

珠江水系内河船舶船员适任培训系列教材

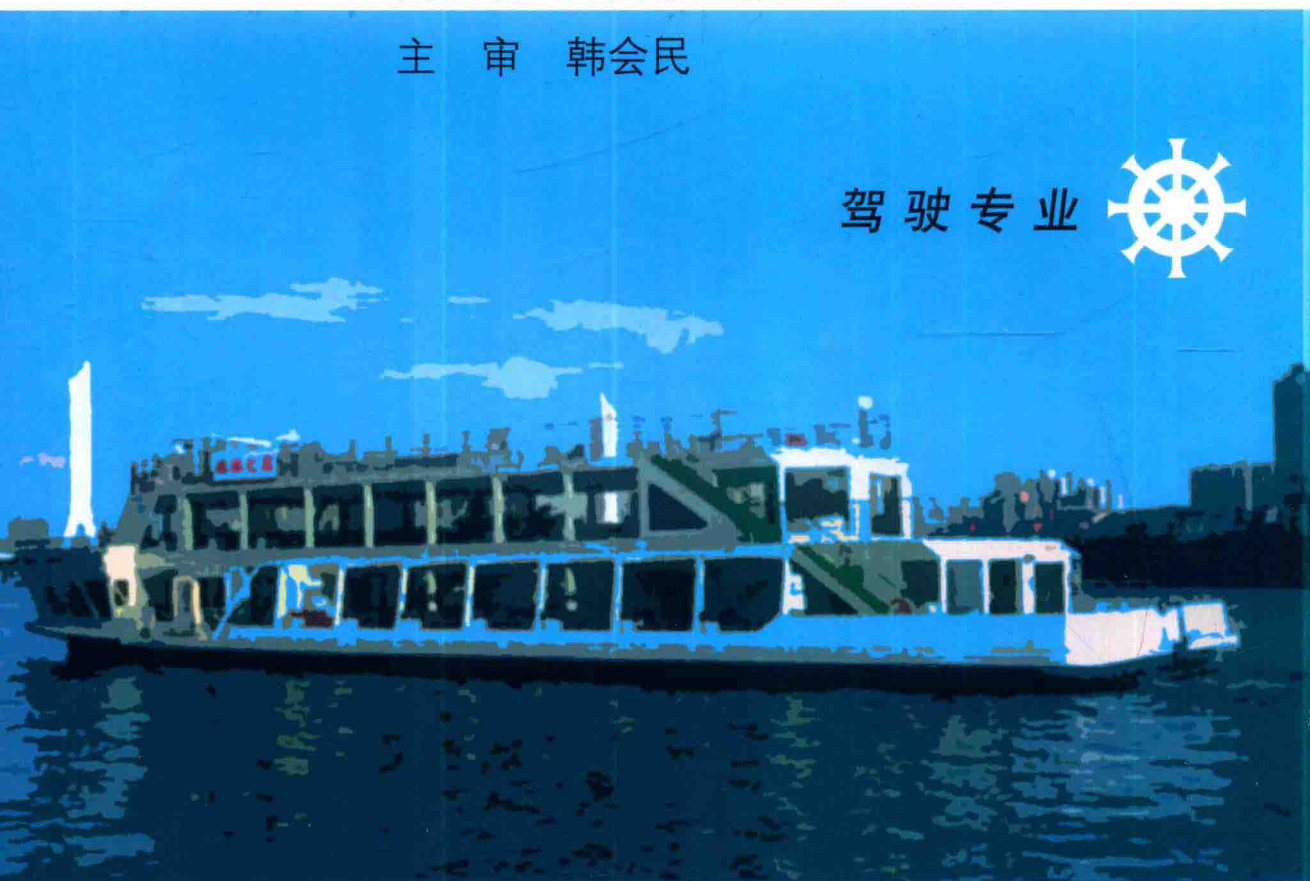
船舶操纵

主 编 黄勇亮

副主编 郑又新 郭云峰

主 审 韩会民

驾驶专业

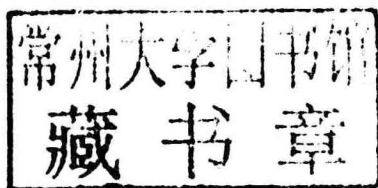


大连海事大学出版社

珠江水系内河船舶船员适任培训系列教材

船舶操纵

主 编 黄勇亮
副主编 郑又新 郭云峰
主 审 韩会民



大连海事大学出版社

© 黄勇亮 2011

图书在版编目(CIP)数据

船舶操纵 / 黄勇亮主编. —大连: 大连海事大学出版社, 2011. 7

珠江水系内河船舶船员适任培训系列教材

ISBN 978-7-5632-2585-9

I. ①船… II. ①黄… III. ①船舶操纵—技术培训—教材 IV. ①U675.9

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 125397 号

大连海事大学出版社出版

地址:大连市凌海路 1 号 邮政编码:116026 电话:0411-84728394 传真:0411-84727996

<http://www.dmupress.com> E-mail:cbs@dmupress.com

大连金华光彩色印刷有限公司印装 大连海事大学出版社发行

2011 年 7 月第 1 版 2011 年 7 月第 1 次印刷

幅面尺寸:185 mm × 260 mm 字数:207 千 印张:8.75

责任编辑:史洪源 版式设计:海 韵

封面设计:王 艳 责任校对:高 炯

ISBN 978-7-5632-2585-9 定价:30.00 元

内容提要

本书根据《中华人民共和国内河船舶船员适任考试大纲》(2010版)中“船舶操纵”科目大纲编写。全书分船舶操纵基本原理、抛起锚操纵、船舶应急操纵三章。本书可作为珠江水系内河船舶船员适任培训的参考教材,也可供从事内河船舶操纵研究、教学及海事安全管理的相关人员参考。

《船舶操纵》参编人员

庄庆生 李金锡 王瑾辉 林健辉 黄树兴 苏喻乐 吴小章 李迪敏
刘志德 何典治 李庆荣 易庆发 黄立锋 李 越 高永跃 王传富
伍康明 周 平 游 勤 陈乐昌 林在敬 林吓灵 林立梅 陈志绍
陶志军 黄明辉

前 言

为了履行 2011 年 1 月 1 日起施行的《中华人民共和国内河船舶船员适任考试和发证规则》(简称《10 规则》),广东海事局、广西海事局组织了两省区的高等院校、内河船员培训机构及内河航运企事业单位有丰富教学、培训和实践经验的学者、专家根据《中华人民共和国内河船舶船员适任考试大纲》(2010 版)的要求,针对珠江水系内河船舶船员状况和航道的特点编写了内河船舶船员适任培训系列教材。

