

中华人民共和国

内河船舶船员适任考试培训教材

船舶驾驶与管理

中国海事服务中心组织编审

主编 谢世平 吴乃平

驾驶专业



大连海事大学出版社

中华人民共和国内河船舶船员适任考试培训教材

船舶驾驶与管理

中国海事服务中心组织编审

主 编 谢世平 吴乃平

大连海事大学出版社

内 容 简 介

本书是为贯彻落实交通运输部2010年6月29日颁布的《中华人民共和国内河船舶船员适任考试和发证规则》，根据《中华人民共和国内河船舶船员适任考试大纲》中“船舶驾驶与管理”科目要求编写。其内容由船舶操纵、航道与引航、船艺、造船大意、职务与法规、轮机基础六部分组成。

本书可供内河船舶二、三类适任证书船长和驾驶员考前培训使用，也可供内河船舶船员业务培训使用，还可作为大、中专院校内河船舶驾驶专业或同类专业的教学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

船舶驾驶与管理 / 谢世平, 吴乃平主编. —大连: 大连海事大学出版社, 2010. 12
(2014. 4 重印)

中华人民共和国内河船舶船员适任考试培训教材

ISBN 978-7-5632-2511-8

I. ①船… II. ①谢… ②吴… III. ①内河航行—船舶驾驶—技术培训—教材
②内河航行—船舶管理—技术培训—教材 IV. ①U675.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 246328 号

大连海事大学出版社出版

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

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

大连住友彩色印刷有限公司印装 大连海事大学出版社发行

2010年12月第1版 2014年4月第7次印刷

幅面尺寸: 185 mm × 260 mm 印张: 23 彩页: 6 字数: 582 千

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 978-7-5632-2511-8 定价: 62.00 元

前 言

根据《中华人民共和国内河船舶船员适任考试和发证规则(2010)》和《内河船舶船员适任考试大纲(2010)》，中国海事服务中心组织在内河船舶运输领域有着丰富教学和培训经验的专家、教授、高级讲师在2006年培训教材的基础上重新编写了《内河船舶船员适任考试培训教材》，并组织实践经验丰富的海事管理机构专家和船公司的指导船长、轮机长对教材进行了审定。

在本套教材编写前，中国海事服务中心组织参编专家对内河船舶运输现状进行了广泛的调研和深入的讨论，确保教材内容符合船上实际，反映最新航海应用技术和最新法律、法规、规范与标准，并在表达方式上通俗易懂、易于理解，符合内河船舶船员业务学习和技能培训的需要。

本系列教材分驾驶专业和轮机专业两部分：驾驶专业包括《船舶操纵》、《避碰与信号》、《航道与引航》、《船舶管理》、《船舶驾驶与管理》五种教材；轮机专业包括《主推进动力装置》、《船舶辅机与电气》、《机舱管理》、《轮机基础》、《船舶动力装置》、《轮机管理》六种教材。另外，单独编写和开发了内河船舶船员适任考试模拟练习软件，以光盘的形式出版，驾驶专业和轮机专业各一种。

《船舶驾驶与管理》由重庆交通大学谢世平、长江海事局吴乃平主编，重庆交通大学刘元丰、杨学辉、范晓飏、俞嘉虎、刘德宽、鲍学欣、初鹏杰参加编写。全书由谢世平统稿，陈晓翔、陈金福、薛刚云、刘野、王路、白永刚负责审定。

教材在编写过程中得到了交通运输部海事局领导和专家的关心和指导，相关海事部门和船公司对教材编写也提供了热情的帮助和支持，在此一并表示感谢！由于时间仓促，书中难免存在错误和疏漏，欢迎广大读者和专家批评指正。

中国海事服务中心
2010年11月

目 录

第一篇 船舶操纵

第一章 船舶操纵基本原理	(1)
第一节 舵、旋回圈要素与船舶操纵性的关系	(1)
第二节 船速与冲程	(7)
第三节 水流对船舶操纵性的影响	(10)
第四节 浅水效应及岸壁效应	(12)
第五节 船间效应	(15)
第二章 船舶系、离泊操纵	(18)
第一节 抛、起锚操纵	(18)
第二节 走锚和守锚	(26)
第三节 链缠锚和锚链绞缠的概念及预防方法	(28)
第四节 锚地的选择及应考虑的因素	(29)
第五节 船舶掉头	(30)
第六节 靠、离操纵	(34)
第三章 特殊情况下的船舶操纵	(45)
第一节 大风浪中的船舶操纵	(45)
第二节 船舶防碰撞的操纵	(46)
第三节 搁浅与触礁	(48)
第四节 弃船注意事项	(53)
第五节 主要设备损坏时的船舶操纵	(54)

