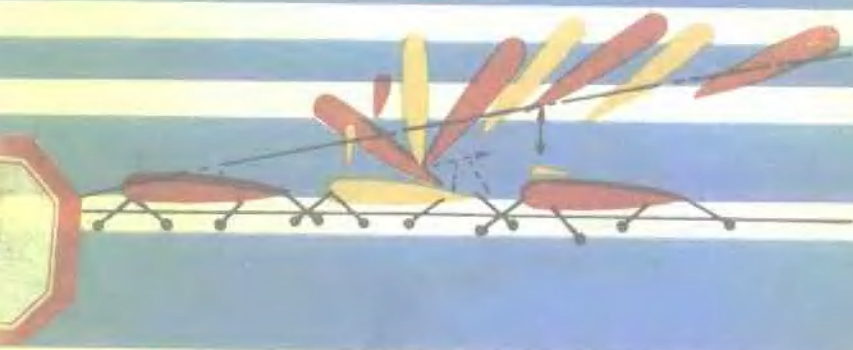


航海业务知识丛书

(船舶操纵部分)

# 船舶系泊操纵

何鸿锴 编



人民交通出版社

269169

航海业务知识丛书

(船舶操纵部分)

# 船舶系泊操纵

Chuanbo Xibo Caozong

何 鸿 锴 编



人民交通出版社

内 容 提 要

本书阐述了运输船舶系泊操纵的基本知识和基本技能。全书共分为六章，主要内容包括系泊操纵的基本知识，风和流对系泊操纵的影响，锚泊与掉头，靠离码头，系离浮筒，超大型船舶的系泊操纵以及船舶进出船坞、船闸的操纵等。本书着重分析船舶在各种不同的风流条件下，系泊操纵的特点和具体工作步骤，内容丰富，语言通俗易懂，对广大船员进行业务学习有很大的帮助。本书也可供各有关院校的师生、船舶引航人员和从事船舶运输工作的人员学习参考。

航海业务知识丛书  
(船舶操纵部分)  
**船 舶 系 泊 操 纵**

何 鸿 锴 编

人民交通出版社出版  
新华书店北京发行所发行  
各地新华书店经售  
人民交通出版社印刷厂印

开本：787×1092 1/32 印张：2.5 字数：51 千

1987年7月 第1版

1987年7月 第1版 第1次印刷

印数：0001—1,800册 定价：0.65元

## 前 言

随着交通运输事业的发展，迫切需要有一支与其相适应的、具有一定科学文化水平的职工队伍。搞好全员培训，加强职工技术教育，实为当务之急。当前矛盾是：学习不能都进学校，在职自学又缺少合适的书籍。因此中国航海学会为普及和提高广大海员的航海科学技术水平，以适应航海事业现代化的需要，特倡议组织编写航海知识丛书。中国航海学会编辑委员会与人民交通出版社于1980年在上海组成了航海知识丛书编审委员会，由陈有义、印文甫分别担任正副主任，王世忠、赵国维任秘书。编审委员会开展工作以来，已组织了企事业、学校等专业人员在业余时间分别进行编写，丛书将先后出版，陆续与读者见面。

航海知识丛书根据专业性质分为《航海业务知识丛书》和《轮机业务知识丛书》两套丛书。为了方便海员学习，力求结合实际，通俗易懂，并以小册子形式分专题出版。希望这两套丛书能不断为海员们业务技术学习作出贡献，同时也希望广大海员和航运单位共同来支持它和扶植它，使这两套丛书在不断更新中成为广大海员所喜爱的读物。

《航海知识丛书》编审委员会

# 目 录

|                            |    |
|----------------------------|----|
| <b>第一章 系泊操纵的基本知识</b> ..... | 1  |
| 第一节 操纵性能.....              | 1  |
| 第二节 风和流的影响.....            | 4  |
| 第三节 拖轮的使用.....             | 8  |
| <b>第二章 锚泊与掉头</b> .....     | 11 |
| 第一节 锚泊操纵的要点和注意事项.....      | 11 |
| 第二节 锚泊方式与操作方法.....         | 14 |
| 第三节 偏荡与走锚.....             | 17 |
| 第四节 掉头操纵要点和注意事项.....       | 19 |
| 第五节 船舶在港内自力掉头.....         | 20 |
| 第六节 顺流抛锚掉头.....            | 22 |
| 第七节 顶流拖轮拖头掉头.....          | 25 |
| <b>第三章 靠离码头</b> .....      | 27 |
| 第一节 靠离码头注意事项.....          | 27 |
| 第二节 流水港靠码头.....            | 29 |
| 第三节 静水港靠码头.....            | 36 |
| 第四节 流水港离码头.....            | 39 |
| 第五节 静水港离码头.....            | 44 |
| <b>第四章 系离浮筒</b> .....      | 47 |
| 第一节 系离浮筒的注意事项.....         | 47 |
| 第二节 系双浮筒.....              | 48 |
| 第三节 离双浮筒.....              | 53 |

