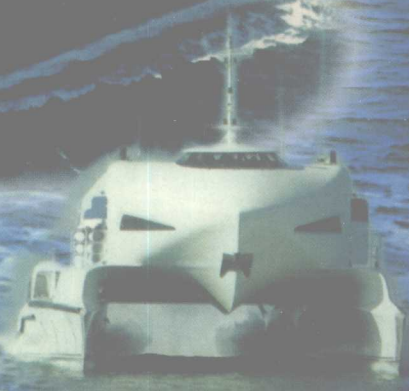


凌波飞舟

——高性能舰船

杨松林 张正满 编著



凌波飞舟

——高性能舰船

杨松林 张正满 编著

国防工业出版社

·北京·

图书在版编目(CIP)数据

凌波飞舟:高性能舰船/杨松林,张正满编著. - 北京:国防工业出版社,2000.1

ISBN 7-118-02190-3

I. 凌… II. ①杨…②张… III. 船舶,高性能 - 基本知识 IV. U674

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 50294 号

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号)

(邮政编码 100044)

北京怀柔新华印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 850×1168 1/32 印张 6 $\frac{7}{8}$ 180 千字
2000 年 1 月第 1 版 2000 年 1 月北京第 1 次印刷
印数:1—4000 册 定价:18.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

前 言

第二次世界大战结束以来,船舶不断地朝着高速化、大型化、自动化及智能化方向发展。至今已产生了许多新型船舶,例如:大中小型集装箱船、液化天然气船、海洋开发船、布缆船、载驳船、滚装船、水翼船、全垫升气垫船、双体船、地效翼船、侧壁式气垫船和高性能复合船等。其中,发展最为迅速的是一类具有“特殊功能”的高速船,又称高性能船。

高性能船通常包括:水翼艇、全垫升及侧壁式气垫船、常规双体船或小水线面双体船、地效翼船和高性能复合船。这类船型种类繁多,发展日新月异,几乎十年就有一种代表性船型出现。如:为了提高船舶的航速,特别是满足海军对舰船速度的要求,40年代发展的具有代表性的高性能船是水翼艇,50年代则是气垫船。然而,上述两种船型适航性欠佳,为此又产生了60年代的地效翼船、70年代的高速双体船或小水线面双体船。为了克服水翼船和气垫船适航性差及地效翼船和小水线面双体船稳定性不好的缺点,获得更优良的综合航行性能,进一步发展了复合船型,即,80年代的穿浪船、90年代的双体(或小水线面双体)复合船等。

高性能船一方面作为高速度船或以其他民用途径走进了人们的生活和工作中,另一方面作为军用舰船加入了各国海军序列,引起了世人的广泛关注。然而,全面系统地介绍高性能船的书籍却很少。根据各界人士的需求,我们编写了本书。

全书共分六部分。第一部分从高性能船的发展简史入手,综合论述了高性能船的发展历程及船型种类、主要特性,以及未来发展方向;第二部分主要介绍了水翼船(艇)的原理、构造特征、用途,以及其优良快速性能;第三部分则以小水线面双体船为主线,较

全面地论述了双体船的优良适航性,并对比分析了其综合性能;第四部分系统描述了全垫升气垫船和侧壁式气垫船的船型特点及布置特征等;第五部分重点阐述了地效翼船的发展、性能优势、用途和发展方向;第六部分综合论述了水翼双体船、双体气垫船等复合型高性能船型的产生及其优良性能。

在本书的编写过程中,采用了业内人士许多科研成果。张家新同志参与了第一部分的编写工作,同时蔡斯渊、陈晓莹和陈小弟等同志提供了一些资料,在此表示感谢!

由于作者水平有限,错误及不妥之处在所难免,诚恳希望读者批评指正。

编著者

目 录

一、高性能舰船发展及类型	(1)
1. 排水型高速舰船的固有缺陷	(2)
2. 高性能舰船的发展	(2)
3. 高性能舰船的类型	(3)
4. 高性能船的安全性	(21)
5. 高性能船的性能评估	(29)
6. 高性能船的发展动向	(31)
7. 高性能船技术对水上飞机发展的影响	(35)
二、水翼船	(38)
1. 水翼船概述	(38)
2. 水翼船的进展	(48)
3. 混合水翼技术船型	(52)
4. 为什么采用混合水翼船型?	(54)
5. 全浸式自控水翼艇	(58)
6. 我国的“北星”号自控水翼客船	(62)
7. 黑龙江水系的水翼客船	(66)
三、小水线面双体船	(70)
1. 小水线面双体船的产生和发展	(70)
2. 小水线面双体船主要优点	(76)
3. 小水线面双体船的主要缺点	(84)
4. 小水线面双体船性能特点	(86)
5. 韩国的高速双体客船	(89)
6. 小水线面双体船的发展潜力	(95)

