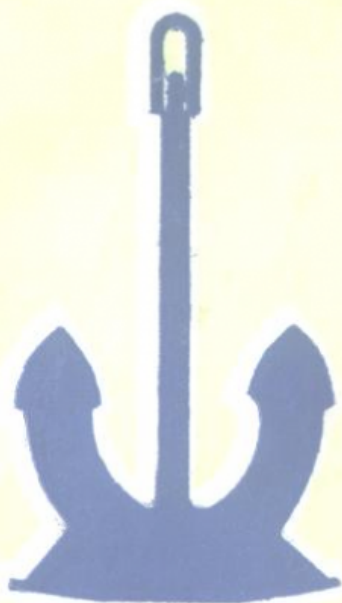


高等学校统编教材

船舶设备

葛云卿 朱国英 吴洪保 编



哈尔滨船舶工程学院出版社

272562

船舶设备

葛云卿 朱国英 吴洪保 编



哈尔滨船舶工程学院出版社

内 容 简 介

本书介绍船舶主要船舶设备的基本性能和计算方法,共分六章:舵设备、货物装卸设备、锚泊设备、系统设备、救生设备和推拖设备。每一章都介绍了该类设备的一般概念、基本性能、结构型式、布置要求、主要零部件和结构的计算方法,以及机械设备的配置。

本书可作为高等院校船舶设计与制造专业教材,可供从事船舶设计的技术人员参考,也可作为培训造船技术工人的参考教材。

船 舶 设 备

葛云卿 朱国英 吴洪保编

•
哈尔滨船舶工程学院出版社出版

北京市新华书店发行

测绘印刷厂印刷

•
开本787×1092 1/32 印张12.3125 插页1 字数287千字

1987年4月第1版 1987年4月第1次印刷

印数1——3,000册

统一书号: 15413·023 定价: 2.05元

前 言

本书是根据1982年全国高等学校船舶专业教材会议安排的计划编写的。

《船舶设备》是一门多学科性的综合专业课程，其内容庞杂、涉及范围广，在本书中，只介绍了六种主要的船舶设备：舵、货物装卸、锚泊、系统、救生和推拖设备。随着造船技术的发展，各种船舶设备新的结构型式层出不穷，本书在内容上着重扩大读者的视野，反映最新技术。结合本书内容，我们将此六种船舶设备的各类结构型式分集摄制成电视教学片，以便利用电化教学的手段，提高教学效果。

在本书中对各种船舶设备的配置要求及有关的计算标准，都是以我国现行的有关规范为依据的，其中主要有：

《钢质海船入级与建造规范》（1983年）、《船舶起货设备规范》（1981年）、《海船救生设备规范》（1983年）。考虑到《1974年国际海上人命安全公约1983年修正案》将在1986年7月1日生效，故对其中的有关要求在本书中也作简要的介绍。

船舶资料发表时往往缺少船舶设备方面的内容，编者收集了近期国产船舶的这方面的资料，列在附录中。此外，还将船舶设备的主要零部件的标准号进行了分类归纳，也在附录中列出，以供有关人员在设计船舶设备时查阅。

本书由华南工学院葛云卿担任主编，第一、第六章，由

镇江船舶学院朱国英编写，第五章由华南工学院 吴 洪 保编写，其余内容由葛云卿编写。全书由上海交通大学陈家鼎主审，他详细审阅了书稿，提出许多宝贵意见，给编者以极大的帮助与指导。此外，在本书编写过程中，许多研究所、设计所、工厂和院校的有关人员给予了大力支持和帮助，他们提供了不少宝贵资料。对所有支持、帮助与指导编写本书的人们，在此一并致以深切的谢忱。

由于编者水平所限，错谬之处在所难免，恳盼广大读者批评指正。

编者

1985.7

目 录

第一章 舵设备	(1)
§ 1-1 概 述.....	(1)
§ 1-2 舵装置的分类与构造.....	(5)
§ 1-3 舵叶的水动力特性及其计算.....	(12)
§ 1-4 舵叶参数的确定.....	(24)
§ 1-5 舵装置的强度核算.....	(35)
§ 1-6 操舵装置.....	(48)
§ 1-7 特种舵和特种操纵装置.....	(55)
第二章 货物装卸设备	(79)
§ 2-1 概 述.....	(79)
§ 2-2 吊杆装置的类型.....	(83)
§ 2-3 吊杆装置的设计.....	(102)
§ 2-4 吊杆装置的受力计算.....	(112)
§ 2-5 吊杆、绳索的选取与计算.....	(127)
§ 2-6 起重柱(桅)的结构及计算.....	(130)
§ 2-7 垂直装卸船上的货物通道设备——货 舱盖装置.....	(140)
§ 2-8 横向装卸船上的货物通道设备——滚 装设备.....	(159)
第三章 锚泊设备	(179)
§ 3-1 概 述.....	(179)

