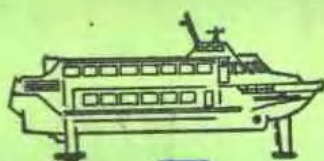
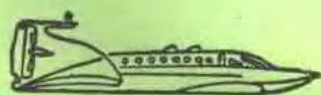


高性能船舶文集



中国船舶总公司 第七〇八研究所
第七研究院

高性能船舶文集

船舶总公司第七〇八研究所
第七研究院

封面设计:谢修国

高性能船舶文集

上海市新闻出版局

内部资料准印证(93)第 140 号

编辑出版: 船舶总公司 第七〇八研究所
第七研究院

通讯地址:上海市新肇周路 1340 号情报室

邮政编码:200011

印刷单位:常熟市白云印刷厂

前 言

很早就盼望着这本“高性能船舶文集”出版,现在终于如愿以偿了。

高性能船正以惊人的速度在发展。在70年代初期,许多高性能船还处于发展初期,定型投入航运者为数不多;而至1992年底,世界上在航的各类高性能船已有近1300艘,固定的高速航线已超过300条;在这20年中,高性能船的船型也由原来的单一支承方式相互影响,相互渗透而不断优化、不断发展成为具有强大生命力的各种混合支承方式的新船型(如双体气垫船、水翼双体船、穿浪双体船等);而且,随着工业和技术的发展,随着大功率轻型柴油机、铝合金及玻璃钢材料、大功率喷水推进装置和先进的电子控制系统等新材料、新设备和新技术在高性能船上的应用,一大批吨位更大、速度更高、耐波性更好、安全性可靠性可维性又有新突破的高性能船正在不断地被开发出来。可以看出,高性能船有着非常广阔的发展前景。

我所是从事高性能船开发的力量雄厚的研究所。30年来,我所已为军用和民用研制成功40余型实用的全垫升气垫船、侧壁式气垫船和双体气垫船。这些高性能船正在全国各地投入繁忙的航运、旅游和交通巡逻;使用范围已由内河发展到沿海,已由国内航线发展到国际航线;许多新材料、新设备和新技术也在这些船型的开发中得到应用。除此以外,我所目前还在加速开发高速双体船、气翼艇、穿浪艇和小水线面双体船等多种高性能船。

我国江、河、湖泊众多,海岸线很长,地理环境非常适合于高性能船的发展。随着改革开放的不断深入,国民经济的发展和人民生活水平的提高,高速客运已经成为越来越广泛和迫切的社会需求。我国目前已有十余个部门从事高性能船的开发工作,国外高性能船公司也虎视眈眈中国这个潜在的巨大的高性能船市场。从近10年国内高性能船开发和国外高性能船引进的形势看来,中国正在变成世界各种高性能船重要的竞争场所。这种竞争必将给我国的高速航运事业带来越来越深刻的变化。

鉴于上述情况,为了了解世界各国高性能船的发展形势,学习和借鉴各国高性能船开发的经验和技能,促进我国高性能船的发展,我们组织编写了这本“高性能船舶文集”。本书内容主要选自三本会议论文集:①1991年挪威“第一届国际高速海上运输工具会议论文集”;②1992年美国“国际高性能船舶学术报告会及展览会论文集”;③1992年中国“第二届国际高性能船会议论文集”。其中有各种高性能船的发展综述,有高性能船航运安全性的要点和建议的法规,有各种高性能船的设计特点和性能计算及预报方法,有模型试验和实船试航的结果,有各种新材料的应用特性……,总之,内容丰富,实用性强,值得一读。

本文集由程焱南主编,游统生为责任编辑,顾雄、程蕴明参加了编辑工作。各篇文章的编、译、校者均列在每篇文章的后面。

限于编、译者的水平,本文集错误缺点在所难免,欢迎读者批评指正。

最后,要说明一下,本文集原定名为“气垫船文集”。为了适应广大读者的需要,我们对其内容进行了扩充,并定名为“高性能船舶文集”。愿这本文集能给你带来帮助。

船舶总公司 第七〇八研究所
第七研究院

1993.6.

目 次

1. 国外高性能船发展综述	(1)
2. 高速船的运行特性及其限制	(17)
3. 全垫升气垫船高速操纵性	(27)
4. 新型侧壁式气垫船方案可行性设计的计算机程序	(36)
5. 一种快速远洋运输大型侧壁气垫船的方案研究	(47)
6. “气垫型超级技术客轮”(TSL-A)流体动力性能研究	(58)
7. 表面效应船(SES)阻力预报	(67)
8. 美国海军“海盗”号的设计特点	(76)
9. 表面效应船 AGNES200 的原型船	(97)
10. 超细长双体概念的快速渡轮的水动力设计	(107)
11. 双体船设计中阻力与耐波性试验研究	(112)
12. 长航程、高速双体客船设计	(119)
13. 水翼双体船 2900 的设计和性能	(127)
14. 关于小水线面双体船作为高速航运工具的潜力	(134)
15. 小水线面双体船耐波性能预报与实测的比较	(146)
16. NES 24 结构设计和制造	(158)
17. 高性能玻璃钢夹芯船体结构的优化	(165)
18. 高速艇艇体结构对砰击载荷的响应	(174)

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。根据表1历年高速客船客位数分析,可见高速船客位有明显增大趋