7. 挪威新型高速双体船·····	(103)
四、气垫船 ·····	(110)
1. 气垫船的发展概况·····	(110)
2. 气垫船的类型及特点·····	(116)
3. 气垫船的围裙·····	(121)
4. 气垫船存在的主要问题及其解决的途径·····	(127)
5. 一种新型气垫船——“气垫吉普”·····	(131)
6. 美国的全垫升式气垫船·····	(136)
7. 日本新型超级技术定期班轮(TSL - A) ·····	(148)
五、地效翼船 ·····	(151)
1. 地效翼船概述·····	(151)
2. 地效翼船船体形状特征·····	(166)
3. 地效翼船优异性能·····	(168)
4. 前期的地效翼船设计·····	(170)
5. 地效翼船的安全性·····	(179)
6. 地效翼船的稳定性·····	(181)
7. 地效翼船作为高速客运工具·····	(183)
8. 地效翼船的飞行模拟器·····	(188)
六、复合型高性能船 ·····	(191)
1. 复合型高性能船的主要类型·····	(191)
2. 我国“竹海”号双体气垫船·····	(196)
3. 我国“玻璃钢”双体气垫客船·····	(198)
4. 俄罗斯新型双体大型客运地效翼船·····	(199)
5. 日本全浸式水翼双体船“彩虹”号·····	(202)
6. 穿浪航行的高速船·····	(203)
7. 世界第一艘半潜双体旅游船·····	(206)
8. 挪威海军的双体气垫猎扫雷舰·····	(209)

一、高性能舰船发展及类型

当人们一提到船,在头脑中恐怕就会立即反映出一个船体的印象——独木舟、舢舨、帆船、现代舰船,尽管其造形不一,但其船体形态却是基本相似的,这些船就是存在于人们传统印象中的常规排水型舰船。然而,这类船舶只有在中低速航行时才具有良好的经济性。要提高其航速则必须克服水的阻力,加大推进功率,而所需功率大约和航速的三次方成正比,因而使排水型船舶的航速发展受到了一定限制。要使水的阻力减少的有效办法是使水中的船体局部或全部抬离水面,而在水面上行驶。

随着科学技术的进步,昔日凌波飞舟的幻想,如今已变为现实,并服务于人类。带有机翼的冲翼艇或气翼艇是如何贴近水面(或其他物面)飞行的?气垫船怎么会悬浮在水面或地面上航行?水翼船在翼态航行时为什么船体会抬离水面?没装水翼的船船体一定不能抬离水面吗?小水线面船与常规舰船有何不同?高性能船是如何分类的?现状和发展趋势如何?在军事领域的应用前景如何?等等,这些问题是广大舰船爱好者非常迫切想了解和掌握的知识。

近年来,为了提高船舶的航行速度,船舶研究设计者无外乎采用了下述三种办法:

(1)减小船体重量。选择铝合金或玻璃钢作为造船材料,出现了铝质或玻璃钢高速民用客船和军用快艇,诸如:铝质或玻璃钢滑行艇、铝质或玻璃钢半滑行艇以及铝质水翼艇等。

(2)选择最佳船型,以期减少航行阻力。

(3)设法将船体抬离水面,减少水的阻力。

1. 排水型高速舰船的固有缺陷

滑行艇和过渡型快艇虽是排水型舰船在航速上的佼佼者,但由于其本身固有特性的限制,使其在使用性方面带来一定困难。这主要表现在两个方面:一方面由于这些艇吨位较小,因而其致命弱点是耐波性差,续航力小;另一方面,若想进一步提高航速,则由于严重的兴波和喷溅致使其阻力急剧增加。换句话说,任何少量的航速提高将使所需功率明显增加,在经济性上是非常不划算的。所以克服这些常规快艇所面临困难的重要途径是利用动态升力等作用使船体抬离水面,以期降低阻力,提高航速和改进耐波性。目前解决这一问题有三种基本方法:

