

中国造船工程学会船舶力学学术委员会

第二届船舶性能学术会议

論 文 集



1988

中国造船 编辑部

U661-53
273-12
88.2

目 录

296613

1、万吨级浅吃水双尾鳍船型研究(阻力、推进性能及伴流场)	张济猛 卫治洪 (1)
2、肥大型船应用低转速大直径螺旋桨的阻力推进性能研究	姜次平 陈良权 唐伟明 杨阿康 钱章义 路经纬 (20)
3、雪撬型半分节驳的减阻首型	刘恒茂 (40)
4、6.9万吨成品油轮船型及阻力推进性能研究	孟宪钦 迟云鹏 (52)
5、在肥大型浅吃水船上采用双尾鳍与单尾鳍的快速性性能比较	沈剑鸣 (63)
6、节能渔船的船型研究	罗淮龙 李干洛 李洁雅 谭政生 (69)
7、大宽度吃水比船型初探	石仲望 (81)
8、长江下游客船采用球首双球尾船型的研究	杜月中 (89)
9、双尾鳍船型尾部几何特征参数对伴流场的影响	徐惠民 张家龙 (96)
10、推进性能相关与推进试验的任意负荷法	岑长裔 林家芸 (107)
11、十五届ITTC单桨船性能预报法未定因子的探讨	李立人 (125)
12、几何相似模型尺度效应与实船性能预报	赵汉魂 马良荣 沈玉林 (134)
13、风帆助航船最佳操帆性能计算	汤跃 吴秀恒 (152)
14、玻璃钢前置导流管—舵球节能装置的研究及实船试验	李洁雅 冯自浓 李干洛 罗淮龙 谭政生 (158)
15、万吨级散货船船模的导管试验	朱光远 刘世威 潘志德 宋陆丰 (168)
16、系柱推力的可比性及其近似计算	章沅 (178)
17、水上飞机水动性能的综合试验	仲国治 (189)
18、五万吨级“寿昌海”号远洋货船性能调整试验研究	迟云鹏 王云煌 孟宪钦 (197)
19、一艘可调距桨船的性能研究	舒世华 (211)
20、三桨船的桨际影响	张承霞 (227)
21、海洋运输船舶快速性及油耗衡准	杨怀蜀 徐惠民 (237)
22、大直径吃水比 D/T 顶推船对船后导管螺旋桨性能的影响	王德恂 陈秋芝 张大有 逢吉春 肖衍芬 (247)
23、实船测试船速点偏离原因分析	郭景汾 (258)
24、螺旋桨负荷曲线变化、储备和螺旋桨工作点	李世谟 (265)

万吨级浅吃水双尾鳍船型研究

(阻力、推进性能及伴流场)

张济猛 卫治洪

(上海船舶设计研究院)

提要 本文介绍3只方形系数 $C_B \approx 0.8$ 浅吃水双尾鳍船模的试验结果。这是保持 C_B 、船长和排水量不变,变化 B/T 而得的3只相似线型船模,着重研究 B/T 对性能的影响。

本文提供了阻力计算图谱、推进因子估算图谱和伴流场分析资料并提供了湿面积计算公式和船长不同对阻力的修正系数。采用本文资料可方便地得到在研究尺度范围内的线型、阻力及推进因子资料。本船型有较佳的阻力性能、较高的推进因子及较均匀的伴流场。

本文提供资料适用范围为 $L/\nabla^{1/3} = 5.72 \sim 5.414$, $C_B = 0.803 \sim 0.813$, $B/T = 3.30 \sim 5.20$ 。

一、绪 言

本课题研究目的如下:

- (1) 为江海联运、浅吃水船提供设计依据。
- (2) 研究 B/T 变化对静水阻力、推进因子、伴流场的影响。
- (3) 对内外旋推进性能进行对比。
- (4) 伴流场分析。

为达到上述目的,仅进行3只船模试验是困难的。因此确定在研究分析国内外现有双尾鳍船型研究成果的基础上设计母型船线型,着重研究 B/T 对性能的影响。

按长江航道条件确定本研究船型的主尺度,参考现有研究成果设计了小球鼻首双尾鳍线型。保持排水量、方形系数及船长不变,改变船宽与吃水,变换到3只不同 B/T 的相似线型船模。进行了阻力、自航及伴流场试验。

本文提供了阻力、推进因子计算图谱及伴流分析资料,并提供了船长对阻力的修正系数及湿面积计算公式。

二、船型主尺度及线型的确定

1、主尺度

(1) 船长: 考虑到长江航道、沿岸码头及武汉水域调头的可能性, 选取实船垂线间长 $L_{BP} = 140\text{m}$, 3 只船模均选用同一长度。

(2) 吃水: 考虑洪水期直达武汉, 枯水期减载通武汉与全年基本可直达武汉的可能性。对 3 只船模的实船满载吃水 T 分别选为 5.8m , 5.4m 与 5.0m 。