《船舶操纵》教材编审人员在珠江水系内河船舶、船员状况进行了深入调研分析,在研读了大量的有关船舶操纵的专著、教材的基础上,总结了珠江及两省区内河船舶的操纵性能及船员的操纵经验和船员的实际状况,有针对性地对内容进行筛选梳理。本教材的特点是紧靠大纲,注重实用性,语言通俗,理论适度,强调可操作性。

本教材由广东交通职业技术学院黄勇亮主编,广东交通职业技术学院郑又新、佛山海事局郭云峰副主编,广东海事局韩会民主审,广东交通职业技术学院冯杨、广东海事局欧阳江萍参加了编写工作。

限于编者水平,错误和不妥之处在所难免,恳请广大读者和专家批评指正。

编 者
2011 年 3 月

目 录

第一章 船舶操纵基本原理	(1)
第一节 舵压力与舵效	(1)
第二节 操舵要领与舵令的含义	(5)
第三节 螺旋桨作用	(7)
第四节 船舶操纵性能的基本概念	(12)
第五节 影响船舶操纵性能的因素	(18)
第二章 系、离泊操纵	(28)
第一节 物标纵距、横距、方位和船舶盲区	(28)
第二节 抛起锚操纵	(29)
第三节 常用掉头操纵方法	(39)
第四节 系泊设施及系缆的运用	(48)
第五节 船舶靠泊操纵	(50)
第六节 船舶离泊操纵	(61)
第七节 系离浮筒操纵	(67)
第八节 其他情况下的系离泊操纵	(72)
第三章 特殊情况下船舶操纵	(77)
第一节 大风浪中航行前的准备工作	(77)
第二节 大风浪中的操船措施	(78)
第三节 船舶应急操纵	(80)
复习题	(90)
复习题参考答案	(123)
附录 “船舶操纵”考试大纲	(126)
参考文献	(129)

第一章 船舶操纵基本原理

船舶操纵是指驾驶人员根据船舶本身的操纵性能和风、浪、流、水域等客观条件,运用车、舵、锚、缆和辅助拖船等操纵设备,使船舶按操纵者的意图保持或改变船舶运动状态的技能。

研究车、舵、锚、缆在船舶操纵中所起的作用,了解风、流、浅水等自然因素对船舶运行的影响,是船舶驾驶人员掌握船舶操纵原理的基础。

第一节 舵压力与舵效

舵是船舶操纵的重要设备。通常采用舵设备来保持航向、改变航向和作旋回运动。

一、舵压力

1. 舵压力产生原理

如图 1-1 所示,当舵叶以某一舵角 δ (这里所说的舵角是指敞水舵的舵角即是攻角或冲角,与驾驶台舵角指示器所指机械舵角不完全一样)对水以相对速度 v_R 做相对运动时,在舵的周

