

船舶港区操纵风险评估方法的探讨

窦佩军, 吕锡宝

(青岛港引航站, 山东 青岛 266100)

摘 要: 为能够及早发现港区船舶操纵面临的风险, 及时采取适当的措施以消除或减小危险, 对船舶航行要素进行了分类量化分析, 提出了船舶操纵危险因数和安全系数的概念及计算方法。在此基础上探讨了船舶操纵的风险评估和消减方法, 使得船舶操纵的危险性能够随时以量的概念体现出来, 对能够及早判断船舶面临的风险、及时采取适当措施、提高船舶安全系数、确保船舶安全有重大现实意义。

关键词: 船舶危险因数; 船舶安全系数; 港区船舶操纵

中图分类号: U675

文献标识码: A

0 引言

近年来, 随着船舶数量激增和船舶大型化的趋势, 船舶航行时因操纵而发生的事故明显增加。特别是港区内的船舶, 无论航道航行还是靠泊操作, 事故发生量都呈现上升趋势。对多起船舶航行事故的分析总结表明, 船、人、环境因素在事故中各有不同程度的体现。船舶发生意外失控(主机失控、舵机失灵等)、船长或引航员没能及时发现船舶面临的危险(船速过快, 船位距离碍航物过近)、海面突然出现碍航物(如渔船突然改变航向)等, 凡此种种, 反复发生, 因而航海界有必要找出一种简易可行的方法, 使得操纵者能够随时核算评价船舶航行的风险, 并及时采取措施, 使得各类航行指标达到安全的数值。刘自秤等在《船舶航行安全风险评估方法研究》中, 对船舶航行中的安全和危险评估方法给出了建议^[1]; 胡甚平等在《大型船舶航行的风险分析与风险控制》中, 对大型船舶的航行风险评估控制给出了方法和建议^[2]。这些论述对船员、船舶、环境的风险评估以及安全管理给出了专业的分析和建议。本文以船舶操纵为研究对象, 把船舶的航行要素进行分类和量化, 给出一种使船舶航行的状态能够容易掌握的方法, 进而获得消除或减小危险局面的方法。

1 航行安全管理及风险评价现状

收稿日期: 2021 - 08 - 18

第一作者简介: 窦佩军, 男, 高级引航员

对船长和引航员来说, 目前船舶航行安全管理方法主要可以归纳为两类: 一是公司(或单位)的规章制度, 如船舶航行安全管理体系法、船舶公司船舶航行管理法及相关法规的约定等; 一是个人的工作经验。

1.1 航运公司(或单位)的规章制度

管理完善的公司或单位对相应类型船舶的安全航行驾驶都有较为明确的规定, 如速度控制、抛锚步骤、靠泊程序、航行时与碍航物的距离规定、平行靠泊时的拢速规定等。但公司的文件规定与港内船舶引航的实际现状有较大的差异。尽管其在海上航行中为船长所执行, 但在港内很难被引航员采纳接受。原因是大部分文件都过分侧重于安全, 明显降低了港区在确保安全条件下的生产效率。这也是船长与引航员在操纵船舶的过程中, 容易产生争议的地方。同理, 引航机构对各类船舶的操作也有相关的经验数据, 并以文件的形式规定下来。文件数据相对较为精确, 对保障船舶港内航行安全有重要作用。

1.2 船长或引航员的工作经验

多年的工作使得船长和引航员都积累了一定的船舶操纵经验, 在相关理论的支持下, 个人经验在船舶驾驶中有着不可替代的作用。以青岛港为例, 大型矿船和油船航行的潮时在每段航区的船速以及船位、应急措施和资源的配备等, 都已

根据多年的实践经验形成了明确的制度规定,引航员只需按照规定执行引航任务即可。

现有船舶航行风险的评估方法来源于大量的航海实践,对于常见的船型、常规的操作,是行之有效的,也广为业界接受;对于新型船舶(如大型集装箱船等)或非常规作业的引航操作,则有欠缺,难以提供数据支持,也难以对航行状态的危险性进行量化,不能够时刻提醒操纵者需采取的措施。所以,建立一套针对所有船舶航行的风险评估办法,对船舶航行的风险随时量化,以数值来衡量船舶所处的危险状态,并且能够给出需要改变的危险因素,或可以补救的因素,对于船长或者引航员,有着现实的实践意义。