|                             |    |
|-----------------------------|----|
| <b>第五章 其他靠离方法</b> .....     | 57 |
| 第一节 船与船间的靠离.....            | 57 |
| 第二节 船舶进出船坞.....             | 61 |
| 第三节 船舶进出船闸.....             | 67 |
| <b>第六章 超大型船舶的系泊操纵</b> ..... | 69 |
| 第一节 超大型船舶的特性.....           | 69 |
| 第二节 操纵超大型船的注意事项.....        | 71 |
| 第三节 超大型船靠泊操纵.....           | 72 |

# 第一章 系泊操纵的基本知识

## 第一节 操纵性能

船舶驾驶员必须熟悉本船的操纵性能，正如一个工人必须熟悉他的机器，外科医生必须熟悉人体结构和手术器械一样。只有这样，才能在系泊操纵和船舶避让时，做到心中有数，防止盲目操纵，保证船舶安全。

船舶的有关操纵性能，主要有以下几个方面。

### 一、回 转 性

船舶以一定的舵角和速度作 $360^\circ$ 的回转运动时，其重心的轨迹称为回转圈，又称为旋回圈（见图1）。

不同船舶在不同的条件下，其回转要素是不一样的。掌握回转性能对船舶操纵具有重大的意义。船舶回转圈的主要要素有：

#### 1. 偏距 $l$ ，

开始转舵阶段船舶重心向转舵相反一舷横移的最大距离称偏距或反移量，一般运输船舶全速满舵时的偏距

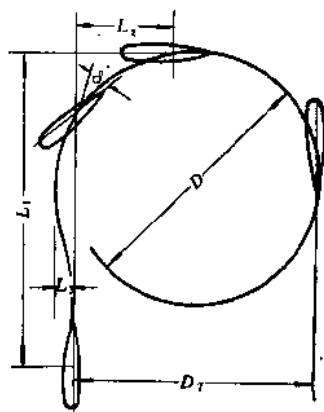


图1 回转圈及其要素

约为  $\frac{1}{2}$  船宽（或 0.01 倍船长）。

## 2. 偏角 $\delta$

船舶作回转运动时，其重心轨迹的切线与船体中心线的夹角称偏角或漂角。偏角一般约为  $3 \sim 15^\circ$ ，偏角愈大，船舶的回转性能愈好，回转直径愈小。

## 3. 进距

开始转舵到航向转过任一度数时的重心位置之间的纵向距离称进距或纵距。当船转至  $90^\circ$  时，进距  $L_1$  将最大，它约为回转初径的  $0.7 \sim 0.9$  倍。

## 4. 横距或正移量 $L_2$

船舶开始转舵到转至  $90^\circ$  时重心间的横向距离称横距或正移量，一般约为回转直径的一半。

## 5. 回转初径 $D_T$

船舶由开始转舵到转过  $180^\circ$  时，重心间的横向距离称回转初径，它约为  $3 \sim 7$  倍船长，比回转直径约大  $0.1$  倍。

## 6. 回转直径 $D$

船舶作稳定圆周运动时所具有的直径称回转直径，约为回转初径的  $0.9$  倍。

## 7. 旋转点 $P$

船舶回转运动时，首尾线上漂角等于零的点称旋转点或转心。船前进时， $P$  点在重心之前，后退时，则在重心之后。随着船速的不同， $P$  点位置也不同，一般商船快车前进时， $P$  点约在船首柱后  $\frac{1}{8}$  到  $\frac{1}{5}$  船长处；所以，回转中首偏里少，而尾偏外大，一般可达  $2$  倍船宽。航行于狭窄水域或避让时，必须注意，即所谓“走船要顾尾”。

