测试和结构测试。试验计划进行得非常成功,证实了早期的研究结果,表明三体船型不输于单体船型,大多数情况下比单体船型要好。“海神”号的试验证实了三体船型的优点。舰船的设计



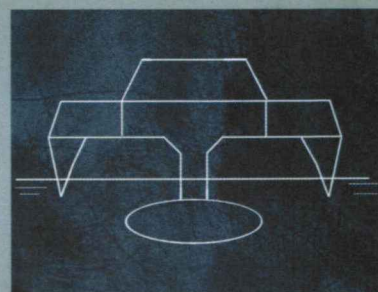
普通小水线面双体船构成



“司莱斯”船型



“哈莱”型表面效应船



小水线面中体三体船型



三体船型

过程本来就是众多的性能中进行权衡的过程,百分之百优秀的船型是不存在的。因此,英国人认为上述三体船型的缺点,并不是完全不可以接受的。

“海神”号还在试验中,英国人也还在不断提出新的三体舰艇设计构想和方案。如果“海神”号后续试验进行顺利的话,英国下一代护卫舰有可能采用三体船型。

4. 三体船的变体船型

三体船型作为未来水面舰艇的研究,主要集中在如何降低阻力方面。目前的解决方案主要有两种,基本上沿用了双体船改进的概念,其中一种是小水线面中体三体船(TRISWACH),另一种是五体船(PENTAMARAN)。

普通三体船的中体为常规排水型,水线面大,兴波阻力也高。小水线面中体三体船将中体水线面缩减,消减了波浪作用的升沉和纵摇力,一方面减少了阻力,另一方面降低了船体的升沉和纵摇固有频率,从而能够提高航速,增加航行平稳性。国外有学者研究认为,小水线面中体三体船型和传统的大水线面船型相比,在各种不规则波海况下的升沉与纵摇均方根比减少50%。

英国伦敦大学的一研究小组根据这种船型提出了一种7650吨级的护卫舰设计方案。据称,由于适航性好,这种护卫舰在远海和近海均具有良好的反潜能力。主要优点包括,上甲板便于布置,便于安排直升机泊位;中体细船体适合安装声呐。另外,还具有执行大范围的军事行动的多种用途的能力,能够达到28节的标准速度要求。

伦敦大学小水线面中体三体护卫舰主要性能

总长	173米
总宽	29米
吃水	6.3米
排水量	7650吨
总容积	26400立方米
航速	30节
续航力	70000海里/18节
舰员	200+30名临时人员
推进装置	综合电力推进系统
装舰总功率	56.5MW
推进电机	2台22.5MW横向磁通电机
螺旋桨	2个定距桨

该方案的设计者声明,在研究期间,没有详细的耐波性分析。但通过固有频率推算:在没有超过5级海况的情况下迎浪航行,将具有“平台”的特性(绝对速度很小)。超过5级海况,将具有“随波运动”的特性(相对运动速度很小)。估计这种小水线面中体三体船运动幅度将比标准三体船降



英国“海神”号三体演示舰
低大约40%。

对这种船型阻力研究目前还未深入进行。研究人员指出,与常规三体船型相比,可能较大的不利之处。但它的优点是,在波浪中的附加阻力小,在恶劣海况下能够保持航速。

五体船船型是将三体船侧体纵向分为两个片体而构成的,它与标准三体船的关系类似于小水线面双体船型与“司莱斯”船型的关系。这种船型通过将侧体分成两段能够减少高速行驶时的阻力、增大甲板面积、具有较高的破损稳性裕度,既适合于军用,也适合于民用。

在民用方面,美国已经有航速达60节的渡轮运营。90年代末期总部设在瑞士的Norasia公司委托英国著名的Nigel Gee & Associates公司设计过一型五体船型集装箱船,载重13000吨,可以跑2500~3000海里短航线,也在大西洋上航行,满载时的平均航速达到37.5节。

在军用方面,英国的研究者们自90年代研究三体舰以来,不断提出五体舰概念,包括五体护卫舰、五体航母、补给舰等。设计排水量最高达万吨。

揭开一代名舰的神秘面纱

穿透奇诡多变的历史烟云



《“明思克”号传奇》问世

这是一本记载“明思克”号传奇一生的书籍,作者通过收集大量资料和对“明思克”号首任舰长的采访写成,将“明思克”诞生经过,戎装生涯,出售转卖和改装情况展现于读者眼前。全书共274页,采用大32开本黑白印刷,近90幅珍贵的图片,每本邮购价25元。

汇款请寄:北京2854信箱《现代舰船》杂志社 100085

收款人:石贵芝