

# 双体船及其衍生船型

赵智萍, 周江华, 倪海鸥, 包雄关

(宁波大学海运学院, 浙江 宁波 315211)

**摘 要:** 阐述了双体船的优缺点及近年来在改进和发展过程中所衍生出的几种新船型。

**关键词:** 双体船; 优缺点; 衍生; 船型

中图分类号: U661.32 3

文献标识码: B

文章编号: 1002-4972(2002)11-0017-02

## Catamaran and Its Derivative Ship Types

ZHAO Zhi-ping, ZHOU Jiang-hua, NI Hai-ou, BAO Xiong-guan

(Maritime Faculty, Ningbo University, Ningbo 315211, China)

**Abstract:** The advantages and drawbacks of catamaran, and some new derivative ship types in the course of improvement and development are introduced.

**Key words:** catamaran; advantage and drawback; derivation; ship type

随着时代的发展和生活质量的提高, 人们在选 择载运工具方面, 越来越追求高速、经济、舒适。然而, 存在了数千年的单体船明显不能满足要求。经造船工程师们的不懈努力, 近半世纪以来, 一批高性能船舶相继问世。50 年代水翼船开始出现, 60 年代气垫船投入使用, 70 年代双体船在高性能船舶领域居主导地位。据不完全统计, 目前全世界已有 40 多个国家和地区的 200 多家公司经营水上高速客运业务。双体船作为高性能船舶的重要成员之一, 其发展尤其令人瞩目。

### 1 常规双体船

常规双体船由 2 条细长的单船体(每单船体又称为片体)组成, 中间采用连结桥连结。与单船体船相比, 它有很多优点:

(1) 经济实用性: 甲板宽敞、平坦, 非常有利于布置较舒适的工作舱室和生活舱室。用作客船, 与同类单船体客船相比, 其载客能力可增加 1 倍以上, 显然其经济效益较好;

(2) 稳性: 作为整体的船, 其宽度吃水比大, 因此有利

于船的横稳性, 且横摇角也小, 这样就增加了船舶航行的安全性;

(3) 安全性: 每个片体都各自装有独立的机舱和推进系统, 即双机双桨。一旦 1 个机舱出了事故或 1 台主机发生故障, 可以通过控制另 1 台主机系统和舵使船安全返航;

(4) 操纵性: 直线航行时, 左右两只螺旋桨可同时运转发出推力, 起到推进船舶的作用。双体船左右 2 个片体的船型瘦长, 有利于船舶的航向稳定。回转时, 两个螺旋桨与舵分别位于两个片体的尾部, 并且横向间距较大, 故在一定的操舵角和正车、倒车的情况下可提供大的回转力矩与回转角速度, 使船的航向稳定性与回转性都特别好;

(5) 快速性: 由于水下的 2 片体瘦长, 如果其间距选择恰当, 还可以减少船舶航行时的阻力, 达到提高航速的目的(一般双体船与高速双体船同义);

(6) 便利性: 双体船的建造、驾驶、维护都比较容易, 在技术上没有什么特殊难度, 技术经济综合指标较好。

由于上述诸多优点, 双体船越来越受到人们的青睐,

收稿日期: 2002-04-01

作者简介: 赵智萍(1956-), 女, 辽宁本溪人, 副教授, 从事航海专业教学工作。

不仅客船采用, 汽车渡船、工程船、渔船、海洋调查船和钻探船等也纷纷采用。近 30 年来, 双体船作为高性能船型之一在世界各地迅速兴起。据不完全统计, 在各种高性能船舶的市场上, 双体船的占有率达 43% 以上<sup>[1]</sup>, 雄居高性能船舶之榜首。

## 2 双体船的衍生船型

尽管双体船具有上述优点, 但也有不尽人意之处, 主要有:

