

高速双体船船型及降阻措施

上海交通大学 邵世明 王云才 周凤斌

本文根据三条不同船型高速双体船模型的试验结果,讨论了船型及片体间距对阻力的影响。同时,为了降阻目的,还进行了安装尾压浪板、消波水翼以及首压浪条等模型试验。试验结果表明:这些措施只要恰当地应用,将是有收效的。

关键词 双体船 降阻措施 船型

1 引言

由于海上航运事业对大型化、高速化的迫切需求,近年来高速双体船受到各方面的重视,而且已被世界各国广泛应用。该船型独特的优点是甲板面积大,稳性好,设计和使用部门对这种船的阻力性能极为关注。本文侧重于讨论船型对高速双体船的阻力影响问题,包括某些减阻措施的试验,供设计和使用部门参考。

2 试验模型

为研究船型对阻力的影响,对具有不同线

型的 3 条高速双体船模型进行了静水阻力试验:

(1) 9064-R 船模是典型的圆舳型船型,如图 1(a)所示:

(2) 9345-M 船模是具有双折角的混合式船型。该船模的主尺度与 9064-R 船模相同,在尾板前 20% 的船长范围内设计成双折角线型,如图 1(b)所示。

(3) 9315-C 船模具有与普通滑行艇相似的折角型船型,如图 1(c)所示。

3 条船模的主尺度及主要参数如表 1 所列。

表 1 船模主尺度及主要参数

编 号	9064-R	9345-M	9315-C
水线长 L_{wl} (m)	1.401	1.401	1.340
吃水 T_m (m)	0.080	0.080	
排水体积 ∇_m (m ³)	0.0186	0.0186	0.0161
片体宽度 b (m)	0.1373	0.1373	0.1588
$L/\nabla^{1/3}$	6.662	6.662	6.662
片体中心距比 k/b	2.33	2.33	2.33
湿表面 S (m ²)	2×0.301	2×0.306	2×0.271
横剖面形状	圆舳型	混合型	折角型
方形系数 C_B	0.6043	0.6043	

3 船型参数对阻力的影响

3.1 片体间距 k/b

图 2 和 3 是 9064-R 船模在相同排水量,三种不同片体间距时的总阻力曲线和剩余阻力系数曲线。可见,在整个速度范围内,当两片体间距减小时,总阻力和剩余阻力系数均随之增大,特别是在 $Fr = 0.48 \sim 0.70$ 的“峰值”区,片