船舶驾驶员在操纵或避让时，如何运用回转要素呢？主要应注意以下几点：

1. 狭水道对遇避碰时，两船须保持一定的横向距离，以免向右转舵时，双方因受偏距作用而突然靠拢。

2. 急迫避碰时，当双方的船首已错开，为避免尾部碰撞，双方可施相对的满舵，利用偏距使各自的船尾摆开，而达到避碰的目的。

3. 过弯道时，船位与岸壁至少保持 8 倍船宽的距离，以防偏距或尾外偏造成船尾触及岸壁。

4. 最大进距是船舶转向及避让时施舵时机的依据，即应根据最大进距决定转向的提前量，对遇避让时，最晚施舵点为三倍最大进距。

5. 回转初径  $D_T$  是船舶用舵回转掉头所需水域宽度大小的依据。

船速、载重量、纵横倾、舵角大小及浅水、风、流等对回转的影响和回转运动中船舶的横倾等因素，在实际操纵中，都需要加以考虑，宁可留有余地，也应避免因估计不足而发生事故。

## 二、冲 程

船舶在前进中停车或倒车时，因船舶具有前冲惯性或后退惯性，故需要经过一段时间和前冲或后退相当一段距离后，才能使船真正停住，这段距离就叫做冲程，也可分别简称为“停车惯性”或“倒车惯性”。

一般船舶的停车冲程主要取决于排水量的大小和停车前的车速。满载船在  $10\text{kn}$  左右的速度时停车，其冲程约为船长的 20 倍；空船的停车冲程约为满载时的一半。

倒车冲程又称为“最短停止距离”，它在操纵上极为重要，是能否用倒车进行紧急避碰的主要依据，它取决于主机的种类和排水量。一般满载船的倒车冲程约为船长的5~12倍，超大型船可达12~20倍，从半速和慢速时开快倒车，其冲程约为船长的1~3倍。汽轮机船因倒车功率小，约为其他船舶冲程的2倍。空载船比满载船的最短停止距离少40%左右。船底贝藻附着较多时，对最短停止距离也有很大影响。

作为船舶驾驶员，不但要熟记本船的最短停止距离，而且要熟记各种船速下本船的冲程，同时在实践中要认真观察，积累资料，分析原因，这样才能正确地掌握和运用冲程。

## 第二节 风和流的影响

船舶在进行靠、离作业的过程中，由于船本身的速度很小，有时几乎中止了运动，此时，风流等外力对船起着支配的作用。船舶的操纵者此时更应重视风、流的影响，要掌握它，利用它。掌握得好，就可以利用风、流使船舶靠、离操纵顺利、安全地进行；反之，如没能正确掌握风、流的影响，往往会使预定的操纵方案失败，甚至导致触碰船舶、码头或系船浮筒等事故，所以，对风、流在船舶靠、离中所起的影响，不能掉以轻心。

风、流对船舶操纵的影响很复杂，但对一艘船来说，在各种载重的情况下（压载、半载、满载）是有其规律性的，只要我们努力去认识和掌握它的规律性，就能取得船舶操纵的主动权。

## 一、风 的 影 响

风对船的影响，一方面使船向下风漂移，另一方面使船产生偏转。船舶驾驶员要掌握船在风中漂移和偏转的规律，首先要弄清风力、风压中心和风压力角的变化规律以及风力与水阻力间的相互关系等。有关这方面的内容不是本书叙述的内容，读者可参阅大连海运学院或上海海运学院的船艺课本中的有关章节。

有关船舶受风的横向漂移速度和需要配用的风压差角，可通过实船试验找出其规律。漂移速度也可用下式求得：

$$V = 0.04 V_a \sqrt{\frac{B}{B_1}}$$

式中：  $V$ ——船的漂移速度 (m/s) ；

$\frac{B}{B_1}$ ——水上、水下侧面积比；

$V_a$ ——相对风速 (m/s) 。

表 1 是一般货船空载在六级横风时的漂移速度表。

表1

| 船 舶 吨 位 | $\frac{\text{水线上面积}}{\text{水线下面积}}$ | 漂 移 速 度 |
|---------|-------------------------------------|---------|
| 10 000t | 3.0                                 | 40m/min |
| 5 000t  | 2.5                                 | 33m/min |
| 3 000t  | 2.0                                 | 27m/min |