(1)采用水翼装置。通过高速运动水翼所产生的升力使艇体完全抬离水面。

(2)采用气垫技术。应用专门的压气机(升力风扇)在船体下面形成气垫,以使船体悬浮在水面之上。

(3)采用地面效应技术。以机翼在地面效应区高速运动产生较高气动升力支承船重。

利用上述三种基本方法开发出来的各种舰船统称为高性能舰船。

2. 高性能舰船的发展

目前,在交通运输或运载工具领域中,空中飞行的飞机与地面行驶的火车、汽车和水中航行的排水型舰船之间的中等运行速度和运输效率方面存在着很大的空白区域。随着高性能舰船的研究、设计、试制以及在民用运输和军事方面的应用,高速水翼船艇、高速气垫舰船、高速双体舰船及地效翼舰船等得到很大发展。国际上以高速双体舰船为主体与气垫舰船、水翼舰船及小水线面舰船杂交的新型复合舰船正方兴未艾,以期填补空中运输与陆地、水上运输之间的中等运行速度和运输效率方面的空白。近 10 多年来高性能舰船的发展态势是前所未有的,它正孕育着船舶工程界和运载工具领域发展史上的一次有深远意义的革命。

由《国际高速渡船》最近 6 年来的报道可知,高速客船的订货量长期保持一定势头。其中,高速双体船的订货量,雄居首位,约占总订货量的一半;其次是水翼艇、单体船和侧壁式气垫船;穿浪双体船和带水翼双体船近年有上升趋势。高速客船的载客量(客位)也呈明显增大趋势,近年来已开始建造高速车客轮,以满足日益增长的水上高速车客运的要求。

改革开放以来,随着我国国民经济迅速发展,客货运输量大幅度增加,航空、铁路和公路交通高速发展的同时,也给水路交通的发展和繁荣创造了条件。

就客船的高速性、安全性和舒适性三个主要因素而言,我国的客船急需改进,特别是客船的航速太低,阻碍了水上客运的发展。

虽然高速客船的票价高于排水型船,但其高速运营品质深受广大旅客的欢迎,在我国某些地区目前已经进入了一个蓬勃发展的时期。

我国珠江三角洲经济发展很快,又接近香港、澳门,所以水上客运发展迅速。1982 年至 1992 年,从国外进口了 35 艘高速船投入营运,并有 10 条通往香港的航线。在长江三角洲,我国自行设计制造的侧壁式气垫船和从国外进口的高速双体船、水翼艇已经在上海、南通、宁波、崇明岛和舟山群岛等地间的几条航线上营运。另外,黑龙江地区与俄罗斯符拉迪沃斯托之间的气垫船和水翼艇航线、长江上游高速客运航线以及海南省与沿海各港口高速船航线都有较快发展。高速船运输业务的发展为我国高性能船研制提供了良好的发展机遇。

3. 高性能舰船的类型

高性能舰船支承船体重量方式有水浮力型和水动升力型、静态空气压力型和动态空气升力型共四种基本形式。由四种支承方式中两种或两种以上结合在一起而形成新的船型,称之为复合(杂交)船型。