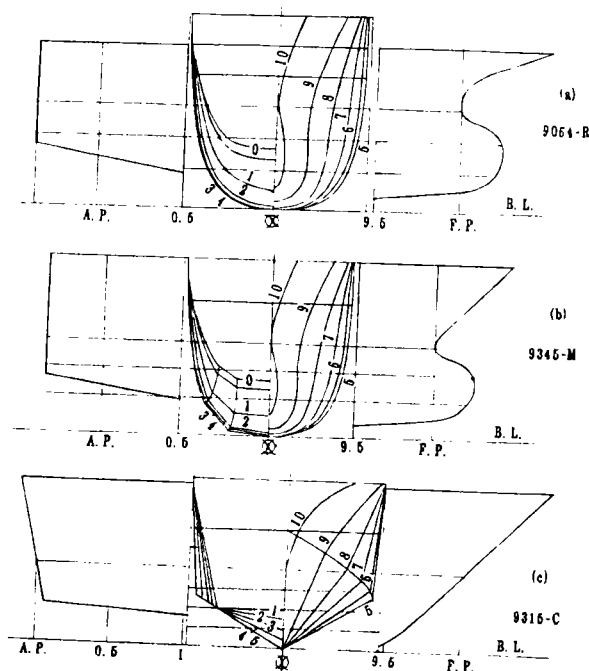


图 1 船模横剖面及首尾图

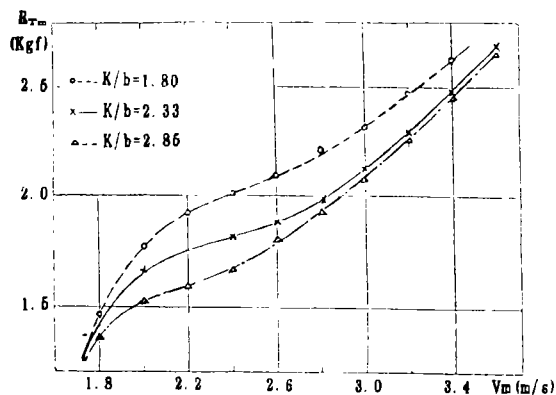


图2 片体间距对总阻力的影响

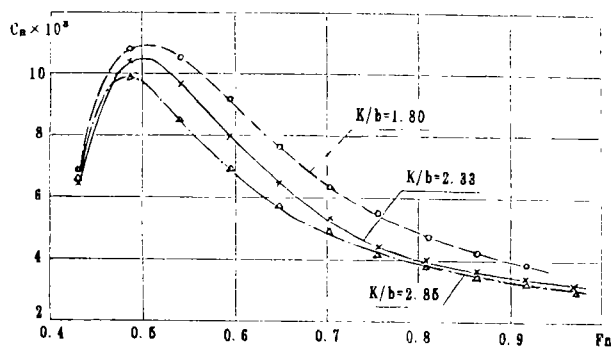
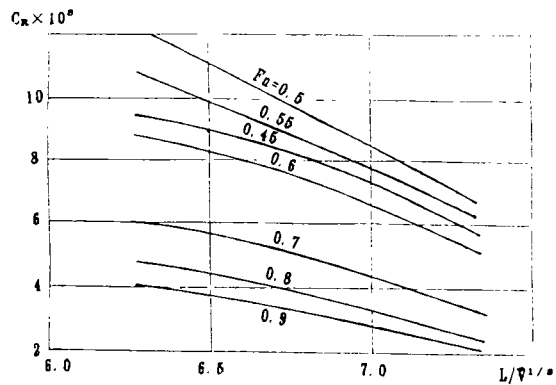


图3 片体间距对剩余阻力的影响

图4 长度排水体积数对 C_R 的影响

片体间距对阻力的影响更大。片体间距比 k/b 如果太小,将使阻力明显增大。例如,在 $Fr=0.7 \sim 0.8$, k/b 由 2.33 减小到 1.80 时,剩余阻力将增大 20% 左右。但由图可知,在实际设计中,

过大的片体间距并不可取,而取 $k/b=2.33$ 是恰当的。因为当 $Fr>0.70$ 时,它与 $k/b=2.85$ 时相比,前者的阻力增加不大。

3.2 长度排水体积系数 $L/V^{1/3}$

由试验结果知,长度排水体积系数是影响高速双体船阻力性能的重要参数。图 4 所示为 9064-R 船的剩余阻力系数随 $L/V^{1/3}$ 的变化曲线。由图可见, $L/V^{1/3}$ 对 C_R 的影响极为显著,随着 $L/V^{1/3}$ 增大, C_R 值将趋减小,并呈线性关系。

3.3 艇体线型

图 5 给出三种不同艇型的船模总阻力曲线,在主尺度及排水量完全相同的情况下,9345-M 船模的阻力较 9064-R 船模的阻力有所减小,特别是在较高速度范围内较为明显。例如, $V_m=3.0\text{ m/s}$ ($Fr=0.809$) 时,前者的阻力

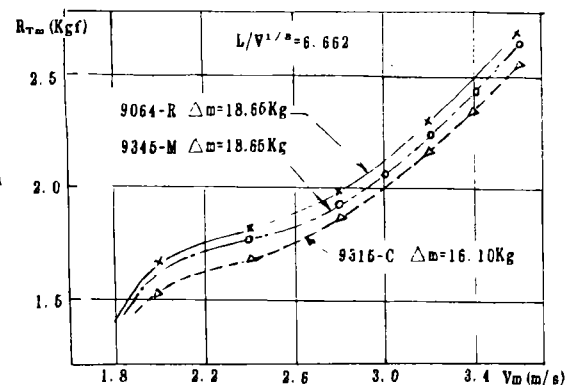


图5 船体线型对总阻力的影响

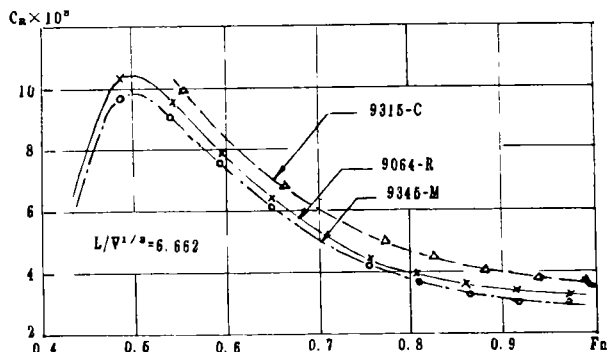


图6 船体线型对剩余阻力的影响

较后者的下降 2.74%。由于前者的湿表面积反较后者略大,因此可以认为:这是由于不同线型引起艇体水动力的影响而使剩余阻力得到改善的结果。由图 6 的剩余阻力系数曲线知,前者较后者的 C_R 值下降 7.5%。