(3) 型宽: 与吃水 T 相对应, 按实船万吨级装载量, 选取方形系数 $C_B \approx 0.8$ 的条件下, 3 船模实船型宽 B 分别为 22.4m 、 24.06m 及 25.98m 。

按长江沿岸港口目前的装卸条件希望 $B < 24\text{m}$, 但考虑到今后可能的发展及研究大 B/T 对阻力及推进因子的影响仍取最大 $B \approx 26\text{m}$ 。

2. 线型及船型系数的确定

(1) 双尾鳍线型

考虑到江海联运船型应有较佳的操纵性, 另由于吃水限制了螺旋桨直径, 为提高推进效率亦应选用双桨船型。由国内外资料介绍采用双尾鳍船型比采用人字架有明显优良的推进性能, 因之确定本船型采用双尾鳍线型。

由文献〔1〕介绍采用较肥的压扁的尾鳍有较佳的推进因子, 且认为能设计出外旋桨比内旋桨船身效率较佳的尾鳍线型。参考文献〔2〕的观点, 并结合本船型主机及轴系合理布置的可能性, 综合考虑了双尾鳍的间距及尾鳍倾角。为防止尾鳍中隧道底部流线分离, 设计的隧道纵剖面夹角较小, 尽可能和缓过渡。

(2) 小球鼻首

因本船型为肥大船型, 为减小首部艖涡及各水线之进角参考文献〔3〕观点, 设计了突出量为 $2\% L_{BP}$ 的小球鼻, 各水线在球首部位均光顺过渡。

(3) 方形系数 C_B

为最大限度的减少吃水, 且考虑到本船为低速船型, 故采用较大的方形系数 C_{B_1} , 但 C_B 过大会影响其在波浪中的性能, 故 3 船型满载状态均取 ~ 0.80 。

(4) 浮心纵向位置 LCB

由参考文献〔2〕及〔4〕介绍, 考虑本船型 $C_B \approx 0.8$, 选定本船的 $LCB \approx 2\% L_{BP}$ (中前)

3.3 只船模的尺度变换

综上所述方案 I (船模编号 4031) 的设计要素为: 总长 $L_{OA} = 149\text{m}$, 垂线间长 $L_{BP} = 140\text{m}$, 型宽 $B = 22.4\text{m}$, 满载设计吃水 $T = 5.8\text{m}$, 满载方形系数 $C_B = 0.803$ 。按上述原则设计的船体横剖面线型图见图 1, 主尺度及主要设计要素见表 1。

方案 II 及方案 III (船模编号 4032, 4033) 的主尺度及线型设计由方案 I 按下述原则变换得到:

- (1) 保持船长方向尺度不变;
- (2) 排水量不变;
- (3) 宽度方向尺度按 $B_0 = k B$ 变换;

(4) 吃水方向尺度按 $T_0 = T/k$ 变换。

按上述原则变换到3尺长度、排水量相同,各船型系数均相同,仅 B/T 、 L/B 不同的船模。这3船模的主尺度满足关系式(1)的要求,当 $C_B = \text{Const}$, 则即满足关系式(2)的要求。

$$\left(\frac{L_0}{B_0}\right)^2 \frac{B_0}{T_0} = \left(\frac{L_0}{B}\right)^2 \frac{B}{T} \quad (1)$$

$$L/\nabla^{1/3} = \text{Const} \quad (2)$$

故3船模的主尺度满足长度排水体积系数 $L/\nabla^{1/3}$ 相等的原则(在 $C_B = \text{Const}$, 条件下)。

3船模的主尺度及线型设计主要参数见表1,各试验状态的船型系数(满载、半超载、超载)见表2,压载及平压载状态船型系数略。

4、附体设计

本课题3只船模15个静水阻力试验状态分别进行裸体与带双舵附体试验,自航试验均带双舵进行。

双舵分别布置在双尾鳍正后方O型站处,为悬式平衡舵。舵采用NACA翼型、梯形舵,相对厚度为12%,平衡系数30%。舵面积按江船考虑选用 $2 \times 1.77\% Lbp^T$ 。

三、船模阻力、自航及伴流试验状态

船模阻力、自航及伴流试验的船模均采用比尺为23的木质船模,在19及20.2型站处各设有直径1mm的激流丝。3船模的垂线间长均为6.087m,型宽分别为0.974m、1.046m、1.130m。

1、阻力试验

3只船模分别进行了满载、半超载、超载、压载及平压载5个状态的带舵与不带舵的阻力试验。各试验状态的要素见表2。

各船模试验的状态见图2,由图2可看到本课题试验的 L/B 、 B/T 及 $L/\nabla^{1/3}$ 的范围。

2、自航试验

自航试验采用702所备用桨进行,备用桨要素为B-4系列, $D=0.1492\text{m}$, $P=0.122\text{m}$, $P/D=0.817$, $AE/AD=0.47$, $d/D=0.19$ 。相应 $Lbp=140\text{m}$ 的实船桨径 $D=3.436\text{m}$ 。

