

海船驾驶基础知识 ③



船舶操纵

上海海运局教导队编



人民交通出版社

33475

海 船 驾 驶 基 础 知 识 (3)

船 舶 操 纵

上海海运局教导队编



人 民 交 通 出 版 社

1 9 7 4 年 • 北 京

内 容 提 要

本书用较通俗的语言,简要的阐述了海上运输船舶的操纵基本知识、系泊操纵以及特殊条件下的操纵等问题。全书共分三章,主要内容包括操纵中船舶本身以及自然因素的影响的普遍规律;靠离、调头、进出坞等的操纵方法及注意事项;狭水道、大风浪、冰区、海上拖带等特殊条件下的操纵要点等。

海船驾驶基础知识(3)

船 舶 操 纵

上海海运局教导队编

人民交通出版社出版

(北京市安定门外和平里)

北京市书刊出版业营业许可证出字第 006 号

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一厂印

开本: 787×1092 $\frac{1}{32}$ 印张: 4.625 字数: 103 千

1974年9月 第1版

1974年9月 第1版 第1次印刷

印数: 0001—11,000册 定价(科二): 0.33 元

毛主席语录

读书是学习，使用也是学习，而且是更重要的学习。

认识从实践始，经过实践得到了理论的认识，还须再回到实践去。

我们能够学会我们原来不懂的东西。我们不但善于破坏一个旧世界，我们还将善于建设一个新世界。

前 言

在毛主席无产阶级革命路线指引下，无产阶级文化大革命取得了伟大的胜利。当前，海运战线同全国其它战线一样，生气勃勃，革命和生产形势一片大好。

为了适应沿海船舶广大海员工人、工人驾驶员为革命学习业务知识需要，试编写了这套《海船驾驶基础知识》丛书，分册出版。介绍海船驾驶技术的主要内容：地文航海、天测船位与罗经差、船舶操纵、船舶避碰、货物装卸、船艺、航海仪器等。可供海员工人、工人驾驶员在职自学和进修参考，或作为工人驾驶员短期轮训班教材之用。

由于编者政治思想水平不高，又缺乏实践经验，书中的思想性、科学性和理论联系实际等方面，缺点、错误在所难免，我们诚恳地希望读者提出批评意见，帮助我们改进。

编 者

目 录

前 言

第一章 船舶操纵基础知识	1
第一节 车舵效应	1
第二节 锚、缆和拖轮的应用	22
第三节 风、流和浅水等对船舶操纵的影响	29
第二章 系泊操纵	44
第一节 靠离码头	44
第二节 系离浮筒	75
第三节 港内调头	84
第四节 进出坞操纵	93
第五节 锚泊	97
第三章 特殊条件下船舶操纵	108
第一节 狭水道船舶操纵	108
第二节 大风浪中船舶操纵	128
第三节 冰区航行	134
第四节 海上拖带	137

第一章 船舶操纵基础知识

人们要想得到工作的胜利即得到预想的结果，一定要使自己的思想合于客观外界的规律性，如果不合，就会在实践中失败。

操纵船舶要达到安全和迅速，就必须掌握车、舵、锚、缆和拖轮在使用中的规律性，以及风、流、浅水等自然因素对船舶运动的影响的规律性。本章叙述的内容，就是有关这些方面的普遍规律。

第一节 车 舵 效 应

车和舵，是船舶操纵中关键性的工具，它们在操纵中的效应互为影响又各具特点。

一、舵的效应

(一) 舵效

1. 舵效的产生 船舶在航进中，产生一股向后的相对水流，同时，螺旋桨的转动产生一股向后的排水流，当有一舵角 θ 时〔图 1—1〕，这两股水流被舵面所阻，对舵面产生压力，其垂直作用于舵面的分力 P 对船舶重心 G 产生力矩 M_P

