

哈尔滨船舶工程学院出版社



船舶设备

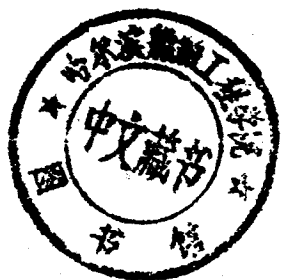
金仲达 编

J-12

150/14

船舶设备

金仲达 编



哈尔滨船舶工程学院出版社

内 容 简 介

本书共分七章：舵设备、锚泊设备、系泊设备、救生设备、货物装卸设备、关闭及登船设备和舱室的绝缘与装璜。每章均阐述该设备的用途和结构，分析其工作原理和布置要求，介绍设备的选择、配备和必要的计算方法。

本书为中等专业学校船体专业教材，也可供有关技术人员、工人和船员参考。

船舶设备

金仲达 编

哈尔滨船舶工程学院出版社出版
新华书店首都发行所发行
绥化县印刷厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 9.1875 字数 200 千字

1991年7月 第1版 1991年7月 第1次印刷

印数：1—1200册

ISBN 7-81007-116-5/U·22

定价：2.20元

前 言

本书是列入中国船舶工业总公司中等专业学校教材编审出版规划（1986—1990年）的统编教材，是根据1986年6月在杭州审查通过的教学大纲编写的。

船舶设备涉及范围较广，本书仅介绍船舶舵、锚泊、系泊、救生等主要设备，选材侧重于钢质海船。由于先进技术的应用，近年来船舶设备更新较快，各类设备在结构、性能、材料和试验等方面都发生了较大的变化。本书在介绍各类设备时，注意反映船舶设备的现状和发展趋势。为适应船舶的发展和船厂的需要，本书充实了有关舱室绝缘和室内装璜的内容。

为使本书符合中专培养目标的要求，体现中专教育的特色，编写时努力从工厂实际需要出发，贯彻少而精和理论联系实际的原则，书中的理论分析力求深入浅出、通俗易懂。

本书由镇江船舶工程学院朱国英同志主审，在本书的编写过程中，船舶总公司教材编审室李堃、王传伟同志给予了大力支持和帮助。另外，还得到大连造船厂夏绍伦、唐建生、马延德和龚廷斌同志的热情帮助，在此一并致谢。

由于编者水平有限，书中难免有欠妥之处，恳请使用本书的教师和读者指正。

编 者

目 录

第一章 舵设备	1
第一节 概 述.....	1
第二节 舵的分类及舵叶几何参数.....	10
第三节 舵叶与舵承.....	13
第四节 敞水舵的水动力特性.....	19
第五节 敞水舵试验资料.....	22
第六节 实船舵的工作情况.....	32
第七节 舵的设计.....	36
第八节 舵主要零部件尺寸的确定.....	46
第九节 操舵机械.....	57
第十节 特种舵及其它操纵设备.....	60
第二章 锚泊设备	66
第一节 概 述.....	66
第二节 锚设备的组成与布置.....	74
第三节 锚.....	78
第四节 锚 索.....	88
第五节 锚与锚链的配备.....	93
第六节 锚的止、导、贮、控设备.....	95
第七节 起锚机械.....	103
第三章 系泊设备	108
第一节 概 述.....	108
第二节 系泊设备的组成与布置.....	110

第三节	系 缆	113
第四节	带缆桩与导缆器	120
第五节	系缆机械	130
第四章	救生设备	134
第一节	概 述	134
第二节	救生设备的组成	136
第三节	救生设备的配备与布置	137
第四节	救生艇与救助艇	142
第五节	艇(筏)的降落装置	152
第六节	救生筏、救生浮与个人救生设备	159
第七节	抛绳设备与求救示位信号	167
第五章	货物装卸设备	170
第一节	概 述	170
第二节	吊杆装置	177
第三节	吊杆装置几何参数的确定	187
第四节	吊杆装置的受力计算	191
第五节	吊杆、绳索的选用与计算	201
第六节	起重柱(桅)的结构及强度	204
第七节	起货机械	210
第八节	装卸设备的试验	212
第六章	关闭设备与登船设备	214
第一节	概 述	214
第二节	货舱盖	215
第三节	船用门	227
第四节	船用窗	234
第五节	小舱盖与人孔盖	237

第六节	船用梯·····	239
第七节	关闭设备及登船设备的试验·····	245
第七章	舱室的绝缘与装璜·····	246
第一节	概 述·····	246
第二节	防火绝缘隔堵·····	247
第三节	舱室的隔音·····	249
第四节	舱室绝缘材料·····	252
第五节	舱室内装结构·····	256
第六节	舱室的空间环境·····	260
第七节	舱室内部的色彩·····	264
第八节	舱室的采光与照明·····	271
第九节	舱室的内部陈设·····	274
思考题与练习题·····		279