(1) 水浮力支承型

①高速双体船:以浮力支承船重的绝大部分,水动升力仅支承船重的极小部分(见图 1-1)。

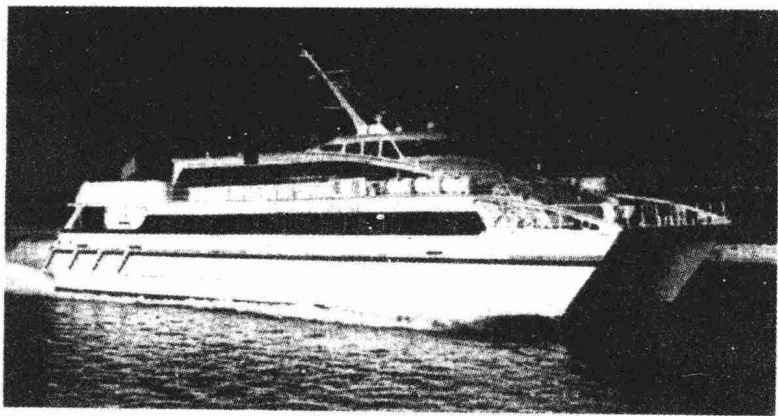


图 1-1 高速双体船

②小水线面双体船:以浮力支承船重(见图 1-2)。

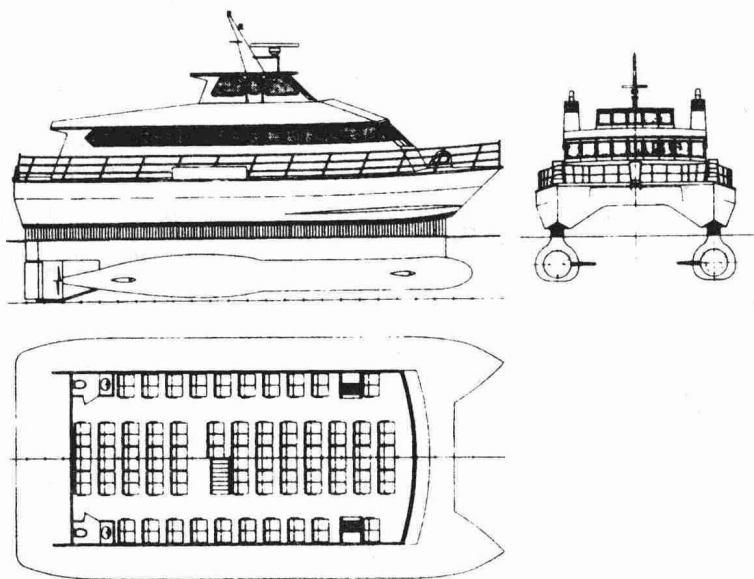


图 1-2 小水线面双体船

③穿浪双体船:以浮力支承船重,水动升力仅支承船重的极小部分(见图 1-3)。深“V”型船和圆艏型船亦属此类船。

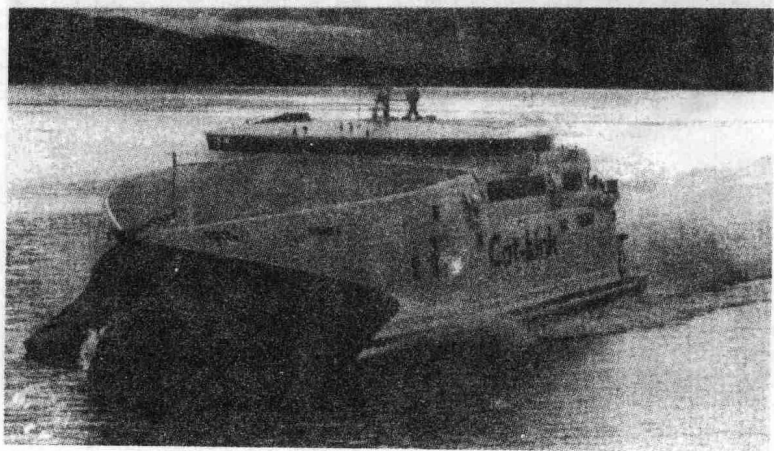


图 1-3 穿浪双体船

(2)水动升力支承型

①滑艇:船重部分由浮力支承,部分由水动升力支承(见图 1-4)。



图 1-4 滑艇

②水翼艇:以水翼在水中高速运动产生水动升力支承船重(见图 1-5)。

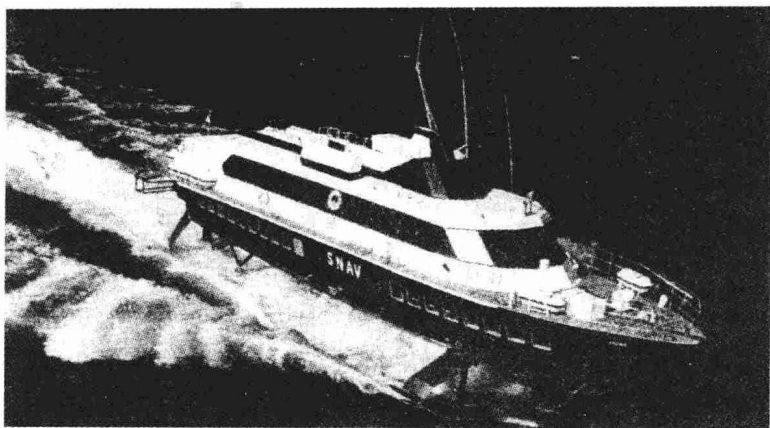


图 1-5 水翼艇

(3)静态空气压力支承型

①全垫升气垫船:以静态空气压力支承船重(见图 1-6)。

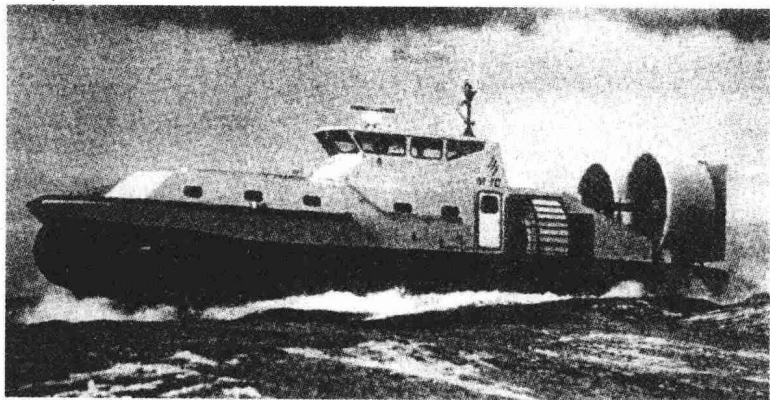


图 1-6 全垫升气垫船

②侧壁式气垫船:以静态空气压力支承船重的极大部分,极小部分船重为浮力支承(见图 1-7)。



图 1-7 侧壁式气垫船

(4) 动态空气升力支承型