船在风中的偏转规律如下：

1. 船静止或船速接近于零时，船身将趋向与风向接近垂直。

2. 船舶前进中，正横前来风，空载慢速，船首受风面积大的船顺风偏；半载或满载，尾受风面积大的船逆风偏；正横后来风，逆风偏显著。

3. 船舶后退中，当船有一定退速时，船尾迎上风，正横前来风比正横后来风显著，左舷来风比右舷来风显著。后退速度极微时，船的偏转基本上和静止时相同，并受到车的横向力的影响，船尾不一定迎风，对此必须注意。

## 二、流 的 影 响

### 1. 水流对船速和舵效的影响

船舶顺流航行时，实际船速等于静水船速加流速；顶流航行时，则实际船速等于静水船速减流速。

船舶顶流和顺流航行时，舵力都一样，但相对地说，顶流时能在较短的距离上使船首转过较大的角度，也容易把定。因此，顶流时，舵效比顺流时好。

### 2. 流压

船的首尾线与流向的交角越大，流压越大；船速越慢，流压越大，漂移速度也越快。船舶靠码头时，摆好船位可利用流压使船慢慢地靠拢码头；但如速度与交角控制不当，尤其急流时交角太大，流压也大，会酿成压碰码头或船舶的事故，所以靠泊时的交角不宜过大。

### 3. 弯曲水道中水流对操纵的影响

由于河道弯曲地段，不论涨落水流都向湾处推压，船舶顶流过湾时，船首和船尾的流向流速不一，有造成船被推向凹岸的趋势（见图2）。所以顶流过湾时，应顺湾慢速保持连续内转惯性，切忌把定，严防船首外转；一旦出现船首外偏，应立即采取大舵角，加快车速校正，若此措施无效时，

即应抛双锚快倒车，以防止事故的发生。

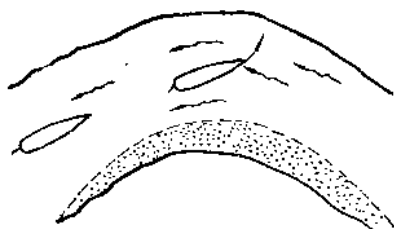


图2 顶流过湾



图3 顺流过湾

顺流过湾时（见图3），船首和船尾的流向流速也不同，此时的流有助于船舶顺湾转，但应防止船尾被推向湾的一边。因此，宜用慢车，保持在航道中连续内转。

处于弯曲地段的码头，水流大多是冲向码头的（即轧拢流），有的码头是上端轧拢流，下端冲开流；有的距码头一定距离是轧拢流，接近到一定距离是冲开流。这些情况靠泊时必须注意。

#### 4. 水流对回转的影响

船舶顺流回转运动时，受水流的推移增加了漂移距离。

漂移距离可用下式估算：

顺流漂移距离(m) = 回转时间(min) × 流速(m/min) × 80%

掌握顺流漂移距离，对确保顺流掉头安全极其重要。也就是说：

顺流掉头时所需的长度 = 最大进距 + 漂移距离 + 安全余地

在有流的水域，为使转向后的船舶能保持在预定的航线上，必须根据流速的大小，顺流适当提前转向；顶流则要适当地延迟转向。

### 第三节 拖轮的使用

大型船舶在港内转向、回转掉头、系泊、离泊、进出坞时，常须使用拖轮协助操纵作业。特别在风大、流急、大船操纵困难时，更需要拖轮协助。

使用拖轮的常用方式有拖头（吊拖）、顶推和傍拖（编拖）三种（见图4）。

1. 目前大船使用拖轮常见的情况

- 1) 协助大船掉头；
- 2) 吹开风靠泊时，将大船顶推向码头靠拢；
- 3) 吹拢风靠泊时，阻止大船靠拢太快；
- 4) 吹拢风离泊时，将大船拖离泊位；

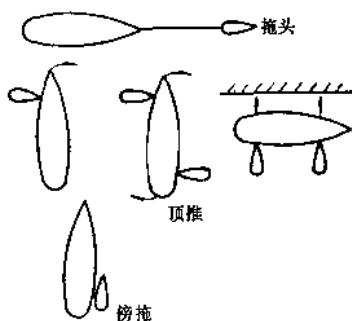


图4 大船使用拖轮的三种方式

- 5) 在流急的情况下帮助大船抵抗流压；
- 6) 拖无动力船舶。

2. 使用拖轮的注意事项

- 1) 拖缆长度要适当。

拖缆长度一般为大船首到水面高度的4倍（见图5a），一般大船为75m左右，小型重载船至少50m。

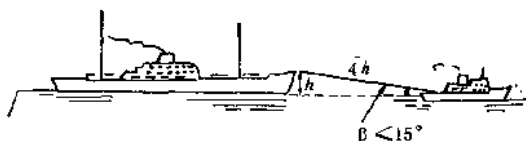


图 5 a) 拖缆长度

2) 垂直角 (拖缆与水面的夹角) 应不大于  $15^\circ$ 。

3) 拖力作用点位置要安排恰当。

帮助大船掉头时, 拖力作用点应以远离重心为好, 一般在船首或船尾, 这样, 大船所获得的旋转力矩较大。如顶推大船横移, 则推力作用点以在重心附近 (船中部) 为好。