(1)“醉汉效应”: 即由于双体船总长未加长而总宽加大了, 使得整体船的长宽比变小, 导致船的纵摇与横摇周期比较小。当船受到横浪作用时, 将会产生横摇和纵摇的复合摇摆运动, 而且复原速度快, 引起较大的横摇线加速度, 使旅客有不舒适的感觉;

(2) 兴波阻力较大: 由于船的总宽度较大, 船首部的迎流宽度加宽, 船尾的双桨产生的尾浪, 加之高速, 因而兴波阻力大。

针对上述缺点, 人们进行了不断的改进和探索, 30 多年来相继衍生出了多种保留双体船优点、克服其缺点的新船型, 或将其它船舶的优良技术嫁接到双体船上的一些优良船型;

### 2.1 小水线面双体船

小水线面双体船主要由水下船体、水上船体和支柱 3 部分组成。下体是 2 个完全浸没在水中的彼此平行的鱼雷状回转体, 它是产生浮力的主要部分; 水上船体是包括上层建筑连接桥在内的所有结构。支柱穿过水面, 在上体与下体之间起连接作用, 支柱的横剖面较小。小水线面双体船的主要优点就是兴波阻力小和耐波性好。根据有关报道, 小水线面双体船, 其摇摆加速度仅为单体船的  $1/3$ , 横摇角也仅为单体船的  $1/3$ , 纵摇角则约为单体船的  $1/2.5$ <sup>[2]</sup>。

### 2.2 槽道水翼滑翔艇(双体水翼船)

槽道水翼滑翔艇实际上是双体船和水翼艇组合而成的 1 种船型。它的基本原理是将滑翔艇体沿纵向对称剖面切开, 2 个对称的半艇体形成了双体, 将水翼安置在 2 个互为对称的半艇体之间, 两半艇体之间的空间部形成了“槽道”。在槽道中安装水翼。水翼通常设 2 个, 称主翼和辅翼, 主翼位于艇的纵向重心附近稍前, 而辅翼则处于艇尾。水翼除高速时产生升力外, 位置设计合理还能保持其纵稳性。模型艇的试验表明这种所谓飞机型水翼系统在航速变化时能提供自稳性。另外水翼在波浪上的阻力主要是能够减小艇的垂向运动, 双体则提供横稳性。高速双体滑翔艇艇体的阻升比为  $0.25 \sim 0.3$ <sup>[3]</sup>, 而贴近水

面的水翼的阻升纵比仅为  $0.03 \sim 0.05$ <sup>[3]</sup>。在低速航行时, 艇重主要由双体承担, 而在高速时大部分由水翼承担。当然此类船型必须合理设计水翼。

### 2.3 穿浪双体船

穿浪双体船是十几年前才发展起来的一种具有优良综合技术经济指标的高速船。它复合了双体船和小水线面设计的概念, 浮体采用前后变化深 V 形的线型, 浮体首部尖艏能在高速时穿浪航行, 上层主船体也是尖艏的, 下部为 V 型线型, 当浪级较大时允许触及船体。这种复合型设计使得船在航行时船的升沉和纵摇较小, 兼备了高速和良好的耐波性。1998 年 1 艘 37m 长的穿浪型双体船在做环澳航行试验时, 曾遇到  $25 \sim 30\text{kn}$  的大风,  $3.0 \sim 3.5\text{m}$  的大浪, 仍能保持  $24\text{kn}$  的航速。同年 6 月又 1 艘穿浪型双体船“威尼斯王子”号由澳启航, 横跨太平洋和印度洋, 途中经受了  $3.7 \sim 6.1\text{m}$  狂涛巨浪的考验, 7 月中旬平安抵达南斯拉夫。从此, 穿浪型高速双体船威名大振。此外穿浪型双体船的经济性也优于小水线面双体船, 因而受到各国船舶研制部门的重视, 目前已向大型化发展。