第一章 舵 设 备

第一节 概 述

一、船舶操纵性

操纵性是指船舶按驾驶者意图保持或改变运动状态的能力，也就是为满足航行或作业的需要，保持或改变航向、航速和位置的能力，它反映在以下三个方面：

航向稳定性——船舶由于外力的作用，在水平面内的运动受扰动的情況下仍能保持既定航向作直线航行的能力。

回转性——船舶应舵后作圆弧运动的能力。

转首性——船舶应舵后是否易于改变航向的能力。

船舶的操纵性很大程度上受船舶本身和操纵设备两个方面因素的制约。

就船舶本身而言，航向稳定性和回转性对船体的要求是互相矛盾的。船舶的航向稳定性增加时，便不易受外力的影响，亦较难改变其运动方向和位置；回转性增加时，航向稳定性便相对下降。不同类型的船舶，由于用途和航行条件的不同，对操纵性的要求也各有侧重。航行于狭小航道或频繁停靠码头的内河船和进行各种作业的工作船，要首先满足回转性的要求。航行于水域宽广、受风浪影响较大的海洋船舶，则应首先考虑航向稳定性。

船舶的主尺度和几何形状，如船长、吃水、首尾部线型以及上层建筑的布置，都对操纵性有很大影响。例如：当排

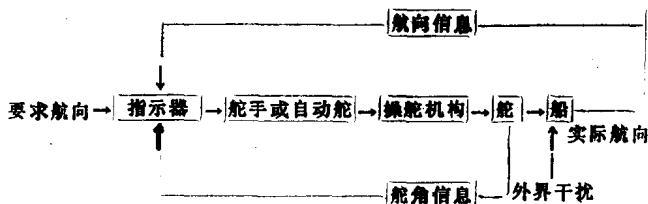
水量和吃水相同时，狭长而侧投影面积大的船舶，作回转运动的性能就相对差些。当船舶的上层建筑和重量比较集中于船的中段时，船舶转动惯量较小，回转比较容易。反之，上层建筑和重量若分布在离船舶重心较远的首尾部分时，船舶转动惯量较大，使其回转或使其停止回转都比较困难。甲板上堆放的集装箱对船舶的操纵性也有较大影响。船舶本身的因素，在确定船舶主尺度、型线和总水置时，就应结合船舶操纵性的要求全面加以考虑。

至于船舶的操纵设备，广义地说，包括所有能迫使船舶按照驾驶人员的意图，稳定航向或进行回转的一切设备和装置。无论何种类型的操纵设备均应能产生垂直于船舶中线面的分力而形成一个转船力矩。能够改变推力方向的全向推进器、真翼推进器。兼有推进和操纵的双重作用，装于船的首尾端的侧推器则是一种效率很高的船舶操纵装置。

在现代船舶上往往同时采用多种设备以保证船舶良好的操纵性。舵和侧推器还被用于船舶在海上的动力定位。

长期以来，舵一直作为主要的操纵设备，被广泛应用于各类船舶。装于船尾绕竖轴转动的舵，是一种对船舶航向稳定性和回转性都起着积极作用的、结构简单、工作可靠的操纵设备。

用舵来操纵船舶时，它的整个过程如下面方块图所示：



二、舵的作用原理

利用转动舵叶来改变航向时,有一系列水动力作用过程。

当舵以速度 v_0 运动,或者说水以速度 v_0 流经舵时,舵就相当于一个在流场中运动的有限翼展的机翼。当舵角为零即舵处于正中位置时,舵叶两面流线对称,舵上并不产生水动力。当舵转过某一舵角 α 时,就相当于机翼以攻角 α 速度 v_0 运动,此时舵叶两侧流线对称性被破坏,见图 1-1。由柏努利方程可知:翼背处流线长、流速高、压强低;翼面处流线短、流速低、压强高,在机翼的两侧形成了压力差。压力分布如图 1-1 中双点划线所示,舵叶上各点压力均取舵叶表面的法线方向。由于流体具有粘性,对舵产生沿舵叶表面切线方向上的摩擦力。二者的合力,即为舵上总水压力(动压力),简称为舵压力 P 。 P 力的作用线与舵叶对称表面的交点称为舵的压力中心 O ,其位置通常以其离舵叶导缘的距离 x_p 来度量。将 P 力沿流体运动方向和垂直于流体运动的方向分解,