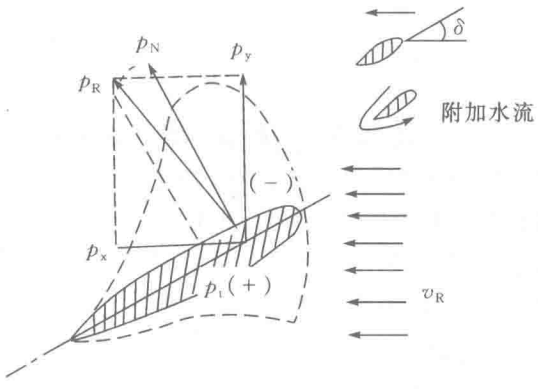


图 1-1 舵压力产生原理

围,除有平行于运动方向的平行水流外,还有由于操舵而产生环绕舵叶的附加水流。因此,在舵的迎流面由于平行流与附加流二者间的流向相反而使流速减小、压力增加,图中以正(+)表示,在舵的背流面,由于平行流与附加流二者阔的流向相同,而使流速增加,压力减小,图中以负(-)表示。这样,在舵叶的两面出现垂直于流速方向的升力 p_y 和平行于流速方向的阻力 p_x ,升力 p_y 和阻力 p_x 的矢量和 p_R 称为舵叶的水动力,把 p_R 分解在垂直弦线(舵叶两端点的连线)的分力 p_N ,称为舵压力,分解在舵叶弦线上的分力 p_i ,称为摩擦力。

2. 舵压力的估算

舵压力表达式为

$$p_N = \frac{1}{2} C_N \rho_w v_R^2 A_R$$

式中: p_N ——舵压力;

C_N ——舵压力系数;

ρ_w ——水的密度;

v_R ——舵叶对水相对速度;

A_R ——舵面积。

3. 影响舵压力的因素

(1) 减低舵压力的流体现象

① 失速现象

随着舵角逐渐增大,当舵角增加到某一数值时,舵叶的背流面就会出现涡流,压力增大,使舵叶迎流面与背流面的压力差减小,舵压力骤然下降,出现失速现象。出现失速现象时的舵角,称为失速舵角或临界舵角或极限舵角。

② 空泡现象

当舵的背流面压力下降到或接近于该温度下的汽化压力时,在舵的背面将产生气泡,使舵压力下降的现象。这种现象出现在大舵角时或高速船上,尤其是剖面形状前端曲率大的舵更易发生。但它不像失速现象那样显著。

③ 空气吸入现象

在舵的前面吸入空气,产生涡流,使舵压力下降的现象称为空气吸入现象。在舵接近水面或一部分露出水面且速度较大的情况下,容易发生此现象。

(2) 舵的尺度、形状等因素的影响

① 舵叶展弦比的影响

展弦比,对矩形舵而言,是指舵高(翼展)与舵宽(弦长)的比值;对非矩形舵而言,是指舵高的平方与舵面积的比值。展弦比小,从舵叶迎流面而来的水流就会从舵的上端和下端进入舵叶背流面,形成绕流,致使舵叶两侧压力差减小,舵压力降低;展弦比越大,小舵角时的升力越大,有利于运用小舵角操纵船舶。但是展弦比过大将引起过早失速,使极限舵角变小,而不利于大舵角回转运动。其次,内河船舶的舵叶高度因受到船舶吃水限制,一般展弦比较小,舵的外形做得矮而宽,易产生绕流,故舵压力也较小,特别在小舵角时的舵压力不大,因而应舵时间(即从操舵开始至船首开始转动时止的时间间隔,称为应舵时间)也较长。因此,内河船常设置2~3面舵,每一舵面积相应减小,以提高展弦比,同时在舵的上、下端设挡板,减少舵上、下端的绕流,增加舵压力。

内河船舶舵叶的展弦比一般在1~2时,其失速角为20°~30°,考虑舵叶的翼栅效应和回转时船尾漂角较大,故机械极限舵角常达35°,内河船有的达45°。

② 舵叶外形的影响

一般舵叶外形对舵压力的影响并不显著。确切地说,这种影响只有当舵安装在船尾,且船尾与舵之间的间隙较大时,才会造成一些不利的影响。

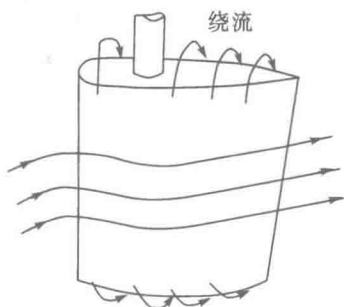


图 1-2 舵叶上、下两端的绕流



图 1-3 舵叶上、下端设置挡板

③舵叶剖面形状的影响

舵叶的剖面形状一般有平板形和流线型两种。由于流线型舵的外形符合水流流线的运动规律,在正常舵角下不致出现涡流,因此,它产生的舵压力大些,而且在小舵角时便产生较大的舵压力,应舵时间短,水阻力也比平板舵小 20%。目前绝大多数船舶采用流线型舵。