### 2.4 侧壁气垫船(双体气垫船)

常规的气垫船是指能水上水中两栖的全垫升式气垫船。为保证船底部的压力气垫的存在, 在船底周围设有围裙。全垫升式的气垫围裙遍及船底整个周长。而侧壁式气垫船是从全垫升气垫船演化而来的。它的两侧不再使用柔性围裙, 而是用插入水中的两刚性片体(形成双体, 即侧壁)来封气。这样在水中的 2 个片体可以像常规双体船那样, 安装双机、双桨、双舵, 它的操作也就与常规的双体船一样了。气垫状态航行时船舶脱离水面, 由于水阻力变为空气阻力, 空气的密度要比水的密度小 800 多倍, 因此, 双体船兴波阻力大的问题得到了解决, 它的“醉汉效应”也得以克服。另一方面, 对气垫船而言, 围裙是气垫赖以生存的又非常薄弱的环节, 它极易损坏。一旦损坏, 船则瘫痪。而侧壁式气垫船一旦围裙损坏、失去气垫时它就成了 1 艘双体船。尽管其双体(侧壁)的线型并不是最佳的(因为兼顾双体和侧壁的双重身份), 但仍是 1 条双体船, 弥补了全垫升气垫船的缺憾。

## 3 结语

各种船型都有各自的优缺点。表 1 是以上几种船型的技术经济性能的比较<sup>[1]</sup>。

可见, 在各种船型中, 双体船相对来说优点较多而且最为常用。相信不久的将来, 高性能船舶的特色将是复合型的。即以双体船船型为基础, 结合其它各种高性能

(下转第 22 页)

表 2 墩柱前、后 NNE 方向 50 年一遇波浪波高比较

计算潮位(m)	波要素	煤码头外侧布置点					煤码头内侧布置点				
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
5 85	Hs(m)	5.90	4.71	6.17	5.98	5.68	0.530	0.690	0.832	0.072	30
4 73	Hs(m)	5.75	4.71	6.09	6.03	5.63	0.530	0.680	0.822	0.082	32
0 59	Hs(m)	5.24	4.04	5.35	5.26	4.88	0.460	0.600	0.741	0.821	85
- 0 55	Hs(m)	4.95	3.97	4.98	4.85	4.79	0.430	0.550	0.681	0.681	69
平均潮位 2 73	Hs(m)	5.5	4.49	5.72	5.57	5.4	0.490	0.630	0.781	0.932	15
	波长(m)	100	100	101	102	102	99	100	102	103	102

表 3 墩柱前、后 E 方向 50 年一遇波浪波高比较

计算潮位(m)	波要素	煤码头外侧布置点					煤码头内侧布置点				
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
5 85	Hs(m)	6.14	4.85	5.83	7.57	6.46	0.470	0.470	0.602	0.732	65
4 73	Hs(m)	5.98	4.85	4.75	7.63	6.41	0.470	0.460	0.592	0.752	67
0 59	Hs(m)	5.45	4.16	5.05	6.66	5.55	0.420	0.410	0.532	0.412	13
- 0 55	Hs(m)	5.15	4.08	4.70	6.13	5.45	0.380	0.380	0.492	0.231	94
平均潮位 2 73	Hs(m)	5.72	4.62	5.40	7.05	6.14	0.440	0.430	0.562	0.552	47
	波长(m)	103	103	104	105	105	102	103	105	106	105

表 4 墩柱前、后 ES 方向 50 年一遇波浪波高比较

计算潮位(m)	波要素	煤码头外侧布置点					煤码头内侧布置点				
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
5 85	Hs(m)	5.50	5.25	4.80	5.14	4.59	0.190	0.170	0.370	0.210	28
4 73	Hs(m)	5.36	5.25	4.74	5.18	4.55	0.190	0.170	0.370	0.220	28
0 59	Hs(m)	4.89	4.50	4.16	4.53	3.94	0.170	0.150	0.330	0.190	22
- 0 55	Hs(m)	4.62	4.42	3.88	4.17	3.87	0.160	0.140	0.310	0.170	20
平均潮位 2 73	Hs(m)	5.13	5.00	4.45	4.79	4.36	0.180	0.160	0.350	0.200	26
	波长(m)	85	85	86	87	87	84	85	87	89	88

