

内河航道综合评价指标体系研究*

王艳锋

(武汉交通职业学院, 湖北 武汉 430065)

摘要: 文章从安全系统工程的角度出发, 根据内河航道的评价特性, 采用统计分析和专家咨询相结合的方法, 从航道操船环境角度选取影响航道水域船舶通航安全的指标因子, 对指标因子筛选和细化, 构建内河航道综合评价指标体系。

关键词: 内河航道; 统计分析; 专家咨询; 综合评价指标

DOI: 10.3969/j.issn.1672-9846.2016.02.017

中图分类号: U697

文献标志码: A

文章编号: 1672-9846(2016)02-0077-05

航道是水上交通运输系统中重要的组成部分, 同时也是保障船舶货物运输安全, 促进港口快速发展的主要交通资源, 航道的安全、合理直接关系到船舶航行安全和港口发展。随着近年来内河港口吞吐量的持续攀升, 内河船舶数量和吨位的不断增加, 对内河航道的等级要求和维护条件也提出了更高的要求, 这就需要我们建立科学而有效的内河航道评价指标体系, 为内河航道的综合治理维护提供依据。

通过大量的文献统计分析和专家咨询, 目前关于内河航道操船环境危险度评价的研究已经比较成熟, 尤其是为评价指标体系构建和评价指标因子选择提供了相关理论依据。本文在参考有关学者文献资料的基础上, 从影响内河操船环境的诸多因素和借鉴已有研究成果来确定影响指标因子, 最终构建出内河航道方案的安全综合评价指标体系。

1 操船环境系统概述

操船环境是指船舶驾引人员在船舶操纵过程中, 受到环境条件的限制, 使船舶运动和操船者的判断和决策受到物理空间上的环境约束^[1]。操船环境系统如图 1 所示。

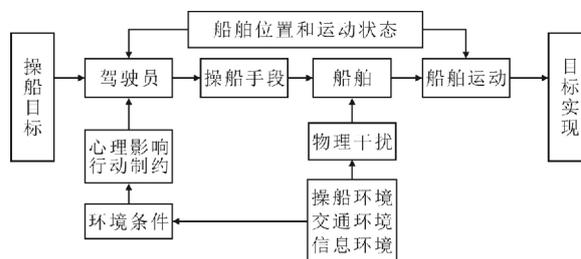


图 1 操船环境系统

2 指标选取原则及方法

内河航道指标因子的选取是综合评价体系构建的基础, 是得到科学评价的前提, 在对航道方案进行综合评价时, 应遵循指标体系建立的相关原则^[2] (如表 1)。

3 航道评价指标分析

3.1 自然条件的分析

(1) 能见度与航道危险度分析。“能见度”是指船舶驾驶人员在正常视力条件下所能够看清楚目标轮廓的最大海面水平距离。当船舶处于能见度不良的环境下时, 会直接限制驾驶员对该水域环境的认识和对通航安全信息的获得, 从而影响到驾驶员对所获取的不完整信息甚至是错误信息的分析和判断, 如有不慎就会造成决策失误, 最终

*收稿日期: 2016-04-21

作者简介: 王艳锋 (1982-), 男, 河南驻马店人, 武汉交通职业学院船舶与航运学院教师, 主要从事交通信息工程及控制研究。

表 1 指标体系构建的基本原则

遵守的原则	具体说明
全面性	评价指标体系的全面性是指选取的指标能够完整地反映出评价对象的特征,还要注意构建的指标体系力求简单,不宜复杂,以便后期操作。
科学性	评价指标体系的科学性主要体现在,无论是体系的构建还是指标因子的选取都应该以科学的理论依据作为基础,每一项指标在理论上必须有科学依据,能真实、科学地反应水上交通安全中所对应的安全信息。
可比性	各项指标在通航安全评价指标体系中应具有可比性,从而要求航道方案的各指标能够进行量化、具有严格的评价标准与比较准则。
操作性	根据研究目的分析,建立的航道方案评价指标体系与评价方法应具有可操作性 and 可行性。所以,建立指标体系时,应保证指标的层次性,避免层次过于复杂而不便操作;这就要求指标数据收集要方便,并兼顾便于操作和控制。

