



海南秀英进出港航道客滚船双向通航研究

赵亚冰^{1,2}, 闫化然^{1,2}

(1. 上海海事大学 商船学院, 上海 201306; 2. 航运仿真技术教育部工程研究中心, 上海 201306)

摘要: 为了有效地解决秀英港区客滚船通航效率问题, 提高航道通过能力和通航安全水平, 根据《海港总平面设计规范》相关规定, 提出基于客滚船船舶特点、操纵特性以及该水域航道的边界条件的数值计算模型, 通过理论计算、航道通航模拟仿真和实船试验对海口港秀英港区航道双向通航能力进行论证研究, 证明秀英港区航道能够满足现有客滚船的双向通航并给出相应通航安全保障措施。

关键词: 客滚船; 双向通航; 通航宽度; 船舶模拟试验

中图分类号: U 612.32

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2013)06-0114-005

Two-way traffic of ro-ro ships on Hainan Xiuying channel

ZHAO Ya-bing^{1,2}, YAN Hua-ran^{1,2}

(1. Merchant Marine College, Shanghai Maritime University, Shanghai 201306, China;

2. Engineering Research Center of Simulation Technology, Ministry of Education, Shanghai Maritime University, Shanghai 201306, China)

Abstract: To solve the traffic efficiency problem of ro-ro ships in Hainan Xiuying Port so as to improve the traffic capacity and safety level, we propose a mathematic model based on vessel characteristics, manoeuvring features and boundary conditions of the waterway in that area according to relative regulations of *Design Code of General Layout for Sea Port*. Based on the theoretical calculation, waterway traffic simulation and full scale trial, we study the two-way traffic capacity of Xiuying channel and know that Xiuying port can satisfy the demands of existed ro-ro ships, and put forward some suggestions concerning the safety measures.

Key words: ro-ro ship; two-way shipping; navigable width; ship simulation test

广东湛江海安新港与海南省海口市秀英港隔海相望, 分处琼州海峡南北两侧。从海口秀英港到湛江海安新港航程18 n mile, 客滚船常年在两港区有着固定的运输线路和时刻, 每天多航次在海口和湛江两地往返, 是航线上船舶通航较频繁的船型。

近年来, 秀英港区进出的船型以客滚船为主, 兼有部分小型杂货船和少量大型集装箱船舶。目前, 登记在册的客滚船共48艘, 其抗风等级多在6级或以上, 其中抗风等级达8级的客滚船共17艘。以往海口秀英港区客滚船根据航道通航条件的实际情况, 一般都实施双向通航。2012年

春运期间, 因客滚船“南方6号”发生搁浅事故, 为了防止类似事故的发生, 2月17日海口海事局发布了《海口海事局关于海口港秀英航道双向通航的情况说明》, “说明”规定: 大型客滚船在进出秀英港航道时实施单向通航。该规定的实施客观上防止和减少了客滚船类似事故和险情的发生, 有助于保障客船的通航安全, 但也使得进出港船舶通航效率大大降低, 多数船舶不得已在航道外漂航或锚泊等待进港, 极大降低了港区客滚船的营运效率, 造成大量人员和车辆延误, 给正常交通及其民众出行带来了严重影响。

为了有效解决秀英港区客滚船通航效率问

收稿日期: 2012-11-01

作者简介: 赵亚冰(1975—), 男, 硕士, 船长, 高级工程师, 主要研究航海技术、水上交通运输安全。

题, 提高航道通过能力和通航安全水平, 上海海事大学航运仿真技术教育部工程研究中心基于海口港秀英港区客滚船操纵特性和航道特点, 对海口港秀英港区航道双向通航的可行性进行研究检验, 在科学论证的基础上给出客货滚装船航道双向通航的安全保障措施, 为解决客流延误等民生问题提供科学决策依据。

1 双向通航宽度理论计算

1.1 航道概况

海口湾处于东亚季风区, 冬季盛行偏北风与偏东风, 夏季盛行南风与偏东风。湾口水域常风向为NE, 频率为15%, 最大风速为23.8 m/s。常浪向、强浪向为NE, 风、浪的方向与航道轴线(163°08' 34" / 343°08' 34")的交角较大, 为61.8°, 附近流速约为2kn (1.0~1.2 m/s)。在上述外界条件下船舶进出港航行时, 船舶受横风、浪的影响较大。涨落潮流大致为东西向, 进出港船舶受潮流影响也较大。

