

★ 高月

# 近海冲击波

## 022型导弹艇 VS LCS-II [独立]号濒海战斗舰

### Chinese Navy's Type 022 Missile Boat VS U.S. Navy's "Independence" Littoral Combat Ship

■ 随着高性能船舶技术的日益成熟,自上世纪90年代起,复合船体技术在海军舰船设计上的应用逐渐受到重视。中国022型导弹艇和美国LCS-II“独立”号濒海战斗舰是高性能军用船舶的后起之秀,代表了未来海军水面舰艇发展的方向和趋势。本文从两者的船型设计分析入手,剖析了高性能复合船体在022型导弹艇和“独立”号濒海战斗舰设计中的应用,同时对这两型舰艇各自独特的战技性能进行了对比,进而探讨了这些新技术对海军舰船战术变革的影响,以期对舰艇设计人员以及广大舰船爱好者对高性能军用船艇的深入了解有所帮助。

军事装备总是新兴科技的宠儿,世界上最新和尖端的科技几乎都被最先应用到军事装备上。海军更是如此。近年来,一场船舶革命正在悄无声息地展开。新的需求为新型船舶技术和理念的发展提供了一个难得的契机,同时也预示着海上新军事变革的开始。

海军舰艇的变革,一是缘于“濒海战斗舰”(LCS)这一概念的提出,二是缘于新型船舶设计的突破性发展。上世纪末苏联解体以后,美国海军的战略任务发生了重大转变。尤其是“9·11”事件后,美国提出了“先发制人”的战略,并随即进行了全球军事战略大调整。美国海军的作战任务由大洋决战转变为“前沿存在”和“由海向陆”战略,水面舰艇的主要作战任务也由在深海大洋决战转变为在对方海岸附近与其他兵种合成为联合火力体系,对对方近岸目标和战略纵深实施精确的火力突击以及支援登陆作战的介入行动。鉴于此,美国海军在2002年6月公布了《21世纪海军:新时代作战概念》转型文件,提出了通过创新的概念和技术开发濒海战斗舰的构想。在美国海军构想中,濒海战斗舰必须具备大洋航行能力,能部署到全球需要部署的地方,在不超出近海几百海里区域内,联合特遣部队提供快速机动的高精度火力打击,支持邻近战区的军事行动。

近30年中,美国海军在战斗中损坏了5艘战舰,全都发生在近海水域,其中3艘被水雷重创,1艘被反舰导弹击中,还有1艘被自杀性小艇撞击。在2003年的伊拉克战争中,美军派往海湾地区的战舰55%都停泊在濒海水域,80%~90%的后续部队也都来自海上。因此,濒海战斗舰的服役主要是弥合航母战斗群和潜艇之结合部的薄弱环节,既能保障美国海军在濒海区域的安全介入,也能够保证其它作战舰艇从事其主要作战使命,从而确保美国海军将主要力量用于执行“对陆突击”这一中心任务。濒海战斗舰与其他战舰的最大不同是,它多在沿海浅水区域活动,应具有敏捷、灵活的操纵性能以及多种作战功能,可应对水雷、柴电潜艇和快速水面舰艇等诸多威

胁,同时可以配备先进的传感器和近程防御武器,承担有限的防空任务。

高性能船舶技术在商业上的成功应用为濒海战斗舰的设计和发展提供了广阔的空间,世界上先后出现了挪威海军“盾牌星座”号侧壁式气垫快速巡逻艇、英国皇家海军“海神”号三体型试验舰和美国“海影”号小水线面试验艇等高性能船型的军用船。我国在高性能船舶的研究上一直紧跟世界潮流,取得了一定的成果,特别是2004年022型双体穿浪型高速导弹艇的出现,标志着我国高性能军用船舶的研究进入了一个崭新的阶段。

严格地说,022导弹艇和“独立”号濒海战斗舰并不是一个级别的舰船,因为一个是专司近海防御的利剑,一个是未来海战中从远洋向陆地发起攻击的先锋。但是,从舰艇技术上来说,它们则同属高性能船舶技术在海军舰艇设计上的最新应用和发展,甚至可以说,这两型外观迥异的最新概念设计的舰艇代表着未来水面舰艇发展的方向。通过对两者技术性能的比较,分析它们各自应用新技术的特长,对于开发和瞻望未来舰船的设计和发展前景具有很大的依据性作用。

