

# 大型集装箱船靠泊航行速度的控制

刘 峤

( 青岛港引航站, 山东 青岛 266011 )

**摘要:** 为了确保大型集装箱船 ( 350-400M ) 靠泊航行过程中的安全, 通过该类型船舶航行时的纵向受力分析, 总结该类船舶的纵向运动特点和靠泊操纵措施: 在两倍安全领域以外清爽的范围内, 以符合港规的安全速度 ( 12kn ) 航行; 在两倍领域之内, 开始减速, 或停车淌航, 抵达安全领域边界的速度为 3kn; 在受限的水域, 应配置两艘拖轮伴航, 以防应急局面; 受风影响较大 ( 横移, 旋转 ) 且接近码头的水域, 需以最慢的带车速度慢行, 以适合的风压角保证安全船位, 尽可能缩短停车淌航的距离。停车淌航阶段, 采取措施最大限度地减小风压角, 合理配置拖轮克服风力的不利影响。通过实船操作验证上述措施的有效性和合理性。

**关键词:** 纵向受力; 停车淌航; 对数函数; 大型集装箱船

**中图分类号:** U675

**文献标识码:** A

## 0 引言

随着船舶的日益大型化, 大型集装箱船数量逐步增多, 其在港口的事故发生率也随之提高。其中很多事故都是因为对该类船的速度控制掌握得不够, 导致在航行或靠泊的过程中速度过大, 停车淌航距离以及横距安全余量不足。因此熟悉该类船舶的纵向受力特性, 掌握其速度控制规律, 并根据操作环境情况适时配置拖轮资源, 采取适当的措施, 合理控速, 是船舶操纵者需掌握的技能技术。本文通过讨论和归纳, 总结该类船舶的纵向受力特性, 进而提出速度控制的数据和措施, 并通过大型集装箱船靠泊青岛港 81 区操纵实例来验证其效果。

## 1 大型重载集装箱船理想情况的纵向操纵特性

大型集装箱船是指长度 350-400 米的集装箱船舶。该类船舶满载吃水可达 15.5 米以上, 船宽 60 米左右; 有效的受风高度在 50 米时, 横向受风面积在 15000 平方米左右; 长宽比在 6-7 之间, 属于瘦长型; 主机功率与排水量比约 0.27; 比大矿船偏高, 排水量大, 降速冲程大, 旋转性差, 保向性较好。由于船舶长、受风高度大, 舷侧受横向风力影响大, 当横向风力较大时, 容易产生

旋转力矩, 导致船速降低或停车淌航时, 船舶难以用自身舵力把定, 需要配备适当的拖轮协助。

### 1.1 纵向受力

在不受风流影响的理想水域, 航行中的大型集装箱船纵向上受主机的推力  $F$ 、水流阻力和摩擦阻力的合力  $f$  的共同作用。其中  $F$  受主机功率  $P$  和船速  $V$  的影响;  $f$  主要受船舶的宽度、长度、水下船壳湿面积的粗糙度和船速  $V$  的影响。大型集装箱船纵向的加速、匀速、减速运动状态的保持与改变, 皆是其合力作用的结果。针对某一特定船舶, 可以在实船试验中给出每一功率下的航行速度及主机推力, 从而得出其对应的阻力与速度的系数, 用该系数可以求出船舶停车淌航时, 每一船速对应的阻力, 因此可以求出速降规律。

$$f = kv^2$$

$k$  为水阻力系数

$v$  船舶的即时速度

对重载船舶,  $k$  的数值主要受船舶宽度影响, 其次受船舶长度影响, 同时也和船舶的湿表面积粗糙度、流压角大小有关。所以对一艘特定的船舶,  $k$  值在某一个范围内变动, 对某一船型的船舶也是如此。引航员和船长需要将船舶按船型分类, 以船长为变量, 按吃水情况对  $k$  值做出统计。