导致水上交通事故的发生。根据数据分析得出船舶发生事故的概率与能见距离成指数关系(如图 2)。表达式为 $N = 90 \times D^{-8}$ 。其中: N 为事故率; D 为能见距离(单位 km)。

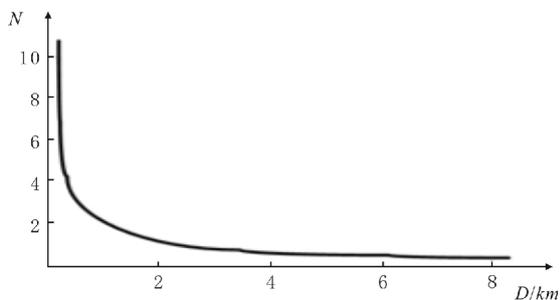


图 2 船舶事故率与能见度函数

(2)风与航道危险度分析。船舶在水上安全航行时,风作为一个不可忽略的因素对船舶交通安全有着明显的影响。航道内正常航行的船舶当受到风的作用时,根据船舶水面上建筑面积的大小引起船舶发生不同程度的漂移^[3],导致船舶偏离航线,尤其是复杂水域风作用较强时,将严重影响船舶的航行安全;同时,风的作用还会使船舶发生偏转,进而降低船舶的操纵性能;当风速较大时,船舶受风的作用很容易发生船舶倾覆,当船舶遭遇横强风作用时,该作用效果更加突出。

风主要影响了船舶的操纵,应从风速、风向两个角度去进行评价,风速、风向的不同对船舶产生的影响也不尽相同;如图 3、图 4 所示,从船舶受风作用示意图可知,船舶受横风作用时,风对船舶航行的影响比较显著,当风从船首或船尾方向作用于船舶时,

对船舶航行的影响较小。因此,为了兼顾风速、风向的共同作用,将横风作为评价指标因子,即 $V_{\text{横风}} = V_{\text{风速}} \times \sin\theta$,其中 $V_{\text{风速}}$ 为风速, θ 为风与航道轴线的夹角。

(3)流与航道危险度分析。流在航道通航安全中的影响主要表现为船舶漂移和船舶操纵性能下降两个方面。流作用力影响如图 5 所示,横流或流的横向分量作用于船舶时会导致船舶偏离航道。