要比较分析这两种现代最新型舰船的性能特点,我们必须首先对高性能船舶这个概念有一定的了解。

## I 高性能船舶及其发展

人类利用水的浮力建造并使用舰船迄今已经有上千年的历史了。传统的船型(排水型)在性能上(如船速、耐波性等方面)一直未能摆脱兴波阻力和波浪对船舶运动干扰的影响,远远不能满足人们对船舶平稳、快速、舒适等性能的要求。现代化舰船的主要设备已经电子化,这对舰船的平稳性提出了更高的要求。

对于传统排水型舰船来说,要克服兴波阻力的影响而提高航速,动力装置的功率就必须无限大,这显然是不现实的,所以,这些舰船的航速大都只能保持在30节左右,才符合经济实用的要求,只有一些特殊的小艇航速达到了40节左右。另外,对于传统排水型舰船来说,尽管采用了多种减摇装置,但其固有的缺陷仍然不能适应一些设备对舰船稳性的特殊要求。随着技术的发展,人们意识到,要想提高舰船的航行性能,就必须降低阻力,即减小舰船的水线面积(吃水面积),从而克服兴波阻力和波浪对舰船运动的影响。根据这个认识,人类从上世纪二、三十年代起,就开始了高性能船舶的研究和试验。

高性能船舶以现代流体力学理论为基础,采用先进的推进、传动、控制、新型材料等多种高新技术,它有别于常规排水船型,以高速度、高耐波性、高效费比为主要标志。它们兼有航速高、吃水浅、耐波性好、两栖性强、物理场辐射性低等特点。按作用原理和特性区分,高性能船主要分为以水翼理论为基础的水翼艇,以气垫理论为基础的气垫船,以机翼贴近地面或水面运动产生增升减阻效应理论为基础的地效翼船,以滑行水动力理论为基础的滑行艇,以耐波理论为基础发展起来的小水线面船,以及单体、双体、多体排水型船和复合型船。

高性能舰船种类繁多,新船型层出不穷,是各类船舶中设计思想最具创新性、也最富活力的领域。与传统排水型船舶相比,高性能舰船具有很多优良的航行性能,但它们在使用上也有许多局限性。例如,小水线面双体船虽然在耐波性上获得了突破性进展,但由于吃水较深、航程短、纵摇无多大改善等不足,使其可用范围受到限制;水翼船虽然获得了高航速,但在高速航行时,其水翼易被水面上杂物所缠绕或碰撞损毁。而且,所有的高性能舰船还具有一些通病,如建造技术复杂,建造成本高,续航力有限,适航性不足等。所以,至今这些船舶只适用于短程快速和特种用途。

上世纪90年代后,为了让传统排水型舰船和高性能舰船都能扬长避短,发挥各自的优良特性,人们开始把一些高性能船型与另一些高性能船型或传统排水船型结合起来,推出了复合型船型,如半小水线面双体船、小水线面深V型船、侧壁式气垫船等,以期这些性能更加优良的船型能满足现代航海对船舶的更高要求。

高性能舰船是未来海军舰艇发展的主要方向。现代军用舰艇配备了复杂的电子、火控以及精确的武器系统,对平台的稳定性、适航性、机动性等都提出了更高的要求,而传统排水型舰船在这些方面的技术改进似乎已经到了山穷水尽的地步。可以说,高性能舰船的出现为现代军用舰艇的发展提供了广阔的远景。

## II 022型导弹艇的船型分析

很多人都知道,022型导弹艇属于高速穿浪型船。其实,穿浪型船是一种复合船型,如果从细节上分析,同为穿浪型的船,其局部细节的不同又决定了其性能的各异。为什么在讨论舰艇作战性能的时候要分析其船型呢?这是因为一型舰艇的作战性能实质上应包括两个主要部分:一是船型的机动能力,再是作战系统的火力功能。船型是平台,是作战系统的基础;作战系统和火力则是该型船作战功能之所在——在平台的基础上该型舰艇所能担负的作战任务的能力和范围。前者决定了舰艇的机动性,后者决定了舰艇的火力,两者共同构成了一型舰艇的主要性能。