第二篇 航道与引航

第四章 内河航道与水文要素	(57)
第一节 航道尺度的概念及计算	(57)
第二节 内河航区划分和航道等级分类	(61)
第三节 水位	(64)
第四节 流向、流态	(69)
第五节 潮汐	(78)
第五章 内河助航和安全标志	(88)
第一节 内河助航标志	(88)
第二节 内河交通安全标志	(94)
第六章 航行图	(99)
第一节 比例尺与图式	(99)
第二节 航行图的种类	(103)
第三节 航行安全信息	(107)

第七章 气象常识	(109)
第一节 气象要素	(109)
第二节 天气系统	(113)
第三节 天气预报常识	(119)
第八章 引航基本原理	(121)
第一节 航行条件的分析	(121)
第二节 引航基本要领	(123)
第三节 船舶定线制	(131)
第九章 顺直河段、湖泊、水库、运河及河口段的引航	(135)
第一节 顺直河段的引航	(135)
第二节 湖泊、水库的引航	(137)
第三节 运河中的引航	(138)
第四节 河口段的引航	(139)
第十章 弯曲、浅滩河段的引航	(147)
第一节 弯曲河段的引航	(147)
第二节 浅滩河段的引航	(153)
第十一章 桥区、船闸、山区河段的引航	(160)
第一节 桥区河段的引航	(160)
第二节 进出船闸的引航	(161)
第三节 急流滩河段的引航	(164)
第四节 险槽河段的引航	(172)
第十二章 特殊情况下的引航	(176)
第一节 能见度不良时的航行	(176)
第二节 夜航	(178)
第三篇 船艺	
第十三章 甲板设备	(181)
第一节 系缆设备	(181)
第二节 锚设备	(188)
第三节 舵设备的作用与组成	(198)
第十四章 船体保养	(206)
第一节 除锈方法	(206)
第二节 船用涂料的性能和施工方法	(208)
第十五章 船舶应急	(214)
第一节 船舶堵漏	(214)
第二节 船舶应变部署	(220)
第十六章 助航仪器	(223)
第一节 船用雷达	(223)
第二节 全球定位系统(GPS)	(231)
第三节 甚高频的使用注意事项	(232)

第四节	磁罗经的使用注意事项	(236)
第五节	船载自动识别系统(AIS)	(238)
第四篇 造船大意		
第十七章	船舶尺度及主要标志	(241)
第一节	船舶尺度	(241)
第二节	水尺和载重线标志识别方法	(244)
第十八章	稳性	(248)
第一节	稳性的概念、船舶的三种平衡状态的含义	(248)
第二节	稳性的分类方式与各类稳性的概念	(249)
第三节	移动载荷和装卸作业对稳性的影响	(252)
第四节	液货、散货对稳性的影响	(253)
第十九章	抗沉性	(256)
第二十章	船舶检验	(258)
第一节	船舶检验的种类、间隔期限、证书分类	(258)
第二节	内河营运船舶的法定检验	(261)
第五篇 职务与法规		
第二十一章	船员职责	(263)
第一节	船长的主要职责	(263)
第二节	驾驶员的主要职责	(264)
第二十二章	安全规章制度	(265)
第一节	值班规则	(265)
第二节	航行日志记载规则	(269)
第二十三章	内河交通安全管理条例	(272)
第一节	船舶和船员	(272)
第二节	航行、停泊和作业	(274)
第三节	通航保障	(276)
第四节	救助	(277)
第五节	事故调查处理	(278)
第六节	相关术语解释	(279)
第二十四章	船舶管理	(280)
第一节	船舶最低安全配员规则	(280)
第二节	船舶签证管理规则	(281)
第三节	船舶升挂国旗的规定	(284)
第四节	船舶安全检查规则	(285)
第二十五章	船员管理	(289)
第一节	船员条例	(289)
第二节	内河船舶船员适任考试和发证规则	(291)
第三节	船员违法记分管理办法	(295)