§ 3-2	锚与锚链	(188)
§ 3-3	抛锚停泊时锚索的受力情况	(205)
§ 3-4	锚泊设备的设计	(212)
§ 3-5	浮动式海洋结构物的锚泊定位系统	(224)
第四章	系统设备	(247)
§ 4-1	概 述	(247)
§ 4-2	系统停泊时的外力及计算	(250)
§ 4-3	系 缆	(252)
§ 4-4	系统具与系统机械	(259)
§ 4-5	系统设备的配置	(273)
第五章	救生设备	(279)
§ 5-1	救生设备及其配备	(279)
§ 5-2	救生艇与救助艇	(286)
§ 5-3	救生筏、救生浮和个人救生设备	(294)
§ 5-4	救生设备的存放及艇筏的降落、登乘 装置	(300)
§ 5-5	潜艇救生	(306)
第六章	推拖设备	(312)
§ 6-1	推拖形式	(312)
§ 6-2	拖船拖曳设备及其受力计算	(314)
§ 6-3	顶推运输及顶推联结装置	(323)
§ 6-4	推架式顶推系结部件的受力计算	(329)
附 录		(335)
附录 I	舵叶剖面及其水动力特性	(335)
附录 II	计算实例	(342)

附录Ⅱ 国产船舶的船舶设备资料表·····	(353)
附录Ⅳ 船舶设备中主要零部件的标准号·····	(377)
主要参考资料·····	(382)

第一章 舵 设 备

§1-1 概 述

1.1.1 船舶操纵性

船舶操纵性，从广义来讲是泛指船舶对驾驶者操纵的反应能力。从使用的角度而言，驾驶者对船舶的操纵所包括的内容是相当繁多的。例如，对船舶的启动、加速、减速、停止、倒退，及直线航行、转向，以至系带浮筒、拖带船舶等操作。但在“船舶原理”中，船舶操纵性通常是指船舶受驾驶者的操纵而保持或改变航向的性能，即包括稳定性和机动性两个互相制约的方面。稳定性是指船舶保持航向的性能；机动性是指船舶改变航向的性能。

由于受到船体制造、安装不对称性等人为因素的影响，以及在航行时又无时不受着风、浪、水流等自然环境之干扰，所以船舶是不可能按理想的直线航线运动的。航向稳定性好的船，经过很少的操纵便能维持航向，航迹也较接近于所要求的直线。航向稳定性不好的船则反之，因而，可能使航迹的长度和航行时间有所增加。主机与操纵装置所消耗的功率也随之增加。机动性好的船舶，易于绕过障碍物，避免与其他船舶相碰或触礁，在狭窄航道或港口航行时，亦便于转弯或调头。据统计，每艘船一年可能出现大小事故的平均

概率约 4 次，而造成这些事故的重要原因之一，就是船舶的操纵性不好。由上可见，船舶操纵性对于船舶使用的经济性及安全性都是极为重要的。

作战舰艇的操纵性，对于提高武器命中率、迅速占据有利阵位和规避敌舰的攻击等更有重要意义，是重要的战术技术性能之一。

总之，操纵性是船舶重要的航海性能之一，近年来日益受到人们广泛的重视与研究。保证船舶操纵性的设备很多，其中舵设备，因其结构简单、工作可靠，是目前使用最为广泛的操纵设备，本章将对此作详细讨论。