势,近年来已开始建造高速车客渡轮,以满足日益增长的水上高速车客运的要求。

表1 近年高速客船订货及交船数

分 类	交 船 数						订货未完工数						总 计					
年 份	87	88	89	90	91	92	87	88	89	90	91	92	87	88	89	90	91	92
双体船	29	38	25	26	30	27	31	27	31	34	23	20	60	65	56	60	53	47
带水翼双体船					—	1	—			2	3	9				2	3	10
带水翼单体船				1	—	2				3	3	—				4	3	2
全垫升气垫船	2	1	1	3	2	2	—	2	6	4	2	—	2	3	7	7	4	2
水翼船	6	5	11	9	16	6	11	14	16	16	8	9	17	19	27	25	24	15
单体船	12	16	7	12	5	5	13	5	11	10	8	12	25	21	18	22	13	17
侧壁气垫船	—	7	5	7	3	3	11	17	9	10	7	4	11	24	14	17	10	7
穿浪双体船	1	3	5	4	1	3	9	7	7	4	5	3	10	10	12	8	6	6
小水线面船			2	1		—		3	2			2		3	4	1		2
总 计	50	70	56	63	57	49	75		82	83	59	59	125	145	138	146	116	108
55—99 座	13	18	5	5	6	7	13	4	9	5	5	—	26	22	14	10	11	7
100—149 座	4	6	4	4	12	1	4	6	6	14	2	3	8	12	10	18	14	4
150—199 座	1	5	8	5	8	4	10	7	5	4	6	10	11	12	13	9	14	14
200—249 座	7	8	15	10	7	2	12	19	11	16	5	5	19	27	26	26	12	7
250—299 座	10	10	8	16	10	5	4	9	14	8	7	7	14	19	22	24	17	12
300—349 座	1	12	12	13	7	11	15	16	11	10	9	12	16	28	23	23	16	23
350—399 座	4	4	2	3	7	11	7	5	10	6	13	13	11	9	12	9	20	24
400—449 座	7	5	2	4	—	2	6	3	8	12	1	2	13	8	10	16	1	4
450—499		1				1	3		1	1			3		1	2		1
500—549		1						6						7				
550—600							1						1					
供应船	3			1	1	2					2		3	1			3	2
车客渡轮				2	1	3			7	7	9	7			7	9	10	10

注。

三、各种高性能船船型

1. 高速单体船

高速单体船包括滑行艇,半滑行艇,高速排水船,深V型船等。还有最近出现的翼控单体船。

深V型船是瑞士首先研究的,除具有优良的耐波性能和风浪中保持高航速特性外,建造工艺简单、造价较低,受到用户极大关

注。意大利RCN公司依靠建造水翼艇的成熟技术研究开发47米翼控高速单体船(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(Destrier)见图2,是一艘最大的铝合金船舶采用深V船型,推进采用3台燃气轮机,喷水推进总功率最大达 $3 \times 14700\text{kW}$ 。最大航

速超过 60 节,这也是高速单体船的一个突破。1992 年 8 月用 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。本艇将进行经济性改装,2 台推进燃气轮机主机改为高速柴油机。

横渡大西洋记录保持者船型资料见表 2 所示。

翼控单体船及 Destrier 高速单体船主要参数见表 10 所示。

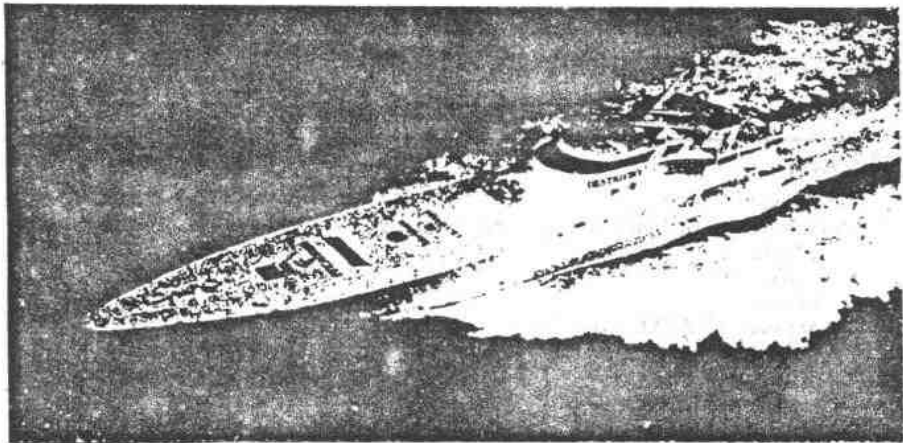


图 2 Destrier 高速单体船

表 2 横渡大西洋记录保持者船型

船 名	国家	总长 (m)	总宽 (m)	功率 (kW)	推进型式	平均 航速 (节)	日期	材料	船 型	中途加 油次数
Great Western	英	71.8	10.4	577	明轮	10.2	1838/4	木	排水船	0
United States	美	301.4	3.04	19076	4 台水螺旋桨	35.6	1952/7	钢	排水船	0
Virgin Atlantic I	英	19.8	9.13	3076	2 台表面划割式螺旋桨		1985/8	铝	滑行双体	3
Virgin Atlantic II	英	21.9	4.87	3384	同上	36.6	1986/6	铝	滑行单体	3
Azmith Atlantic	意	27.1	7.6	5692	二台喷水		1988/7	铝	滑行艇 $\beta=13^\circ$	0
Gentry Eagle	美	33.5	7.3	8769	二台喷水 1 台表面划割螺旋桨	47.3	1989/7	铝	滑行艇 $\beta=20^\circ$	1
Hover Speed	英	70.9	25.8	15969	4 台喷水	36.8	1990	铝	穿浪艇	0
Jef Riban Bleu	法	24.97	3.95	2692	1 台喷水	~	1992	碳纤维	深 V 型	0
Destrier	意	67	12.18	46153	3 台喷水	53.09	1992	铝	深 V 型	0

2. 水翼艇

水翼艇最早是在第二次世界大战期间开始研究,利用水翼水动升力将船身抬起,大大减少了船体浸湿面积和阻力。在同样排水量、

同样航速的情况下,水翼艇的阻力约为滑行艇的一半左右。水翼系统有割划水面式和全浸式之分。意大利 RHS 型水翼艇属割划水面式,具有自稳性,较简单。意大利 RCN 公司

近 21 年来生产 72 艘 RHS 水翼艇,现转产生
 产 MEC-1 水翼艇并发展最新一代全浸式
 水翼艇 MEC-FC。MEC-1 水翼艇(Maxi-
 mum Efficiency Craft 1)见图 3。前后水翼
 仍是割划自稳性水翼,呈鸭式布置、推进功率
 传递首次采用液力传动拉力推进系统,不单
 可扩大有效空间,还能提高推进效率。本艇航
 速以 32 节计算时,每客位消耗功率仅 9kW,