第二十六章 通航管理	(296)
第二十七章 船舶防污染管理	(299)
第一节 水污染防治法	(299)
第二节 防治船舶污染内河水域环境管理规定	(301)

第六篇 轮机常识

第二十八章 船舶动力装置	(307)
第一节 柴油机常用名词	(307)
第二节 四冲程柴油机工作原理	(308)
第三节 柴油机主要部件及功用	(309)
第四节 其他动力装置	(312)
第五节 燃、润油料基本知识	(314)
第六节 主推进装置的运行管理	(318)
第二十九章 船舶辅机与机舱管理	(321)
第一节 离心泵、往复泵、齿轮泵的基本结构与应用	(321)
第二节 船用油水分离器	(325)
第三十章 船舶电气	(327)
第一节 船舶安全用电常识	(327)
第二节 柴油机电系的基本组成及功用	(329)
第三节 蓄电池的正确使用、测量方法及日常维护管理	(330)
第三十一章 应急设备	(332)
第一节 船舶应急设备的种类	(332)
第二节 应急舵机、应急电源、消防泵、水密门的作用及使用要点	(332)
习题及答案	(335)
附录一 内河助航标志图示	(361)
附录二 内河交通安全标志(节选)	(365)
参考文献	(366)

第一篇 船舶操纵

本篇主要介绍船舶操纵基本原理、船舶系离泊操纵以及船舶在特殊情况下操纵等船舶操纵的主要基础知识,为船长和驾驶员的实船操纵形成理论基础。

第一章 船舶操纵基本原理

本章主要介绍舵及旋回圈要素与船舶操纵性的关系、船速与冲程、水流对船舶操纵性能的影响、浅水效应及岸壁效应、船间效应等船舶操纵基本原理。

第一节 舵、旋回圈要素与船舶操纵性的关系

一、舵与船舶操纵性的关系

舵是附设于船体外,利用航行时水流在其操纵面上的作用力而控制船舶航向的装置,操舵者通过操舵可以使船舶保持或改变其航向或进行回转,达到控制船舶方向的目的。

1. 舵压力

舵压力是指水流对舵叶有冲角时,舵叶迎流面与背流面的水动压力差。冲角又称攻角,是指螺旋桨、舵叶或船体切面弦线与相对水流的夹角。舵压力的大小受舵角、舵叶对水相对速度、舵叶面积以及舵叶形状、展弦比、剖面形状、厚宽比等因素的影响。

1) 舵角

舵角是指舵叶水平剖面中心线与首尾线的夹角,舵角是产生舵压力的重要条件之一。随着舵角的增加舵压力也随之增大,但当舵角增大到某一数值时,舵叶的背流面就会出现涡流,反而使舵叶两面的压力差减小,舵压力随之骤然下降,产生这一现象前的瞬间舵角称为极限舵角,或称临界舵角、失速舵角或最大有效舵角,如图 1-1-1,1-1-2 所示。因此,在极限舵角范围内,舵角越大,舵压力越大。

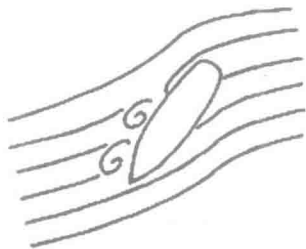


图 1-1-1 舵叶背流面涡流示意图

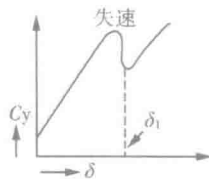


图 1-1-2 失速现象示意图

通过试验,一般船舶平板舵舵角 35° ,流线型舵为 32° 。根据《钢质内河船舶入级与建造规

范》，对 A、B 级航区的极限舵角以左右舷 35° 为宜，对 C 级航区的平板舵以左右舷 45° 为宜。

2) 舵叶对水相对速度

在舵角不变的情况下(极限舵角范围内)船舶航行时速度越快，作用于舵叶的相对水流强度也越大，舵压力随着对水相对速度的平方急剧增加。增加螺旋桨转速，即增大螺旋桨尾流与舵的相对速度，也是增加舵压力的重要因素。

3) 舵叶面积

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。

4) 舵叶形状

(1) 展弦比

舵高与舵宽的比值称之为展弦比。展弦比小，从舵叶迎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，如图 1-1-3 所示，致使舵叶两侧压力差减小，舵压力降低。展弦比越大，越有利于运用小舵角操纵船舶。