纵观现代武器装备在战争中的应用,机动性和火力依然是衡量其是否适用于作战且能否在战场上获得优势的一个重要指标。武器装备的机动性包括四个主要的方面,即越野/适航性、速度、作战半径、经济性。那么,022型导弹攻击艇在这四个方面都具有哪些突出的性能呢?这就要从船型着手加以分析。

我们知道,看一艘船的船型,主要是看其横剖面型线。从022型导弹攻击艇的横剖面型线来分析,它主要由三种船型复合而成:

首先,从艇首横剖面的上部来看,它是一个三体消波滑行艇的船型。(这里有必要指出,很多刊物都把022称作是深V型船,实际上这是误区。所谓深V型船,并不是说其首部为V型,而是指在舰船横剖面型线上,斜升角——由船底向舷侧升高的型线——比圆艏型要



■ 022型导弹艇采用了三体消波滑行艇与穿浪双体船的复合设计

大。普通圆舳型船斜升角较小，通常是船底逐渐向船侧升高，并以弧型的舳部过渡到船舷。一般V型船的斜升角在 $12^{\circ} \sim 18^{\circ}$ ，但如果斜升角达到 $18^{\circ} \sim 30^{\circ}$ 时，则船舳成尖角，船底呈V型，所以称为“深V型”。) 三体消波滑行艇是总后交通运输研究所研制的一种将流体力学和空气动力学结合起来的新型船。从船首看，022艇的外型就像是一个拱着肩膀的雄鹰：首部三个船体均较尖瘦，中间是起主要支撑作用的主船体，而两个侧体则是它的两翼——消波船体。在首部，两个侧体与主体之间形成两个大喇叭口形槽道，舳部逐步过渡，由三体变形为异型单体，但设有异型断阶。它的消波原理是，首部三个尖瘦船体的几何形状有利于劈浪，降低首波，从而缓和波浪对船体的拍击，具有明显的消波性能。同时，当船航行时，高速气流从三体之间的两个大喇叭口进入槽道，形成气垫，产生附加升力，进一步托起船体，从而减少了船体湿表面积，促进了高速滑行。而当进入槽道内的高速气流沿槽道喷向异型尾部滑行面时，则进一步增强了空气的润滑作用，从而减少了11%的航行阻力。

三体消波滑行艇的主要特点是消波性能好。在航行尤其是高速航行中，由于从首部进入槽内的气流和水流被压在船体以下，很少向横向溢出和飞溅（气水混合物只能通过尾滑行面冲出尾板），因此船波明显下降。试验结果表明，三体消波滑行艇能消除80%的首波，其尾浪也只相当于常规艇的45%。

其次，从022艇的两个侧体横剖面来看，潜体和主船体的两个支柱（侧体）呈半小水线面双体船型线。这毫不奇怪，因为如果采用典型小水线面形状的支柱，那么这两个支柱和上部消波三体滑行艇型的两个侧体就无法吻合，上部的消波三体滑行艇型就不能成立。而采用半小水线面支柱以后，由于支柱保留在潜体横剖面首部典型小水线面形状基础之上，从舳部开始使后半潜体的

吃水递减，其横剖面向常规双体船过渡，形成一种前潜体支柱小水线面、后潜体支柱成常规双体化的混合形状。这正好使上部三体消波滑行艇的两个侧体从舳部逐步过渡，由三体变形为异型单体，从而将两者完美地结合起来。另外，半小水线面支柱不仅便于在侧体内安装大功率大尺寸的推进装置，还因减小了湿表面积而提高了航速，而且同时改善和提高了整船的耐波性。