2 船舶航行风险评估方法的分类量化

2.1 影响船舶航行安全的操纵因素

在开敞水域,船舶只要避开碍航物,航行安全就能够得到保障;但在受限水域,受航道宽度、抵达目的地距离、风流及其他海面碍航物的影响,船舶必须调整航行要素,使船舶时刻处于安全状态。

2.1.1 船位

船位是保障船舶航行安全的首要因素,是船舶操纵的基础,也是船舶操纵的目标。船舶的一切操作手段和目标,都是为了保证船舶能够保持安全合理的船位。船舶的航线设计、港内行驶的船位控制以及避让船舶的态势把控,都是为了使船舶处于安全的位置。安全的船位不但指要保持船舶即时的航行安全,还要满足船舶有着适当的水域,能够进行调整和应急。如果水域不足,则需要配置其他安全措施,如安排拖轮协助操纵等。

2.1.2 船速

船舶安全驶至目的地,并能够停止于指定位置,或者避让其他船舶或障碍物,需要保持一个合理的安全航速。为了便于实践,这里规定船速是指船舶对地的速度。合理安全航速就是能够使船舶保持于安全船位或驶向安全船位的速度。安全船速的大小受目标距离的影响和航道条件(如转向,通航密度等)的影响,也受船舶类型和船况的影响。船舶抵达目标前要降速、停车;狭窄航道大角度转向时要先降速,再加车,以增强旋转效果。对于常见的船舶,完成一项操作的常规速度数据是存在的;初次航行操作的船舶,应采取最安全保守的船速,以满足安全的需要。

2.1.3 航向

合理的航向能够保持安全的船位,是抵达目的地的保障。航行中的船舶要及时修正航向,使船舶按计划航线在安全水域行驶,并抵达目的地。在驶向泊位的过程中,要逐步调整航向,减小船舶与码头间的夹角,使船舶平行靠泊。

2.2 各操纵因素之间的关系

船位、船速以及航向,三者之间密不可分,不可割裂。由于风流等外界因素的影响,船位一定是动态变化的,要保证船舶在计划航线行驶,需要对航向或者航速进行合理的调整。船位抵达目的地的过程中,其对应的速度要逐渐减小;为保持合理船位,航向也要随之改变。可以看出,三者之间互相联动,互为因果,密不可分。

同样,船速的安全与否,也受船位和航向的制约。在靠泊过程中,不同的船位和航向对应的安全航速是不同的。航行于起点和终点之间的船舶,有加速、匀速、减速、制动停止的过程,就是根据不同的船位进行速度调整,使之安全。通过改变航向可以改变船舶的可航水域,所以航向也是影响安全船速的因素。

航向是指船首向,在有船速的情况下,其可以决定船舶的船位变化趋势。一个安全的航向,是决定安全船位的重要因素。

2.3 各操纵因素的量化

对航行船舶各要素进行安全量化,首先要为各要素确定一个危险线,根据要素在安全线和危险线之间的取值变化,来量化要素的安全性。

2.3.1 船位的量化

(1) 选择合理的计划航线和危险线

船舶在航行中,船位是保障船舶安全的关键,特别是在狭窄航道以及在港区内驶向泊位的过程中,要考虑风、流、碍航物等外界因素,把船舶摆在安全合理的位置上。在设计计划航线时,要充分考虑到外界因素以及船舶操纵的需要,使得船舶在各种情况下包括应急局面,都有足够的调整余地。在狭窄的航道,如青岛港大公岛至一号锚地之间的深水航槽,航线宽度更窄,船舶只能走在航道中心线,稍有偏离就有搁浅的危险。如此狭窄的水域,因为调整余地太小,就要配置足够的辅助资源如拖轮,协助船舶应对船舶失控等应急局面。有的船位计划航线,是约定俗成的,特别是大型重载船舶靠泊码头的一段航线。如青