由于没有更多适用的备用桨,故对3船模均采用同一备用桨进行自航试验,因之3船模的桨径与吃水比 D/T 分别为0.5924、0.6363、0.6872。

分别对3船模的满载状态进行了内外旋自航试验。试验采用固定拖速的强迫自航法(英国法)进行,并以等推力法来分析各自航因子。

3、伴流试验

表1 线型设计主要参数表

序号	项 目		单位	4 0 3 1	4 0 3 2	4 0 3 3
1	总 长 L_{OA}		米	148.98	149.14	149.33
2	垂线间长 L_{bp}		米	140.0	140.0	140.0
3	型 宽 B		米	22.40	24.06	25.98
4	满载设计吃水 T		米	5.80	5.40	5.00
5	满载水线半进流角 $\frac{1}{2} \alpha$		度	33.4	36.9	38.6
6	隧道纵剖线对基线夹角 φ		度	13.7	13.5	13.0
7	球首要素	球首长度突出系数 l/L_{bp}	%	2.0	2.0	2.0
8		球首面积系数 A_{20}/A_M	%	12.9	12.9	12.9
9		最大突出点相对高 h/T_0	%	44.8	44.8	44.8
10	双尾鳍要素	桨轴间距 l_b	米	2×3.20	2×3.50	2×3.80
11		桨轴相对基线高 h_b	米	2.40	2.20	2.00
12		桨 径 d	米	3.436	3.436	3.436
13		l_b/d		1.863	2.037	2.212
14		h_b/T_0	米	0.414	0.407	0.40
15		内外折角线交点高 h_c		3.95	3.68	3.41
16		h_c/T_0		0.681	0.681	0.682
17		尾鳍对纵中剖面斜角 ψ	度	21.5	26.5	29.5
18		外折角线对基线倾角 θ	度	25.1	21.9	19.1

表 2 各试验状态船型系数

序号	项 目	单 位	满载	半超载	超载	满载	半超载	超载	满载	半超载	超载
1	水线长 L_{WL}	米	143.0	143.38	143.74	143.0	143.38	143.74	143.0	143.38	143.74
2	吃 水 T	米	5.80	6.30	6.79	5.40	5.86	6.32	5.0	5.43	5.85
3	排水体积 ∇	米 ³	14600	15960	17300	14600	15960	17300	14600	15960	17300
4	湿面积 (光体) S_0	米 ²	4120	4269.3	4420.2	4208.1	4341.8	4483.2	4352.8	4485.8	4615.4
5	方形系数 C_B		0.803	0.808	0.813	0.803	0.808	0.813	0.808	0.808	0.813
6	棱形系数 C_P		0.808	0.812	0.817	0.808	0.812	0.817	0.808	0.812	0.817
7	中剖面系数 C_M		0.994	0.994	0.995	0.994	0.994	0.995	0.994	0.994	0.995
8	水线面系数 C_W		0.869	0.877	0.884	0.869	0.877	0.884	0.869	0.877	0.884
9	浮心距中 LCB / L_{bp}	%	2.054	1.78	1.54	2.054	1.78	1.54	2.054	1.78	1.54
10	长宽比 L_{bp} / B		6.25	6.25	6.25	5.82	5.82	5.82	5.39	5.39	5.39
11	宽度吃水比 B / T		3.86	3.56	3.30	4.45	4.10	3.81	5.20	4.79	4.44
12	长度排水体积系数 $L_{bp} / \nabla^{1/3}$		5.728	5.564	5.414	5.728	5.564	5.414	5.728	5.564	5.414

对3船模的满载状态分别进行了伴流测量,测量在左侧桨处进行,测量直径即为桨径。在 $r/R=0.4、0.6、0.8、1.0$ 4个相对半径每个半径在360°范围以20°间隔布置测点,再附加部份测点,共计100个测点。测量时桨轴上装有假毂及导流槽

伴流测量用5孔毕托管进行,以1.4米/秒(相应实船航速13节)固定拖曳速试验。测得各测点处来流速度的轴向、切向和径向3个速度分量,并获得4个相对半径上轴向、切向分量沿周向的分布及轴向分量在桨盘面上的等值线图。并用BSRA对单桨船伴流的5项衡准〔5〕对3船伴流情况进行了衡准。

四、阻力试验结果及表达形式

所有船模的各试验状态的静水阻力试验结果均按分项阻力换算法换算到15℃海水实船 $L_{bp}=140$ m的实船阻力。摩擦阻力公式采用1957年ITTC公式,实船摩擦阻力粗糙度附加取 $\Delta C_f=0$ 。