再者，022型导弹攻击艇的潜体也是与众不同的。它的潜体不像典型的潜体那样是圆筒或椭圆体，而是普通V型或深V型体（从艇尾特征可以看出来），这也是一种必然。因为V型或深V型船大部分外形的曲率变化不大甚至不变，这也就迎合了半小水线面支柱形状的曲率变化特征，从而把三种高速、耐波性、操纵性好的高性能舰船技术整合到了一起，实现了复合型高性能舰船的构造，打造出了一型高速性能卓越的新船型。

从以上分析可以看出，022艇在减小兴波阻力，提高舰艇速度、耐波性能和操纵性能等方面做足了工夫，因而它已经不是一般意义的双体穿浪型船，而是在性能上有了脱胎换骨变化的一种新型复合型船。

从理论上讲，022艇的巡航速度最高可达70节以上，转向率在每秒 $5^{\circ} \sim 8^{\circ}$ 以上，具有很高的机动性，在战术上有很大的优势。不过，022艇的吨位较小，尽管采用了高效率的喷水推进装置，但作战半径依然有限，很难突破1000海里，因此只能用作近海防御、巡逻以及反潜。另外，由于其主支撑体在两个侧体上，而重心落在基本悬空的中央船体上，在遇见横风横浪时横摇角较大，所以高海况条件下其结构强度和稳定性尚不太理想。但作为近海攻击型快艇，022艇的性能主要突出在速度、机动性和隐蔽性上，它可以依托岛屿为临时补给基地，因而其性能尚有很大的发展余地。

## 1 “独立”号濒海战斗舰的船型分析

所谓濒海战斗舰，并不是狭义地从字面上理解的那种只能在海岸附近机动的作战舰艇，而是一种多功能的、能够伴随远洋舰队到敌方海岸附近、担负起保障舰队顺利介入任务的舰艇。因此，濒海战斗舰的基本性能要求是：必须具有远航能力，机动灵活，吃水浅，具有多种作战功能（如担负水雷战、反潜战、水面战和对陆火力支援等多种作战任务）。基于此不难发现，美国海军濒海战斗舰的结构和战术要求比022型导弹艇高得多。

在船型选择上，美国海军并没有“将鸡蛋放在一个篮子里”，而是选择了两种型号进行对比试验。第一种采用传统船型的LCS-I“自由”号基本完成海试，将于11月8日交付美国海军；第二艘采用复合型三体船型的LCS-II“独立”号现在也已下水。与传统船型相比，“独立”号的船型有以下两大优点。

一是高速平稳。高性能双体船最大的不足就在于



■ 022艇后视，图中可见三体消波滑行艇的尾板和双体船的复合特征十分明显

其航程短，横摇角比较大，虽然可以获得高航速，但是由于主支撑体在两侧，重心悬空，在高海况下不仅结构强度难以保证，而且有失速的缺陷，难以满足全球航行的作战任务要求。从“独立”号的横剖面型线来看，其主船体为大长宽比、类似于半小水线面深V型复合船型的变形（所谓半小水线面深V型船型，是指在深V型主船体的基础上，首部水下带有一个潜体，潜体的体积约占整船排水量的10%。这是日本科技人员在深V型基础上发展起来的船型），但从其图片可以明显看出，它的主船体从球鼻首开始往后，由上半部分的深V型和下半部分尖削的半小水线面相糅合，并从整船的三分之一处开始逐步过渡到普通V型的排水型，而且主船体形狭长，长宽比很大。由于首部尖削且糅合了深V型首波小的特点，而且主船体细长，因而可获得在穿浪航行时兴波阻力小的高速性能。这不仅减少了波浪对船首的撞击，而且极大地化解了高速航行时主船体形成的兴波阻力对主机效率的成倍抵消。与此同时，舰的耐波性能和航速也都得到了很大提高（有资料称，在恶劣海况下，传统护卫舰60个小时的航程只有1852千米，而采用半小水线面深V型设计的船在30个小时内就能航行2590千米。在航速方面，半小水线面深V型船最高可达50