流线型舵是左右对称的机翼形状,如图 1-4 所示,它的最大厚度距前缘 30% 舵宽处。从阻力角度来看,舵角小于 15° 时,舵的厚度越厚则阻力增加越快;舵角大于 15° 后,厚度越薄,阻力反而增加很快。舵叶厚度与宽度之比称为厚宽比,舵的厚宽比在 18% ~ 20% 时,舵产生的舵压力最大。因此,在单螺旋桨船上,宽度舵的厚宽比一般取 15% ~ 18%;在双螺旋桨船上,具有下支承的中舵一般取 15%,半平衡舵一般取 9%,悬挂式舵弯矩较大厚宽比一般在 20%。

④舵面积的影响

船舶方向性能的优劣与舵面积的大小关系密切,舵压力的大小与舵面积成正比,旋回性能好的船舶均具有较大的舵面积。但过大地增加舵面积是不合理的,一方面增加船舶航行阻力和舵机功率;另一方面还将增加船舶吃水。在实践中,合理的舵面积和形状通常用试验办法来确定,主要以操纵性能良好的船舶的舵面积系数作为估计合理舵面积及其形状的依据。

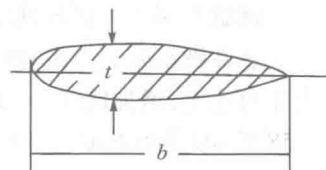


图 1-4 流动线型舵厚宽比示意图

t —舵叶厚度; b —宽度

舵面积系数是指舵叶中纵剖面面积与船体中纵剖面浸水面积的比值。舵面积系数随船舶类型、尺度和船速而异。内河船舶中舵舵面积系数最小的是双桨客货船(深宽航道)为 2.1% ~ 5.0%,其他船舶舵面积系数一般都在 3.0% 以上,舵面积系数最大的是内河推船,达 6.0% ~ 11.0%,如表 1-1 所示。

(3) 船体、伴流、螺旋桨船尾流的影响

舵压力的大小除与上述因素有关外,还与螺旋桨尾流、船体伴流、船尾形状、船速及冲角等有关。

表 1-1 船舶舵面积系数

船舶类型	舵面积系数/%	船舶类型	舵面积系数/%
双桨客货船(险航道)	4.6~8.0	双桨客货船(深宽航道)	2.1~5.0
机动驳船	3.0~8.0	拖船	4.0~8.5
驳船	3.0~6.0	推船	6.0~11.0
单桨油船(险航道)	4.9~6.5	双桨油船(深宽航道)	3.0~4.0
渡船	3.5~5.5		

①船体干扰及船尾形状对舵压力的影响

当船尾的舵转一舵角时,舵周围所产生的压力变化波及船体的尾部,使船尾两侧产生压力差,其方向与舵升力的方向相同,增加了转船力矩,同时,船尾的压力也增加了舵压力,提高了舵效,所以,船体和舵之间是互相干扰的。这种流体力学上相互干扰的结果将使舵压力比单独舵所产生的舵压力提高 20%~30%,而且,船体与舵之间的间隙越小,这种效果越显著。在实用上,往往将舵上缘做成与船尾底部线型相吻合,以便使间隙尽可能小。

②伴流对舵压力的影响

船舶在航行中,船体周围有部分伴随船舶航行运动的水流称伴流,其速度称为伴流速度。伴流速度越大,舵叶对水相对速度越低,舵效越差。试验表明,单桨单舵船,受伴流影响后的舵压力只有敞水舵的 0.35~0.46 倍,双桨单舵船只有 0.39~0.60 倍,所以船舶驶向锚地过程中下令停车,在螺旋桨停转的瞬间,船舶虽然仍有相当大的速度,却因伴流的影响而很快失去舵效。特别是顶推船队,因其伴流大,该现象更为显著。

③螺旋桨尾流中诱导速度对舵压力的影响

安装在螺旋桨后方的舵叶,受到螺旋桨尾流诱导速度的影响,尾流中诱导速度加大舵叶的对水相对速度,增加舵压力,舵效较好。实验表明,单桨单舵船船尾舵压力比单独舵增加 2.40~2.58 倍;双桨单舵船因为舵受螺旋桨尾流诱导速度影响较小,所以船尾舵的舵压力比单独舵的舵压力只增加 0.93~1.11 倍。