而以前水翼艇每客位消耗功率为 13.6kW。
 节约 34%,总体推进效率有很大的改进,艇
 上还设有自控消减系统。

独联体水翼艇用得广泛,水翼艇数量
 至少在 500 艘以上,以浅浸平翼为主,主要用
 于内河高速客运,价格低、经济性好,但耐波
 性较差。

表 3 国外军用和民用水翼艇统计

I	军用水翼艇	已建造	在 航
	U. S. Navy	6	6
	Commonwealth of Independent States(Soviets)		
	Pchela	2	2
	Turya	30	30
	Matka	16	16
	Sarancha(NATO code name)	1	1
	Babochka	1	1
	Muravey	1+	1+
	Italian(Sparrero Class)	7	7
	Israeli	2	2
	总计军用水翼艇	66	66
II	民用水翼艇		
	Bieing		
	Jetfoil 929-100(built 1974-77)	10	10
	Jetfoil 929-115(built 1977-86)	18	12
	Hitachi		
	PT 20 (built 1962-81)	17	4
	PT 50 (built 1964-83)	25	17
	Kawasaki		
	Jetfoil 929-117(built 1989)	11	11
	Rodriquez		
	PT 20 (built 1965-71)	48	22
	PT 50 (built 1959-70)	29	16
	RHS 70 (built 1972-82)	10	10
	RHS 110 (built 1970-75)	5	1
	RHS 140 (built 1971-77)	13	6
	RHS 150F (built 1983)	3	3
	RHS 150FL (built 1988)	3	3
	RHS 150SL (built 1979-84)	6	6
	RHS 160 (built 1975-82)	9	8
	RHS 160F (built 1984-90)	18	15
	RHS 200 (built 1981)	2	2
	MEC 2-200	1	1
	Rodriquez/Hyundai		
	RHS 70(built 1985)	1	1
	Seafight H. 57(built 1968-69)	6	2
	Westermoen PT 50(built 1962-68)	3	1
	Kolkhida (built 1983)	30	19
	Kometa (built 1964-83)	130	100
	Meteor	7	7
	Raketa (built 1957)	500	?
	Voskhod(built 1969)	9	9
	Cyclone (built 1985)	?	?
	总计民用水翼艇	914*	287*
III	总计军用民用水翼艇	980	353

美国波音公司发展的 Jetfoil 系全浸式自控喷水推进水翼艇,艇的本身不具自稳性,必须借助自控系统才能航行。系统较复杂,每艘价格约为 1 600 万美元。Jetfoil 水翼艇耐波性极为良好。在 2m 波高下,航速可达 45 节,升沉加速度仅 0.05g。现各国科学家均拟用优秀的船型、简易的自控手段以较低的价格达到自控水翼艇的耐波性指标。

表 3 所列系国外已建造的军用和民用水翼艇统计表。

Jetfoil 水翼艇和 MEC-1 水翼艇的主要参数见表 10 所示。

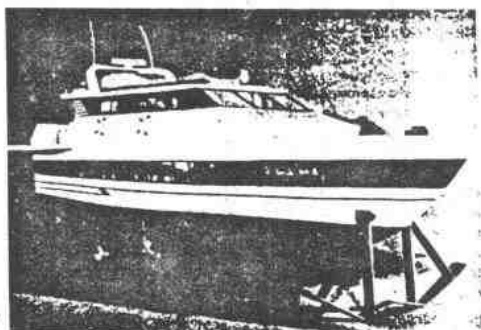


图 3 MEC-1 水翼艇

3. 全垫升气垫船

全垫升气垫船整个艇体悬浮于气垫上面,利用空气螺旋桨推进,具有良好的快速性和独特的两栖性。80 年代英国气垫船公司总结 20 年气垫船运行经验,研制采用焊接铝合金结构,导管空气螺旋桨,响应围裙及风冷柴油机的 AP1-88 气垫船,使民用气垫船的可靠性、经济性有了很大的改进。

目前世界上最大的全垫升气垫船是独联体的助手型气垫登陆艇,总重 360t。可装两辆重型坦克,艇上还设有自动炮和近程舰对空导弹,最大航速为 55 节。独联体拥有约 80 艘军用全垫升气垫船。

美国早在 1965 年就对两栖攻击登陆战开始研究。1970 年确定以大型船坞登陆舰为母舰,携带气垫登陆艇、坦克和陆战队进行远

洋作战。1978 年完成 JEFFA 及 JEFFB 两型攻击气垫登陆试验艇,经全面考核 1981 年确认 JEFFB 为母型艇。1984 年第一艘气垫登陆艇(LCAC)交船。LCAC 艇(图 4)航速达 50 节、水陆两栖,可进入陆上纵深地带。能自由进出船坞登陆舰,可装载重型坦克作远距离运送。1991 年初在海湾战争中,美国动用 17 艘 LCAC 气垫登陆艇和 16 000 名海军陆战队,摆出随时准备大规模登陆的姿态,LCAC 坦克气垫登陆艇非常活跃,频频出动,吸引了伊军主力,取得了战略上的成功。

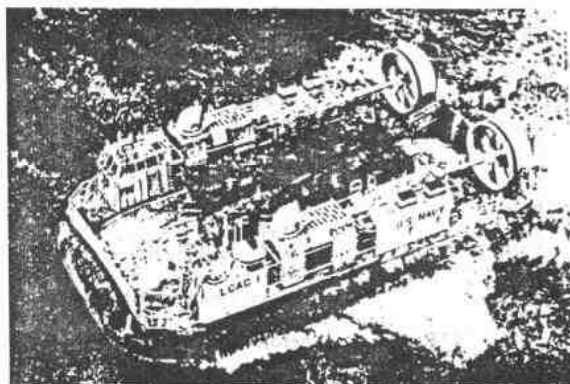


图 4 LCAC 坦克气垫登陆艇

通过沙漠风暴、沙漠盾牌和孟加拉救灾工作,美国军方对 LCAC 坦克气垫登陆艇的实用性作出了肯定的结论,现 LCAC 订货数年年增加。美国计划 LCAC 总建造数将达 100 艘。