■ 美国海军第一艘濒海战斗舰“自由”号仍采用常规排水船型

节）。

“独立”号的主船体两侧前后各有一对减摇鳍，用以进一步减少主船体的垂向加速度，降低船体在波浪中的纵摇和埋首，增加纵向稳性。另外，该舰的两个侧体下部是尖削的小水线面设计，但是取消了潜体，这样在高速航行时，两个侧体是在水中割划而行的。之所以如此，一来是为了降低整船的湿表面积从而减小摩擦阻力，二则是为了降低建造难度，降低成本。

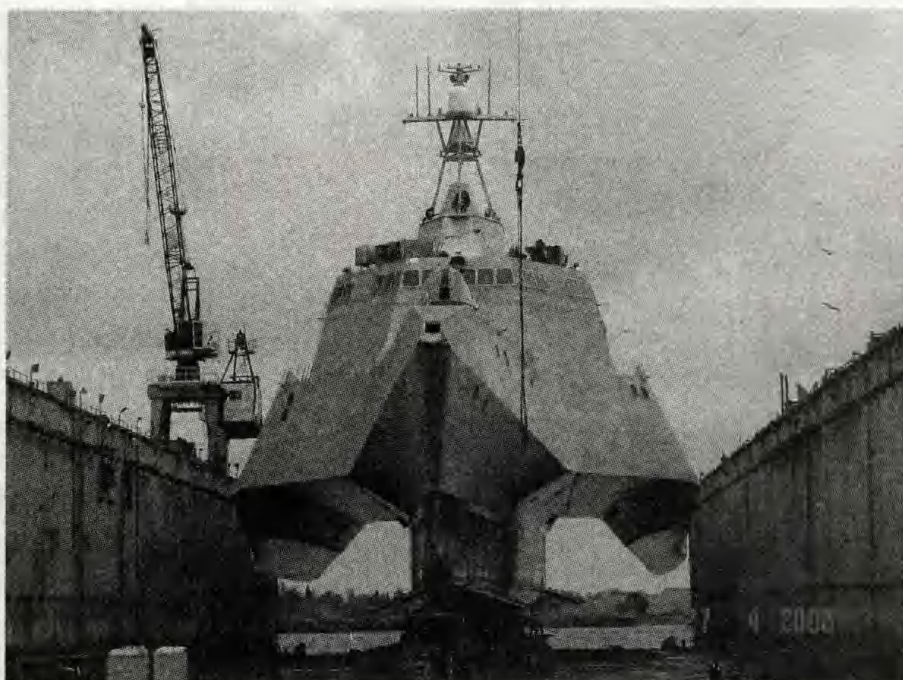
总体来讲，“独立”号起主要支撑作用的是中央船体，而且主要设备也都安置在主船体内，而两个侧体主要是为了降低横摇并改善横摇角，增加甲板面积和舱室容积以更合理地布置武器装备，屏蔽主船体的主要物理特征以提高舰艇的隐身性能，甚至还可提供防护作用。另外，侧体所提供的舱室空间还可以用来储备燃料和淡水，以提高自持力。由此可见，这种简捷省略的设计是非常实用和高明的。

二是远程和多功能。由于“独立”号三体船型舰的舱容积比较宽



■ 美国海军“独立”号濒海战斗舰下水前的情景

■ “独立”号濒海战斗舰采用了独特的复合三体船型（右图）



裕，并且有良好的适航性、耐波性和平稳性，为各种装备的合理布置和稳定使用提供了优越的条件，所以能够携带更多的给养和燃油以提高海上自持力。

“独立”号也采用推进效率很高的喷水推进装置，具有较大的续航力，据称能达到3950海里。

## 1022型导弹艇 VS “独立”号

上面介绍了022型导弹艇和“独立”号濒海战斗舰的船型特点，如果两者在未来海战场上相遇，谁能压倒对方呢？下面，我们就从几个方面加以分析。

首先，看两者的机动性能。由于作战任务不同，022型导弹艇在作战半径和适航性能上与“独立”号濒海战斗舰不在一个起跑线上，后者占有明显的优势。022型导弹艇不具备跨海作战能力，这是由于主支撑点在两个侧体上，结构重心悬空，对船体的结构强度要求很高，所以在高海况（5级以上）下适航性不佳。相反，“独立”号濒海战斗舰的主支撑体是中央船体，结构重心落在主支撑体上，两个侧体仅起辅助作用，因而结构强度要大于022型导弹艇。