二、舵效

1. 舵效的概念

船舶在各种不同的状态下,用舵设备操纵船舶所表现的综合效果称为舵效。船舶进车时,舵效应主要表现为:转舵产生的回转力矩,使船首向转舵同侧方向偏转;使船舶向回转外侧横向移动;使船舶产生横倾以及增加航行阻力。船舶倒车后退时,舵效应主要表现为:转舵产生的回转力矩,使船首向转舵反方向偏转,使船舶向回转内侧横向移动,使船产生横倾以及增加后退阻力等。

通常对转向性来言,舵效是指当操一舵角后,船舶回转某一角度所需的时间和纵距、横距。

如果船舶能在较短的纵、横距和时间内完成较大的转向角,则认为该船的舵效好;反之亦然。船舶后退时的舵效较前进时差。

2. 影响舵效的因素

(1) 舵角



在极限舵角范围内,舵角越大,舵压力就越大,因而舵效也应越好。

(2) 舵面积系数

舵面积系数大,舵效好,舵面积系数小,舵效差。内河顶推船队航行要有较好舵效,其水上船队的舵面积系数应不小于 1.35%;下水船队的舵面积系数应不小于 1.60%。

3. 舵叶对水速度

舵压力与舵叶对水速度(或称舵速)平方成正比。由螺旋桨先停转或慢转,然后突然转动螺旋桨或加大转速,能增大螺旋桨的轴向诱导速度,使舵速增加,提高舵效,船员俗称“以车助舵”。

4. 舵性

舵性是指船舶在各种运动状态下,主机在不同工况下,操舵设备的轻便、灵活、准确和可靠的性能。从实际使用来看,电动液压舵机性能较好,舵来得快,回得也快;蒸汽舵机来得慢,回得快,易稳舵;电动舵机来得快,回得慢,不易稳舵;人力舵来得慢,回得慢,稳向也慢。

5. 转舵时间

船长大于 30 m 的船舶满载、全速航行时,操舵从一舷 35°至另一舷 30°所需时间,称为转舵时间或操舵时间。它反映了船舶操纵的灵活性,是舵机系统的重要指标之一。转舵时间越短,船舶舵效越好。

6. 船体水下侧面积

船首水下侧面积分布多或首纵倾的船舶,舵效变差;而船尾水下侧面积分布多或适量尾纵倾的船舶,舵效变好。

7. 吃水

船舶满载时的舵效较轻载时差。

8. 横倾

船舶低速航行时,向低舷侧操舵转向,舵效较好;船舶快速航行时,向高舷侧操舵转向,舵效较好。

9. 风、流、污底及浅水

船舶在风中航行,满载舵效比轻载好;船舶在有流航道中航行,逆流船的舵效比顺流船好,常流舵效比乱流好;船舶污底严重舵效差;船舶在浅水中航行,舵效较深水中差。

10. 螺旋桨正转前进、反转后退

螺旋桨正转且船舶前进时舵效好;螺旋桨反转且船舶后退时舵效差。

第二节 操舵要领与舵令的含义

一、操舵的一般要领

1. 初学者操舵,应了解刻在罗经盘上的首指向线与罗经刻度盘的相互关系。当船首指向线向左移动时,往往产生罗经刻度盘好像向右转动的错觉,其实刻度盘是固定在一个方向上不

变的。因此,当船首指向线偏在航向的左面时,必须操右舵使船首(也就是指向线)返回到所给的航线上;反之,当自首指向线偏在航向的右面时,则操左舵。总之,操舵只能将偏了的指向线扳回到刻度盘的罗经航向上来,而不能误认为可以将刻度盘的罗经航向扳回去对准指向线。

2. 船舶在某一指定航向上航行时,因受风、流、浪等外力作用,船首常会偏离航向,这时应操小舵角拨正航向,当船首已动,应适当回舵,以防止船首又偏离另一边。

3. 当接到驾驶员变换航向口令时,应根据变更航向幅度的大小和航速的快慢,来决定操舵角的大小。航向变动幅度小,航速快,可用小舵角;反之,操较大舵角。

4. 当航行中遇到横向风动力、水动力作用时,应采取正确的操纵方法,克服风、流引起的船舶偏转和漂移。

5. 操舵时应尽量避免或少用急舵或大舵角,以防引起舵设备的损坏或故障,对顶推船队容易导致断缆散队的危险。

6. 当驾驶员发出口令,使船首对准岸上某物标或航标作稳向航行时,操舵者要操舵将船首线对准该标志,同时观察罗经所指航向,将航向报告给驾驶员,并保持该航向航行。

7. 在靠、离码头时,操舵者应根据船长口令操舵,并随时报告当时舵角的位置。

8. 船舶在浅区航行时,因舵效降低而操舵不灵,航向不易稳定,操舵者操舵要特别小心。

9. 船舶航行时,由于受不正常流态的影响而偏航,而且由于航道弯曲、狭窄,明礁、暗滩多,船舶经常改变航向,因此,驾驶员下达操舵口令,白天以手势为主,夜间以口令发出舵令为主,指挥操舵。