①地效翼船:以机翼在地面效应区高速运动产生气动升力支承船重(见图 1-8)。



图 1-8 地效翼船

②复合型高性能船(见图 1-9)。

(5) 各种高性能舰船简介

①高速单体船

高速单体船包括高速排水船,滑艇,深“V”型船和半滑艇,以及高速单体船(见图 1-10)。

高速排水船又称为海上快艇,由于其船体具有圆艏型剖面,故

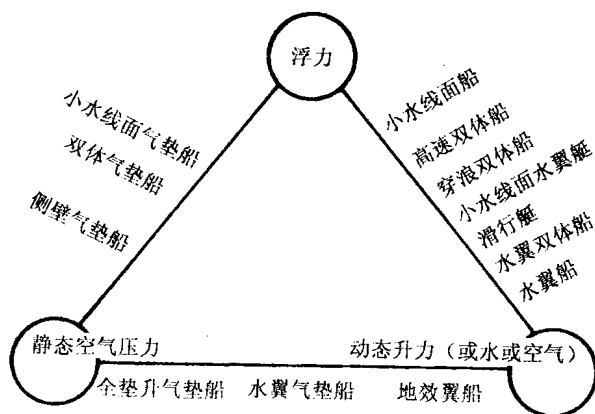


图 1-9 复合型高性能船

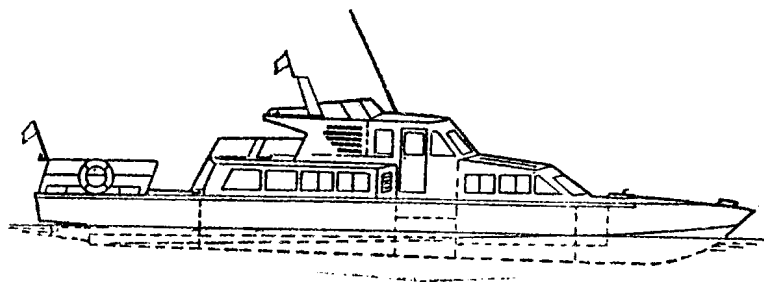


图 1-10 高速单体船

又称为圆舢艇。虽然高速排水船航速较高，航行中艇体受水动升力作用，但其与静浮力相比毕竟是小量。所以高速排水船实际上还是处于一般排水型船和滑行艇之间的“过渡型快艇”。

滑行艇航速很高。在高速航行时，艇底产生很大升力将艇体托出水面，排水体积很小，静浮力几乎为零。整个艇体在水面“滑行前进”，顾而得名“滑行艇”。航行速度和排水量介于滑行艇与高速排水船之间的快艇称为半滑行艇。

深“V”型船是瑞士首先研究的，除具有优良耐波性能外，还具有建造工艺简单、造价较低等优点，受到用户欢迎。

意大利 RCN 公司依靠建造水翼艇的成熟技术，研究开发了

47 米翼控高速单体船“马可尼”号 (Marconi), 船型采用 V 型线型。船体用焊铝结构, 尾部设有一对水翼, 襟翼为液压自控, 以减少横摇及纵摇, 1992 年已建成 3 艘。

