

# 大风浪中船舶定点安全抛锚操作

华开明, 童裕芳

(宁波海运股份有限公司, 浙江 宁波 315020)

**摘要:** 大风浪中抛锚操作, 驾驶人员会面临明显的船舶偏转、飘移现象, 在下锚前又会产生控速与把定航向之间的矛盾。

本文从大风浪中抛锚要掌握的三个要点和抛锚操作各阶段操作重点来阐述如何做到定点安全抛锚。

**关键词:** 飘移; 装载状态; 风致偏转; 流致偏转; 定点锚位; 航迹微调

中图分类号: U675.92

文献标识码: A

文章编号: 1006—7973 (2023) 01—0022—03

大风浪环境中, 船舶受到强风流的作用, 仅依靠自身的动力来实现定点安全抛锚操作难度较大, 主要难点表现在: ①船舶慢速状态下容易偏转, 航向把定难, 落锚点不易精准把握; ②船舶飘移快, 易发生走锚, 船舶碰撞等事故, 给船员生命和财产造成严重威胁。本文在船模实验和海上实际操纵所得数据的基础上, 针对上述难点总结出大风浪(6-11级风, 无涌)环境中定点安全抛锚操作要点和抛锚操作各阶段操作重点。

## 1 大风浪抛锚操作要点

船舶在水面上航行, 是一个合成运动, 船体既有纵向和横向的平移运动, 也伴有旋转运动, 大风浪中航行尤为明显。大风浪中要实现定点抛锚, 驾驶人员首先要理解和掌握以下要点:

### 1.1 树立利用船舶横向运动的理念

船舶平移运动  $T_r$  可以分解成纵向运动  $X_m$  和横向运动  $Y_m$ , 见图 1, 依靠船舶自身的车舵力量, 船舶的纵向运动一般可以得到控制; 但横向运动是无法及时有效控制的, 见图 2, 船舶向下风流处飘移, 想要用右满舵进车来克服这个飘移, 船舶需要航经一段距离且转向至一定角度后方能见效, 但往往这段距离和转向就会产生险情, 譬如造成与其它船距离太近等。在大风浪面前, 船舶自身的动力是非常渺小的, 刻意想凭借自身的车舵力量来克服风流的横向飘移, 有时是非常危险的。锚泊操作中, 驾驶人员要树立利用船舶的横向运动理念, 把不利因素为我所用, 则可以更加精确有效掌控船位, 且更安全(后文 2.2.2.3 具体说明)。

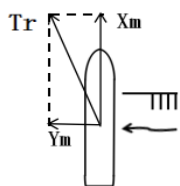


图 1 船舶平移运动

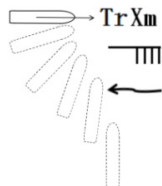


图 2 车舵克服横向漂移

### 1.2 典型装载状态下船体受风流作用后偏转的规律

大风浪中船舶慢速接近锚位时, 有时风流转船力矩会大于舵转船力矩, 导致航向把定困难, 船体产生偏转, 甚至大幅度旋转而失控。所以驾驶人员了解各典型装载状态下船体受风流作用偏转的规律很重要, 这可以帮助驾驶人员选取合适的航向, 也可以帮助预判容易产生大幅度偏转的不利航向。为了方便说明问题, 本文以下内容都是以一艘典型的 65000 吨散货船为材料作具体阐述, 船型见图 3。用该船 1:200 的船模在实验室做了偏转实验, 以得到试验数据。为了比对偏转差异, 实验选取该船重载、压载(1)、压载(2)三种典型装载状态, 重载为 13.30 米平吃水; 压载(1)首尾吃水为 4.50/6.80 米; 压载(2)首尾吃水为 1.50/7.50 米。

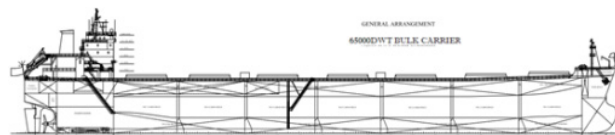


图 3 船舶总布置图

实验中, 以船模重心作为支点, 根据风动压力转船力矩公式 ( $M_a$ )

$$M_a = 1/2 \rho a C_{ma} V_a^2 (A_a \cos^2 \theta + B_a \sin^2 \theta) \quad (1)$$

测出该船三种装载状态的风力转船力矩系数 ( $C_{ma}$ ) 数值, 制成  $C_{ma}$  与相对风向关系图, 见图 4, 图中, 船舶重载  $C_{ma}$  值对应的是实线曲线; 压载(1)  $C_{ma}$  值对应的是虚线曲线; 压载状态(2)  $C_{ma}$  值对应的是点划线曲线。