1.1.2 舵设备与船舶操纵性

利用转动舵叶来改变船舶航向时，其中有着一系列水动力作用的过程，见图1-1所示。

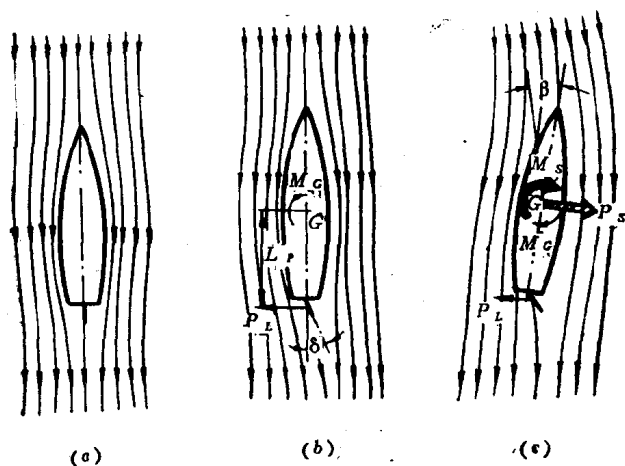


图1-1 舵-船系统的水动力作用的情况

一艘左右舷形状对称的船舶，若不受到风、浪、流等因

素的干扰，当舵叶位于中间位置（舵角为 0° ）时，由于流动的对称性，船舶不会受到侧向力作用，而得以沿着直线航行，如图1-1（a）所示。当舵偏转一个 δ 角，并保持在这一舵角上，由于水流相对于舵叶的对称性被破坏，在舵叶上产生一个侧向力 P_L 和绕船舶重心 G 的回转力矩 $M_G = P_L \cdot L_p$ ，见图1-1（b）。在这一回转力矩作用下，船体产生一个绕重心回转的角速度 r ，使船体相对于水流发生偏转，船体纵中剖面与水的来流速度方向形成一角度，称作漂角 β 。这就破坏了来流相对于船体的对称性，此时，船体本身相当于一个短翼（船深相当于翼展），因而在船体上也产生一个侧向力 P_s 和绕重心的力矩 M_s ，见图1-1（c）。当作用于船体上诸项水动力和力矩达到平衡时，船将以一定的角速度进入定常回转，其重心的轨迹呈圆形（称为回转圈）。图1-2表示了将舵叶偏转某一角度 δ ，并保持在这一舵角上，船体逐渐进入定常回转圈的过程。

由上分析可见，虽然转动舵叶是引起船舶转向的起因，但是由于船体的尺度比舵叶大得多， P_s 和 M_s 要比 P_L 和 M_G 大得多，故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和力矩。换

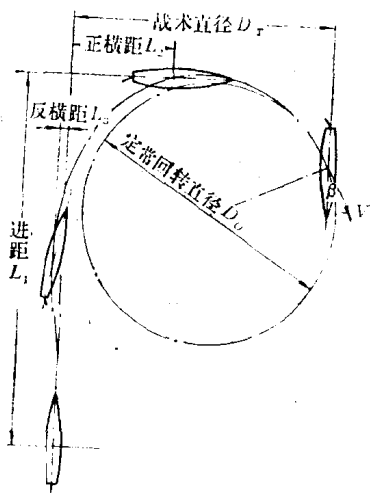


图1-2 船舶回转运动轨迹及其特征

言之，船舶的操纵性与船体的形状有密切关系。为了使船舶具有良好的操纵性，不仅应正确地设计舵设备（或选用其他操纵设备），而且在船体设计时，还应对船体的主尺度和线型作正确的选择。

从船体受力的角度来看，船舶运动的稳定性与机动性对船体形状的要求是矛盾的。有利于保持航向稳定的因素，使船体不易回转，机动性变差，反之亦然。因此，设计时要视不同船舶对操纵性的不同要求分别对待。例如，沿海或远洋运输船应以航向稳定性为主；交通船、渡船等应以机动性为主；川江急流中的船舶及战斗舰艇，对航向稳定性和机动性均有较高的要求，故在选择船体形状时要两者兼顾。

舵叶安装在船尾，相当于船体的呆木，从而提高了船体的航向稳定性。当船一旦偏离了原来的航向，又可利用转动舵叶产生的回转力矩，把船纠正到原来的航向上来，以保证航向稳定。