由于各试验状态带舵阻力比不带舵阻力均增加不到2%,故本报告仅对裸体船模阻力进行处理。

4031船模的满载、半超载、超载及平压载状态的装载吃水图见图3。由图3可看到仅对前3个装载状态的阻力试验结果绘制成阻力图谱可用来计算试验范围内船型的静水阻力之用。由图3还可看到这3个状态水线位置是不一样的,故利用上述3状态试验结果绘成的阻力图谱之间内插有一定的近似性。

对平压载状态由于吃水较低,水线长度缩短较多,不适用来估算阻力。本试验仅用来估算压载状态重心变化对阻力的影响,由试验可看到本船型由尾倾压载状态改为平压载状态在整个速度范围内阻力均可有所降低。

1、阻力计算图谱

为考虑 B/T 变化对阻力的影响,计算试验范围内不同 $B/T、L/B$ 的本船型的阻力。将各船模的满载、半超载及超载3状态的船模换算阻力改绘为 $R/\Delta \sim B/T, Fr$ 图谱见图4、5、6。3图谱的适用范围见表3。

采用本船型,在表3范围内,利用对应图谱计算的阻力可达到重做船模试验的同样精度。若 $L/\nabla^{1/3}、C_B、LCB$ 在表3图4~6范围之间,利用3张图谱计算的阻力曲线内插,其精度亦足以满足初步设计的要求。

表3 图4~6阻力计算图谱适用参数表

序号	项 目	图 4	图 5	图 6
1	$L/\nabla^{1/3}$	5.720	5.564	5.414
2	C_B	0.803	0.808	0.813
3	$LCB/L_{bp} \%$	2.054	1.783	1.54
4	B/T	3.86~5.20	3.56~4.79	3.30~4.40

2、船长不同对阻力的修正系数

图4~6是基于 $L_{bp}=140\text{m}$ 的实船阻力计算而得,若 $L_{bp}\neq 140\text{m}$,则各航速时的摩擦阻力应予以修正,故引入摩擦阻力修正系数 $\Delta \odot_f$ 。其计算依据如下:

$$R_f = C_f \frac{1}{2} \rho s v^2 = \frac{1}{2} \rho v^2 c_f \odot \quad (3)$$

$$\text{其中 } \odot = s/v^2 \quad (4)$$

$$\text{引入 } \odot_f = 1000 R_f / 4\pi \rho v^2 \quad (5)$$

$$(3) \text{ 代入 } (5) \text{ 则得 } \odot_f = \frac{C_f \odot}{8\pi} \times 1000 \quad (6)$$

由1957年ITTC公式

$$C_f = 0.075 / \left(\lg_{10} \left(\frac{VL}{v} \right) - 2 \right)^2 \quad (7)$$

$$\text{故 } \odot_f = \frac{75 \odot}{8\pi} \frac{1}{\left(\lg_{10} \left(\frac{VL}{v} \right) - 2 \right)^2} \quad (8)$$

$$\text{令 } \Delta \odot_f = 1000 \Delta R_f / 4\pi \rho v^2$$

$$\text{其中 } \Delta R_f = R_f - R_f(L=140\text{m})$$

$$\text{则 } \Delta \odot_f = \odot_f - \odot_f(L=140\text{m}) \quad (9)$$

由式(8)(9)可计算到 $\odot=6.0$ 时不同 L_{bp} 时各 v 相对于 $L_{bp}=140\text{m}$ 的摩擦阻力修正系数见表4。当 $\odot \neq 6.0$ 时的 $\Delta \odot_f$ 由式(8)可见由下式得到。

$$\Delta \odot_f = \frac{\odot}{6.0} \Delta \odot_{f6.0} \quad (10)$$

3、湿面积计算

阻力计算中要用到湿面积系数 $\odot$,本船型通过回归分析计算得到如下公式:

$$\odot = 0.086 \left(\frac{B}{T} \right)^2 - 0.4908 \frac{B}{T} + 0.4863 \frac{L}{v^2} + 4.7499 \quad (11)$$

该回归公式的复相关系数 $R = 0.991$

残留标准误差 $S_r = 0.0258$

4、阻力计算步骤

采用本船型的某船其 L_{bp} 、 B 、 T 、 C_B 、 LCB 已知，计算某航速 V_s 时的阻力。

(1) 按已知船型的 $L/\nabla^{1/3}$ 、 C_B 、 LCB 选定计算图谱，或从图 4~6 3 图谱进行计算后按上述 $L/\nabla^{1/3}$ 进行内插；

(2) 按该船的 L_{bp} 求得相应的水线长 L_{WL} ，本船型 $L_{WL} = 1.022 L_{bp}$ 。按 L_{WL} 及 V_s 求得相应的傅氏数 Fr 。由上述图谱中查得相应 B/T ， Fr 时的 R/Δ ；