表 4 所示为世界上已建的全垫升气垫船统计数。

有关 AP1-88 及 LCAC 气垫船的主要参数见表 10 所示。

表4 世界上已建造的全垫升气垫船

船名	建造厂	国家	下水日期	建造数	船体材料	总长 (×0.3045m)	总宽 (×0.3045m)	最大航速(kn)	用途
SR.N1	Saunders Roe(BHC)	英	1959	1	铝	31.40	25.00	23.00	试验艇
SR.N2	Saunders Roe(BHC)	英	1961	1	铝	65.25	29.50	70.00	渡船
VA-3	Vickerg Armstrong	英	1962	1	铝	55.00	27.00	55.00	试验艇
SK-3	Bell	美	1963	1	铝	18.70	16.00	52.00	试验艇
HD-1	Cowes Boatyard	英	1963	1	木	50.00	23.00	35.00	试验艇
SR.N3	BHC	英	1963	1	铝	77.00	30.50	79.00	军用
SKMR-1	Bell	美	1963	1	铝	65.50	27.00	70.00	试验军用
SR.N5	BHC	英	1964	8	铝	38.75	23.00	60.00	渡艇军用
SORMOVICH	Sormovo Shipyard	俄	1965	1	铝	96.00	32.80	75.00	渡船
SR.N6	BHC	英	1965	57	铝	48A0	23.00	52.00	渡艇军用
BC-8	Bertin(Sedam)	法	1965	1	铝	33.00	16.50	43.00	渡艇军用
SK5	Bell	美	1966	6	铝	38.83	23.75	60.00	渡艇军用
CC5	Cushion Craft	英	1966	1	木/玻璃钢	30.30	15.20	40.00	试验艇
HD-2	Hovercraft Dev	英	1976	1	铝	30.75	19.00	45.00	试验艇
SR.N4 MK 2	BHC	英	1968	4	铝	130.20	78.00	70.00	渡船
N300 MK 1	Sedam	法	1968	2	铝	76.10	36.40	57.00	渡船
CC7	Cushion Craft	英	1968	1	铝/玻璃钢	25.80	15.20	40.00	训练用
MV-PP5	Mitsui	日	1968	19	铝	52.50	27.30	55.00	渡船
LACV-30	Bell	美	1969	26	铝	76.30	36.30	40.00	军用
BH7 MK2	BHC	英	1969	1	铝/玻璃钢	78.33	45.50	58.00	军用
GUS	Leninbrad Shipyard	俄	1969	31	铝	72.11	26.40	60.00	军用
N102C	Sedam	法	1969	10	铝/玻璃钢	33.50	25.30	60.00	渡船
T4	ITI	美	1970	1	铝	35.00	17.50	35.00	试验艇
AIST	Leningrad Shipyard	俄	1970	16	铝	155.00	65.00	70.00	军用
VOYAGEUR	Bell	加	1971	4	铝	65.70	36.70	64.00	货运
MV-PP 15	Mitsui	日	1972	4	铝	86.60	45.60	60.00	渡船
EM2	Enfield	英	1973	1	铝	40.00	21.00	45.00	试验
LEBED	Leningrad Shipyard	俄	1973	35	铝	81.40	35.40	70.00	军用
VIKING	Bell	美/加	1974	1	铝	44.50	26.00	57.00	巡逻艇
VT2	Vosper Thomeycroft	英	1975	1	铝	101.00	43.50	65.00	军用
N500	Sedam	法	1977	2	铝	164.00	75.50	75.00	渡船
AALC JEFF(A)	Aerojet General Corp	美	1977	1	铝	96.10	47.80	65.00	试验军用
AALC JEFF(B)	Bell	美	1977	1	铝	86.70	47.00	70.00	试验军用
PRC711-LLA	Liu Zhou Shipyard	中	1978	1	铝	43.60	19.60	40.00	试验
SR.N4 MK3(SUPER4)	BHC	英	1978	2	铝	185.00	92.00	65.00	渡船
PRC722	Dagu Shipyard	中	1979	1	铝	89.30	454.30	55.00	试验
TIGER 12	Air Vehicles Ltd	英	1980	5	铝	27.00	13.00	35.00	军用
LARUSPUC22	Wartila	芬	1981	1	铝	108.30	48.20	23.30	渡船
UTENOK	Feodosiya Shipyard	俄	1982	2	铝	88.90	44.00	65.00	军用
TSAPLYA	Feodosiya Shipyard	俄	1982	2	铝	87.90	44.00	50.00	军用
SAVR-2	MTI	俄	1982	2	铝/玻璃钢	33.10	15.20	27.00	渡船
AP.1-88	BHC	英	1982	10	铝/玻璃钢	80.00	36.10	50.00	渡船
PRC7210	Wu Hu Shipyard	中	1983	2	铝	34.50	15.20	22.00	实用船
G1000TD	Griffon Hovercraft Ltd	英	1983	5	铝	28.20	15.00	35.00	渡船
G1500TD	Griffon Hovercraft Ltd	英	1984	3	铝	34.30	15.00	33.00	渡船
PRC716 I	Hudong Shipyard	中	1984	1	铝	60.70	11.20	43.00	渡船
LCAC	Bell/Avondale	美	1984	43+	铝	88.00	47.00	50.00	军用
PELIKAN	Unknown	俄	1985	2	铝	288.40	144.90	50.00	军用
G2500TD	Griffon Hovercraft Ltd	英	1985	2	铝	48.70	19.50	31.00	渡船
PUMA	V/O Sudoexport	俄	1985	5-10	铝	41.25	17.58	35.00	救护船
SAVR-3	MTI	俄	1985	1	铝	Unknown	Unknown	27.00	农用
TIGER 16	Air Vehicles Ltd	英	1986	1-3	铝	38.10	13.90	33.00	渡船
SAH 2200	Slingsby Aviation	英	1986	1	玻璃钢/碳纤维	40.60	Unknown	40.00	后勤供应
POMORNIK	Leningrad Shipyard	俄	1986	3	Unknown	183.50	72.00	55.00	军用
VCA 36	Chaconsa	西班牙	1986	1	铝	82.60	36.20	60.00	军用
SURVEYOR 12D	Air Cushion Enter	新西兰	1986	2	铝	31.10	18.00	41.00	渡船
TIGER 40	Singapore Shipbldg	新加坡	1987	1	铝	52.49	19.69	35.00	多用途
TAIFUN	UFA Aviation Inst	俄	1987	1	铝	Unknown	Unknown	Unknown	渡船
TURK IV MK1	KTMI	南韩	1988	1	铝	45.10	25.20	50.00	救护船
IRBIS	V/O Sudoexport	俄	1988	1	铝	59.16	20.96	31.00	渡船
G2000TD	Griffon Hovercraft Ltd	英	1989	3	铝	35.80	15.20	31.00	渡船
TURK IV MK2	KTMI	南韩	1989	2	铝	51.70	25.80	40.00	渡船
PH 11	Hovertrans BV	荷兰	1990	2	玻璃钢	37.20	19.30	40.00	救火船
MV PP 10	Mitsui	日	1990	2	铝	78.10	37.20	50.00	渡船