图 6 中同时给出了 9315-C 船模与 9064-R、9345-M 船模在相同 $L/\nabla^{1/3}$ (但排水体积不同) 时的 C_R 曲线。可见在整个试验速度范围内 ($Fr < 1.0$), 9135-C 船模的 C_R 均较其它船模为大。所以,可以认为在 $Fr < 1.0$ 范围内,高速双体船一般不宜取折角船型,但在后体的尾板之前的一定长度内采用双折角线型对改善阻力性能将是有益的。

4 减阻措施的降阻效果

为了探讨高速双体船阻力减小的可能性,在 9064-R 模型上分别进行了各种减阻措施试验。据试验结果,降阻效果有所差别:

(1) 尾压浪的降阻效果

尾压浪板是安装在船尾之下、并延伸到整个尾封板宽度范围内的很短的薄板。由于尾压浪板能起到“虚长度”作用,同时又能改善尾部兴波,所以在高速艇上适当地选用尾压浪板可望达到降阻的目的。在 9064-R 模型上应用压浪板后的试验结果表明:安装压浪板的减阻效果相当明显。如图 7 所示,当压浪板角度 $\gamma = +2^\circ$ 时,船模总阻力可降低 5% 左右;如取 $\gamma = -4^\circ \sim -7^\circ$,则降阻可达 5.3~6.7% (压浪板角

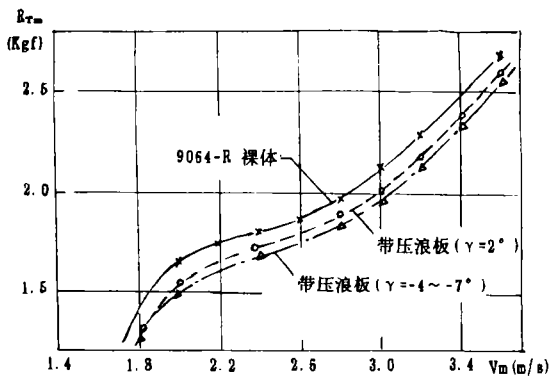


图 7 尾压浪板对总阻力的影响

度是指尾压浪板与基线间的夹角,向上为正,向下为负)。

根据尾压浪板的降阻机理知,在高速艇上应用尾压浪板的目的在于减小剩余阻力。图 8 是应用尾压浪板后的剩余阻力系数曲线。表 2 所列为 C_R 的下降情况,安装尾压浪板后 C_R 值的减小可达 7.1~13.6%。

(2) 首消波水翼的减阻作用

为了改善高速双体船片体间的船首波系,在 9064-R 船模的两片体内侧安装首消波水翼进行试验研究。用于试验的水翼包括全展长和半展长水翼,它们分别被安装在两片体间某一深度的不同纵向位置处。水翼展长等于安装处的片体间距者称为全展长水翼。半展长水翼是指在两片体内侧相同位置的一对完全相同的有限展长的水翼,其翼展长为 $l = 0.45b$,展弦比为 2.36。两种水翼剖面均为机翼型。

表 2 9064-R 模型安装尾压浪板的 C_R 比较 (%)

试验 状态 Fr	9064-R 模型			
	未装压 浪板	尾压浪板 $\gamma = +2^\circ$	尾压浪板 $\gamma = -4^\circ$	尾压浪板 $\gamma = -7^\circ$
0.5395	100	90.3	88.7	87.7
0.5934	100	91.8	-----	-----
0.6474	100	92.9	90.2	89.3
0.7013	100	92.2	-----	-----
0.7553	100	90.9	88.2	87.6
0.8092	100	89.8	-----	86.4
0.8632	100	90.6	88.0	86.8
0.9171	100	91.4	-----	86.9
0.9711	100	92.4	-----	88.7