收稿日期: 2021-08-17

作者简介: 刘 峤 ( 1979— ), 男, 一级引航员

### 1.2 速降规律

大型集装箱船的速度控制直接影响到船舶和码头的安全。研究船舶的降速规律对维护船舶和港口安全有着重要的意义。船舶由全速、半速、慢速、最慢速减至停车淌航,是一个可变可调整的过程,在保证主机安全的情况下,可以因人而异操纵船舶。停车淌航开始,船速的变化是按一定规律进行的。假设停车时的初始速度为  $V_0$ , 我们可以根据船舶所受的阻力,求出任意时刻的即时速度  $V_t$ , 因此可以对船舶在一段时间内行驶的距离进行积分,求得速度减半所需要的距离为对数函数:

$$S = \frac{m}{k} \ln 2 \quad (2)$$

根据统计数据计算,在无风无流且足够深的水域,360~400 米大型集装箱船满载时停车降速每个周期冲程  $S$  约 1.5 海里,在青岛港港规限速 12 节的情况下,需在纵向留出 2.5 个周期的冲程,即 3.75 海里作为降速领域,确保该范围内无安全隐患,否则即采取措施,加强自我保护。

## 2 大型集装箱船舶受风流影响时的速度控制

理想情况下(无风无流)统计出的船舶操纵数据,在船舶受风流共同影响时,可根据运动的叠加性和相对性,做进一步分析。

(1) 首先分析大型集装箱船受海流影响的降速特性。根据运动的相对性,可把船舶对地运动转换为对水运动。如 400 米长、吃水 15.5 米、停车淌航时对地速度为 8kn,对水速度为 6kn,那么行驶 1.5 海里时的速度为  $8 - 6/2 = 5$  (kn)。

(2) 其次,由于空气密度小,约是海水密度的  $1/900 \sim 1/1000$  之间,而且纵向受风面积较小,风对重载船舶的纵向影响微乎其微,可以忽略不计。风对大型集装箱船的影响,主要在横向移动和船舶旋转方面。当风力较大,使船舶以较大的风压角航行时,船舶在合速度的前进方向则受较大阻力。

### 3 靠泊航行中大型集装箱船的速度控制

#### 3.1 船舶带车航行时的速度控制

大部分大型集装箱船最慢车在 5~6 节之间,也有少数是 8 节的。引航员登轮后要根据船舶和水域通航的具体情况,对船舶带车航行的速度进行控制。

对同向航行的船舶,如不能安全追越,则根

据前船的速度,留出安全的领域。原则上停车淌航到达前船的位置时,不大于该船的速度。

按照泊位的位置,外推 2.5 个速度减半冲程  $S$ ,即 3.75 海里时,即需逐步减速,使得最慢车航行时,距离泊位一个速度减半冲程速度达到 5~6kn。特别注意大风天气时,要早减速、充分减速,延长使用车舵的时间。最慢车时船速较大的船舶要注意在开敞水域提前适当减速甚至停车,在狭窄水域要及时动车,掌握操纵的主动性。

#### 3.2 停车淌航时的速度控制

首先把握停车淌航的时机,其相应的船速、船位及航向必须匹配。船舶速度控制可参考下列数据。

船速      距离泊位

12.0 kn    3.75 nm

8~10 kn    3.0 nm

5~6 kn    1.5 nm

入泊速度 2.5 ~ 3.0 kn

停车时机就是距离泊位 1.5 ~ 2.0nm 处,具体视船速情况而定,那些最低速度达到 8.0kn 的船舶,需较早停车。

#### 3.3 拖轮的配备和控速使用

尽管各种统计数据支持我们的船舶操纵,还是要配备足够的拖轮,备妥双锚,以备应急局面,特别是在驶向死角的泊位,如青岛前湾港 71 区、77 区、U2 区等。要警惕车舵电故障问题,时刻保持船舶处于拖轮可控的状态。在纵向上始终保留一条可用于制动的拖轮,直到船位彻底摆正。坚决避免在最后入泊阶段出现紧迫局面却无手段可用的局面。

## 4 操纵实例

#### 4.1 船舶、环境情况和拖轮配置

大型集装箱船 MSC ANNA 靠泊青岛前湾港 81 区。船长 400 米,吃水 15.5 米,船侧受风面积 15000 平方米,最低车速 5kn。当时风向 NW、风速 20 kn,涨流水。拖轮配置: 1X8000P, 2X5000P; 侧推: 6000KW。

#### 4.2 安全评估

(1) 20 kn 风速产生的最大作用力: 80 T; 其产生的最大旋转力矩大约 4800 吨·米。

(2) 18000 匹的三条拖轮在 4.4 节船速时,顶推的最大横向推力: 150 吨; 6000KW 侧推最大横向力: 80 吨; 1X8000P 拖轮在船尾顶推的最