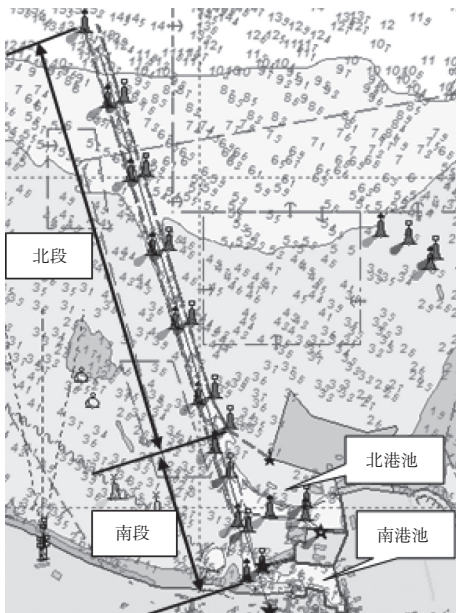


图1 海口秀英港的进港航道

秀英港航道长度3.45 n mile, 航道延伸至外海超过-13.0 m的天然水深处。其中北段人工航道(1#~13#浮), 航道总长度约为2.32 n mile, 航道疏浚至-13.1 m, 航道底宽140 m, 相邻两侧灯标宽度194 m, 最低低潮-0.2 m, 最高高潮4.25 m, 满

足5万吨级集装箱船单向乘潮通过, 过13#浮左转进入北港池。欲驶向南港池的船舶, 则需要进入主航道的南段航道(即13#~17#浮)长度为1.13 n mile, 浮标宽度与航道底宽根据最新海图, 与北段航道基本一致, 主要供小型杂货船和客滚船使用。

1.2 航道实际可利用宽度

对航道问题的研究, 存在多种方法, 不同的方法各有优越性和局限性, 对某项工程的研究, 往往是将多种研究方法结合起来, 以取得最佳效果^[1]。

根据JTJ 211—1999《海港总平面设计规范》(简称《规范》), 针对以上的航道概况, 可建立如图1的计算模型^[2-3]。其中, 航道实际利用水域宽度 D 的计算公式为:

$$D = D_{\text{浮}} - D_{\text{漂-船}} \quad (1)$$

$$D_{\text{漂-船}} = \frac{D_0}{D_{\text{浮标水深}}} D_{\text{漂移}} \quad (2)$$

$$D_{\text{漂移}} = \sqrt{D_{\text{浮标高潮水深}}^2 - D_{\text{浮标水深}}^2} \quad (3)$$

$$D_{\text{浮标高潮水深}} = D_{\text{航道水深}} - \frac{(D_{\text{浮}} - D_{\text{航道底宽}})}{2 \times 5} + H_{\text{最高高潮高}} \quad (4)$$

式中: $D_{\text{浮}}$ 为航道两侧相邻的灯浮距离; $D_{\text{漂-船}}$ 为灯浮标漂移边界与航道设计船型5 000 GT客滚船满载吃水深度边界位置的距离; $D_{\text{漂移}}$ 为灯浮标在低潮位时受横流影响漂移的距离; $D_{\text{浮标水深}}$ 为灯浮标所在位置的水深; D_0 为5 000 GT级客货滚装船通航水深, 根据《规范》查表取值6.78 m。

根据以上公式和秀英进出港航道概况, 航道设计船型抗风等级8级的5 000 GT客滚船实际可利用水域宽度为186 m。

由于集装箱船吃水较大, 只能航行在航道的底宽范围内, 所使用的航道宽度为140 m, 在客滚船借用航道边坡航行的情况下, 客滚船与集装箱船双向通航实际可利用水域宽度 $D_{\text{客集}}$ 取值为 $D_{\text{客左集右}}$ 和 $D_{\text{客右集左}}$ 中的较小值:

$$D_{\text{客集}} = \min(D_{\text{客左集右}}, D_{\text{客右集左}}) \quad (5)$$

按以上参数计算可知, 客滚船与集装箱船双向通航实际可利用水域宽度为159 m。

1.3 航道有效宽度

航道有效宽度由航迹带宽度、船舶间富裕宽度和船舶与航道底边间的富裕宽度组成。依据

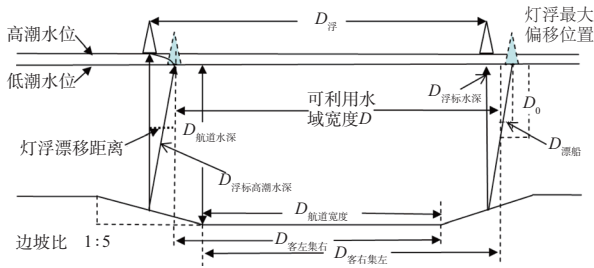


图2 可利用水域计算模型

《规范》双向进港航道有效宽度W按下式确定：

$$W = A_1 + A_2 + b + c_1 + c_2 \quad (6)$$

$$A = n(L \sin \gamma + B) \quad (7)$$

式中： A 为航迹带宽度（m），下标1和2表示不同船型； n 为船舶漂移倍数； γ 为风流压差角（°）； b 为船舶富裕宽度（m），取设计船宽 B ； c 为船舶与航道底边间的富裕宽度（m）。

根据海口湾湾口水域的风流状况，以及《海口海事局关于海口港秀英航道双向通航的情况说明》， n 取1.45， γ 取14°， c 取0.75 B ，选取6~8级不同抗风等级的代表船型组合，分别计算相应双向通航航道的宽度，并与实际有效航道进行对比，结果如图3所示。

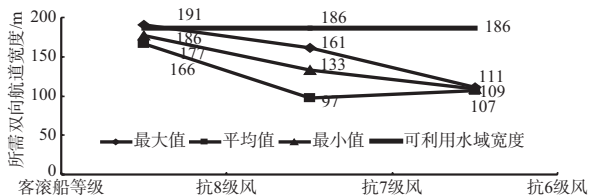


图3 不同抗风等级船型组合的所需双向航道宽度统计

根据海口港秀英港区航道两侧可利用水域分析，客滚船双向通航航道可利用宽度 W 为186 m，要实现双向通航，则进出港船舶的航道有效宽度必须小于航道可利用宽度。从图3可知，海口港秀英港区航道能够满足现有大部分客滚轮船型双向通航，但仍有少部分抗风等级为8级的客滚船不能双向通航。

另外，由于秀英港受6级以上大风的时间较少，此时大部分中小型船舶已经停航，航道较为清爽，出现大型客滚船与1万吨级集装箱船会遇的概率也较低。从实际出发考虑，滚装船与集装箱船的理论计算和仿真模拟条件限定在6级风的情况下。客滚船与集装箱船双向通航实际可利用水域

宽度为159 m，因此最大尺度的客滚船与1万吨级以上的集装箱船舶通过数值计算不能满足双向通航的条件。不满足双向通航船型组合的特殊情况及相应参数如表1所示。

表1 不满足双向通航船型组合及对应参数

双向通航组合	对应船型		所需航道宽度/m
	总长/m	型宽/m	
信海19	119.10	19.80	191
双泰18	119.88	20.30	
信海19	119.10	19.80	187
海装6号	109.00	20.00	
信海19	119.10	19.80	187
银紫荆	106.00	20.20	
海装6号	109.00	20.00	188
双泰18	119.88	20.30	
银紫荆	106.00	20.20	188
双泰18	119.88	20.30	
抗8级风滚装船	106.00	20.20	169(6级风)
1万吨集装箱	141.00	22.60	

2 船舶操纵模拟试验

2.1 客滚船双向通航

模拟试验不像理论计算具有确定的解析式和结果。对于一个复杂系统往往也要模拟多次，以减少随机误差^[4]。

模拟试验可以取多种极限情况是其一大优点，根据以上规范性论证，针对风力8级时客滚船进出港双向通航问题，模拟试验选取的模拟船型是本工程抗风等级为8级的最大船型，对这种船型的双向通航进行模拟试验轨迹见图4，试验数据见图5。