4. 侧壁式气垫船

侧壁式气垫船仅艏艉有柔性气封,两侧系刚性侧壁,插入水中不泄流空气,因此垫升功率较节省。侧壁式气垫船还可采用常规水螺旋桨或喷水推进技术,具备向大型化发展的基础。

英国开发民用侧壁式气垫船约 80 艘。美国着眼于军事应用。70 年代美国海军提出“80 节海军”化费了大量人力、物力。最后因技术难度大,战术使命不明确、投资风险大而不得不收缩下马。经过这一段波折和反思,80 年代美国海军着重开发双体气垫船,提出较现实的“50 节海军”,在 85~86 年利用 SES200 双体气垫巡逻艇为北大西洋公约成员国作 10 个月的汇报表演,西欧诸国也相继兴起了发展双体气垫船的热潮。由于双体气垫技术的发展,如采用大长宽比,低压长比,优化阻力性能,削去了阻力峰,改善了耐波性。高宽侧壁的应用可以在双体片体内安放主机,简化了推进轴系。此外喷水推进技术的广泛应用,柔性围裙系统的不断改进及航行自控系统的设置,使双体气垫船的性能不断提高,并进一步往大型化方向发展。

典型的双体气垫船 Cirr120P(图 5),UT 904 及 SES 4000 等产品的主要参数见表 10 所示。

表 5 为世界上已建造的侧壁式气垫船统计表。

5. 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两个细长片体以降低兴波阻力,傅氏数大于 0.7。高速双体船由于结构简单、阻力峰不明显、载客量大、抗风及稳性较佳,得到了蓬勃的发展。表 1 所列的近 6 年的高速双体船的订货数均约占高性能船的一半左右。

高速双体船的主要缺点是耐波性较差,阻力偏高。现各国致力于采用大功率喷水推进系统,改进线型,增设水翼或艏部端板自控

系统等,藉以提高其海上航行能力。目前高速双体船航速已达 35~40 节。

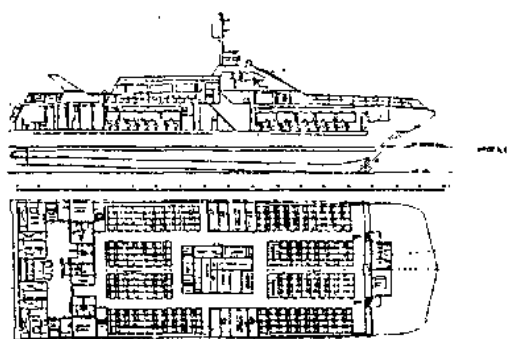


图 5 Cirr 120P 双体气垫船

典型的高速双体船 Sunshine(图 6)和 40 mcat 的主要参数见表 10 所示。

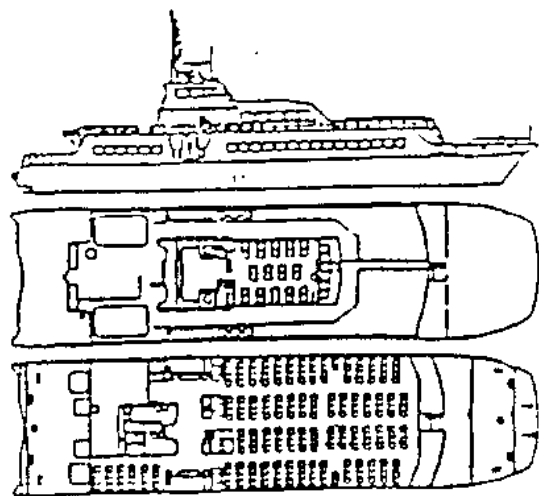


图 6 Sunshine 高速双体船简图

近年来日本,美国也在发展超细长体双体船。日本 IHI 公司除理论研究,水池试验外还在 1991 年建造一艘 30 m 超细长体双体船(SSTH-30)。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耐波性的优点,现已准备发展 SSTH50, SSTH90 等大型艇。