二、舵令

舵令是指驾驶员根据航行船舶操纵需要,向操舵者下达的操舵命令。船舶在航行中保持或改变航向,主要靠正确的操舵,操舵是按驾驶员所发布的舵令,由操舵者正确执行而完成的。舵令应力求易懂易记、言词简练、含义明确,一般船上使用的舵令是统一的。驾驶员和操舵者都应熟知操舵口令,正确理解舵令的含义和要求。

1. 按航向操舵的舵令

(1) 船舶在航行中,要求改变航向左(右) 15° 以内,一般用下列舵令:

① 左(右) 5° ;

② 左(右) 10° ;

③ 左(右) 15° 。

2. 船舶在航行中,要求改变航向超过 15° 时,可直接发布航向 $\times \times ^{\circ}$

当船长或驾驶员发布这些操舵口令时,操舵者应马上重复上述口令,以防误听,然后按舵令要求,操舵转动船首至要求达到的航向。待航向达到口令要求后,操舵者应报告航向“航向 $\times \times ^{\circ}$ 到”,船长或驾驶员认为无误则回答“好的”,至此一个舵令的操舵程序就算完成。

3. 按舵角操舵的舵令

在山区河流航行的船舶,或船舶避让、掉头、靠离码头、编解队列时,转向有时要求缓慢,有时要求快速,则用下列舵令:

(1) 左(右)微舵,即要求操舵者所操舵角较小,使船首向左(右)连续转动的角速度较慢。

(2) 左(右)舵,即要求操舵者所操舵角较大,使船首向左(右)连续转动的角速度较快。



(3)左(右)满舵,即要求操舵者将舵角转至最大舵角。当操舵者操满舵后要报告“左(右)舵满”。

(4)中(正)舵,即要求操舵者将舵角置于零度位置。

(5)稳舵,即要求将转动着的船首迅速稳定在驾驶员下达舵令时所要求的航向上。即使船舶受不正常流态的影响,使船首向偏离,也应恰当操舵控制或调整,使船首向稳定在“稳舵航向”,即船员俗称“动舵不动向”。

(6)回舵,即操舵者操舵后,须将舵角减回到较小度数的舵令。回舵只是减小舵角以减缓船首偏转的角速度,是稳舵的前奏,它不像稳舵那样回舵完全、迅速稳住船首向,也不一定是回到正舵位置。

三、操舵注意事项

1. 操舵时应有高度的责任感,深刻认识安全航行与操舵的关系,密切配合驾驶员,注意力要集中,时刻注视罗经航向及船首动态,认真保持航向,正确操作。

2. 严格遵守舵令操舵,未得到舵令不能任意改变航向。如有疑问要向驾驶员及时提出,防止发生差错。认真贯彻舵令的执行程序,即发布—复诵—操舵—报告—认可。

3. 要掌握本船的性能,如左舵或右舵、空载与满载、强风与急流、浅水与波浪、顶流与顺流等情况下应舵的快慢、回转惯性大小等,以提高操舵的技术水平。

4. 熟悉本船操舵装置的转换开关,当主操舵系统发生故障时能迅速地转换备用舵或应急舵。

第三节 螺旋桨作用

螺旋桨的主要功能是产生前后推力,以控制船舶的前后运动。同时,由于船体、螺旋桨、舵叶三者在水中工作时相互影响而产生力学效应,会影响舵效,即使在正舵的情况下,也会使船首发生偏转现象。

一、单螺旋桨船的船、桨、舵效应横向力

单螺旋桨船通常分为右旋单螺旋桨船和左旋单螺旋桨船。船舶进车时,螺旋桨叶片作顺时针方向旋转的船舶,称为右旋单螺旋桨船;做逆时针方向旋转的船舶,称为左旋单螺旋桨船。

1. 螺旋桨水面效应横向力

螺旋桨水面效应横向力又称沉深横向力、侧压力。

(1)螺旋桨水面效应横向力产生的原因

当螺旋桨接近水面工作时,出现吸入空气,产生空泡现象,造成推力和转矩下降,造成螺旋桨盘面上半圆的旋转阻力小于下半圆的旋转阻力,上、下盘面旋转阻力的差额,即为螺旋桨水面效应横向力。

(2)影响螺旋桨水面效应横向力的因素

①螺旋桨沉浸深度

螺旋桨沉浸深度的大小,通常用沉深比表示,即螺旋桨轴中心线距水面的垂距与螺旋桨半

径之比,称为沉深比,如图 1-5 所示。

螺旋桨沉浸深度超过螺旋桨直径时,可不考虑螺旋桨水面效应横向力;当螺旋桨沉浸深度小于 1.3 倍半径时,螺旋桨水面效应横向力将急剧增大,且随沉深比的下降而不断增大;当螺旋桨桨叶部分露出水面时,螺旋桨水面效应横向力达到最大值。