图4 客滚船出港模拟试验轨迹

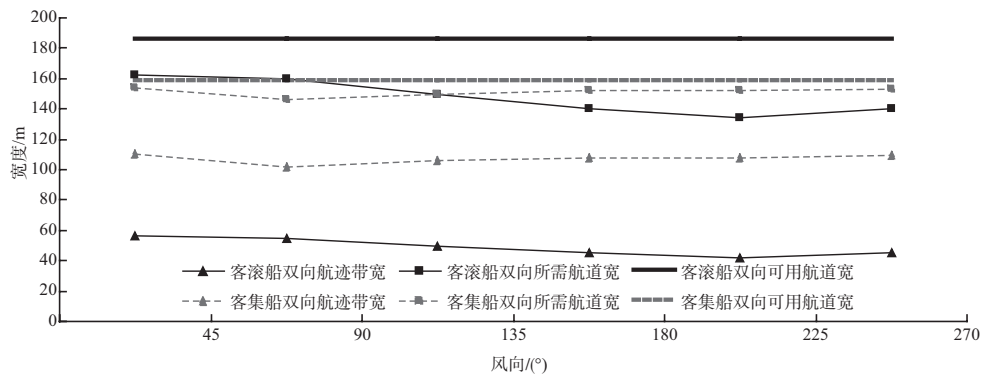


图5 客滚船双向通航和客滚船与集装箱双向通航所需航道宽度数据分析

由所选取的抗风等级为8级的客滚船在风力8级不同风向的情况下进出港航行模拟试验可知, 最大航迹带宽度56 m, 所需最大双向航道宽度162 m。本工程航道可用宽度186 m, 在模拟实验中满足本工程抗风等级为8级及以下所有船舶进出港双向航行宽度要求。

2.2 客滚船与集装箱船双向通航

利用同样的方法, 对客滚船与集装箱船会遇作进一步分析。经多次操船模拟试验分析, 6级风不同风向条件下, 最大客滚船与1万吨级集装箱船会遇时所需最大航迹带宽度为110 m, 所需双向航道宽度为154 m。本工程航道可用宽度为159 m, 满足最大客滚船与1万吨级集装箱船会遇。试验数据见图5。

在航道内13#浮会遇前后的情景和航迹见图6。

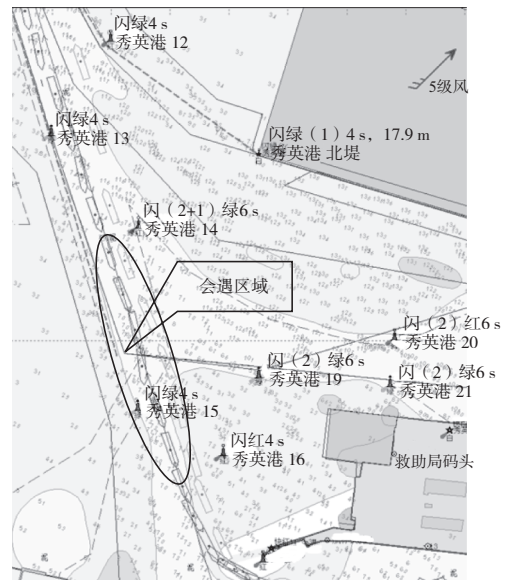


图6 实船试验航道内会遇航迹

3 实船试验的实施

进行实船试验船舶应根据试验目标选取进出港的代表船型, 既要尽可能选取最大尺度的滚装客船进行双向通航试验, 又要考虑运营安排情况和实际航道会遇的概率^[5]。

3.1 交会船舶资料与自然条件

1) 交会实船的船舶资料(表2)。

表2 参与实船试验的船舶资料

船名	主尺度/m		总吨/t	满载吃水/m	抗风等级
	船长	船宽			
信海12号	98.0	19.8	8 275	4.50	8
南方6号	109.0	20.0	7 899	3.60	8

2) 交会时自然条件。

风力5~6级, 风向S-SW, 流速为1 kn, 流向大致为东西向。

以“信海12号”与“南方6号”为代表船型,

3.2 交会试验分析

通过对实船试验的航迹进行分析, “南方6号”船舶进港航行有减速的过程, 等时间间隔的航迹越来越密集, 会遇时航迹带宽度为57.8 m; “信海12号”船舶出港有加速的过程, 等时间间隔的航迹越来越稀疏, 会遇时航迹带宽度为53.1 m。“信海12号”与“南方6号”在航道内会遇所需双向航道宽度为160.8 m。船舶双向通航需借用航道边坡行驶, 海口秀英港区航道(1#~18#浮)现有的航道宽度满足代表客滚船双向通航要求, 但通航安全余量较小。