4) 使用拖轮有两怕——怕横拖、怕倒拖 (见图 5b)。

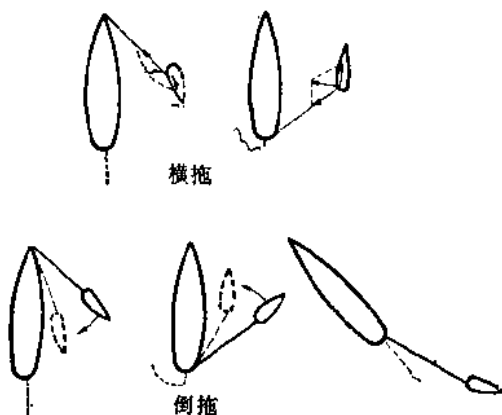


图 5 b) 拖轮两怕

拖轮拖首掉头拖缆向后时, 如大船冲势过大, 造成大船反拖拖轮, 这种情况叫做倒拖; 当拖缆与拖轮首尾线交角大于  $45^\circ$ , 如大船冲力过大时, 由于大船的反拖力与拖轮进力的合力造成拖轮被横向拖动, 这种情况便叫做横拖。同样在

拖尾掉头时，如大船的退势过大，也会造成倒拖和横拖。

倒拖会使拖轮的舵效失灵，失去控制，甚至碰靠大船，造成双方损伤；横拖则会造成拖轮倾覆。所以在使用拖轮配合作业的过程中，大船船长必须注意消除本船的冲势和退势；如出现横拖或倒拖时，立即解拖缆是应急的最有效措施。

5)在带拖缆和解拖缆时，应防止拖缆缠绕车叶。

6)吹拢风时，拖轮不能置于大船和码头之间。

### 3.港内使用拖轮的艘数和功率

一般船长是根据本船的吨位、装载情况、航道宽窄、掉头水域范围、泊位、系离泊方式、风流的方向和大小、来往船舶的密度以及港口拖轮力量的配备等因素来决定使用拖轮的功率和艘数。

通常简易的算法是：载重量每1万t需要拖轮功率736kW<sup>①</sup>。

表2是上海港在一般情况下使用拖轮量。

表2

| 船舶大小      | 使用拖轮数量，功率(马力)                                   |
|-----------|-------------------------------------------------|
| 5 000t以下  | 600~800×1艘                                      |
| 5 000~1万t | 1 000×1或600×2艘                                  |
| 1万~1.5万t  | $\frac{600 \times 1}{1 000 \times 1}$ 或1 000×2艘 |
| 1.5万t以上   | 1 000以上×2艘                                      |

① 拖轮功率的法定单位为千瓦(kW)，马力为目前的惯用单位，1马力=0.736千瓦。

## 第二章 锚泊与掉头

### 第一节 锚泊操纵的要点和注意事项

船舶常因等潮、等泊位、等上下引航员或船员、检疫、避风或在锚地装卸货、补给等原因，在锚地进行抛锚作业。下锚作业并不复杂，但如疏忽大意或违反客观规律，就会发生损坏锚机、断链、丢锚或因走锚而发生搁浅、碰撞等事故。所以在锚泊操纵时，同样不能放松警惕，有关锚泊方面的知识也应认真学习。

#### 一、锚地的选择

##### 1. 避风条件

应根据气象预报和近日天气情况，选择尽可能符合避风要求的锚地；如避台风，则最好选择有陆地、高山或岛屿环抱的锚地。

##### 2. 水深和底质

宜选海底地势较平坦，底质最好为软泥底或泥沙底的锚地，砂或贝砾的系留力很差，石块底易卡住锚，应予避开；锚地的水深应大于2倍吃水，而最大水深不宜大于50m。

##### 3. 水流

流向要相对稳定，流速以较缓为好。

##### 4. 足够的回旋余地