②螺旋桨工作负荷

船舶启动或螺旋桨加速转动时,螺旋桨负荷大,诱导速度大,滑失比较大,沉深比的临界值也增大,即沉深比不到 1.3 时,就出现推力系数急剧下降现象,使螺旋桨水面效应横向力增大;而随船速提高,螺旋桨转速恒定,螺旋桨负荷下降,滑失比较小,螺旋桨水面效应横向力也相应变小。

③螺旋桨水面遮蔽程度

螺旋桨正上方被船体或其他附件(如隧洞式船体的螺旋桨、导流管等)所覆盖,螺旋桨水面效应横向力将减弱,甚至消失。螺旋桨反转时,因水流从后方流向螺旋桨,受船尾的遮蔽作用较差,故反转时的水面效应横向力比正转时显著。

④螺旋桨叶切面形状

螺旋桨正转时,螺旋桨叶切面形状的流线型好,有利于流体运动,掀起波浪小,吸入空气少,则螺旋桨水面效应横向力小;螺旋桨反转时,螺旋桨叶切面形状的流线型差,不利于流体运动,掀起波浪大,吸入空气多,则螺旋桨水面效应横向力大。

(3)螺旋桨水面效应横向力对船舶操纵的影响

右(左)旋单螺旋桨正转时,螺旋桨水面效应横向力推船尾向右(左),船首左(右)偏;反转时,螺旋桨水面效应横向力推船尾向左(右),船首右(左)偏。

2. 伴流效应横向力

船舶在水中以一定的航速做相对运动时,产生一种伴随船舶运动的水流,称为伴流,亦称附随水流或称为追迹流。

(1)伴流效应横向力产生的原因

螺旋桨盘面处的伴流速度分布具有左右对称、上大下小的特点。螺旋桨工作时,上半圆伴流速度大,进速小,冲角大,水动力大,旋转阻力也大;下半圆伴流速度小,进速大,冲角小,水动力小,旋转阻力也小;上、下盘面旋转阻力的差额,产生伴流效应横向力。

(2)影响伴流效应横向力的因素

①船尾形状

U 形船尾伴流分布上、下比较均匀,伴流效应横向力较小;全隧洞式船尾、导流管以及螺旋桨位置离船体较远,伴流效应横向力都将减弱以至为零;V 形船尾伴流上、下分布差异较大,伴流效应横向力的影响最大。

②船速

伴流随着船速增加而增加,伴流效应横向力也随着船速增加而增大。当船速为零时,伴流为零,无伴流效应横向力;当船舶后退时,伴流位于船首前方,对螺旋桨无影响,此时的伴流效应横向力可以忽略。

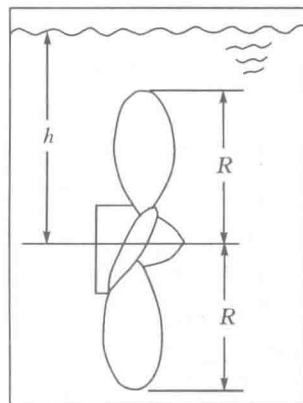


图 1-5 螺旋桨沉深比示意图
 h —桨轴沉浸深度; R —螺旋桨半径

(3)伴流效应横向力对船舶操纵的影响

船舶静止时,不存在伴流,故无该力;对右(左)旋单桨船而言,螺旋桨正转前进时,伴流效应横向力推船尾向左(右),船首右(左)偏;螺旋桨反转时,伴流效应横向力可忽略不计。单螺旋桨船航行时,伴流效应横向力起着减低螺旋桨水面效应横向力的作用。

3. 尾流(排出流)横向力

尾流(排出流)是螺旋桨工作时,经螺旋桨诱导加速作用,从盘面流出的水流,其特点是:范围较窄,流速较快,流线具有螺旋性,且旋转激烈。尾流流速大,且具有螺旋性,它作用在舵和船体上,对船舶操纵性产生较大影响。

(1)尾流螺旋性效应横向力产生的原因

当螺旋桨正转时,尾流作用在舵叶两侧;当螺旋桨反转时,尾流作用在船体尾部两侧。由于作用在舵叶和船体尾部两侧的水流速度、冲角和面积不均匀、不对称,导致作用在舵叶或船体尾部两侧的水动力不平衡,两侧水动力横向分力的差额称为尾流螺旋性效应横向力。

(2)影响尾流螺旋性效应横向力的因素

①船速

由于伴流和船尾线形斜流随着船速的增加而增大,故尾流螺旋性效应横向力随船速提高而增大。船速为零时,伴流和船尾线形斜流消失,虽仍在在尾流螺旋性流的影响,但尾流螺旋性效应横向力可以忽略。