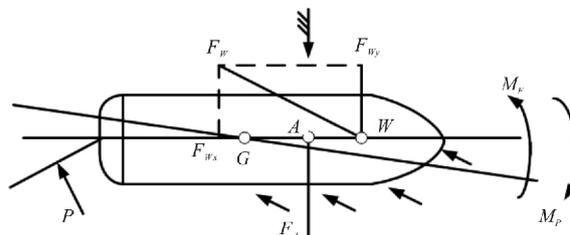


图 3 船舶横风受力分析图

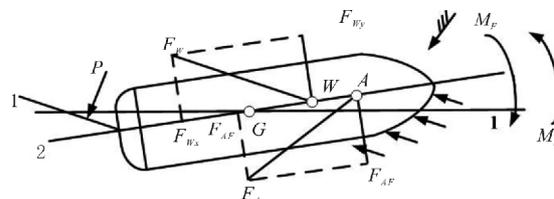


图 4 船舶侧风受力分析图

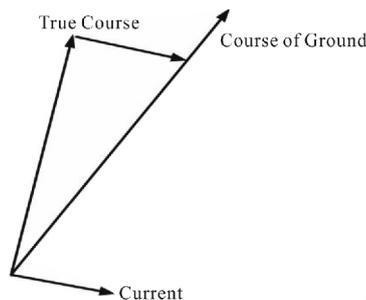


图 5 流影响示意图

为克服流压差的影响,船舶就要进行艏向调整,使得航迹带宽度增加,这种情况下势必要对航道的宽度提出更高要求。在船舶避让的过程中,由于流的作用,导致船舶运动轨迹与航道轴线并不一致,给船舶避让造成了较大的困难,极易造成交通事故。根据流作用原理分析,船舶在有水流存在的水域航行时,水线以下船体将受到流压的作用,导致船舶的操纵性能下降,影响船舶通航安全。其中,流向是判断船舶受风威胁程度的重要指标,流从船舶正横方向作用于船体时,流对船舶的影响最大,船舶的偏航作用显著;当船舶受到来自船首向和船尾向的流作用时,流作用主要表现为影响航速和船舶舵效^[4]。

在研究的内河航道水域时,因其地理位置独特,内河船舶在航行时会受水流影响较大,容易发生水上交通事故,因此对流的作用分析至关重要。流对船舶航行安全的影响程度可通过最大流速、流向与航道交角来衡量,对流进行分析时将横流流速作为指标因子,即 $V_{横流} = V_{流速} \times \sin\varphi$,其中 $V_{流速}$ 表示流速, φ 代表流与航道轴线的夹角。

3.2 地理条件的分析

(1)航道宽度与航道危险度分析。根据水上交通安全学分析,船舶操纵空间的大小,将直接影响船舶航行的安全系数。航道宽度与航道危险程度的分析,国内外众多学者都进行了大量研究。例如,井上欣三对航道宽度与环境压力值之间的关系进行了模拟研究^[5],结论如图 6 所示。据图分析可知,操船环境压力值随航道宽度的增加呈线性减少,当航道宽度较小时,船舶的环境压力值较大,也就意味着船舶航行安全系数越低;同时,在分析航道宽度与船舶环境压力值得关系时,还要考虑船速变化对压力值的影响。

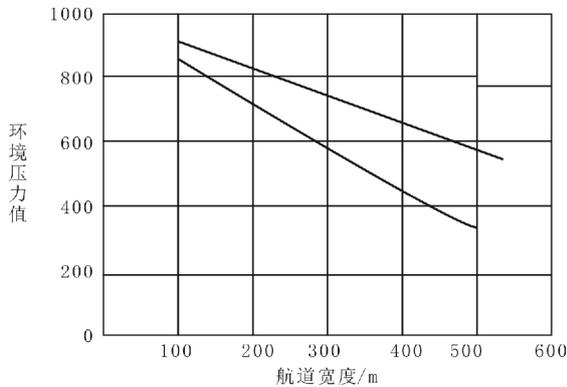


图 6 环境压力值与航道宽度之间的关系

在对航道宽度进行分析时,主要考虑航道宽度与水上交通事故的关联性,又由于同一航道宽度对航道内不同大小的船舶影响不尽相同。因此,选取设计代表船型的长度与航道宽度的比值作为航道宽度的评价指标。

(2)航道长度与航道危险度分析。如果把航道看成立体空间,则航道宽度限制了船舶的横向运动,水深影响着船舶可航行水域,而航道长度是限制船舶纵向运动的因子。航道长度越长,船舶航行时间就会越长,导致船舶所遇见可知和未知的危险因素就会越多,从而发生交通事故的可能性就越大。因此,可以确定航道长度也是影响通航安全的因素。

(3)航道弯曲半径与航道危险度分析。弯曲航

道水域是水上船舶交通事故多发区,根据船舶旋回性能分析,航道弯曲半径越小,船舶旋转的角度就越大,船舶操纵难度就越大,则航道的风险系数就越高。当船舶航行于弯曲航道时,船舶需要转向操作,航道弯曲程度越大,转向的舵角也就越大,整个航道水域的限制空间就越大,船舶的操船风险也就越大。在此过程中,船舶还会受到风、流等外力的干扰,导致船舶操纵困难,加大了船舶安全航行的难度。所以,在弯曲航道处极易引发船舶交通事故。