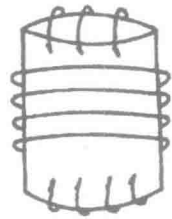


图 1-1-3 舵叶绕流现象示意图

展弦比越大，越有利于运用小舵角操纵船舶。

(2) 舵叶的剖面形状

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。

2. 舵压力转船力矩

舵压力转船力矩是指舵压力与舵压力转船力臂的乘积，产生使船舶回转运动的力矩。航行中的船舶操舵后，舵叶上将产生舵压力，其支点是船舶重心，使船首向操舵一侧偏转，如图 1-1-4 所示。

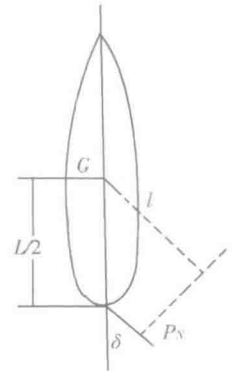


图 1-1-4 舵压力转船力矩示意图

3. 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。通常对改向性而言，舵效是指当操一舵角后，船舶因之回转某一角度所需的时间和纵、横距。

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，因而舵效越好。

(2) 舵面积系数

舵面积系数，是指舵叶中纵剖面的浸水面积与船体中纵剖面浸水面积的比值。舵面积系数大，舵效好；舵面积系数小，舵效变差。内河船舶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%。

G—重心；L—船长； δ —舵角； P_N —舵压力；l—力臂

(3) 舵叶对水速度

舵叶对水速度即舵速。提高舵速往往是在船速较低时通过提高主机转速方法来实现,由于螺旋桨尾流速度增加,滑失比增大,从而舵效得以提高。该方法由于船速低,改向时滞距小,所需水域小,在船舶掉头、靠离码头、系离浮筒、抛起锚、进出船闸等操纵时常采用该方法来提高舵效,船员俗称“以车助舵”。

(4) 舵性

舵性是指船舶各种运动状态下,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;而电动舵机来得快,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。内河船舶转舵时间应满足表 1-1-1 的规定。

表 1-1-1 内河船舶转舵时间

舵机种类	船长(m)	操舵时间(s)	
		急流航区船舶	其他航区船舶
机动舵机	>30	12	20
	≤30	15	20
人力舵机(舵轮手柄力不大于 147 N)		15	20
辅助人力舵机(舵轮手柄力不大于 294 N,从一舷 35°至另一舷 30°)			40

(6) 船体水下侧面积

船首水下侧面积分布多或首倾的船舶,舵效变差;而船尾水下侧面积分布多或适量尾倾的船舶,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,向低舷侧转向舵效较好;船舶高速航行时,向高舷侧转向舵效较好。

(9) 风、流、污底及浅水

风中航行,满载舵效比轻载好;急流中航行,逆流舵效比顺流好,常流舵效比乱流好;船舶污底严重舵效变差;浅水中航行,舵效较深水中变差。

(10) 螺旋桨正转前进、反转倒退

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。

二、旋回圈的概念

船舶的旋回性和追随性构成船舶的操纵灵活性,船舶的操纵灵活性与航向稳定性构成船舶的方向性。船舶旋回性是船舶操纵性的重要性能之一,对航行于内河航道的船舶尤为重要,它是保证船舶安全操纵作业、避碰和安全航行必不可少的性能。

1. 船舶旋回运动三个阶段及特征

船舶旋回运动是指直航船舶操舵后,船舶所作的纵移、横移和回转运动的复合运动。船舶

操舵旋回时,根据其旋回过程中运动特征的不同,可将旋回运动分为三个阶段。

1) 机动阶段

机动阶段又称初始阶段或转舵阶段,是指船舶自转舵时起到船首开始转动时止的时间间隔和航行距离。船舶旋回运动机动阶段的长短,主要决定于船舶的排水量、船速和舵压力的大小。排水量大、船速高、舵压力小,则机动阶段长;反之则较短。

船舶在机动阶段,由于时间较短,船舶因运动惯性仍保持直线前进,随后船首出现向操舵一侧回转的趋势,船体开始向操舵相反一侧横移(即偏距或反向横移),并产生向操舵一侧少量横倾(即内倾),船速也略有下降。