对于机动性而言，舵叶作为呆木，不利于船体的回转，但一旦转动舵叶，它又能产生侧向力使船舶改变航向，并将船舶稳定在新的航向上。

由以上分析可见，舵设备对于船舶操纵性所包含的两个互相制约的方面——稳定性与机动性都能起积极的作用，这一独特的效能，使它迄今仍不失为船舶最主要的操纵设备。

利用舵设备来操纵船舶时，船舶的操纵性可分为以下三个方面：

（1）小舵角时的航向稳定性（航向保持性）。发现航向偏离，利用转动舵叶来保持航向时，其转舵角一般较小，常在 5° 以内。通常采用平均操舵频率和平均转舵角二个指

标来衡量航向稳定性。根据航行中的实践经验，为了保持航向，平均操舵频率不大于每分钟4~6次；平均转舵角不超过 $3^{\circ}\sim 5^{\circ}$ ，则为满意。

(2) 中舵角的航向机动性。利用转动舵叶来改变航向时，其转舵角常在 $10^{\circ}\sim 15^{\circ}$ 之间。

(3) 大舵角的回转性（紧急规避性）。遇到紧急避让时则需操满舵。在最大转舵角下，船舶重心定常回转直径——最小回转直径（见图1-2），是表征船舶回转性的重要指标，大多数运输船舶的最小定常回转直径通常为船长的4~6倍。

舵设备的设计，应在一定的船体线型条件下，保证船舶在以上三方面都具有满意的操纵性能。

§1-2 舵装置的分类与构造

舵设备由舵装置和操舵装置两大部分组成。舵装置是指舵叶及其支承、限位部件，操舵装置包括操舵系统、舵机和转舵装置，可参见§1-6中的有关内容。

1.2.1 舵装置的分类

按不同的分类依据，舵装置有不同的分类方法，习惯上有以下三种：

1. 按舵叶的剖面形状分，有平板舵和复板舵（亦称流线型舵）。平板舵结构简单，造价低廉，但对推进效率不能起有利的影响。故目前仅用于驳船或内河小船上。复板舵则广泛地应用于各种船舶上。

2. 按舵杆轴线的位置来分，可分为不平衡舵、平衡舵

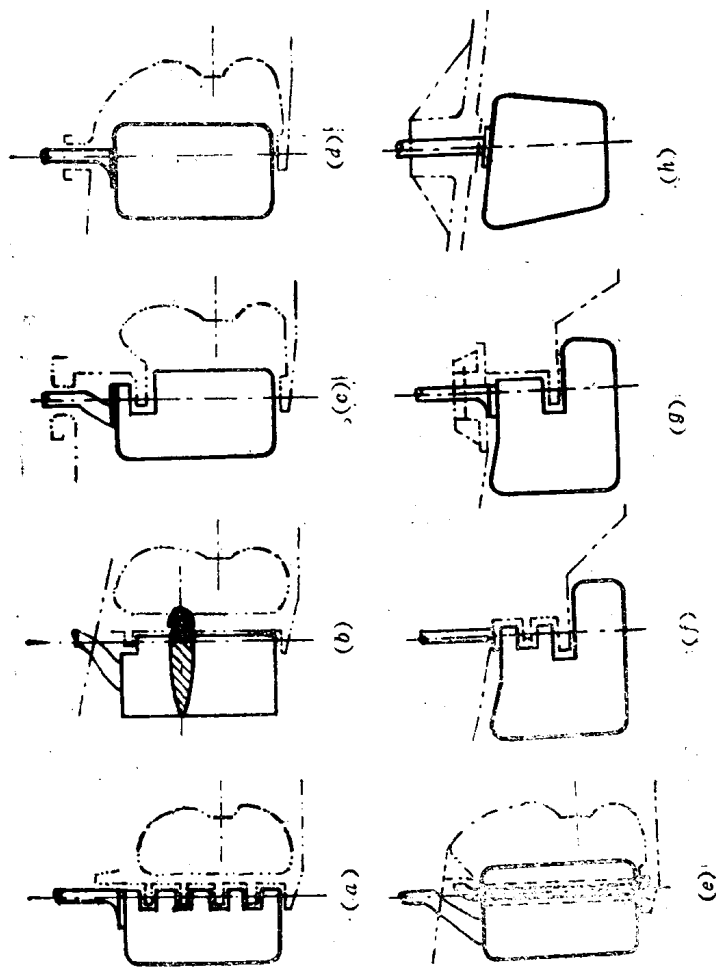


图1-3 舵装置的类型

- (a) 多支坐不平衡舵；(b) 流线型舵柱舵；(c) 双支承式平衡舵；
 (d) 单支承式平衡舵；(e) 舵轴舵；(f) 半悬挂舵（双舵销）；
 (g) 半悬挂舵（单舵销）；(h) 悬挂舵。