(3) 由公式 (11) 求得本船之 $\Delta \odot_f$

(4) 由表 4 查得 $\odot = 6.0$ 时的 $\Delta \odot_f 6.0$ ，由公式 (10) 求得本船 $\odot$ 对应的 $\Delta \odot_f$

$$\text{则 } \Delta R_f = \Delta \odot_f \frac{4\pi p}{1000} \nabla^{2/3} V^2 \quad (12)$$

(5) 本船航速 V_s 时的阻力 R

$$R = \frac{R}{\Delta} \times \Delta + \Delta R_f \quad (13)$$

5、对实船摩擦阻力粗糙度附加 $\Delta C_f \neq 0$ 的阻力计算

$$\text{由式 (3)} \quad R_f = \frac{1}{2} \rho V^2 C_f \odot \nabla^{2/3}$$

$$\text{当 } \Delta C_f \neq 0 \quad \text{则 } R'_f = \frac{1}{2} \rho V^2 (C_f + \Delta C_f) \odot \nabla^{2/3}$$

$$\text{由式 (6)} \quad \text{则 } \odot'_f = (C_f + \Delta C_f) \frac{\odot}{8\pi} \times 1000$$

故只要在 $\odot_f$ 中附加 ΔC_f 即可。

$$\text{其中} \quad \Delta C_f = \frac{\Delta C_f \odot}{8\pi} \times 1000 \quad (14)$$

则在计算中用 $\Delta \odot'_f = \Delta \odot_f + \Delta C_f$ 代替式 (12) 中的 $\Delta \odot_f$ 来计算，可得到 $\Delta C_f \neq 0$ 的实船阻力。

五、自航试验及推进因子表达

4031、4032、4033 船模满载状态内外旋自船试验分析结果见图 7，图 8。该图是采用裸体船模换算阻力（实船粗糙度附加 $\Delta C_f = 0$ ）与备用浆散水试验曲线分析得到。图可看到本船型有优良的推进性能，在设计 $Fr = 0.175$ 时，内旋的船身效率 $\eta_h =$

表4 $S=6.0$ 时的 $\Delta \odot_f \times 10^3$ 的数值表

$V_s(\text{节})$ $L_{bp}(\text{半})$	10	11	12	13	14	15	16	17
100	17.333	17.016	16.734	16.479	16.248	16.037	15.843	15.663
105	14.749	14.480	14.240	14.023	13.827	13.648	13.483	13.330
110	12.083	12.084	11.884	11.703	11.540	11.390	11.253	11.125
115	9.996	9.814	9.652	9.505	9.373	9.251	9.140	9.037
120	7.801	7.659	7.533	7.419	7.315	7.221	7.134	7.053
125	5.712	5.609	5.516	5.433	5.357	5.288	5.224	5.166
130	3.721	3.654	3.594	3.539	3.490	3.445	3.404	3.365
135	1.820	1.787	1.757	1.731	1.707	1.685	1.664	1.646
140	0	0	0	0	0	0	0	0
145	-1.744	-1.712	-1.684	-1.659	-1.636	-1.615	-1.595	-1.578
150	-3.417	-3.355	-3.300	-3.251	-3.206	-3.165	-3.127	-3.092
155	-5.025	-4.935	-4.854	-4.781	-4.715	-4.654	-4.599	-4.548
160	-6.573	-6.455	-6.349	-6.254	-6.167	-6.088	-6.016	-5.949
165	-8.064	-7.919	-7.790	-7.673	-7.567	-7.470	-7.381	-7.299
170	-9.502	-9.332	-9.179	-9.042	-8.917	-8.803	-8.698	-8.601
175	-10.891	-10.696	-10.521	-10.364	-10.221	-10.090	-9.970	-9.859
180	-12.234	-12.012	-11.818	-11.642	-11.481	-11.335	-11.200	-11.075
185	-13.532	-13.290	-13.073	-12.878	-12.701	-12.539	-12.390	-12.252
190	-14.790	-14.525	-14.289	-14.076	-13.882	-13.705	-13.542	-13.392
195	-16.009	-15.722	-15.467	-15.236	-15.027	-14.836	-14.660	-14.497
200	-17.191	-16.884	-16.609	-16.362	-16.138	-15.932	-15.743	-15.569

1.25~1.325, 相对旋转效率 $\eta_r = 1.042 \sim 1.053$, 外旋 $\eta_h = 1.008 \sim 1.063$, $\eta_r = 1.004 \sim 1.028$ 。

由图7图8看到 η_h 因 B/T 增加而减小, 这是因为伴流与数 w 因 B/T 增加变化不大但推力减额分数 t 则因 B/T 增加而明显增加的结果。这一结果是在吃水不同而螺旋桨直径不变的条件下获得的, 如桨径 D 因吃水 T 减小而相应减小, 则由伴流场试验可看到伴流 w 要相应增加, 这样 η_h 就不会因 B/T 增加而下降这么明显。