②螺旋桨距船体的远近

若螺旋桨远离船体,尾流螺旋性效应横向力减小或不存在;若螺旋桨离船体近,尾流螺旋性效应横向力将增大。

③船尾的形状

U形船尾或全隧洞式船尾,尾流螺旋性效应横向力减小,甚至为零;V形船尾,尾流螺旋性效应横向力增大。

(3)尾流螺旋性效应横向力对船舶操纵的影响

螺旋桨正转与反转时,对于右(左)旋单桨船,尾流螺旋性效应横向力均推船尾向左(右),船首右(左)偏,且螺旋桨反转时的尾流螺旋性效应横向力比正转时更明显。

4. 右旋单桨单舵船的船、桨、舵效应横向力对船舶操纵的影响

表 1-2 右旋单螺旋桨船中舵时主要船、桨、舵效应横向力

船、桨工况 船尾偏转方向 效应横向力名称	船静止		船前进		船后退	
	螺旋桨 正转	螺旋桨 反转	螺旋桨 正转	螺旋桨 反转	螺旋桨 正转	螺旋桨 反转
螺旋桨水面效应横向力	右	左	右(弱)	左(强)	右(强)	左(弱)
伴流效应横向力	0	0	左	0	0	0
尾流螺旋性效应横向力	左	左	左(强)	左(强)	左(弱)	左(强)
船、桨、舵效应横向力综合影响	右	左	不定	左(强)	右	左

(1)船从静止开车启动时,船尾向右偏转显著,但可用舵克服。当操有舵角时,螺旋桨工作几秒钟后即可出现舵效。

(2)进车航进时,船尾右偏现象减弱,有时可以直航。当受风、流影响船舶偏离航向时,可

以用舵克服。

(3) 进车高速航进时,对 V 形船尾船,船尾可能偏左,但可用舵纠正。

(4) 高速前进情况下倒车时,船尾左偏较强,用舵操纵舵效不明显。

(5) 倒车倒航时,船首一般均向右偏转,所以,如要求顺向倒航,则应在倒车前先使船首向左偏转,利用船首向左偏转的惯性力矩,以减弱船首右转的现象。当倒航速度提高后,可以用较大的右舵角略予克服,但要保持稳向后退仍然困难。

船桨舵效应横向力的强弱与船舶吃水、首尾形状、螺旋桨性能、舵叶大小和展舷比及桨舵间距等因素有关。也有倒车倒航时能进行操纵的船舶。

二、双螺旋桨船的船、桨、舵效应横向力

双螺旋桨船俗称双车船。双螺旋桨船按螺旋桨的旋转方向可分为内旋式双桨船和外旋式双桨船。内旋式双桨船是指船舶进车时,右旋桨做逆时针旋转、左旋桨做顺时针旋转的双螺旋桨船舶(图 1-6);外旋式双桨船是指船舶进车时,右旋桨作顺时针旋转、左旋桨作逆时针旋转的双螺旋桨船舶(图 1-7)。当双螺旋桨船的两螺旋桨以相同工况工作时,它们所产生的横向力相互抵消,有较好的直线航行能力。在华南地区和珠江水系,目前的双车船均为双车双舵船。

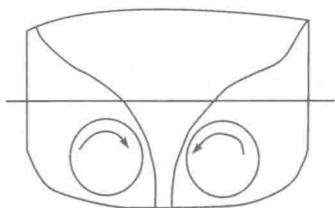


图 1-6 内旋式双桨船进车时两螺旋桨旋转方向

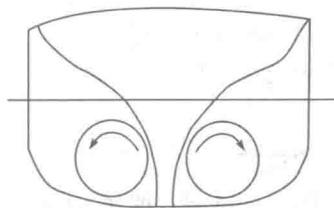


图 1-7 外旋式双桨船进车时两螺旋桨的旋转方向

1. 双螺旋桨船与单螺旋桨船比较的优点

(1) 应急能力强

当一部主机发生故障或螺旋桨损坏时,可以使用另一部主机或螺旋桨作短时间续航或移泊;航行船舶舵机发生故障时,可调整两螺旋桨的工况,进行短时间操纵船舶。

(2) 改善船舶操纵性能

当两螺旋桨以相同工况工作时,每一单螺旋桨产生的船、桨、舵效应横向力相互抵消,船舶具有较好的航向稳定性;船舶回转时可采用进车—停车或进车—倒车等操纵方法,可以提高船舶旋回性能。

(3) 提高螺旋桨推进效率

相同主机功率的两船,双桨船比单桨船的螺旋桨直径小,适宜于浅水航区航行,且能提高螺旋桨的推进效率。

2. 双螺旋桨船的船、桨、舵效应横向力

(1) 推力偏心效应横向力

① 推力偏心效应横向力产生的原因