表 6 所示为各国拥有的高速双体船。

表 5 世界上已建的侧壁式气垫船

船 名	建造厂	国家	下水 日期	建造 数	船体 材料	总长 (×0.3045m)	总宽 (×0.3045m)	最大航 速(kn)	用 途
D1	Demy	英	1961	1	木	66	12	17.6	试验艇
D2	Demy	英	1962	4	玻璃钢	81.5	19	27to34	渡船
XR-1	NAEF	美	1963	1	木,铝	49	13.5	40	试验艇
ZARYA(OPYTNYE-1)	Moscow Ship	俄	1963		铝	72.3	12.9	20	试验艇
XR-1B	USN	美	1965	1	木,铝	49	19	35	试验艇
XR-3	USN	美	1967	1	铝	24	12	25	试验艇
HM-216	Hovermarine	英	1968	30+	玻璃钢	51	20	35	渡船
GORKOVCHANIN	KSSG	俄	1969	1	铝	73	13.2	19	渡船
100B	Bell	美	1972	1	铝	77.7	35	94	试验艇
100A	Aerojet	美	1972	1	铝	81.9	41.9	76	试验艇
ZARNTISA	Sormovo	俄	1972	100+	铝	73	13.3	33	渡船
XR-5	USN	美	1973	1	铝	46.75	8.25	25	试验艇
XR-1D	Robr	美	1974	1	木,玻璃钢	50	19	43	试验艇
ORION-01	Soanovska	俄	1974		铝	84.6	21.3	32	渡船
RASSVET	Soanovska	俄	1974	30	铝	87	23.3	36	渡船
HM-218	Hovermarine	英	1976	50+	玻璃钢		20	35	渡船
BH-110	Bell Halter	美	1978	6	铝	110	39	30	交通艇
HM-2 MK4	Hovermarine	英	1978	5	玻璃钢	60	20	35	交通艇
TURT-1	KTMI	南韩	1978	1	Unknown	27	Unknown	Unknown	试验船
RODOLF	Bell	美	1979	1	铝	48	24	33	测量艇
PLAMYA	CDB	俄	1980	1	铝	85.6	21.3	27	救火船
HM221	Hovermarine	英	1981	6	玻璃钢	70	20	30	救火船
WR-901	Chaochu	中	1981	4	玻璃钢	63.3	13	21	渡船
MOLENES	French Navy	法	1981	1	木,铝	39.7	11.3	18	试验艇
HM-527	Hovermarine	英	1982	5	玻璃钢	89.3	33.5	40	渡船
SES-200	Bell, Halter	美	1982	1	铝	160	39	32	试验艇
TYPE 7203	DAGU	中	1982	1		73	22.6	30	渡船
KTMI-8M	KTMI	南韩	1982	1	铝	39.4	15.1	30	渡船
LUCH	Astrakhan	俄	1983	2	铝	75	12.6	24	渡船
HALTER YACHT	Halter	美	1984	1	铝	70	20	36+	游艇
MARIC-717-2and-3	DPS	中	1984		铝,玻璃钢	70	16.2	24	渡船
MARIC-719	WS	中	1984	1	钢,玻璃钢	116	25	30	渡船
CIRR-105P	Brderde AA	挪威	1984	1	玻璃钢	106	36	46	渡船
KTMI-18M	KTMI	南韩	1985	5	铝	59.4	30	40	渡船
KTMI 26M	KTMI	南韩	1986	3	铝	84	33.5	35	渡船
CIRR-115P	Brderde AA	挪威	1986	1	玻璃钢	106	36	47	渡船
CIRR-120P	Brderde AA	挪威	1987	11	玻璃钢	116	37.7	50	渡船
JETRIDER	KKrV	瑞典	1987	2	玻璃钢	110	34	48	渡船
DERGACH	KBS	俄	1987	1		211.6	55.8	Unknown	巡逻艇
BES 16	Bazan	西班牙	1988	1	铝	55	17.7	35	试验艇
MARIC-719-2	Hu	中	1988	1	钢	131	27	28	渡船
HARPOON	Brderde AA	挪威	1988	1	玻璃钢	59	23.6	52	试验艇
KTMI-17M	KTMI	南韩	1988	1	铝	57	16.5	30	渡船
AIR-RIDE 109	Avondale	美	1989	1	铝	109	34	30	渡船
WESTAMARLN4000	Westamarin	挪威	1989	2	铝	131	41	52	渡船
CORSAIR	Blohm & Voss	德	1989	1	玻璃钢	118	42.7	52	巡逻艇
AGNES 200	CMN	法	1990	1	铝	167.3	42.6	44	ASW
SEASWIFT23	Royal Schelde	荷兰	1990	1	玻璃钢	80	26	37	渡船
SES-200A	Bell	美	1990	1	铝	160	42.6	43	试验艇
MTG-MOSES	Lurasce	德	1990	1	玻璃钢,木	33	8.5	25+	试验艇
TESTRIGG(SMYGE)	KKrV	瑞典	1991	1	玻璃钢	100	37.4	50	试验艇
UT 904 ACC	Ulslem	挪威	1991	4	玻璃钢	128	39.4	45+	渡船

表 6 各国拥有的高速双体船

国家(地区)	数 量	国家(地区)	数 量
意大利	7	法国	7
香港	34	西班牙	4
日本	18	乌克兰	2
挪威	44	马来西亚	2
希腊	1	中国	30
美国	17	泰国	2
澳大利亚	14	加拿大	3
英国	2	印度	2
南朝鲜	2	印尼	1
丹麦	8	新西兰	2
新加坡	5	土耳其	10
俄罗斯	4	其他	12
		总计	234

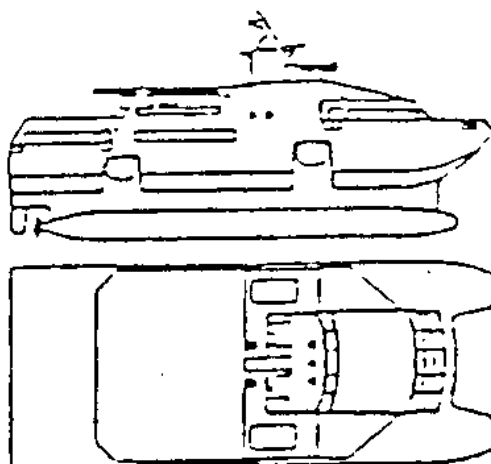


图 7 “海鸥 2”号小水线面船

表 7 已建造的高速小水线面船

船 名	建 造 厂	排水量 (t)	总 长 (m)	总 宽 (m)	吃水 (m)	船体 材料	主 机	功率 (kW)	服 务 航速(kn)
F. G. CREED	Swath Ocean	76	20.0	10.7	2.4	Alum	Diesls	1529	25.0
HOUSTON PILOT BOAT	Swath Ocean	79	20.0	11.3	2.4	Alum	Diesels	1447	23.0
? (ex-CHUBASCO)	Swath Ocean	80	21.9	9.4	2.1	Alum	Diesels	1119	20.0
CHUBASCO	Swath Ocean	165	27.6	13.7	2.7	Alum	Diesels	3311	25.0
PATRIA	FBM Marine	180	36.5	13.0	2.7	Alum	Diesls	4080	28.0
KOTOZAKI	Mitsui Engineering	~230	27.0	12.5	3.2	Stl & Al	Diesel	2835	20.0
OHTORI	Mitsubishi industries	235	27.0	12.5	3.4	Steel	Diesel	2835	20.0
SEAGULL	Mitsui Engineering	~335	35.9	17.1	3.2	Alum	Diesel	6045	23.6
SEAGULL 2	Mitsui Engineering	~350	39.3	15.6	3.2	Alum	Diesel	10720	27.5