岛港靠泊大油船,距离码头标准距离为 0.3 海里,最近不能低于 0.2 海里。危险线,就是船位设计中距离障碍物的最近界限。船位危险线因船而异、因地而异,必须根据航行的条件和任务做合理的设计。例如,很多航运公司规定,沿岸航线距离碍航物或危险水域不得少于 5 海里,驶向泊位过程中,距离岸壁不得小于两倍船宽等。作为引航员,操纵船舶的危险线必须是安全、合理、有效的。

(2) 船位的量化

把危险线与计划航线之间的距离做 10 等分,船位偏离计划航线的距离,占 X 等分,船位危险因数即为 X/10,船位安全因数为 (1-X/10)。船位处于危险线,即船位危险因数为 1,危险无法避免;如船舶处于计划航线,则船位安全因数为 1。我们通常利用安全因数来判断船舶航行的安全状态。

2.3.2 船速的量化

(1) 合理的船速

船速的量化与船位有直接关系,由速度方向上的目的地、碍航物或浅水区所决定,并且受船舶种类和吃水的影响。以船舶行驶目的地为基准,按照船舶的不同情况,计算出每个距离对应的船速。

船舶航行中,在纵向上主要受到主机推力、汹涛阻力和摩擦力的共同作用。速度较大时,船舶主要受汹涛阻力的作用。需要量化的速度关键是船舶减速、停车淌航以预计的速度进入目的地(通常是 3kn)。

$$f = bv^2 \quad (1)$$

$$f = mv' \quad (2)$$

$$s = \int_0^t v_t dt \quad (3)$$

$$\text{解得 } s = \frac{m}{b} \ln\left(\frac{v_t}{v_0}\right) \quad (4)$$

$$v_0 = 3(kn)$$

v_t 为即时速度

s 与目的地之间的距离

m 船舶的排水量(吨)

b 船舶的纵向水阻尼系数

令 $\frac{m}{b} = A$, 则不同船舶对应的值如表 1 所示。

表 1 不同重载船舶的 A 值

船长 L 船舶类型	225 米	300 米	400 米
集装箱	0.9 海里	1.2 海里	1.6 海里
散货船	2.4 海里	3.2 海里	4.3 海里

为了方便计算,我们可以取船速为 6kn、9kn、12kn 时对应的距离。因为这是停车距离,当带车航行时,距离要有一定的增加,以逐步减速。

(2) 危险速度的选择

大于计划速度 20%,即为危险船速。计划船速与危险船速之间 10 等分,船速高出 Y 等分,船速危险因数即为 Y/10,船速安全因数为 (1-Y/10)。

2.3.3 航向的量化

在船舶带车航行时,根据计划航线,调整船舶的风流压角即可获得合理航向,使船位保持在计划航线上。在船舶停车前依靠车舵很容易获得。这段航程需要量化的航向是大角度转向过程中,航向与旋转支点之间的夹角。船舶停车淌航准备入泊时,航向与码头方向的夹角,即入泊角度需量化,以确保船舶最终平行靠泊。相对来说,航行中船舶的航向只要能使船位保持在计划航线上,其数值无需量化,都可以直接视为 1.0;而在近距离入泊的过程中,由于船舶长度,已经不能视其为质点,所以需要将航向量化,以确保船舶与码头之间触碰时保持安全。

假设入泊角度为 5 度时的航向即为危险航向,同样将其 10 等分,航向差异为 Z 等分,则航向危险因数为 Z/10,航向安全系数为 (1-Z/10)。

2.4 船舶的安全系数 T

船舶航行时的安全系数 $T = (1-X/10) * (1-Y/10) * (1-Z/10)$ 。T 值越低,船舶航行安全性越低,要及早调整,使得 T 值趋向于 1。在水域条件许可的条件下,三者是可以互相转化的。如果某一危险因数无法消除,可以通过调整其他两个因数,来加大 T 值。例如,当主机失控无法控制速度时,可以调整船位和航向,增加 T 值,只要不小于 1,依然能够保证航向安全。

在船位安全系数高于 1 的情况下, Y/10 和 Z/10 即使数值高,整个船舶安全系数 T 只要大于 1.0,也是安全的。

3 实船操作验证

如图 1,船长 400 米、吃水 13.5 米的集装箱船靠泊青岛港前湾 83 区。计划入泊船速 3.0 节,入泊航向 222 度,入泊船位距离码头横距 200 米。该船 DEAD SLOW 航速为 6 节。