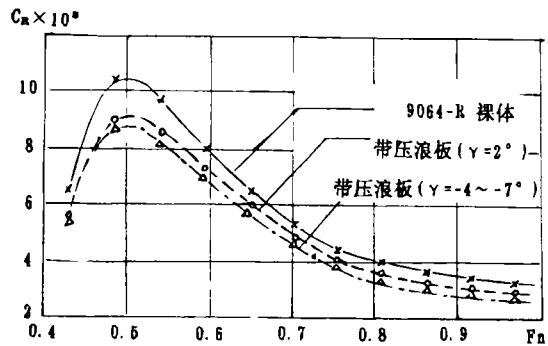


图 8 尾压浪板对剩余阻力的影响

(下转第 35 页)

括加工前焰道布置草图,板加工后变形草图,局部收缩面积图和辊轧线变形后曲线图等。

(5) 帮助模块

帮助模块具有四个功能,即:使用说明,其它帮助,存盘和退出。

使用说明子模块提示用户简单的系统操作说明。其它帮助子模块具有在不退出系统状态下使用 DOS 命令的功能等。存盘子模块具有将硬盘中文件拷贝到软盘的功能。退出模块是系统自身结束运行的唯一出口,退出前,提示用户,以免由于操作错误而退出系统。

3.3 程序设计语言及运行环境

水火弯板数据库系统程序是应用 C 语言和 FORTRAN5.0 版本联合编写的。本系统可以在 386 系列微机上使用。系统设置了多层保护措施,使用安全可靠。此外,还安装密码以防止非本系统用户的侵入。

4 结 论

对于青年工人来说,要尽快掌握水火成形技术是一项比较艰巨的任务,原因是目前水火

(上接第 21 页)考虑到安装尾压浪板已获得较显著的降阻作用,因此消波水翼的减阻研究是在装有尾压浪板的情况下进行的。表 3 给出了安装尾压浪板及消波水翼的船模总阻力值。由表知,同时安装尾压浪板和消波水翼时的总阻力较单独安装尾压浪板的情况相比,前者略有下降,但在高速情况下,如 $Fr = 0.94$ ($V_m = 3.6\text{m/s}$) 时,阻力下降可达 4~5%。

虽然安装消波水翼并未获得更明显的降阻效果,但由试验可见:安装消波水翼后,片体间的兴波干扰大大改善,特别是由于水翼翼背吸力面的影响,以致在水翼后部原来明显的干扰波高几乎不存在了。从实用上,这将有利于减小波浪对双体连结桥的砰击作用。

(3) 首压浪条的影响

首压浪条沿纵向安装在每一片体水线以上前体部分的两侧,其宽度为 0.046,长度为 1/2 L。表 3 中同时给出了 9064-R 模型安装首压浪条的总阻力。由表知,如下三种状态的总阻力几乎是相同的:

① 模型安装尾压浪板和首消波水翼;

② 模型同时安装尾压浪板、消波水翼和首压浪条;

③ 模型安装尾压浪板和首压浪条。

应该指出的是:虽然采用首压浪条几乎未

弯板加工难度大,经验性强。应用实船板加工数据库系统无疑会使缺少经验的工人迅速提高加工技能,同时也可以避免出废品,提高加工精度,降低造价等。值得说明的是,在保证测试精度条件下,尽量多地贮存已经加工成形的实船板数据,将使本系统具有更广泛的应用前景。

5 参考文献

- 1 J D 厄尔曼著,张作民译.数据库系统原理.国防工业出版社,1981,11
- 2 萨德 阿拉基克著,钱上湘等译.关系数据库技术.北京航空航天大学出版社,1989,12
- 3 刘玉君,赵洪福,王桂荣.水火弯板几个成型参数的实验分析.大连理工大学学报,1994(1)
- 4 刘玉君,纪卓尚,戴寅生.水火弯板成型参数回归分析.中国造船,1994(1)
- 5 Nomoto Toshiharu, Ohmori Takuya. Development of Simulator for Plate Bending by Line-Heating. Journal of the Society of Naval Architects of Japan, 1992(2)
- 6 刘玉君,董守富,林哲.水火弯板焰道布置优化设计.造船技术,1993(9)
- 7 刘玉君等.火焰加热外板成形中的最佳冷却方式.造船技术,1993(3)

能获得进一步的降阻收效,但由试验观察发现:船首波系及首部两侧的飞溅由于首压浪条的压抑作用,从而得到明显的改善。

表 3 安装消波水翼的船模阻力[N]