表 5 墩柱前、后 NE 方向 50 年一遇波浪波高比较

计算潮位(m)	波要素	煤码头外侧布置点					煤码头内侧布置点				
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
5.85	Hs(m)	4.38	6.08	6.57	5.65	5.64	0.470	0.831	0.932	0.571	70
4.73	Hs(m)	4.26	6.08	6.48	5.69	5.59	0.470	0.821	0.882	0.591	72
0.59	Hs(m)	3.89	5.21	5.70	4.97	4.85	0.420	0.721	0.702	0.271	37
- 0.55	Hs(m)	3.67	5.11	5.30	4.58	4.75	0.380	0.661	0.572	0.101	25
平均潮位 2 73	Hs(m)	4.08	5.79	6.09	5.26	5.36	0.440	0.761	0.802	0.401	59
	波长(m)	100	100	101	102	102	99	100	102	103	102

3 结论

(1) 数学模型可以精确计算波浪的变形和分布, 证明该数学模型可以应用于工程实际。

(2) 保持适当间距的墩柱群可以有效的削减波浪强度, 起到良好的防护作用, 可尝试作为防波堤的 1 种新型式。若能成功, 可望替代造价高、结构复杂的重力式防波堤。

当然, 以上结论尚需更多的工程实例的验证。

参考文献:

[1] Mdsen, P. A. and O. R. Sorensen(1992): A new form of the Boussinesq equations with improved linear dispersion characteristics. Part2. A slowly varying bathymetry. Proc. 18th Coastal Eng. Conf, ASCE, pp. 183- 204.

[2] JTJ 250- 98,《海港总平面设计规范》[S].

[3] JTJ211- 99,《港口工程地基规范》[S].

(上接第 18 页)

表 1 几种船型的技术经济性能比较

序号	项目	穿浪双体船	常规双体船	小水线面双体船	水翼双体船	双体气垫船	单体船
1	静水航速	2	2	4	3	1	4
2	5 级海况航速	2	4	1	2	5	3
	横浪	3	3	2	1	4	4
	随浪	2	2	1	4	4	3
3	失速性	迎浪 2	4	1	2	5	3
	横浪	3	3	2	1	4	4
	随浪	2	2	1	4	4	3
4	舒适性	迎浪 2	4	1	2	5	3
	横浪	2	2	1	4	4	5
	随浪	2	2	1	4	3	3
5	内部噪音	1	1	3	3	5	2
6	维护	2	2	2	4	5	1
7	操作	2	2	2	5	4	1
8	商业效率	1	1	4	3	5	2
9	运输效率	2	2	3	4	5	1
10	合计	30	36	29	46	63	42
11	加权后合计	48	54	65	73	72	78

注: 表中的数字 1~ 5 作为优势指标, 数字越小, 表示该项性能优势越大。

船型的特殊技术, 从而衍生出各种新型双体船船型。如目前已有的小水线面双体船、双体水翼船、双体穿浪船、双体气垫船、气垫水翼双体船等等。那么, 更加新型的复合型高速双体船型的研究将是船舶科技人员的热门课题。

参考文献:

[1] 吴兆南. 高速双体船和穿浪型高速双体船的研究与开发[A]. 广东造船学会. 中外高速船资料汇编[ C] . 1996. 182- 188.

[2] 吴伦楷. 试论双体船技术及其应用发展[A]. 广东造船学会. 中外高速船资料汇编[ C]. 1996. 469- 471.

[3] 彭宏良, 郑楠. 高性能艇综述[A]. 广东造船学会. 中外高速船资料汇编[ A] . 1996. 197202.

[4] 金长奎. 船舶概论[M]. 上海海运学院, 1996 14- 19.