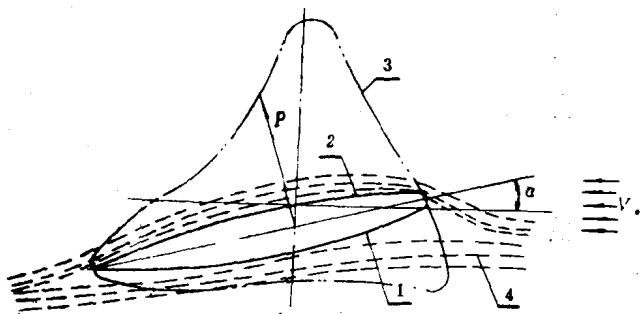


图1-1 舵叶上水的流态

α —攻角; 1—叶面; 2—叶背;

3—水压力分布曲线; 4—流线

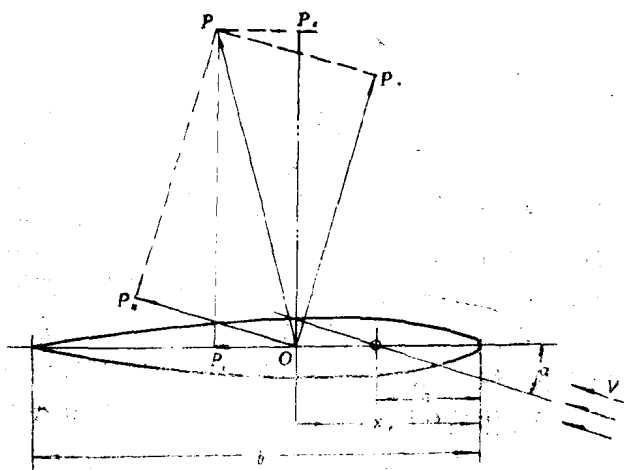


图1-2 作用在舵叶上的水动力

得到舵叶的阻力 P_x 和舵叶的外力 P_y ，见图1-2。 P_y 可用于计算由舵上水压力产生的转船力矩，若将 P 力沿舵叶中心线方向和垂直于中心线方向分解，则可得舵叶的切向力 P_t 及舵叶的法向力 P_n 。 P_n 可用于计算舵叶上水压力产生的航杆扭矩。根据力的平移定理，力 P_y 可用一转船力矩 $P_y L/2$ 和作用于船舶重心 G 的横向力 P_y 所代替。在转船力矩和横向力的作用下，船首向舵所在一侧转动，见图1-3。此时船舶还将产生反向横移和轻度的横倾。并且船舶的阻力将增加，航速将下降。

船舶在转舵后的运动比较复杂。从回转过程中受力情况及运动状态分析，整个回转过程可以分为三个阶段：转舵阶段、过渡阶段和定常回转阶段。

第一阶段——转舵阶段。从转舵开始到转舵终止，通常

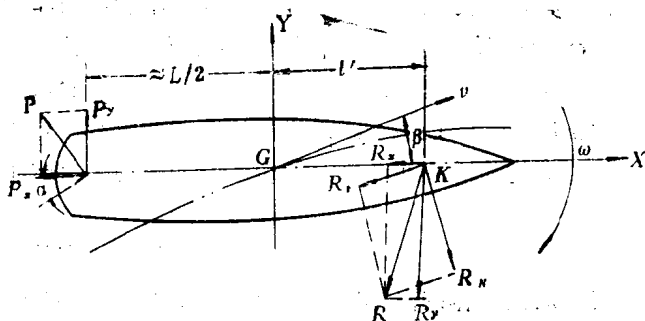


图1-3 转舵后船舶受力及运动

P —流体对舵产生的水动力； R —流体对船产生的水动力；

α —舵角； β —漂角； ω —船舶回转角速度

约为10~15秒。此阶段虽已产生转船力矩，但由于作用时间短，船舶惯性大，船舶几乎仍按原航向运动。横向位移和旋转角位移均很小，前进速度略有减小。

第二阶段——过渡阶段。从转舵终止到船舶进入定常回转状态为止。升力 P_y 使船舶产生反向横移，转船力矩 $P_y \cdot L/2$ 则使船舶绕重心 G 旋转。伴随回转运动，船舶的中线面与航速 v_0 之间形成一个漂角 β 。若把船体水下部分也视为一机翼，由于漂角(相当于攻角)的存在，流体将对船体产生一个水动力 R 并作用于中线面上的 K 点。 K 点通常位于重心 G 之前，将 R 分解为两个互相垂直的分力： R_x 使船速进一步降低， R_y 和 P_y 方向相反，减缓船舶的反向横移。 R_y 对重心的水动力矩 $R_y \cdot L'$ 加强 $P_y \cdot L/2$ 的作用，由于船体的尺度比舵叶大得多，所以，虽然转动舵叶是引起船舶转向的原因，在整个转向过程中起决定作用的是船体本身所受的水动力矩 $P_y \cdot L'$ 。