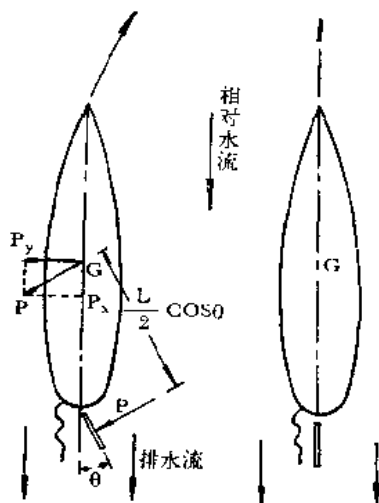


图 1—1

使船首向转舵一侧偏转。 P 力称为原舵力，力矩 M_P 称为回转力矩。回转力矩的大小决定了舵对船舶回转的效应，这种效应称为舵效。

正舵时，上述两股水流在舵面两侧平均流过，舵面左右的水流压力相等，不产生原舵力。

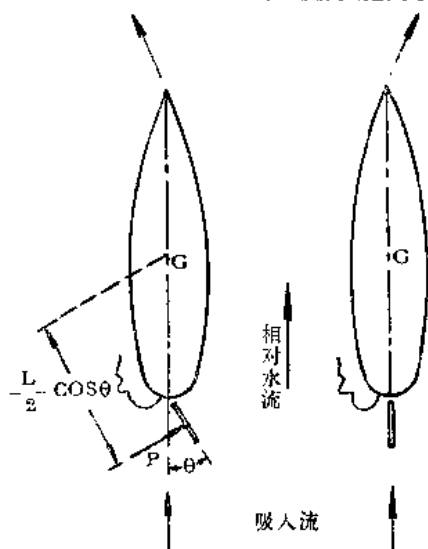


图 1—2

船舶在后退中，产生向前的相对水流，它和螺旋桨倒车的吸入流同一方向，当有一舵角时〔图 1—2〕，这两股水流对舵的背面产生原舵力，它对重心 G 产生的力矩使船首向转舵的反方向偏转，即一般所谓“倒车反舵”。确切地说，倒车使船身开始后退才有反舵效。正舵时，舵面左右的水流

压力相等，不产生原舵力。

2. 舵效的好坏 事情总是由各方面的因素造成的，舵效的好坏与下列各因素有关：

(1) 与舵角的大小成正比。回转力矩

$$M_P = P \cdot \frac{L}{2} \cos \theta = \frac{L}{4} \cdot \frac{41.35 \sin 2\theta}{0.195 + 0.305 \sin \theta} \cdot S \cdot V^2$$

其中，各船的船长 L （米）和舵面积 S （米²）是固定的，可以看出，当船速 V （米/秒）不变时，舵角 θ 从 0° 到 45° ， M_P

随舵角增大而增大；但舵角从 45° 到 90° ， M_p 反逐渐减小，由于水流受船尾线型等因素的影响，实验证明船速不变时，舵角在 32° 到 40° 间 M_p 最大，舵效最好。一般船舶的满舵舵角都定在 35° 左右。

(2) 与作用于舵面上的水流强度成正比。从回转力矩公式中可以看出，船速、水流压力与回转力矩都是成正比的，快车前进中相对水流和排水流的压力都强，舵效好，停车后排水流消失，舵效差。掌握这个规律，在港内航行采取慢车是有益的，这样可在必要时加大车速以增加舵效，为提高操纵的灵活性留有余地。

(3) 与船舶的惰性有关。船舶载重越大往往舵效越差，因为重载时的回转惰性大，当要它产生偏转，其偏转来得很慢；当要它停止偏转，其偏转又消失得很慢。因此在港内操纵重载的万吨级船或惰性大的船，一般需“提前转舵，提前回舵”。

(4) 与风、流、浅水等外界因素对船的阻力的大小有关。例如在狭水道的大弯曲处，顶急流过弯，由于船首的一侧受流的阻力大，因此舵效不如顺流过弯时好；又如空船遇强烈横风，由于风的阻力，向上风旋回的舵效不如向下风旋回时好；在浅水中，水对船底的摩擦阻力增大，舵效比在深水中差等等。实践中应注意结合当时外界客观条件来考虑本船的舵效。

(5) 与舵机的性能有关。一般蒸汽舵机的舵来得慢，回得快，容易把定；电动舵机的舵来得快，回得慢，不易把定。从左满舵转到右满舵所需的时间，一般船约为 $25 \sim 30$ 秒。