尽管022型导弹艇的远航能力逊于“独立”号，但这对它来讲并不是什么缺点。因为022型导弹艇属于近海巡逻攻击艇，其主要任务就是在近海执行反舰作战，它可充分利用近海岛屿多的特点，依托岛屿为补给点，只需在近海某个特定的区域严阵以待，利用性能优良、威力巨大的反舰导弹伺机发起突然攻击，就能给敌舰以致命的打击。所以，对022型导弹艇来说，最关键的是航速和操纵性能上的优势。上文已提到，022型导弹艇的设计在操纵性和速度上下足了工夫，不仅航速高，而且操纵性能好，转向率大，再配合隐身设计，它可以神出鬼没、灵活机动地四处出击。可以说，022型导弹艇虽不是一个全能冠军，却是一个单项冠军。美国“独立”号濒海战斗舰虽然在航程和适航性能上占有明显优势，但由于其主船体狭长，两个侧体又使得整船过于宽大，因此在操纵性、转向率和航道通过能力上都受到限制，战术灵活性逊于022型导弹艇。



■ 022型导弹艇尾部的武器舱口特写

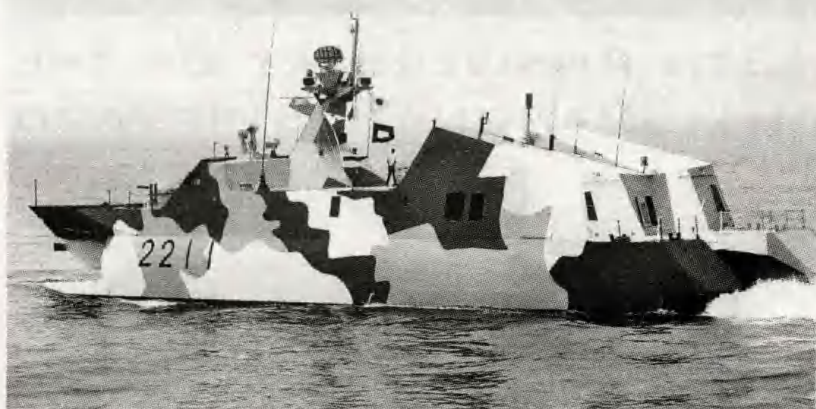


■ 022型导弹艇编队射击时的壮观场景

其次，从火力上看，022型导弹艇比较单一，除了630速射炮用以自卫外，只配置了两个反舰导弹发射架，其火控系统也只配备了一套光电瞄准系统（估计是630速射炮的火控雷达），未见其他对海对空搜索雷达。另外，其桅杆顶部的扇型雷达天线，以笔者愚见仅仅是作为预警和识别用的导航雷达，不具备搜索和制导能力。所以，022型导弹艇配备的远程反舰导弹可能需要中继制导或通过预警机的协同，用数据链在战场网络中获得实时的信息支援。而“独立”号濒海战斗舰就不一样了，其吨位大且采用模块化设计，因此可以灵活配备各种武备（舰上将装备美国联合防务公司生产的可发射精确智能弹药的MK110型57毫米隐身舰炮，并且计划装备“未来战斗系统”的非直瞄发射系统，且舰后部的甲板很宽大，可以同时起降两架直升机），而且舰上配备的火控系统也相当先进（美国海军计划在“独立”号上选用西班牙伊萨尔船厂生产的“多娜”舰炮火控系统），同时还可以通过战场网络系统获得实时的信息支援。但即便如此，“独立”号要想在战时对付022型导弹艇也不是那么容易。这是因为022艇的体积小，外形又采用了隐身设计，可以利用复杂地形和不良海况巧妙地隐蔽自



■ “独立”号尾部的直升机甲板宽大，显示其特别注重航空作战能力



■ 022型导弹艇具有良好的隐身能力

身，等到被目标发现时，其距离也已到了导弹能够发起攻击的位置。另外，由于022型导弹艇机动性和操纵性好，所以不仅可以果断地发起攻击，而且也可以灵活地规避对方反舰导弹的攻击。