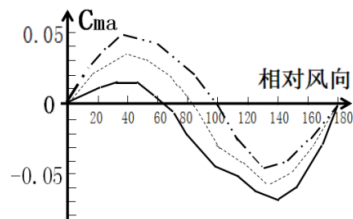


图 4  $C_{ma}$  与相对风向关系图

上式中  $\rho_a$  为空气密度  $1.293\text{kg/m}^3$ ， $V_a$  为相对风速 (m/s)， $A_a$  为船舶水线以上正投影面积 ( $\text{m}^2$ )， $B_a$  为船舶水线以上侧投影面积 ( $\text{m}^2$ )， $\theta$  为相对风向角。从图 4 中可以看出，船舶三种装载状态下，当相对风向为  $0^\circ$ 、 $90^\circ$  附近、 $180^\circ$  时， $C_{ma}$  都为 0，说明该相对风向风动力转船力矩较小，此时用较小的舵角可以把定航向。随着吃水差的增大（首吃水减少），正横前来风  $C_{ma}$  最大值增大明显，且正横附近  $C_{ma}$  为 0 时对应的相对风向角由  $65^\circ$  后移至  $100^\circ$ 。

同理，水动力实验中，把船模重心作为支点，模拟水深吃水比  $H/d$  重载选取 1.2，压载取 2.0 左右，根据水动力转船力矩公式：

$$\begin{aligned} M_w &= F_w \cdot \sin \gamma \cdot (L_G - a_w) \\ &= 1/2 \rho_w \cdot C_{wm} \cdot V_w^2 \cdot L \cdot d \end{aligned} \quad (2)$$

测出该船三种装载状态的水动力转船力矩系数 ( $C_{wm}$ ) 数值，制成  $C_{wm}$  与相对流向关系图，见图 5。

上式中  $F_w$  为水动力 (N)， $\gamma$  为水动力角，在  $90^\circ$  左右， $L_G$  为船舶重心距船首距离 (m)， $a_w$  为水动力作用点距船首距离 (m)， $\rho_w$  为水密度  $1025\text{kg/m}^3$ ， $V_w$  为相对流速 (m/s)， $L$  为船舶两柱间长 (m)。

从图 5 中可以看出，船舶三种装载状态下，相对流向为  $0^\circ$ 、 $90^\circ$  附近、 $180^\circ$  时， $C_{wm}$  为 0，说明水动力转船力矩较小，此时用较小的舵角可以把定航向。随着吃水差的增大（首吃水减少），正横前来流  $C_{wm}$  最大值明显减小，且正横附近  $C_{wm}$  为 0 时对应的相对流向由  $85^\circ$  前移至  $63^\circ$ 。

上述两个实验揭示了船舶在三种装载状态下受风或流单独作用后，船体产生偏转力矩的大小及分布情况，给实际船舶操纵提供了理论依据。

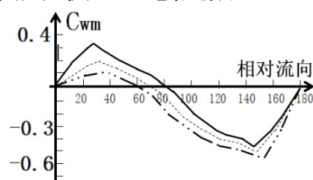


图 5  $C_{wm}$  与相对流向关系

### 1.3 不同装载状态下船舶最小保向舵角的分布

现实中，船舶水上航行时，船体的偏转是受风和流共同作用的结果，船舶各装载状态下水线下船体受流面和水线以上结构受风面特点决定了它在风流作用下保向特点。海上实测该船受风流作用后最小保向舵角分布如下列图所示，实测海域水深吃水比重载为 1.5，压载约为 2.7。

图 6 为船舶重载最小保向舵角分布图，纵向航速 5 节左右，实线为风力 10 到 11 级，虚线为风力 8 到 9 级。

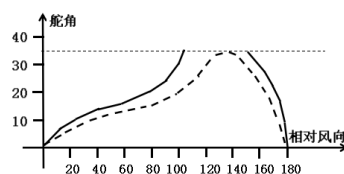


图 6 重载 5 节最小保向舵角分布

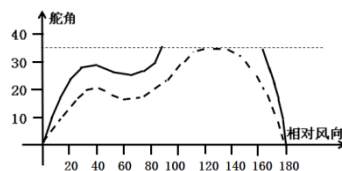


图 7 重载 2.5 节最小保向舵角分布

图 7 为船舶重载最小保向舵角分布图，纵向航速 2.5 节左右，实线为风力 10 到 11 级，虚线为风力 7 到 8 级；图 8 为船舶压载 (2)，纵向航速 4 节左右，实线为风力 10 到 11 级，虚线为风力 8 到 9 级；图 9 为船舶压载 (2)，纵向航速 2 节左右，实线为风力 10 到 11 级，虚线为风力 7 到 8 级。

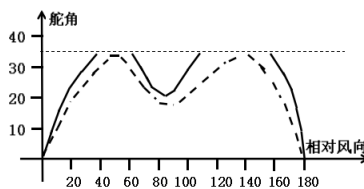


图 8 压载 (2) 4 节最小保向舵角分布

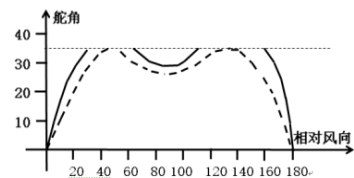


图 9 压载 (2) 2 节最小保向舵角分布

从上述最小保向舵角分布图（以下简称分布图）可以得出，大风浪环境中，该船重载状态下容易把定的相对风向是船首附近（范围较压载状态大）或正船尾附近来风；压载 (2)，除了正船首附近和正船尾附近来风外，正横附近来风也容易把定。压载 (1) 最小保向舵角分布情况处于重载状态和压载 (2) 之间，这里不再作图。船舶慢速行进时，相对风向接近于真风向。驾驶人员掌握这个要点在实际抛锚操作中也是非常重要。