(二) 船舶旋回圈

船舶以固定的舵角和车速旋回时，其重心运动的轨迹称

为旋回圈。通过测定旋回圈可求得船舶的旋回要素，这对正确进行操纵是十分重要的。

1. 船舶旋回要素〔图 1—3〕

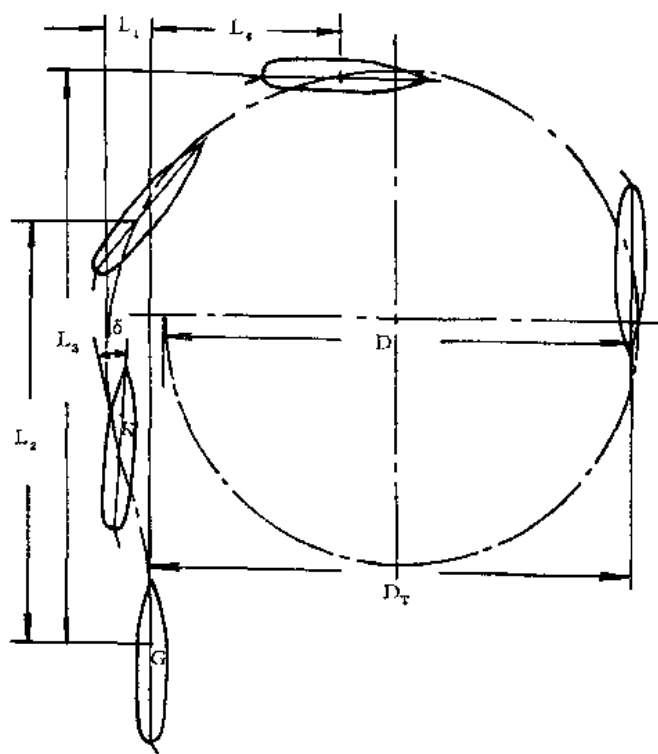


图 1—3

(1) 反移量 L_1 转舵后，船舶重心向转舵相反一侧横移的距离，约为1/2船宽。

(2) 前距 L_2 转舵时船舶重心位置到航向转过任一度数时重心位置之间的纵向距离。当转过 90° 时，其前距为最大前距 L_3 ，约为3~6倍船长。

(3) 横距 L_4 转舵时船舶重心位置到航向转过 90° 时

重心位置之间的横向距离，约为最大前距的50%。

(4) 旋回初径 D_T 转舵时船舶重心位置到航向转过 180° 时重心位置之间的横向距离，约为4~8倍船长。

(5) 旋回终径 D 航向转过 180° 起到转过 360° 时重心之间的横向距离，约为旋回初径的90%。

(6) 旋回周期 T' 旋回 360° 所需的时间。

(7) 偏角 δ 船舶旋回时，对船上的观测者来说，船好象是绕着旋回点 K 旋转的，首偏在旋回圈的里边，尾偏在外边，经重心 G 作旋回圈的切线，它与首尾线之间的夹角称为偏角。对一般商船来说，当船在前进中， K 点约位于距首 $1/3 \sim 1/5$ 船长的地方，因此，旋回时，首偏里的幅度小而尾偏外的幅度大。在狭窄水道中转向就应考虑到留有尾偏外所需的安全范围。

2. 船舶旋回运动的三个阶段

研究船舶旋回运动，可分成三个阶段，它们对船舶操纵产生的影响不同。

第一阶段（变动阶段）：船舶在转舵后的一个短时间内，由于运动惯性，仍将保持直线前进约1~2倍船长，然后，原舵力 P 产生的回转力矩开始起作用，使船首开始向转舵的一侧偏转；同时，根据力学的分析， P 力对重心 G 还产生一横向分力 P_Y [图1—1]，它使船身向转舵的相反一侧横向漂移，产生反移量 L_1 。

在此阶段中，应着眼于反移量，反移量通常为 $1/2$ 船宽，由于旋回点在前部，因此船尾偏外将更多，可达2倍船宽。在操纵中，应根据实际情况灵活运用这一规律，有时要预先避免它的影响，例如狭水道航行过弯曲地段，转舵时的船位至岸边或障碍物应至少有3倍船宽的距离，以防因反移量而使船尾碰触岸壁；又如船舶对道避碰，应及时保持一定的横