根据文献查阅,井上欣三对航道弯曲度与环境压力值之间的关系进行了分析研究^[5],得出结论如图 7 所示。从图中可以看出弯曲角度越高,环境压力值就越大,当航道弯曲角度超过 30°时,航道危险程度显著增加,船舶航行该水域需提高警惕、谨慎驾驶。

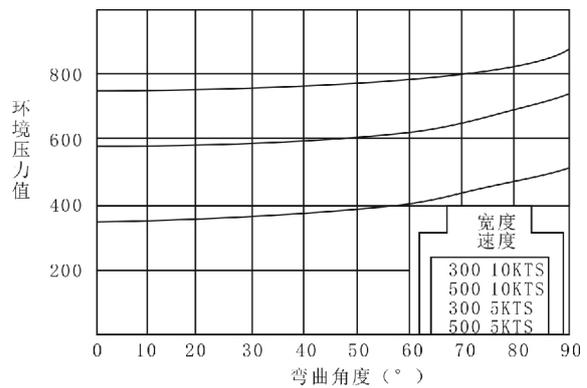


图 7 航道弯曲角度与环境压力值的关系

(4)航道交叉状况与航道危险度分析。如图 8 所示,根据航道交叉水域示意图分析,当两条或多条航道在同一水域交叉时,航道交汇处往往会具备以下特征:船舶交通密度大,船舶频繁用舵,船舶会遇局面复杂等,常常将该水域划定为风险区域,也属于水上交通事故频发区域。决定船舶交叉状况对通航安全的影响应从交叉航道的最大交叉角度和交叉区域的航道数两个方面进行分析,本文主要考虑航道的最大交叉角度作为评价指标。

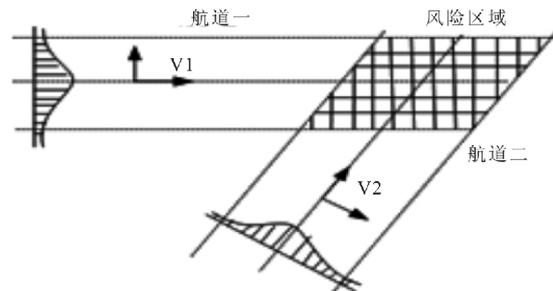


图 8 航道交叉状况

(5)障碍物与航道危险度分析。障碍物在航道上以及周围水域的空间分布,不仅恶化了航道水域的通航环境,而且在一定程度上限制了船舶在航道内的运动空间和操纵性能,给船舶安全航行带来了较大影响。根据研究和实践表明,在航道附近的障碍物对通航安全的影响主要体现在障碍物的个数和障碍物到航道的距离。

学者井上欣三分析障碍物距离与操船富裕值的关系^[5],如图9所示。

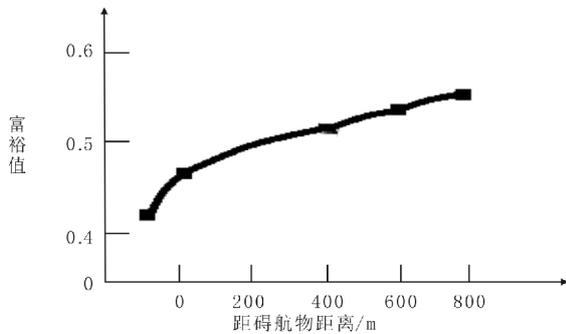


图9 裕裕值与距碍航物距离的关系

如表2所示,通过分析可知,距障碍物100m以内时,裕裕值随着距离的增加而增加,且变化较明显。而当距离大于500m后,裕裕值的变化基本平稳。因此,航道距障碍物的距离是影响水域交通安全的重要因素,将距障碍物距离作为评价指标体系中的重要指标之一。