意大利于 1991 年建成的高速单体船“黛斯特利尔”(Destrier) 号, 是一艘最大的铝合金船舶, 采用深 V 船型, 3 台燃气轮机, 喷水推进最大功率达 3×14700 千瓦。最大航速超过 60 节, 这是高速单体船在航速上的突破。1992 年 8 月, 该船用 58 小时 34 分的成绩创下了横渡大西洋中途不加油的新纪录, 总航程为 3106 海里, 平均航速为 53.09 节。

② 高速双体船

轻型高速双体船出现于 70 年代, 高速双体船主要是利用水下两个细长体以提供浮力 (支撑船的重量) 和降低兴波阻力。目前, 高速双体船的航速已达 35 ~ 40 节。高速双体船由于具有宽敞的甲板、良好的横稳性, 以及结构简单、阻力峰不明显、载客量大等特点, 因而发展迅速。近十年间高速双体船的订货数和交船数, 约占高性能船的一半左右。各国高速双体船情况见表 1-1。

表 1-1 各国拥有的高速双体船

国家	数量/艘	国家	数量/艘	国家	数量/艘	合计
中国	98	加拿大	3	韩国	2	234
英国	2	日本	18	澳大利亚	14	
美国	17	乌克兰	2	泰国	2	
马来西亚	2	土耳其	10	意大利	7	
丹麦	8	印度	2	印尼	1	
新西兰	2	法国	7	俄罗斯	4	
新加坡	5	希腊	1	其他	12	
西班牙	4	挪威	44			

高速双体船的主要缺点是: 波浪中的阻力较高, 航行性能较差, 容易使旅客晕船。现各国高速双体船的研究、设计和制造者趋于采用大功率喷水推进系统, 优化线型设计, 增设水翼或尾部端板自控系统等, 以提高海上 (在风浪中) 航行能力。

典型的高速双体船“阳光”号如图 1-11 所示。

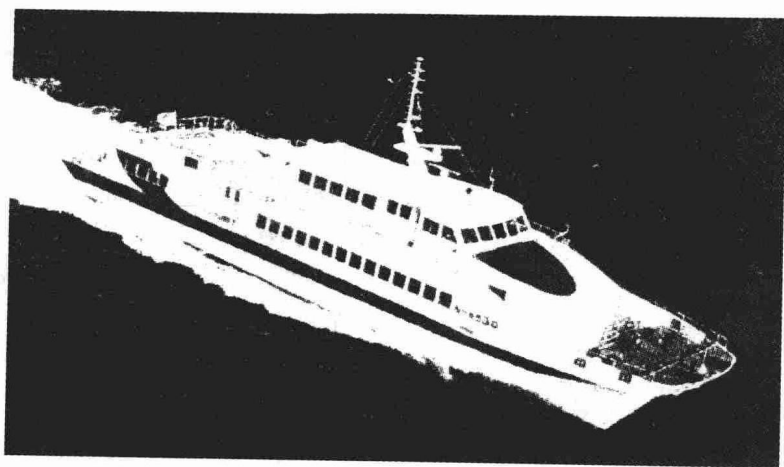


图 1-11 “阳光”号双体船

近年来,日本、美国在研究、设计和开发超细长体双体船(SSTH)的系统技术。日本公司除理论研究和水池模型试验外,石川岛播磨重工还于1992年建造了一艘30米长超细长体双体渡船(SSTH30),该船经海上试验证实,最大航速为26.5节,具有减小推进功率和提高波浪中的航行性能等优点。目前,该船航行于大阪至萨摩岛的航线上。此后,石川岛播磨重工还建造了50米长超细长体双体船(SSTH 50)和150米长超细长体双体车客/渡船(SSTH 150)。

③小水线面双体船

小水线面船(SWATH)一般由两个潜入水中的细长船体(下体)、水线以上船体(上体)和连接下体与船体的两个片体组成。小水线面双体船概念的形成可以追溯到19世纪末,1932年、1944年和1967年又有一些小水线面双体船的设计构思被提出。这些设计在低速和中速时的性能是较好的,但是都没有解决纵向运动稳定性这个对于航行安全至关重要的问题。直至70年代,该问题才真正取得突破性和实质性进展。1973年,美国建成了世界上第一艘小水线面双体船。试验表明其具有良好的航海性能(特别是具