距，若相距太近时转舵，双方将因反移量而突然靠拢。有时又可利用反移量来增加操纵的灵活性，例如在急迫避碰时，双方船首已错开而碰撞可能发生在船尾部时，双方可做相对的满舵利用反移量使各自船尾摆开而避免碰撞。

第二阶段（过渡阶段）：经过第一阶段，水的阻力逐渐增大，使横移减小，船舶开始向转舵的一侧旋回，船首偏转也逐渐加快，船速下降，旋回轨迹变成弧线，并出现离心力，使船向外产生横倾。

在这一阶段中，应着眼于前距 L_2 ，从原航向转过不同度数的前距不同，它是船舶转向和避碰时转舵时机的数据，例如，在狭水道内转向，应根据前距考虑转舵提前量；又如双方对遇，至少应在相距双方前距之和的距离外转舵避让等。

第三阶段（稳定阶段）：船舶开始作稳定的圆周运动。在这一阶段中，应着眼于旋回初径 D_T ，它是船舶用舵旋回调头所需地位大小的依据，特别在狭水道内，往往由于忽视这点而造成搁浅、碰撞事故。

3. 船舶的旋回性能

（1）船速越大，旋回能力就越强，高速船旋回所需的时间比低速船为短。

（2）车速不变时，舵角越大，旋回圈越小。

（3）在旋回中，由于水的阻力增大，使船速降低。在转过 90° 前，船速约降40%；转过 180° 后，约降30%。

（4）风、流、浅水等自然因素对船舶运动的影响，使旋回要素变化，例如顺风或顺流旋回，反移量和前距都将增大；又如浅水中水的阻力大，舵效差，旋回圈相应增大。

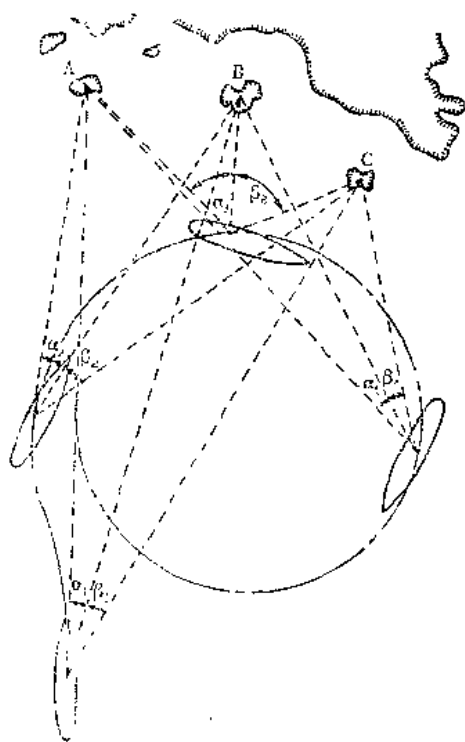
（5）船舶在旋回中，由于离心力作用，船体向外横倾，开始时，横倾度急剧增大，某些船可达 $10\sim 12^\circ$ 。若此

时急行回舵，舵面的压力突然消失，会使横倾更大。高速、大舵角旋回，横倾度大。因此，船舶在大风浪中调头不能满舵快车，以防产生严重横倾而于横浪中被倾覆，必须降速，转小舵角，回舵也需缓慢。

4. 旋回要素的测定 每一艘船的正确旋回要素都应通过实际旋回来测定。

测定的方法，一般是在船舶旋回过程中，利用物标连续测定船位，在大比例尺海图上画出整个旋回圈，然后量取各要素的数据，同时还应记录转过 90° 、 180° 所需的时间以及旋回中的最大横倾度。

通常应在空船及满载时，以全速和慢速向左、右满舵各



旋回一周分别测定。若进行一系列旋回试验，则应以不同的车速及舵角，分别向左、右旋回以测定。对于双车船，还须测定一进车、一倒车时的旋回要素。

为了获得准确的结果，宜选择在天气晴朗，风力微弱，静水并有足够水深的海域进行测定。

现介绍二种测定方法如下：

(1) 利用三岸标，用六分仪测定〔图 1—4〕

图 1—4

选定三个目标 A 、 B 、 C （其间距不应小于 1 千米），试验时，船舶按规定速率作直线航行，然后按规定舵角进行旋回，由两名观测者同时用六分仪分别测得 A 、 B 的夹角 α_1 和 B 、 C 的夹角 β_1 ；以后每变更罗经航向 30° 测量一次，至测完一周为止。根据所测各对夹角，用三杆分度仪或透明纸在海图上定出每一测点的船位，以弧线连接之即得旋回圈。