大转船力矩: 大约 15000 吨·米。

配置安全可靠。因风力不强, 可常规操纵, 以两条拖轮 1X8000P, 1X5000P 左舷前后系缆, 一条拖轮 1X5000P 系于船尾中间巴拿马孔应急。

#### 4.3 靠泊过程

配备的拖轮首先在团岛待命, 跟随船舶进入前湾航道。从 301 灯浮至 63 区, 船尾两拖轮在左右舦伴航, 左舷两拖轮系带缆绳。

引航员登轮后确认前湾港无出港船, 油港、内锚地、大港及船厂方向无有影响的船舶。

船舶在至团岛前按港速 12 节的要求航行, 过团岛后开始减速, 航至 301 号灯浮航速减为 10 节。

引航员指挥拖轮在 301 灯浮开始船尾两侧伴航, 船首拖轮放出适当长度缆绳。

船舶继续减速, 航至 63 区时减至 7 节, 以最慢车航行, 并调整风压角, 使船位保持在合理范围内。船尾中部巴拿马导览孔系缆。

将雷达距离标记圈设至 1.5nm。该圈抵近 81 区后端时, 船速降为 6.5kn, 船尾左舦拖轮收缆, 根据风压角调好航向, 停车淌航。

船速降至 4 节, 船舶受风的影响开始向右旋转, 左舦拖轮垂直, 适当顶推, 保持航向稳定。

继续减速前行入泊, 入泊速度 3.0 kn。注意, 在入泊过程中, 船舶在有速度的情况下, 不可进入入泊泊位和其前泊位停泊船舶的空挡, 以便主机失控时, 能迅速将船操纵到安全水域。主机倒车, 船首拖轮垂直。如主机失控, 则船首及船尾两舦拖轮制动, 同时侧推和一拖外推船舶。

在距离泊位横距 50 米左右, 调平行, 调拢速,

使船舶安全靠拢码头。

#### 5 小结

大型集装箱船靠泊事故频发, 导致重大经济损失, 并威胁船舶、人员、港口和环境安全。据统计, 多次事故都是因船速控制不当而引起的。因此, 大型集装箱船靠泊需注意下列事项:

(1) 气象条件良好的情况下, 根据船舶状况, 计算出速度减半距离, 按部就班地控制速度, 保持安全的领域即可。对于 366—400 米长度的大型集装箱船, 其速度减半距离大约为 1.5nm。

(2) 大风天气或通航密度较大时, 要及早采取适当的减速措施, 使船舶的运动变化始终处于主动。把停车淌航减速的距离缩至最短。

(3) 入泊时要根据具体条件, 始终备有应急措施, 以备主机失控的局面。对于“死角泊位”, 如 71 区、77 区、83 区、U2 等泊位, 尤其要耐心慢速驶入, 稍快 1.0kn 的速度, 也将使船舶面临巨大的风险。

作为操纵船舶的引航员, 应当认真研究该类船舶的船型特性, 搜集数据, 掌握速度变化规律, 根据外界环境配置适当的备用资源, 保证各种突发应急的局面下, 都能从容控制船舶动态, 确保安全。

#### 参考文献:

- [1] 陆志材. 船舶操纵 [M]. 大连: 大连海事大学出版社. 2000.
- [2] 洪碧光. 船舶操纵原理与技术 [M]. 大连: 大连海事大学出版社. 2006.

## Sailing Speed Control of Large Container Ship

LIU Qiao

(Qingdao Pilot Station, Qingdao 266011, China)

**Abstract:** In order to ensure the safety of large container ships (350–400m) during berthing and sailing, the longitudinal motion characteristics and berthing control measures of this type of ships are summarized by analyzing the longitudinal force of this type of ships during sailing. Within 2 times of the field, the speed to reach the boundary of the field is 3kn; In restricted waters, two tugboats should be deployed to accompany in case of emergency; In the water area which is affected by wind (lateral movement, rotation) and close to the wharf, it is necessary to move slowly with the slowest speed, ensure the safe position of the ship with the appropriate wind pressure Angle, and shorten the distance of stopping and sailing as much as possible. Stop the passage section, take measures to minimize the wind pressure Angle, rational allocation of tug to overcome the adverse effects of wind. The effectiveness and rationality of the above measures are verified by actual ship operation.

**Keywords:** longitudinal force; parking and cruising; logarithmic function; large container ship.