试验 状态 V_m (m/sec)	9064-R 模型				
	尾压浪板 $\gamma = -7^\circ$	尾压浪板 $\gamma = -7^\circ$ 水翼在 3#	尾压浪板 $\gamma = -7^\circ$ 水翼在 2.5#	尾压浪板, 水翼, 首压浪条 (无水翼)	尾压浪板, 首压浪条
2.0	15.45	15.25	15.11	-----	15.43
2.2	16.65	-----	-----	-----	-----
2.4	17.35	17.20	17.08	17.19	17.20
2.6	18.00	-----	-----	-----	-----
2.8	18.90	18.80	18.60	18.84	18.66
3.0	20.18	19.86	19.70	20.02	-----
3.2	21.93	21.30	21.10	21.25	21.20
3.4	23.85	22.70	22.68	22.75	22.77
3.6	26.00	24.67	24.78	24.35	24.85

5 结 论

(1) 由于片体之间的波浪干扰作用,片体间距是影响高速双体船船体阻力的重要参数,在实际设计中应选择适当的间距比。

(2) 高速双体船的后体设计成短折角型,它与圆舭型相比,将具有较低的阻力。

(3) 单独安装尾压浪板可望获得较明显的降阻效果。如同时再安装消波水翼及首压浪条,虽然未获得更大的降阻效果,但片体之间的干扰波,船首波和飞溅均有明显的改善。

CONTENTS

- Strengthening International Exchange and Cooperation and Speeding up Building Shanghai into International Shipping Center** *Xu Kuangdi*(4)
Key words Meeting document, International exchange and cooperation, Shipping center, Shanghai
- The Development of China's Shipping Industry and Its demand on Shipbuilding Industry** *Liu Songjin*(8)
Key words Meeting document, China's shipping industry, Ship
- Strengthening International Cooperation and Developing China's Shipbuilding Industry** *Wang Rongsheng*(10)
Key words Meeting document, International cooperation, China's shipbuilding industry
- Development of CAD System for Ship's General Arrangement** *Zheng Song, Chen Zengdi, Wang Guangrong*(12)
A CAD system for ship's general arrangement was developed under the condition of CADD5 graphic support software. This paper briefly describes the development philosophy of this CAD system. Emphasis is put on the application of technique which has to be solved during the development, which includes the management of equipment graphic library, automatic creating of icon, equipment graphic call, equipment arrangement and adjustment, uniqueness of three dimensions of equipment arrangement and tracking record of arrangement information, etc. A detail design process of this CAD system for general arrangement applied to an actual engineering project is introduced as well.
Key words General arrangement, Computer aided instruction, CAD system
- Maneuvering Tests of 70, 000 DWT Bulk Carriers** *Zhu Xinli*(15)
The IMO resolution A 751(18) "Interim Standard for Ship Maneuverability" is briefly introduced. The real ship maneuvering tests and correspondent calculation for 70, 000 DWT bulk carriers were carried out. The results of test and simulation are compared with the interim standards published in IMO resolution.
Key words Maneuverability, Maneuverability standard, Full-scale tests, Simulation
- An Investigation on Hull Form and Resistance Reduction For High Speed Catamaran** *Shao Shiming, Wang Yuncai, Zhou Fenbin*(19)
Based on the testing results of model for three different demihull forms of high speed catamarans, the effects of demihull forms and demihull spacings on resistance are discussed. For the propose to reduce the resistance, model tests by fitting with stern flap, antiwave hydrofoils and bow spray strips were carried out. The test results show that the above measures are effective if they can be properly arranged.
Key words Catamaran, Resistance-reducing measure, Ship form
- The Application of Analytic Hierarchy Process Method to Decision Making of Ship Forms** *Liu Yindong, Tang Huanwen, Li Jixuan*(22)
The ship form designed with optimum comprehensive index by using analytic hierarchy process(AHP) method is introduced in this paper. A study case shows that the proposed AHP method is simple and practical in use. It is an effective method to determine the optimum ships principal dimensions at the preliminary design stage.
Key words Ship form, Optimization, Analytic hierarchy process method
- Experimental Research on Strength of GRP Stiffeners and Grillages in Ship Structure** *Zhu Jing and Others*(26)
This paper presents experimental research on the strength of GRP stiffeners and grillages in ship structure. Bending tests were carried out and bending characteristics were measured for a single GRP stiffener and four types