（2）用雷达测定〔图 1—5〕

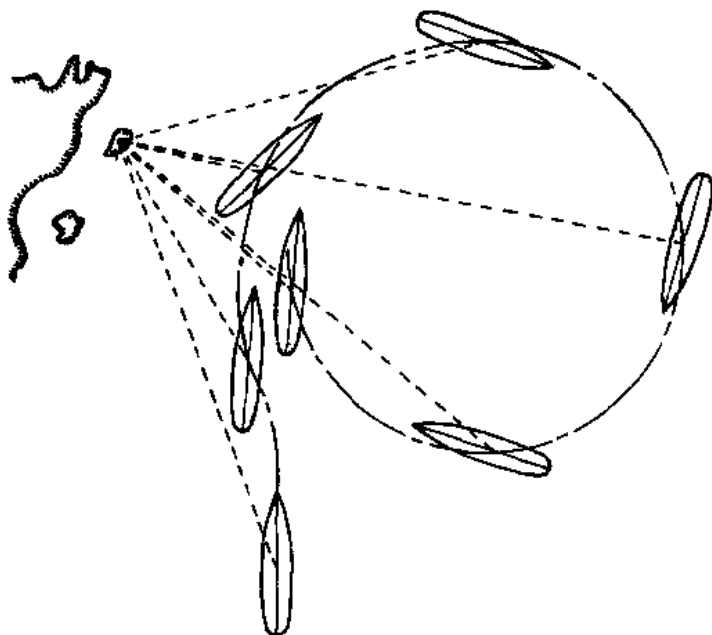


图 1—5

可选择海岛、灯塔、航标或其他显著标志，用雷达测得在不同航向时该标的方位和距离，据以定出各测点的船位，画出旋回圈。

用上述方法所测绘的旋回圈，实际上是观测点的旋回轨迹，它与船舶重心的旋回轨迹间有一定差数，但由于一般观

测点都在驾驶台，因此，这样测得的旋回要素在船舶操纵与避碰上来讲更有实用价值。

二、车的效应

（一）螺旋桨

采用单螺旋桨的船称为单车船，采用双螺旋桨的船称为双车船。

单车船的螺旋桨，按其旋转方向，可分为右旋式和左旋式两种。所谓右旋式，是指人站在船尾朝船首看，当开进车时，螺旋桨作顺时针方向旋转；倒车时作反时针方向旋转。反之称为左旋式。多数商船都采用右旋单车。

双车船的螺旋桨，按其旋转方向，可分为外旋式和内旋式两种。所谓外旋式，是指开进车时左桨左转，右桨右转。反之称为内旋式。一般双车船、舰多采用外旋式。

（二）右旋单车的偏转效应

螺旋桨的转动，除产生推力使船前进或后退外，还使船首向左或向右偏转。右旋单车船，正舵时，船在静止中开进车，船首出现向左的偏转，这种现象随着船前进速度的增加而逐渐减弱；船在静止中开倒车，船首出现向右的偏转，这种现象十分显著，在船没有相当的后退速度以前，用右满舵也压不住它。

上述偏转现象对操纵的影响很大，它是螺旋桨转动时产生的侧压力、排水流、吸入流以及船舶运动时产生的追迹流等综合作用的结果，为了进一步理解这一问题，现分别说明如下：

1. 侧压力 螺旋桨转动的过程中，桨叶打水，就必然受到水对它的阻力，这种水的阻力对船尾产生反作用力，称为侧压力。

进车时〔图 1—6 (a)〕，桨叶顺时针方向旋转，上方的叶片向右转动，水的反作用力 P_1 推船尾向左；下方的叶片向左转动，水的反作用力 P_2 推船尾向右，由于水的压力与深度成正比，所以 $P_2 > P_1$ ，结果推船尾向右、船首向左偏转。