伴随着转船力矩的增加和作用时间的增长，船舶的回转角速度 ω 也逐渐增大。在这阶段中，船速进一步下降，横向漂移减小，回转角速度 ω 和漂角 β 逐渐增大，船舶沿一曲率半径逐渐减少的轨迹运动。过渡阶段的主要特征是作用在船体上的水动力随时间而变化，所以船舶的运动参数也随时间而变化。

第三阶段——定常回转阶段。由于回转角速度的增加，船舶受到周围流体的阻尼力矩 M_r 也相应增加。同时 K 点向船尾方向移动，最后，当力矩 $R_y \cdot L'$ 、 $P_y \cdot L/2$ 和 M_r 三者

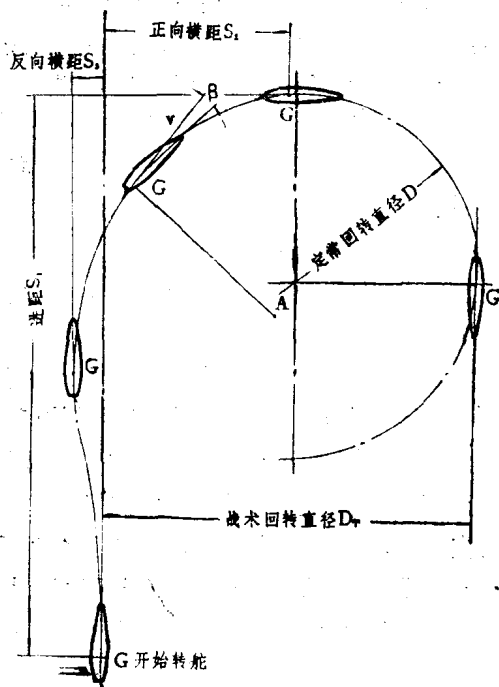


图1-4 船舶回航轨迹图

达到动态平衡时, 船的角速度 ω 达到最大值, 角加速度为零、漂角 β 为定常值, 船舶将在曲率半径为定常值的圆上作回转运动。图 1-4 为船舶回航轨迹图。

图中: D 为定常回转直径, 指船舶满载全速正航时进入定常回转阶段后的回转圈的直径, 它表征船舶的大角度回转性能, 定常回转直径与船长的比值称为相对回转直径—— D/L 。各类船舶的 D/L 值多在 3~10 范围内, 其经验统计数字见表 1-1, D/L 越小, 船舶回转性能越好。

表 1-1 民用船舶的 D/L 值

船的航区	船的类型	D/L
海 洋	油 船	3.45~7.5
	客货船	3.0 ~ 5.0
	货 船	4.0 ~ 6.1
	拖 船	1.5 ~ 2.5
江河湖泊	客货船	1.5 ~ 3.5
	货船、油船	2.5 ~ 4.0
	推(拖)船(单船)	1.0 ~ 2.5
	推驳船队	(4.0~6.3)船队长
	30m 以下小艇	1.5 ~ 3.5

D_T 为战术回转直径, 是指回转试验时船舶转到 180° 时, 其重心距初始直线航线的横向距离。它是军舰的重要回转运动参数, 也是衡量民用船舶在狭窄航道内能否顺利调头回航的重要依据, 一般

$$D_T = (0.9 \sim 1.2) D \quad (1-1)$$

S_1 为进距, 即自转舵瞬时的船舶重心沿初始直线航线方向至首向改变 90° 瞬时的船舶重心的纵向距离。它标志着船舶转航避碰的最短有率距离, $S_1 = (0.6 \sim 1.2) D$ 。

S_2 为正向横距,是指从初始直线航线至转首 90° 的瞬间,船舶重心自初始直线航线向回转中心一侧横移的距离, $S_2 = (0.5 \sim 0.6)D$ 。

S_3 为反向横距,它是过渡阶段内,船舶重心离开初始直线航向回转中心反侧横移的最大距离, $S_3 = (0 \sim 0.1)D$ 。一般运输船全速满舵时的反向横距约为 $1/2$ 船宽。如果船舶的反向横距过大,两船在狭窄航道中相遇,转舵相让时就易相撞。单船在狭航道中回转时也易与回转中心反侧的船舶、码头或岸边相碰。