6. 小水线面船

小水线面船有两个细长潜水体,水线面很小,因此船对波浪的响应也极小,具有平台特性。就船型而言,其耐波性能是极为良好的。开始研究小水线面船集中研究大型,低中速小水面船,随着小水线面船技术的发展,目前各国也致力于开发高速小水线面船,在阻力性能,支架型式,线型优化,运动控制等方面已有了很大突破,1989年日本新一代的“海鸥 2”号(图 7)投入营运。载客 410 名、航速已突破 30 节。设有鳍控系统。在 5 级浪中旅客晕船率为 2.8%,在 6 级浪(4~6m)中旅客晕船率也仅为 6.5%,在波浪中失速也很小。

小水线面船因缺乏自稳性需设有自控系统,英国 FBM 公司为减少湿表面积提高快速性能,采用中水线面概念,这样可取消复杂

的自控系统。建造了 FDC 400 艇,载客 400 人,既可保持优良的耐波性,又可达到 31.7 节的高航速。

FDC 400 艇和“海鸥 2”号小水线面船主要参数见表 10 所示。目前已建造的高速小水线面船见表 7 所示。

7. 穿浪艇

1983 年澳大利亚学者将小水线面船和深 V 型船的耐波性、双体船的结构型式及水翼船的弧形支柱等揉合在一起,扬长避短,提出了穿浪双体船的新概念。这是为发展高速、高海况、中、大型船舶而提出的新船型。该船型具有细长瘦削的片体,片体采用深 V 线型,两片体间距放大以减少片体间的干扰。艏部线型特别尖削,能穿浪而行,大大减少了俯迎运动,使其耐波性有了很大的提高。该型船的静水高速性能明显优于小水线面船,而其

耐波性却与小水线面船接近。1989 年 37m 穿浪艇在澳洲示范运行,以 29 节航速在 25~30 节风速和 3~5m 浪高的海面上平稳运行,给人们留下了深刻的印象。74m 穿浪艇曾横跨大西洋,遭遇到 5m 大浪,仍能以高速运行。平均航速为 36.8 节。现该船已用于横渡英吉利海峡的航线上。

74 m 穿浪艇(图 8)的主要参数见表 10 所示。

世界各国拥有的穿浪艇见表 8 所示。

8. 翼船

机翼贴近地面或水面航行时升力将明显增加,阻力将有所下降,因而升阻比增大。

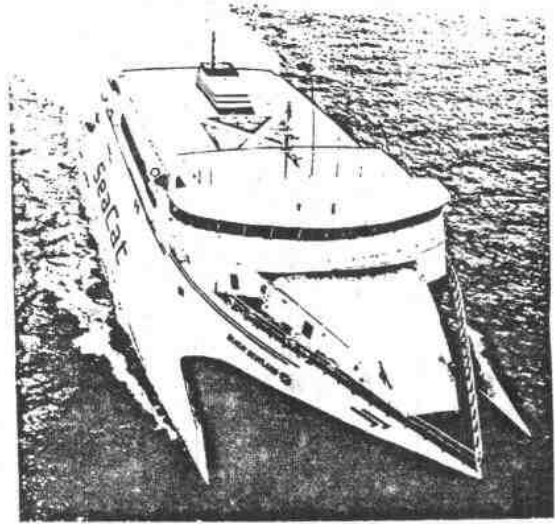


图 8 74m 穿浪艇

表 8 世界各国拥有的穿浪艇

船 名	建造年份	国 名	旅客数 小车数	功率 (kW)	航速 (kn)
Little Devil	1983	澳大利亚			
Spirit of Victoria	1985	澳大利亚			
2001	1987	澳大利亚	200	2×735	30
2000	1988	澳大利亚			
Quick Silver V	1988	澳大利亚	250-300	2×1230	31~41
Seafight	1988	新西兰			
Quick Silver VI	1989	澳大利亚			
Nancuckett Spray	1989	美 国			
Prince of venice	1989	南斯拉夫			
Quick Silver VII	1989	澳大利亚			
	1989	巴哈马群岛			
Hoverspeed					
Britain	1990	英 国			
Seacon I	1990	日 本			
Hoverspeed France	1990	英 国			
	1990	英 国	450	1235×4	35
	1990	澳大利亚			
4 艘	1990	英 国			
2 艘	1990	英 国	300/25	3508×4	40
2 艘	1992	英 国			

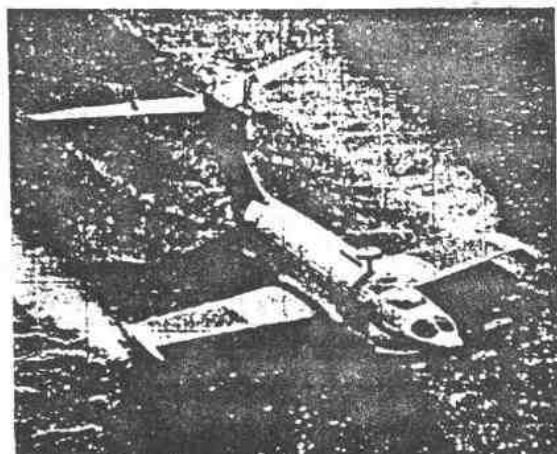


图 9 150 人俄罗斯翼船

这是一种早为人知的地面增升现象。翼船选用特定的气动布局,以保证在地面效应区内具有自稳性。高速时利用气动升力和地面效应,但要加速到一定航速,才能脱离水面,这是翼船的一个分支(冲翼型)。另一个分支就是在低速时利用动力气垫使艇脱离水面,高速时亦利用地面增升效应(气翼型)。气翼型艇还具有两栖性,水陆通行。