对不同 B/T 的推进因子可按图7图8插入得到。为考虑到 B/T 不同对推进因子的影响, 应另绘 w 、 t 、 $\eta_r \sim B/T$ 、 Fr 的图谱。因推进因子与 Fr 的关系较复杂, 在整个试验范围内其曲线呈交叠状态, 故仅绘制设计航速附近 ($Fr = 0.17 \sim 0.19$) 的一部份见图9图10。

六、伴流场测量及衡准

用下述7个特征数分析3只船模伴流场测试结果。

- (1) 3向速度分量;
- (2) 桨叶切面上合成流速度与压力因子;
- (3) 周向平均进角及进角变化值;
- (4) 法向伴流及其峰值分布;
- (5) 桨盘面速度矢量图;
- (6) 伴流等值线图(3船模的伴流等值线图见图11~13);
- (7) 轴向伴流一周内平均值和盘面上体积平均伴流分数。

并按BSRA伴流衡准[5]对本船伴流均匀度进行了衡准, 该衡准仅适用单桨船, 现仅供参考。

七、计算实例(略)

八、讨论

为评价本船型性能, 现讨论如下:

1、静水阻力性能

(1) 为比较本船型阻力性能优劣, 曾与国外优秀的单桨系列(有球首)[6]和国内浅吃水双尾鳍船型试验资料进行对比。对同一船, 用同样方法计算...计算结果本船型阻力最低。

(2) 本船型的 R/Δ 因 B/T 的增加而增加, $B/T > 4.5$ 时, 高速时 B/T 对 R/Δ 的影响减小。

(3) 由试验可看到超载状态 ($L/\nabla^{1/3} = 5.414$) 的 R/Δ 比满载状态 ($L/\nabla^{1/3} = 5.728$)、半超载状态 ($L/\nabla^{1/3} = 5.564$) 的低, 这与 R/Δ 因 $L/\nabla^{1/3}$ 增加而降低的一般常识不相符合。此3状态的吃水装载图见图3, 各船型系数及湿面积见表2。由表2可见因吃水增加而导致的 ∇ 增加大于 S 增加量, 因肥大船型船速较低, 由船模试验可看

到当 $Fr < 0.20$ 时其尾部流态并未因尾端没入水中一部份面积而引起明显的涡流, 尾端流态很好。当满载状态改为超载状态时其剩余阻力增加不多, 而摩擦阻力则仅增加湿面积增量这部份, 而 Δ 则增加较多, 故导致 R/Δ 降低。另因超载状态 B/T 较小, C_B 较大, 故对阻力亦有利。当 $Fr > 0.20$ 时, 超载状态的 R/Δ 则呈明显增加的趋势。

本船型的浮心位置 LCB 是参考单桨船型系列 (4) 选取的, 由试验结果亦可看到, 双尾鳍船型由于一部份排水体积转移到双尾鳍中, 故双尾鳍船型的最佳浮心纵向位置 L_{LCB} 应比单桨船偏后些。

(4) 严格地讲阻力计算图谱 4~6 应对应于图 3 所示的装载吃水来使用, 考虑到即使对超载状态其水线尾端浸水横剖面面积亦不大, 故在方案设计中利用上述图谱来计算阻力, 其精度已足够。若设计的船型完全符合图 4~6 对应的适用范围, 则计算是精确的。而适应长江使用的江海联运船舶的主尺度范围已基本可满足。

2、推进性能

本船型双尾鳍线型的设计意图是提高外旋桨的船身效率 η_h , 但由图 7 图 8 可看到 3 船模整个试验速度范围内均是内旋桨的推进因子优于外旋桨。4031 船模在 $Fr = 0.17$ 时, 外旋 $\eta_h = 1.069$ 内旋 $\eta_h = 1.331$ 。

从流体连续性角度来看, 由于双尾鳍内隧道为喇叭形, 故当船向前航行时, 流体必然从隧道外向里补充, 因之形成外旋向伴流, 故双尾鳍船型内旋桨船身效率优于外旋。笔者通过这段时期试验认为很难设计出一种外旋优于内旋的双尾鳍船型。

即使这样, 我们可看到本船型外旋的 η_h 已达到 1.069, η_r 达到 10 已有较优良的推进因子。而本船型内旋推进因子已达到单桨船的水平。

3、伴流场评价

(1) 本船型伴流场较均匀, 试以 BSRA 5 项伴流衡准, 除衡准 2 外其余基本满足

(2) 本船型内旋桨有利。

(3) 由法向伴流的峰值分布图可看到本船型不建议用大侧斜桨。

(4) 本船型伴流测量是基于最大允许桨径条件下得到, 若采用较小桨径其伴流不均匀性将改善。

4、适用范围

本文发表的静水阻力计算图谱及推进因子估算图谱仅适用本船型, 主尺度按 $(L/B)^2 \times B/T = \text{const}$ 变化的系列船型; 图 4~6 适用范围见表 3, 图 9~10 适用的 D/T 已绘在该图中。