该船船位危险线设于距离码头三分之一船

长, 即 130 米, 船速危险线为标准速度的 20%, 航向危险线为码头方向 5 度。

该船船速减半距离为 1.5 海里, 由此可推出该船停车位置为距离泊位 1.5 海里处, 停车船速为 6 节, 停车时计划航线为 228 度。以此倒推在距离 3 海里的 302 灯浮, 最快速度为 12 节。青岛港港区限航速度为 12 节。

假设船位处于点 O, 距离泊位 1.5 海里, 速度 6.6 节, 距离岸壁 300 米, 航线距离泊位码头沿线 350 米, 危险线设于距离码头三分之一船长, 即 130 米; 航向 230 度。

船位安全系数: $1 - (350 - 300) / (350 - 130) = 0.77$

船速安全系数: $1 - (6.6 - 6) / 1.2 = 0.50$

航向安全系数: $1 - (230 - 228) / 5 = 0.6$

$T = 0.77 \times 0.5 \times 0.6 = 0.23$

由计算可知, 安全因数 T 值较低, 需要调整。而调整船位和航向是最简便易行的, 可以将船舶航向调整为 220° , 则

航向安全系数: $1 - (220 - 228) / 5 = 2.6$

$T = 0.77 \times 0.5 \times 2.6 = 1.0$

此值大大提高了安全因数, 使船舶的安全性得到提高。

4 结语

船舶航行中, 其风险的量化有实际的实践意义。操纵者往往是不知不觉中, 使船舶进入危险局面, 发现时已经难以改正操纵参数, 错过纠正

时机; 或者即使发现局面危险, 也不能选择正确的措施, 充分利用有利条件, 化解风险。建立船舶航行风险评估的方法, 就可以及时判断风险, 通过改变航行要素, 将船舶的风险降至安全的范围。

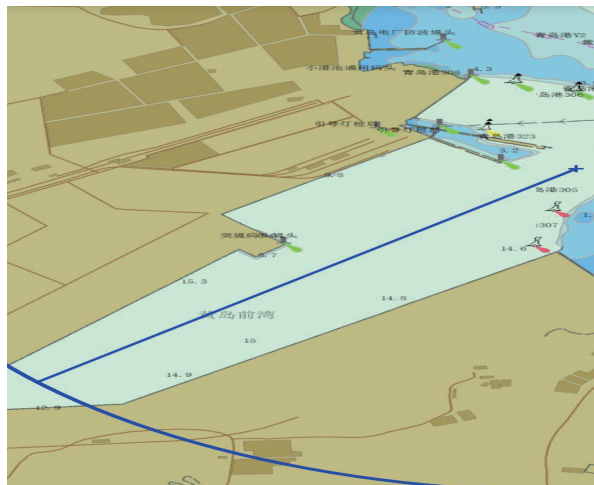


图 1 大型集装箱船靠泊青岛港前湾 83 区

参考文献:

- [1] 刘自秤. 船舶航行安全风险评估方法研究 [J]. 工程技术, 2017, (5): 355.
- [2] 胡甚平, 等. 大型船舶航行的风险分析与风险控制 [J]. 中国航海, 2006, (3): 34-38.

Discussion on Risk Assessment Method of Ship Maneuvering in Port Area

DOU Pei—jun, LV Xi—bao

(Qingdao Port Pilot Station, Qingdao 266100, China)

Abstract: In order to early detect the risks of ship manipulation in the port area and take timely appropriate measures to eliminate or reduce the dangers, the classification and quantitative analysis of ship navigation factors are conducted, and the concept and calculation method of ship manipulation risk factor and safety factor are put forward. On this basis, the risk assessment and reduction methods of ship manipulation are discussed, so that the risk of ship manipulation can be reflected in the concept of quantity at any time. It is of great practical significance, to early judge the risks faced by the ship, to timely take appropriate measures, to improve the safety factor of the ship, and to ensure the safety of the ship.

Keywords: ship manipulation risk factor, ship manipulation safety factor, ship manipulation in the port area