4 试验差异分析及结论

4.1 差异分析

1) 理论计算均值和最小值基本上都小于模拟

试验数据,但是最大值大于模拟试验数据。原因是模拟试验选取船型较大,大于大部分理论数据选取的船型组合,因此均值和最小值均大于理论计算。同时,理论计算偏安全,因而,最大值大于模拟试验数据。

2) 实船试验的优点是直观性强,尤其对于该类型的船舶和水域,其可行性是毋庸置疑的。但从现有条件看,模拟试验的船型系数和实船很难吻合,模拟操船和实际操纵也存在较大差异,因而模拟和实船试验结果存在差异是正常的。同时实船试验的成本高,准备周期长,受自然条件和人为条件的限制,不可能对极限条件进行实测,从安全和经济角度来看,要进行大量的实船试验是困难的。

3) 所需双向航道宽度应综合理论计算和模拟以及实船试验结果,从安全角度考虑,应取大值。因此对于理论计算、模拟试验和实船试验所需双向航道宽度均小于航道宽度的船舶可以双向通航^[6]。

4.2 试验结论

由于秀英航道受6级及以上大风影响天数较少,同时秀英港区1万吨级以上船舶出现的概率较低,在主航道航行时间较短,对航道的畅通基本不存在影响。

经过以上的分析论证,秀英港航道水域除特殊情况,满足现有绝大部分客货滚装船双向通航需求。

当航道有1万吨级及以上的集装箱船舶进出港时,大部分客滚船可借用浮筒间的航道边坡双向通航。对于不能通航的少部分客滚船,可以利用交通管制,避免与大型客滚船在航道中会遇。

5 综合提高双向通航能力的措施

5.1 硬件方面

秀英港区现有航道不满足双向通航的原因主要是因为航道宽度受限制,而且没有考虑航道边坡水域和航道外水域。根据上述分析,进出秀英港的船舶主要以小型、浅吃水船舶为主,对于大部分的此类船舶,只要水深满足,即可利用航道

边坡水域和航道外水域对吃水受限只能航行在秀英航道内的船舶进行避让。

经调查,进出秀英港区的船舶,目前约90%以上的船舶装有AIS,可有效识别虚拟航标,建议在可利用的边坡航段,将部分航道侧面标改为虚拟航标,以期在有限的航道宽度下增加可利用水域的面积。

5.2 软件方面

科学合理地进行交通组织,控制船舶进入航道时机和航速,尽量减少大型风险船舶在航道内的交会。对于不能双向交会的船舶,适时进行交通管制,安排其在航道内的单向通航^[6]。

另外,加强气象资料的收集以及对航道边坡及水深的稳定性把握,深入研究不同时段、不同航段的风流压偏角,总结船舶进出港航行经验,加强船舶进出港指挥调度,合理安排船舶进出港,既可以满足实际工作的需要,同时对驾引人员的心理和保证航道的交会都具有重要意义。

从以往的经验来看,海口秀英港区进港航道能够满足客滚船双向通航条件,理论计算和模拟试验也表明现有的航道宽度满足绝大部分大型客滚船的双向通航要求,但从实船试验可以看出留给驾驶人员的安全余量不大,因而驾引人员应加强瞭望,使用安全航速航行,运用良好船艺以避免船舶紧迫局面的发生。尽量避免在航标附近水域会遇,谨慎驾驶,以策安全。

参考文献:

- [1] 吴兆麟,朱军. 海上交通工程[M]. 大连: 大连海事大学出版社, 2004.
- [2] JTJ 211—1999 海港总平面设计规范[S].
- [3] JTJ 211—1999 海港总平面设计规范(局部修订)[S].
- [4] 肖英杰. 洋山深水港船舶航行模拟研究的船型研究[J]. 上海海运学院学报, 2002, 23(3): 9-11.
- [5] 陈爱平, 智广路, 杨晓东. 长江口深水航道双向通航船舶宽度开发与应用研究[J]. 中国航海, 2008, 31(2): 186-192.
- [6] 方祥麟, 姚杰, 卓小强. 船舶交通及操纵安全系统评价模型方法[M]. 大连: 大连海事大学出版社, 2003.

(本文编辑 武亚庆)