2) 渐变阶段

渐变阶段又称变化阶段或过渡度阶段,是指船舶从横移、回转运动时起至船舶做定常旋回运动时止的运动阶段。

船舶在旋回运动的渐变阶段作用于船体的回转力矩和水阻尼力矩不断变化,在此阶段,船舶一方面向操舵方向加速旋回,另一方面由机动阶段的反向横移逐渐转化为向操舵一侧的横移(即正向横移),并且船体由原来的内倾转变为向操舵相反一侧横倾(即外倾)。此外,随着旋回运动的发展,漂角逐渐增加,船速明显下降。

3) 定常旋回阶段

定常旋回阶段又称稳定旋回阶段、圆航阶段或定常旋回阶段,是指船舶定常旋回做匀速圆周运动时起,整个稳定旋回运动的过程。

随着船舶旋回运动的不断进行,作用于船体的回转力矩和水阻尼力矩最终达到平衡,船舶进入稳定回转阶段。在此阶段,作用于船体的合力和合力矩为零,回转角加速度为零,角速度达到最大值;船舶旋回运动漂角的变化率为零,漂角稳定在一个定值上;船速降速达到最大;船舶向外横倾角也趋于稳定,这时船舶围绕一固定的回转中心做匀速圆周运动。

2. 旋回圈要素

船舶旋回圈是指船舶全速、满舵做旋回运动时,船舶重心的运动轨迹。旋回圈的几何要素通常用反移量(L_f)、纵距(A_d)、横距(T_r)、旋回初径(D_T)、旋回半径(R)表示,如图 1-1-5 所示。

1) 反移量

反移量又称偏距或反横距,是指操舵后船舶重心自原航向的延伸线向操舵相反方向横移的最大距离。通常船舶重心处反移量为 $1/2$ 船宽,船尾反移量达 $1/5 \sim 1/10$ 船长。船速快,舵角大,反移量则大。此外,操舵速度、载重状态、船型对反移量大小也有影响。驾驶员在操纵船舶时,掌握反移量的意义是:

(1) 航行中有人落水时,为了防止落水者被卷入船尾螺旋桨,应立即停车,并向落水者一侧操舵,使船尾摆开,以保证落水者的安全。

(2) 避让本船前方较近距离的小船时,应立即用舵使船首让开,当估计船首已能让过时,再立即操相反方向的舵使船尾摆开以避免碰撞。

(3) 在横移驶靠码头或横移驶靠他船的靠泊操纵中,以及离泊操纵或近距离驶过系泊船时,应充分利用反移量来进行靠、离泊作业和避碰。

2) 纵距

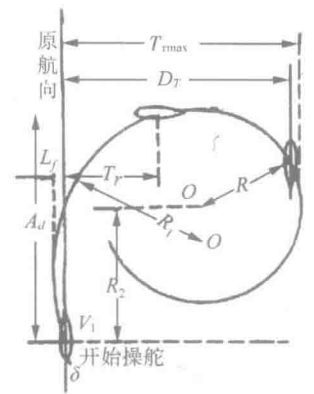


图 1-1-5 船舶旋回圈示意图

纵距又称进距,是指船舶自操舵开始到船舶航向转过任一航向时重心所移动的任意距离。通常,在船舶旋回资料中给出的纵距是航向改变 90° 时的纵距。驾驶员在操纵船舶时,掌握船舶纵距的意义是:

纵距是判断船舶旋回过程中纵向占用水域范围的依据,当船舶航经弯曲航道、掉头操纵、避让障碍物和避碰时,能较好地把握用舵的时机。

3) 横距

横距或称正移量,是指船舶自操舵开始到船舶航向转过任一角度时船舶重心所移动的横向距离。通常,在船舶旋回资料中给出的横距是航向改变 90° 时的横距。驾驶员在操纵船舶时,掌握船舶横距的意义是:

横距是衡量船舶航向角变化 90° 时横向占用水域范围的依据,它可以用来估算操舵转首后,船舶于岸或其他船舶是否有足够的间距。

4) 旋回初径

旋回初径或称机动直径或战术直径,是指船舶自原航向的延伸线到航向改变 180° 时重心的横向移动距离。驾驶员在操纵船舶时,掌握船舶旋回初径的意义是:

旋回初径是衡量船舶旋回过程中横向占用水域范围的依据,可以用来估算船舶用舵旋回掉头所需水域。

5) 旋回直径

旋回直径又称定常旋回直径或稳定旋回直径,是指船舶进入定常旋回运动时的直径。

3. 影响旋回圈大小的因素

1) 舵角

在极限舵角范围内,舵角增加,旋回圈减小, 15° 舵角的旋回直径比满舵时的旋回直径增加 $130\% \sim 170\%$;且舵角小于 15° 时,舵角增加引起旋回直径的减小值比舵角大于 15° 时旋回直径的减小值大得多。

2) 舵面积系数

舵面积系数越大,旋回直径就越小。但舵面积系数不宜过大,否则,在增加舵压力转船力矩的同时,旋回阻力也增大,旋回直径反而增大。因此,不同的船舶应有各自的最佳舵面积系数。

3) 船体水线下侧面积形状

船体水线下船首侧面积较大的船舶,旋回直径较小;船尾侧面积较大的船舶,旋回直径较大。

4) 船型系数

方形系数越大,即旋回直径相对越小。方形系数小的高速船的旋回性较肥大型船舶差。在相同舵角情况下,前者旋回初径与船长之比为后者2倍左右。

5) 操舵时间

操舵时间越短,即操舵速度越快,纵距越小。

6) 船速

船速除对旋回所需时间有明显影响外,对旋回初径也是有一定的影响。在实际操船中,可以通过控制船速的增减来调整旋回直径的大小。

7) 吃水差

尾纵倾船的旋回直径将增大,若尾纵倾增大量为船长的 1% ,旋回初径可增加 10% 左右。首纵倾时,旋回直径将减小,若首纵倾增大量为船长的 1% ,旋回初径可减少 10% 左右。

8)吃水

对同一艘船舶而言,吃水大,满载时的纵距有较大增加。但由于船体斜航中转船力矩系数的增加,使旋回初径和横距有所变小,旋回性能变好。

9)横倾

船体横倾时,由于左右浸水体积不等,船舶低速航行时,向低舷操舵回转的旋回直径较小;船舶高速航行时,向高舷操舵回转的旋回直径较小。

10)螺旋桨旋向

对右旋单桨船,由于前进中伴流效应横向力、尾流螺旋性效应横向力均使船首右偏,且大多能克服螺旋桨水面效应横向力的作用,因此,向左回转的旋回直径略小,而向右回转的旋回直径略大。同理,左旋单桨船前进中回转的情况正好相反。

11)浅水

船舶在浅水中航行,旋回直径变大,当航道水深小于2倍船舶吃水时,旋回直径急剧增大。

12)风向、流向

船舶逆风、逆流操舵回转,其旋回纵距减小;顺风、顺流操舵回转,其旋回纵距增大。

13)污底

船体污底越严重,旋回直径越大。

三、旋回时船舶横倾的特点及措施、旋回圈与船舶操纵性的关系

1. 旋回时船舶横倾的特点及措施

1)旋回时船舶横倾的特点

(1)内倾

如图 1-1-6 所示,船舶在直航中操舵,舵压力横向分力使船舶向操舵相反方向一侧横移,其作用点约在船舶吃水的 $1/2$ 处,它与船舶惯性力横向分力形成力偶矩,使船舶向操舵一侧内倾。

其特点是:内倾仅在旋回运动的机动阶段出现,持续的时间极短,且内倾角很小。

(2)外倾

如图 1-1-7 所示,在旋回运动的渐变阶段,船舶产生回转运动惯性离心力横向分力作用于重心,由于惯性离心力横向分力和水动力横向分力的作用点在高度上的不一致,使船舶产生外倾。舵压力横向分力则起着制约船舶外倾的作用。船舶在惯性离心力横向分力和水动力横向分力构成的力偶矩作用下,可使船舶一直倾斜到与稳性力矩相平衡为止。

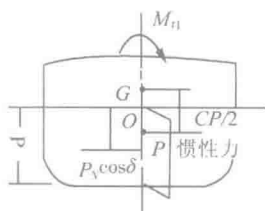


图 1-1-6 船舶内倾示意图

P —舵压力作用点; d —船舶吃水; G —船舶重心;
 $P_N \cos \delta$ —舵压力效应横向分力; M_{i1} —内倾力矩

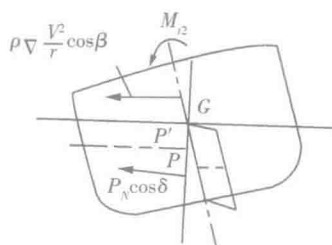


图 1-1-7 船舶外倾示意图

P —舵压力作用点; P' —水阻力作用点; G —船舶重心;
 $P_N \cos \delta$ —舵压力效应横向分力; $\rho \nabla \frac{V^2}{r} \cos \beta$ —惯性离心力的横向分力; M_{i2} —外倾力矩