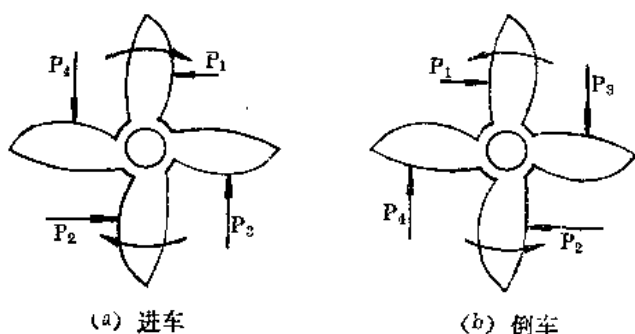


图 1—6

倒车时〔图 1—6 (b)〕，原理相同，方向相反，仍然是 $P_2 > P_1$ ，结果推船尾向左、船首向右偏转。

左右水平位置上的叶片，向上、下转动，水的反作用力 P_3 、 P_4 使船尾部上下振动，对偏转无影响。

空船时，螺旋桨叶片的上部露出水面，反作用力 P_1 更小，因此，侧压力所产生的偏转现象更为显著。

右旋单车船倒车侧压力使船首右偏转的规律常被运用于船舶操纵，例如，在无风、流的情况下左舷靠码头〔图 1—7〕，可使船与码头成 20° 角，以余速接近，正舵、全速倒车（位 2），利用倒车侧压力使船首右偏转达到船身逐渐与码头平行，同时又达到船身被拉停。又如，在狭窄水道内利用倒车侧压力作用，进行右转调头，可缩小旋回范围〔图 1—8〕，位 1 进车右舵；位 2 快倒车左满舵，使船在后退中船

首得以继续右转；位3再用进车右舵，必要时可反复多次完成调头操纵。

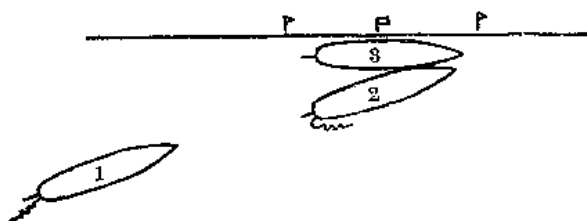


图 1-7

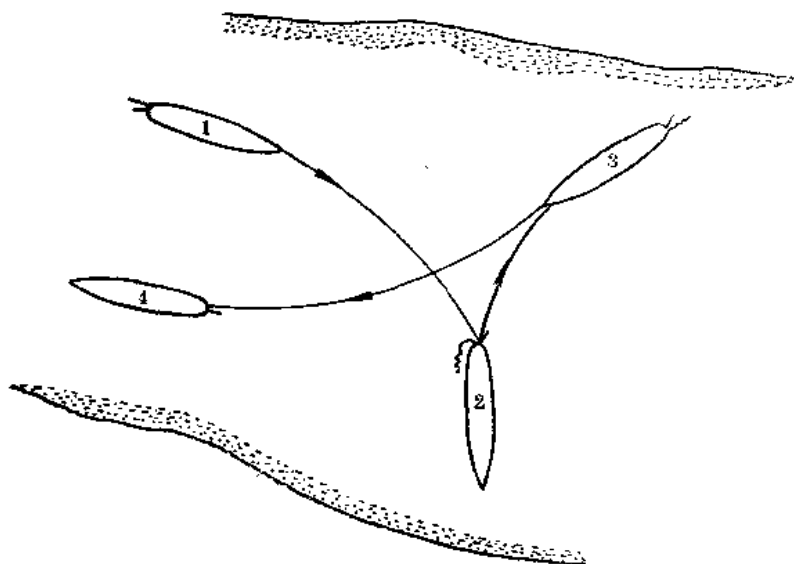


图 1-8

看问题要从各方面去看，不能只从单方面看。在看到倒车侧压力作用的同时，还应考虑到风、流等客观条件以及船舶惯性等对操纵的影响，要防止片面性，例如，空船右舷受风（5~6级）或重载首右舷受流（3节以上）的条件下，左