对推进因子估算图谱, 在船型已确定的条件下, 推进因子主要与 B/T 、 C_B 、 D/T 有关。故认为本船型船舶用图 9~10 来估算推进因子用于方案设计已足够, 在已知的 C_B 、 B/T 条件下求得的推进因子是相应于与 B/T 对应的某个 $(D/T)_0$ 值, 如实际选用的桨径吃水比 D/T 小于 $(D/T)_0$ 值, 则选用的推进因子是偏保守的。

5、结论

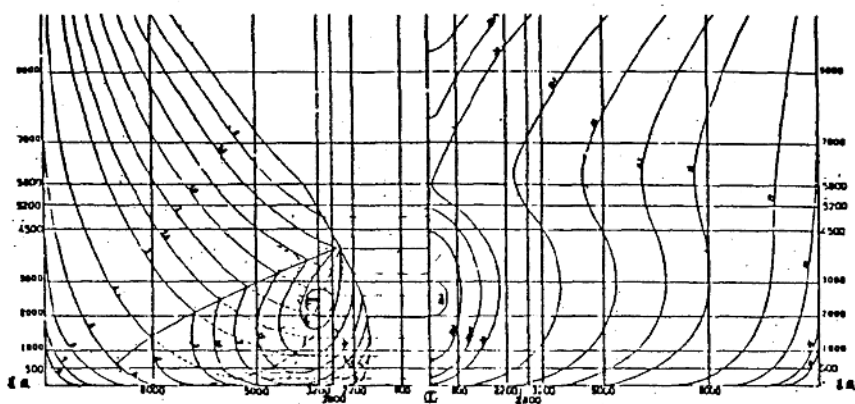
本课题在吸收国内外已有科研成果基础上化较少的工作量达到了预期研究目的。利用本文资料可方便地、可靠地得到研究主尺度范围内浅吃水双尾鳍船的线型、静水阻力及推进因子资料, 最大 B/T 已达 5.20。与国内外优秀系列船型相比, 本船型的阻力及推进因子均可与之比美, 故我们认为本船型有先进性与实用性。

结 束 语

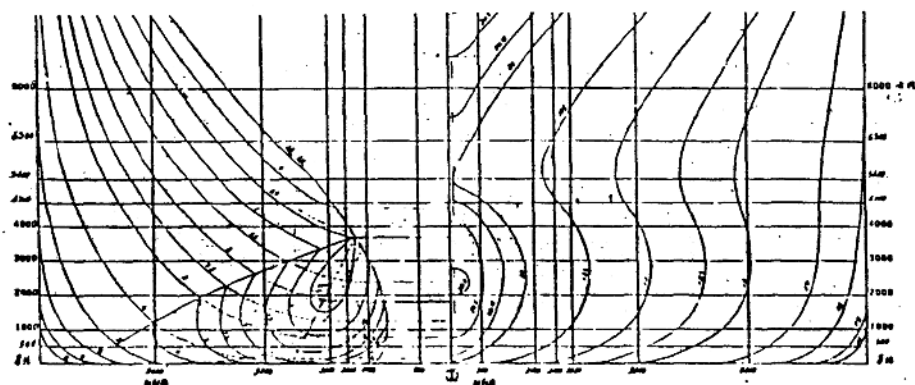
本研究课题静水阻力、自航及伴流试验均由702所谢文浩、蒋乾纬同志负责,详细试验数据见702所技术报告〔7〕。我院电算室黄鸿权、朱碧庄同志进行了 ΔC_f 及 ΔC_{Df} 电算回归工作,蒋慰昌同志对数据处理分析提出宝贵意见,仅在此予以感谢。