其特点是:外倾出现在旋回运动的渐变阶段和定常旋回阶段,由于船舶惯性离心力横向分力大,因而外倾角大。

2) 船舶旋回时防止倾覆的措施

(1) 船舶在旋回运动过程中出现外倾角过大的原因

- ① 船速过大,尤其是在全速满舵旋回时。
- ② 船舶全速满舵旋回,并产生较大外倾角时,急回舵,甚至操反舵。
- ③ 船舶初稳性高度以及旋回半径都过小。
- ④ 船舶受自由液面、货物和旅客移动以及风动力、水动力和波浪作用产生的横倾力矩与外倾力矩同向时。

(2) 防止船舶在旋回运动过程中倾覆的措施

- ① 应防止重件货物装在高处,力求合理的初稳性高度,并注意自由液面的影响和防止货物的移动。
- ② 降低船速,缓缓操舵,用小舵角操纵船舶回转,尽量增大旋回直径。
- ③ 应正确选择操舵时机,以使风浪产生的横倾力矩影响较小,并避免外力产生的横倾力矩与船舶旋回的外倾互相叠加。
- ④ 在旋回运动中,出现较大外倾角时,应立即慢车、停车,待船速下降后再缓慢回舵,切忌回舵,甚至操反舵。

2. 旋回圈与船舶操纵性的关系

1) 纵距与船舶操纵性的关系

纵距的大小表示了船舶对操舵的反应速度。纵距越小,船舶对操舵的反应越迅速,即船舶的初始回转性能越好;反之,纵距越大,表示船舶对操舵反应越迟钝,即初始回转性能越差。

2) 横距与船舶操纵性的关系

横距的大小也表示了船舶对操舵的反应速度。横距越小,船舶对操舵反应越迅速,即船舶初始回转性能越好;横距越大,船舶对操舵反应越迟钝,即船舶初始回转性能越差。

3) 旋回初径与船舶操纵性的关系

旋回初径是用来描述船舶旋回性能优劣的重要指标。旋回初径越小,旋回圈越小,船舶旋回性能越好;旋回初径越大,旋回圈越大,船舶旋回性能越差。

第二节 船速与冲程

一、转速、推力、船速、航速、阻力的概念

船舶是由推进器产生推力,使其克服阻力而运动的。目前在内河应用最广泛的推进器是螺旋桨。螺旋桨常安装在船尾,在船尾部中心线处装一只螺旋桨的船为单桨船;船尾左右各安装一只螺旋桨的船为双桨船。单桨船按螺旋桨旋转方向分右旋式和左旋式两种。右旋式螺旋桨是指螺旋桨正转时,由船尾朝船首方向看,螺旋桨作顺时针旋转;反之为左旋式螺旋桨。双桨船的螺旋桨按其旋转方向,分为内旋式和外旋式两种。外旋式两桨正转时,左舷螺旋桨左转,右舷螺旋桨右转;反之为内旋式。一般固定螺距的双桨船采用外旋式,可调螺距双桨船采用外旋式。

螺旋桨旋转时,产生螺旋桨流。螺旋桨流由吸入流(或称为来流)和排出流(或称为尾流)组成,如图 1-1-8 所示。吸入流是指流向螺旋桨盘面的水流,其特点是:范围宽,流速较慢,流线几乎平行;排出流是指经螺旋桨诱导流离螺旋桨盘面的水流,其特点是:范围较窄,流速较快,流线具有较强的螺旋性。

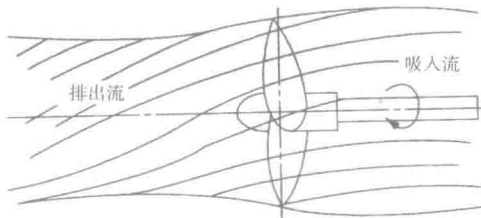


图 1-1-8 螺旋桨流示意图

1. 螺旋桨推力与转速

1) 螺旋桨推力

螺旋桨在船舶主机的驱动下转动,产生水动力,水动力的轴向分力即为螺旋桨推力。螺旋桨正转产生推力,推船前进;螺旋桨反转产生拉力,拉船后退。

2) 螺旋桨转速

螺旋桨转速是指螺旋桨在单位时间内旋转的转数,通常用每分钟旋转多少圈表示。

2. 船速与航速

1) 船速

船速是指船舶在无风、无流的静水中单位时间内航行的直线距离。内河以 km/h 为单位。对于给定的船舶,主机转速高对应的船速就高,船速通常分四类:

(1) 额定船速

在忽略水深影响的深水中,在额定功率和额定转速条件下,船舶所能达到的静水速度称为该船的额定船速。新船试航时,额定船速通过测速测得。投入营运后,由于主机磨损及船体的老旧,额定船速会下降。额定船速是船舶在深水中可供使用的最高船速。

(2) 常用船速

主机按水上常用输出功率运转时,在平静的深水域中取得的稳定转速称为水上常用转速,相应条件下的船速即为常用船速。水上常用输出功率通常为额定功率的 80%~90%。

(3) 经济船速

远距离航行中,以节约燃料消耗和提高营运效益为目的,根据航线条件等特点所确定的船速,称为经济船速。一般情况下,经济船速比常用船速低。

(4) 港内船速

近岸航行,尤其港内航行,由于船舶密集,水深较浅,弯道较多,用舵、用车频繁。为了防止船吸作用、浪损和岸推、岸吸作用,便于操纵和避让,船舶航行最高船速应较常用船速低,一般情况是将主机输出功率降为水上常用功率一半左右,这时所得的船速即为港内最高船速。港内最高船速为水上常用船速的 70%~80%。

2) 航速

航速又称实际航速,是指船舶在风、流和波浪影响下单位时间内实际航行的距离,即船舶相对于河岸的速度。在内河通常以 km/h 为单位。

航速与船速的概念不同,船舶顺流或逆流航行时,尽管船速一样,但顺流时的航速等于船速加流速,而逆流时的航速等于船速减流速。

3. 阻力

船舶航行时所受到的阻力按其操纵的影响,可划分为基本阻力与附加阻力。

1) 基本阻力

船舶的基本阻力包括摩擦阻力、涡流阻力和兴波阻力。

(1) 摩擦阻力

船舶航行时,船体浸水部分与水发生摩擦而产生的阻力,称为摩擦阻力。

(2) 涡流阻力

由于水流存在黏性,造成船体曲度聚变处产生涡流;而涡流处的水压力下降,改变了沿船体表面的压力分布情况,导致船舶首尾形成压力差而产生的阻力,称为涡流阻力或称为形状阻力。

(3) 兴波阻力

船舶在水中运动时,船体周围的水形成兴波。由于兴波产生,改变了船体表面的压力分布情况,出现船首高波峰,压力增加;船中波谷、船尾低波峰压力降低,如图 1-1-9 所示,形成了首尾压力差。由兴波引起压力分布的改变所产生的阻力称为兴波阻力。

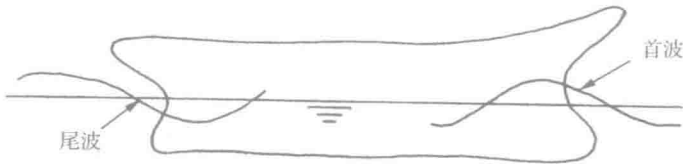


图 1-1-9 船体表面的波浪分布示意图

2) 附加阻力

附加阻力包括附体阻力、空气阻力和汹涛阻力。

(1) 附体阻力

船舶的附体设备,如舵、舳龙骨、人字架所形成的摩擦阻力或涡流阻力,称为附体阻力。

(2) 空气阻力

船舶航行时空气作用于船舶水线以上部分而产生的阻力,称为空气阻力。

(3) 汹涛阻力

船舶在大风浪中航行,风浪引起船舶剧烈运动,如纵摇、横摇、垂荡、拍底、甲板上浪等,导致船舶能量损失,称为汹涛阻力。

二、船舶冲程的概念、影响船舶冲程的有关因素

1. 船舶冲程的概念

1) 停车冲程

船舶在各种速度情况下,停车至船舶速度为零时所需滑行的距离为停车冲程;滑行过程所需的时间为停车冲时。

2) 倒车冲程

船舶在各种速度下倒车至船舶完全停住所滑行的距离为倒车冲程,又称紧急停船距离或