尽管美、日、德对翼船进行过不少研究,尽管开展翼船的思路源于西方,但真正抓紧翼船研究工作的却在原苏联,原苏联是世界上唯一具有大型翼船的国家。

早在 79 年初,原苏联就在里海进行大型地效飞行器试验。美国从间谍卫星照片分析得出有 100 米长的不明飞行物能以 400 节航速掠海飞行。西方称之为“里海怪物”。原苏联将翼船作军用重点项目研究,并高度保密。现俄罗斯搞军转民,最近俄罗斯公开了载人 150 名或 28t 货的新型翼船(图 9)。首部有 2 台喷气发动机,起飞时在翼下形成动力气垫,推进用燃气轮机带动的对转空气螺旋桨,航速达 170 节。航行时可离水面 2 米左右。如遇障碍时,还可以爬高 600 m。续航力为 1000 海里,能比同样功率的 MD11 可多载货约 50%。

现俄罗斯水翼艇设计局研制的载客 8 人

“伏尔加-2”翼船,已通过试验,批量生产,具有两栖功能,并可以出口。现正在研制内河用 90 客“火箭 2”号翼船。俄罗斯学者认为水上交通工具的高速潜力还未用尽,在使用水翼艇和气垫船经验的基础上研制大型翼船的时机已经到来。独联体研制的翼船参数见表 9 所示。

9. 杂交船型

各类高性能船都有各自的优点和缺点。如小水线面船耐波性好但航速低。全垫升气垫船有独特的两栖性但设备较复杂。如全浸水翼艇耐波性好但价格昂贵。因此要求有舒适、高速、经济、大型化的船型可以用生物学中杂交原理用于高速艇的开发。这方面已经取得突破性进展。如侧壁式气垫船和双体船杂交成为双体气垫船,小水线面船和双体船杂交成为穿浪双体船就是极为成功的例子。船型如何扬长避短,如何优化组合向高速、大型、高效化发展已成为高性能船的发展中的热点。近年来,已涌现出不少的很有前途的杂交船型。

(1) 双体水翼艇

挪威、瑞典、日本,利用双体船和水翼船结合杂交形成双体水翼船。瑞典发展 Foilcat 2900 双体水翼艇(图 10)。双体船部各设前翼一只,尾部设全宽全浸水翼,水翼设有简易自控系统。低速时船重由双体支承,高速时由水翼水动力升力支承。双体水翼艇具有双体船优良的稳性和起飞性能,也具有水翼艇的高速水动力性能。Foilcat 2900 艇的主要参数见表 10 所示。

(2) 小水线面水翼船

日本致力于开发研究装载量 1000 t,航速为 50 节,续航力为 500 海里的超技术高速邮轮。日本七大公司经多年研究,最后筛选出来两个船型。第二个方案就是小水线面水翼船(TSL-F)见图 11。利用单个小水线面的船的浮力和水翼升力支承船重,因水线面很小,故耐波性甚佳。而单体小水线面船湿表面积摩擦阻力较小。单个潜水体的兴波阻力更小,具有很好的高速潜力。

表9 独联体已建和在建的翼船

船名	艇重 (t)	载客 (人)	载货 (t)	船长 (m)	船宽 (m)	主机	功率 (kW)	航速 (kn)	航程 (n mile)	首艇出 年份
ekranoplan	500	800—900	—	120	38			434		1979
伏尔加-2	2.5	8	—	11.4	7.5	转子式 汽油机	2×103	64	500	1990
A 90	125	150	(或 28t)	57.98	31.39	2台喷气机 1台推进机	(103kN) 1×10 879	170	1000	1991
“火箭2”号	31	90	—	33.5	19.5	燃气轮机	3×1840	90	800	建造中
H-90	132	210	(或 25t)	40	61	燃气轮机	2×8 832	200	4 000	研制中

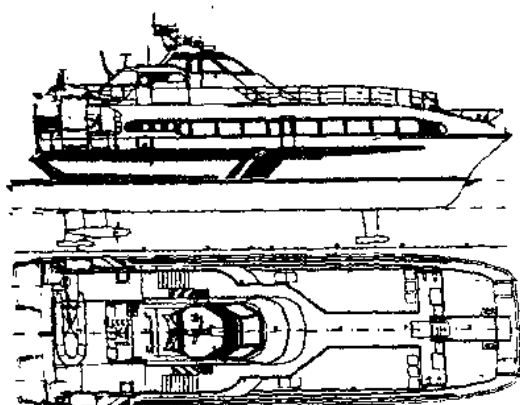


图10 Foilcat 2900

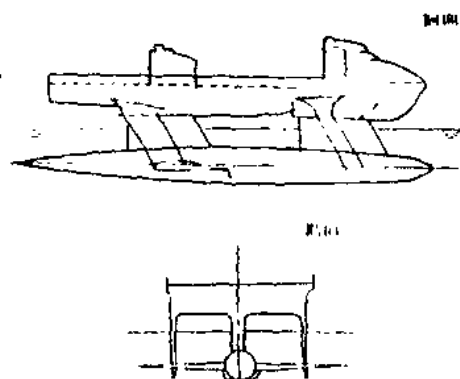


图11 大型小水线面水翼船(TSL-F)

(3)双气垫双体船

这是美国近期研制的船型,系侧壁式气垫船和双体船杂交而成的新船型。将两个侧壁式气垫分别嵌在双体之中。这样的船型在高速时的阻力可比双体船降低一半左右。其阻力峰值可比侧壁式气垫船低三分之一,同时无需围裙。目前已建造有23m实艇,还准备向40m,100m大型双气垫双体船发展。

(4)大型水翼双体船

在双体船底部设有多道横向水翼。低速时船重由双体支承;高速时90%重量由水翼动升力支承,10%的重量由双体支承。具有自稳结构和高效水翼的水翼双体船有可能向大型化方面发展。日本、美国在这面已进行大量的研究工作。

四、高性能船的比较

高速艇的各种船型在航速、兴波、吃水、耐波性、经济性各方面均各具特色,各有千秋。因此要想用一种船型来代替一切的想法是不现实的,重要的是如何利用各种高性能船的“特异功能”,扬长避短使各种高性能船能在各种特定场合下得到充分的发挥。

表11所示为各类高性能船性能的综合评价。由表11可见,各类高性能船都是各有所长,各有所短。

高性能船最重要的指标是舒适性、快速性和经济性。现将各种高性能船的典型艇的舒适性、快速性和经济性定量比较如表12所示。