根据测算，舰艇的操纵性和转向率在海战战术中是十分重要的性能指标。目前世界上装备的反舰导弹速度普遍在300米/秒左右，大多具有掠海飞行能力。假设这些导弹在命中目标前20秒钟被发现，并且所有舰载防御系统（箔条、火炮、反导弹系统）都已经启动，那么，这些防御系统对反舰导弹的拦截概率约为90%。一般来说，漏网的反舰导弹在距离目标1000~1200米时才可对目标进行锁定，这时只需要4秒钟即可命中目标。如果目标舰的航速为20节的话，那就只能以10米/秒的速度和 $1^{\circ} \sim 2^{\circ}$ /秒的转向率航行，这是绝对没有生存机会的。但对于至少以30米/秒的航速和 $6^{\circ}$ /秒的转向率航行的舰艇来说，在导弹锁定目标的这最后4秒钟里可以移动120米以上，航向也可转过 $24^{\circ}$ ，这时船体的主要部分已经完全脱离了受攻击的危险。另外，对于普通舰艇来说，即使反舰导弹在600~900米的距离上被拦截摧毁，其笔直移动的碎片仍可能对舰艇造成一定的伤害，但是对于一艘以60节以上航速航行的舰艇来说，导弹碎片的威胁就要小得多了。

由此分析，022型和“独立”号濒海战斗舰在遭到对方反舰导弹攻击时，前者的生存概率要大于后者。有人也许会说，“独立”号濒海战斗舰上的两架直升机或无人攻击机对022型导弹艇

来说可能是一大威胁。但是别忘记，如果有需要，在022型导弹艇上安装弹炮合一的近程防御系统并不是很难的事情。这就是说，022型导弹艇可以用弹炮合一系统中的近程防空导弹和炮弹对直升机和无人攻击机进行双层拦截。

再次，从隐身性能来看，022型导弹艇要占有优势。虽然美国的隐身技术世界一流，但从两者的体积及投影面积看，“独立”号的隐身技术再好，其雷达反射面积也不可能比体积比它小好几倍的022型导弹攻击艇更小，况且小艇还能利用海洋杂波来隐蔽自身，而千吨级以上的舰船则没有这种优势。

## 1 结语

从以上分析可以看出，“独立”号濒海战斗舰和022型导弹艇是高性能船舶技术在军事上应用的典范，都具有承前启后的试验作用。由于022型导弹艇体积小，隐身性好，战术使用灵活度高，所以在近海作战中应该比“独立”号更占优势。

但是，022型导弹艇功能比较单一，作战使用受到一定限制，而且以笔者愚见，它的船型并不适合发展成千吨级以上的大中型舰艇。因为如果吨位增大以后，其消波滑行性能将很难再保持，必以损失高速度为代价，而且其结构强度和航程也是一大缺陷，因而作为大型舰艇并没有多大发展前途。相反，“独立”号濒海战斗舰在平稳性、耐波性以及航程等指标上都要强于022型导弹攻击艇。而且，“独立”号濒海战斗舰在甲板面积和舱室容积等方面堪与大型舰艇相媲美，很适于各种装备的优化配置和布局，也适于执行多种任务，功能相当强大，因而有可能成为未来水面舰艇发展的主要方向。☉

特别通知：本刊自2009年起取消《舰载武器》光盘版，彩色版可通过邮局订阅，定价：8.00元。邮发代号为：

# 36-261

淘宝网汇款开通：

店铺地址：<http://shop36477102.taobao.com/>

店铺名称：锦盛天

支付宝账号：bj\_jst@126.com

旺旺用户名：锦盛天

交易须知：

为了保障读者利益，本刊邮购一律以邮局挂号信件或包裹的方式寄出，每笔交易收取人民币3元的挂号费；如一次拍下多本，且收货地址为同一地址，只需支付一次挂号费（人民币3元）。如需快递或EMS，请与本刊联系以商定具体邮费。