表2 距障碍物的距离与裕裕值之间的关系

距碍航物距离(m)	25	50	75	100	200	400	800
裕裕值	0.41	0.43	0.46	0.47	0.48	0.51	0.53

3.3 交通条件的分析

(1)船舶交通流量与航道危险度分析。船舶交通流量不仅可以反映出该水域繁忙程度和通航效率,同时,也能反映出航道的危险程度。因此,航道水域的交通流量是制约航道通航效率,影响船舶通航安全的重要因素。船舶交通流量大的水域,因其较高的交通密度,船舶的操纵受到周围船舶运动的影响,导致其运动空间受限,通航环境变得相对复杂,船舶航行安全受到严重威胁。

根据公式: $Q = \rho \times V \times W$

其中, Q 为交通流量(艘/小时), ρ 为交通流密度(艘/海里²), V 为交通流速度(节), W 为交通流宽度(海里)

通过公式可知,船舶交通密度与船舶交通流量、

速度、交通流宽度有关。因此,选取交通流总量作为评价指标。

(2)助航标志的分析^[6]。助航标志是一种重要的助航设备,特别是在沿海、内河以及特殊水域有着广泛的应用。它可用于界定航道、标识危险物及危险物的方位、标示特定水域或水域特征、船舶定位等,从而实现船舶的导航功能,在指引船舶安全航行上有着重要作用,也是交通条件安全评价的一个不可或缺的因素。航行标志配布不完善或损坏,是建立通航环境危险程度的主要标准。航标配备率是指包括通航水域的助航标志数量足够,配置合理,容易辨识的合格率^[7]。本文以航标配备率作为助航标志评价指标。

4 内河航道综合评价指标体系

内河航道方案评价是由多指标因素共同作用的复杂体系综合评价,评价指标体系的科学性和全面性是决定评价效果好坏的关键。因此,在研究指标选取原则和体系建立方法的基础上,从操船环境角度分析影响船舶通航安全的指标因子,初步建立航道方案的评价指标体系。同时,通过向航道安全领域专家的咨询,参考相关研究成果,结合评价对象的特征分析,确定内河航道综合评价指标体系的指标因子,力求使更具可操作性和实用性的评价指标能真实地、全面地反映出内河航道方案的安全性。

指标系统构建思路:(1)依托内河航道的特征分析选取评价指标;(2)根据影响船舶操船环境的指标进行安全分析;(3)初步构建指标体系并对指标进行调整和修改;(4)征求专家意见进行指标体系的优化。

根据以上指标体系构建的基本思路,选取指标因子,初步确定内河航道综合指标体系如下:

在自然条件中为了兼顾客观风速、风向对航道安全的共同作用和流速、流向对航道安全的共同作用,选取了以下三个指标作为自然条件下的评价因子:能见度、横风风速(风在垂直于航道轴线上的分量)、横流流速(流在垂直于航道轴线上的分量)。在地理条件中主要考虑航道的主尺度和航道距障碍物的距离。其中,考虑到航道宽度与航道内航行的船舶长度有重要关联性,在考虑航道宽度时选取了航道宽度与代表船型船长的比值作为评价指标。在交通条件指标选取中,主要分析了船舶交通流量和航道助航标志配备率两方面的评价指标。综上分析,内河航道方案综合评价指标体系如图10所示。

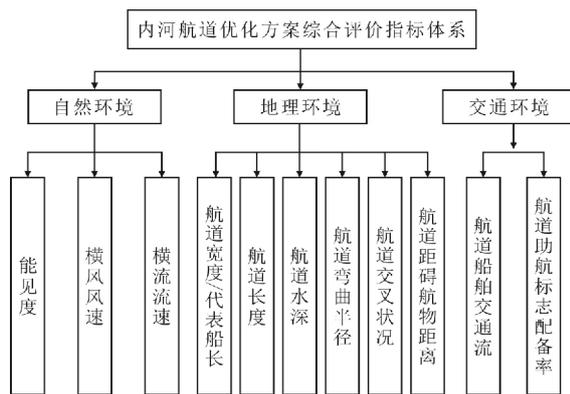


图 10 内河航道综合评价指标体系

本文通过统计分析相关学者研究,并结合内河航道特性,运用专家咨询的相关方法,构建内河航道综合评价指标体系。在排除影响船舶通航安全的人为因素和船舶自身条件等因素的作用后,该体系从自然条件、地理条件和交通条件三个方面着手,综合分析影响内河操船环境系统的各个指标因子,为内河航道未来的综合维护和治理提供科学依据。