参考文献

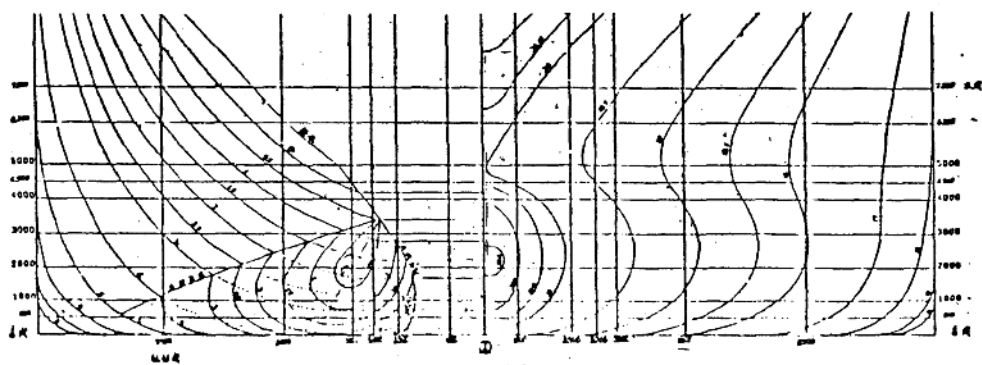
- 〔1〕胡平等:“尾鳍形状变化对船舶阻力,推进性能的影响”,《中国造船工程学会船舶性能学组第一届讨论会论文集》1985年P83~P90。
- 〔2〕孟宪钦等:“浅吃水肥大船线型试验研究”,《中国造船工程学会船舶性能学组第一届讨论会论文集》,1985年,P31~P51。
- 〔3〕刘应中等:“丰满船舶首形状对静水阻力的影响”,《中国造船》1979年第1期,P17~P26。
- 〔4〕F.H.Todd,"Series 60 Methodical Experiments with Models of Single Screw Merchant Ships", DTMB, 1963.7.
- 〔5〕A.Yucel Odabsi, P.A.Fitzsimmons,"Alternative Methods for wake Quality Assessment" I.S.P. Feb 1978.
- 〔6〕"Methodical Series Experiments on Single-Screw Ocean-Going Merchant-Ship Forms, Extended and Revised Overall Analysis", BSRA Report, No 333, 1971.
- 〔7〕谢文浩、蒋乾纬:“万吨级浅吃水船模试验研究”,《中国船舶科学研究中心技术报告(内部资料)》87061。



SM 4031



SM 4032



SM 4033

图 1 3 船模船体横剖面线型图

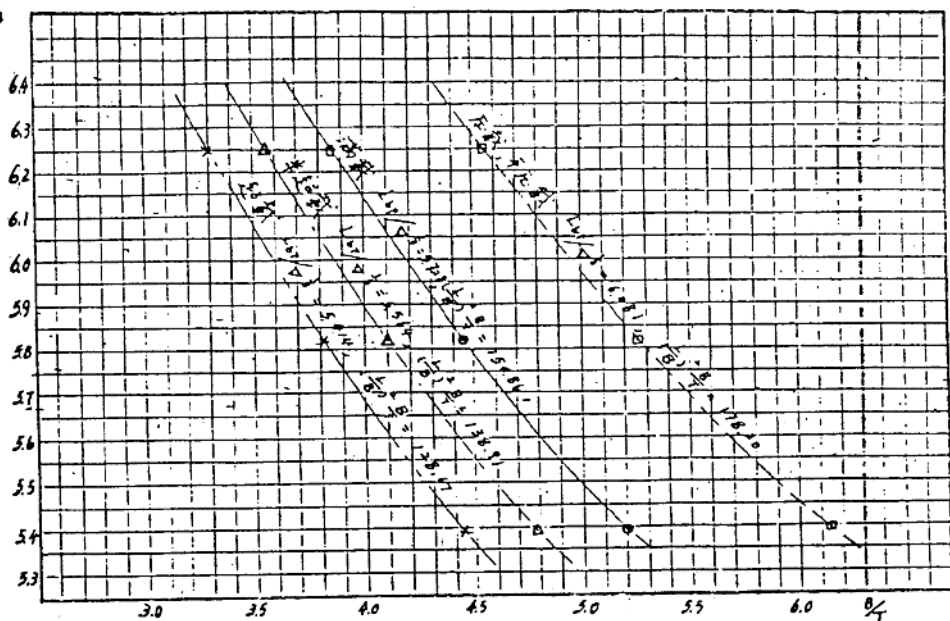
$\frac{L}{B}$


图2 船模试验 L/B 、 B/T 、 L/D 范围

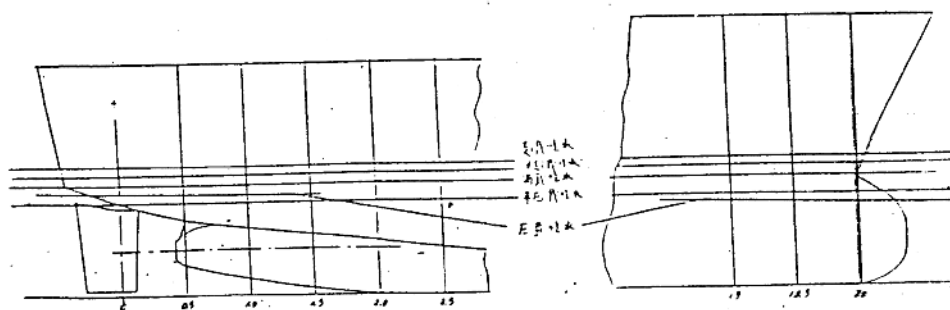


图3 4031 船模各试验状态装载水线图