回转直径是衡量回转性的最基本、最主要的特征参数。在给定的舵角下,回转直径越小,则回转性能越好。航速增加将导致回转直径增大。

船舶的航向稳定性通常以平均操舵率及平均操舵角衡量。在普通海况时,为保持直线航行,若其平均操舵角不大于 $2^\circ \sim 5^\circ$, 平均操舵率不超过每分钟 $4 \sim 6$ 次,则可认为该船具有良好的航向稳定性。

三、舵设备的组成与布置

舵设备中除了舵以外,为在规定时间内,将舵转到所需要的角度并保证其有效工作,还需要有操舵装置、舵机、转舵装置及止舵装置。图 1-5 为常见的舵设备组成图。

舵设备的各组成部分应能在规定的时间内将舵转动,能限制舵的转动角度,能将舵可靠地停止在限制舵角内的任何位置上,能从驾驶室监视舵位。同时还应能迅速地由主要的操舵装置转换为备用的或应急的操舵装置。整套舵设备应坚固、可靠、耐用。在满足使用要求的前提下,应尽量减少各部分的外形尺寸和重量。

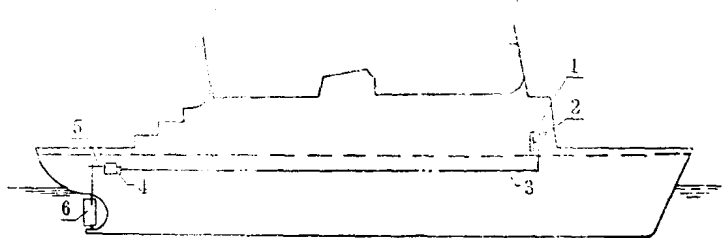


图1-5 舵设备的组成

1—操舵器；2—舵角指示器3—传动装置；
4—舵机；5—转舵机构；6—舵

图1-5中，舵角指示器2是反映舵叶转动角度的仪表，装于驾驶室、舵机或舵上用以了解和监督舵的实际位置。操舵器1是供舵工或驾驶人员转舵用的手柄或舵轮。传动装置3是将舵机4的起动信息由驾驶室传至舵机舱。舵机是带动舵转动的机械，系转舵的原动力，转舵装置（亦称转舵机构）5的作用是把舵机的动力传递给舵。

6是舵，它是舵叶、舵杆及其支承部件的总称。

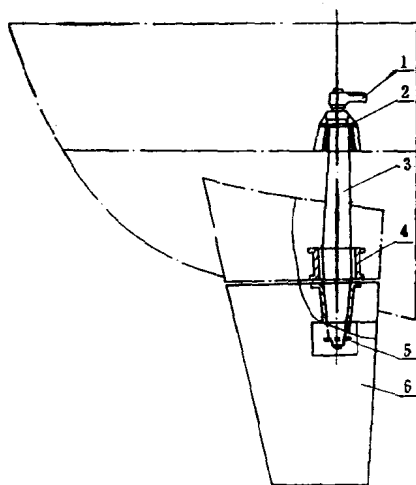


图1-6 舵叶的支承和布置

1—舵柄；2—上舵承；3—舵杆；
4—下舵承；5—可折小门；6—舵叶

舵叶在船舶尾部的布置和支承情况可参见图1-6。

第二节 舵的分类及舵叶几何参数

一、舵的分类

舵的种类很多，为了便于探讨其特点，习惯上按下述方法分类：

1. 按舵杆轴线在舵宽度上的位置分为：

(1) 不平衡舵：舵杆轴线靠近舵叶的导缘，舵的面积全部分布在轴线的后方。舵杆扭矩较大，需配置较大功率的舵机。大型船舶目前已很少采用。

(2) 半平衡舵：舵杆轴线前面的舵面积只分布在下部，占舵高的一部分，其形状依船尾线型而定。

(3) 平衡舵：舵杆轴线离舵叶前缘有一定距离，舵杆轴线前方的舵面积沿整个舵高分布。由于缩短了水压力中心至舵杆轴线的距离，减小了舵杆扭矩，可节省舵机功率。

2. 按舵叶的支承形式分为：

(1) 多支承舵：舵叶用三个或三个以上的舵销与舵钮连接，一般为不平衡舵，仅在个别内河小船或旧式船上偶尔见到。

(2) 双支承舵：舵叶上设上、下两个支承点，上支承点多以舵承形式置于船体内部，下支承点则多为舵叶下方的舵托。

(3) 悬挂舵：仅在船体内部设有支承点。舵叶悬挂在船体外面，多用于尾部平坦而又无舵柱的船舶。悬挂舵多为平衡舵。由于上舵杆所受弯矩较大，不适用于大型船舶。