参考文献:

- [1]谭志荣.港口操船环境危险度的评判方法的研究[D].武汉:武汉理工大学,2002.
- [2]吴兆麟,翁跃宗.厦门港船舶航行环境系统的安全分析[J].大连海事大学学报,2011,(2):37-45.
- [3]Kiyoshi Hara, Shiny Nakamura. A Comprehensive Assessment System for the Maritime Traffic Environment[J]. Safety Science,1995,(19):203-215.
- [4]Tsou, M. C. and Hsueh, C. K. The Study of Ship Collision Avoidance Route Planning by Ant Colony Algorithm[J]. Journal of Marine Science and Technology,2010,(5):746-756.
- [5][日]井上欣三.基于操船者危险感的操船环境评价[C]//日本航海学会.日本航海学会论文集,1972:189-197.
- [6]丁振国.通航环境危险度影响因子评价与研究[J].广州航海高等专科学校学报,2012,(3):14-18.
- [7]CheeKuang Tam, Richard Bucknall Path-Planning algorithm for ships in close-range encounters[J]. Journal of Marine Science and Technology, 2010,(4):395-407.

(上接第 29 页)

纷,若对审级救济不加限制的话,这个程序设立的意义必将被削弱^[11]。事实上,大部分法治先进国家和地区并没有锁死小额诉讼上诉的制度渠道,小额诉讼判决违反法律或者严重程序违法的,当事人仍然享有国家提供的正规的救济机制^[12]。然而基于我国实际情况,实行一审终审符合小额程序的特点和功能,但仍应赋予当事人对判决不服时的救济途径。笔者认为,当事人不服判决时应允许其申请复议。这样既保障了小额程序审级制度的稳定与诉讼效率的提高,还可以为当事人表达意见、化解矛盾提供平台,避免再审常态化。

参考文献:

- [1]厦门市思明区人民法院课题组.机动车交通事故案件调解中的问题——以思明法院的司法实践为例[J].东南司法评论,2014,(00):97-105.
- [2]宋鱼水.道路交通事故纠纷诉讼指引与实务解答[M].北京:法律出版社,2014.
- [3]李浩.论小额诉讼立法应当缓行——兼评《民法修正案(草案)》第35条[J].清华法学,2012,(2):5-14.

- [4]傅郁林.小额诉讼与程序分类[J].清华法学,2011,(3):46-55.
- [5]廖中洪.小额诉讼救济机制比较研究——兼评新修改的《民事诉讼法》有关小额诉讼一审终审的规定[J].现代法学,2012,(5):155-161.
- [6]张卫平.民事案件受理制度的反思与重构[J].法商研究,2015,(3):3-15.
- [7]范愉.司法资源供求失衡的悖论与对策——以小额诉讼为切入点[J].法律适用,2011,(3):14-19.
- [8]王亚新.民事司法实务中适用小额程序的若干问题[J].法律适用,2013,(5):35-39.
- [9]刘敏.论非诉法理在小额诉讼程序中的适用[J].清华法学,2011,(3):39-45.
- [10]汤维建.新民事诉讼法适用疑难问题新释新解[M].北京:中国检察出版社,2013.
- [11]潘剑锋,齐华英.试论小额诉讼制度[J].法学论坛,2001,(1):75-82.
- [12]肖建国,唐玉富.小额诉讼制度构建的理性思考[J].河北法学,2012,(8):39-46.