## 2 抛锚操作中各阶段操作重点

### 2.1 船舶抵近锚地前的准备

无论船舶是重载还是压载状态，在抵近锚地前，驾驶人员要预先根据风速风向仪的数据，测出真风向和真风速，为选择下锚时刻易把定的船首向和摆放船位作准备。然后根据 GPS 航迹向、相对计程仪读数、其它锚

泊船船首向和潮汐资料等信息，通过分解船舶对地运动矢量大致判断出流流流向。

如果预判出下锚时刻船舶横向飘移速度太大，重载0.5节及以上，压载状态0.7节及以上时，则宜选择平潮时机，规避流的不利因素影响，减少风险。

## 2.2 船舶慢速抵近锚位时船首向选择和船位控制

从分布图上可以看出，重载船舶在抵近锚位时可选择船首向为相对风向处于船首左右 $35^{\circ}$ 范围以内的船首向，也就是说选择船首附近来风，即使航速较慢，甚至短时用用车舵，也容易保向，这个特性满足了慢速抵近锚位时的保向要求。同时，为了利用船舶的横向飘移，需要根据当时的飘移方向，预先控制船位，使预定锚位处于船舶飘移方向( $Tr$ )上或附近，并保持足够横向距离以便对飘移方向作进一步微调，见图10。同理，压载状态船舶宜选择船首左右 $15^{\circ}$ 以内或正横附近来风，使预定锚位处于船舶飘移方向上或附近，并保持足够横向距离。注意如果风力达到8级及以上时，不宜选择正横附近来风，防止船舶横向飘移过快而失控。

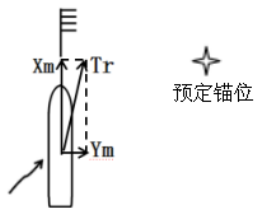


图10 船位与预定锚位相对位置

## 2.3 下锚前飘移方向的微调

驾驶人员正确选定船首向后，譬如重载选择顶风，在基本把定航向的基础上，通过用车控制船舶的纵向航速，以实现调整船舶的飘移方向( $Tr$ )，使船首备锚沿着飘移方向朝预定锚位移动，见图11。待船首备锚移动至预定锚位正上方稍微提前时迅速将锚抛下，这里的稍微提前量是指下锚至锚啮入海底所需要的距离，根据实际操作，泥砂质海底一般提前50米左右，泥质海底一般提前60米左右。压载状态如果选择正横附近来风也是同理操作。

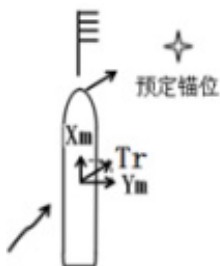


图11 船首朝预定锚位移动

## 2.4 下锚后船首向的调整

在预定锚位下锚后，一般船舶飘移速度较快，此时船舶受到风、流和锚链三个力的共同作用，为了防止锚链受力过大和走锚，需要及时调整船首向以减缓锚链的拉力。调整船首向的参考依据是本船的飘移方向和其它锚泊船的船首向。重载船舶顶风下锚后，从分布图得知船体本身会首迎风，所以需要向飘移的相反侧作满舵，进车，使船首朝锚位方向偏转，保持适当退速，及时松锚链，见图12。最终与其它同类型重载船舶同向；压载状态船舶顶风下锚后，从分布图得知船体容易被打横，所以要进车尽量保持顶风，保持适当退速，及时松出足够长度锚链，松链过程中，船舶受锚链拉力作用后，船首会逐渐朝锚位方向转向，及时作上风侧满舵，短时进车，防止船体在松足锚链之前被风打横，最终要与其它同类型压载船舶同向；压载状态正横来风下锚后，需要向飘移的相反侧作满舵，进车，使船首朝锚位方向偏转，保持适当退速，及时松锚链，最终与其它同类型压载船舶同向。

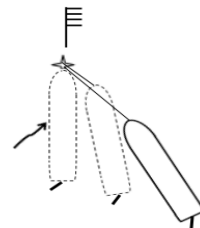


图12 重载调整船首向

## 3 结束语

大风浪中定点安全抛锚操作是一个综合考虑风流飘移、偏转和船舶保向特点的过程。上文只是某一特定类型船舶抛锚操作的阐述，实际操作中风、流之间关系复杂。本文只是起到抛砖引玉作用，驾驶人员要在实际工作中多总结经验。

参考文献：

[1] 龚雪根，陆志才.《船舶操纵》，人民交通出版社。