和半平衡舵，见图1-3。在舵杆轴线前后整个高度上都分布有舵面积者称平衡舵。由于这种舵在舵杆轴线前后的面积上产生的水压力，对舵杆轴线形成的扭转力矩方向相反，因而在一定舵角下两者会达到平衡，即总的扭转力矩为零，因此称之为平衡舵。舵杆轴线前面的舵面积仅分布在下半部者，称为半平衡舵。舵面积全部分布在舵杆轴线之后者，则称为不平衡舵。

3. 按舵叶的支承方式来分，有悬挂舵、半悬挂舵、单支承舵、双支承舵、多支承舵，见图1-3。仅在船体内部设有支承点者称为悬挂舵。悬挂舵多为平衡舵，常见于双桨双舵船上，或尾部较平坦的舰艇及内河小船上。半悬挂舵就是半平衡舵，其舵叶的上部支承于舵柱或挂舵臂的舵钮上，下部呈悬挂状，多用于双桨船或多桨船之中舵，近年来大型运输船上也广泛采用。在舵叶的下端、或上下端均设有支承部件者称为单或双支承舵，一般皆为平衡舵，常用于具有尾柱的海船。舵叶上具有三个以上的支承点者称为多支承舵，一般为不平衡舵，目前较少采用。还有一种舵轴舵，其舵叶支承在舵轴上，此种型式能减少作用在舵叶上的载荷，故近来在大型海船上获得较为普遍的应用。

1.2.2 舵装置的主要组成部件

1. 舵叶 是产生舵压力的构件。平板舵的舵叶由木质或钢板制成，通常用舵臂加强，见图1-4。流线型复板舵的舵叶一般为密封的钢质空心结构，其内部设有垂直隔板和水平隔板组成的构架，上下封以顶板、底板，四周封以舵（旁）板、导边板及舵叶尾材，见图1-5。

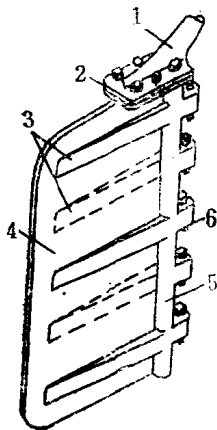


图1-4 平板舵

- 1—舵杆；2—舵杆接头；
3—舵臂；4—舵板；
5—下舵杆；6—舵销。

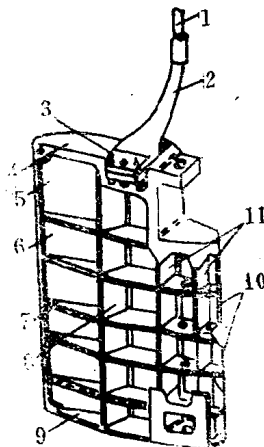


图1-5 复板舵

- 1—舵头；2—舵杆；3—舵杆接
头；4—舵叶顶板；5—舵叶尾材；
6—舵板；7—水平隔板；8—垂直
隔板；9—舵叶底板；10—舵叶导边
板；11—代替下舵杆的垂直隔板。

2. 舵杆 是舵的转轴。舵杆通常为一变断面的圆柱，其下端与舵叶连接，其上端(称为舵头)与舵柄或舵机相连接。其作用是传递舵机的转舵力矩，以转动舵叶。其伸入舵叶的部分称为下舵杆，相当于舵叶的组成部分，其作用在于保证舵叶的强度与刚度，见图1-4。

3. 舵(支)承 是固定在船体上，用以支承舵杆的轴承装置。按其安装的位置可分为上舵承和下舵承。上舵承通常位于舵头附近，在操舵机械所在的甲板或平台上，一般为止推轴承；下舵承通常位于舵杆穿出船体外板处，或舵杆套筒出口处，一般为滑动轴承，常制成水密的，以防舷外水浸入船体。设置舵杆套筒的(半)悬挂舵，也有将上舵承同时做

成水密的。

4. 舵杆接头 是指舵杆与舵叶间的接头。目前应用最普遍的是水平法兰接头, 见图1-4及图1-5。悬挂舵大多采用插入接头, 见图1-6。

5. 舵柱 是船体尾柱的一部分, 用以支持不平衡舵的柱状部件。有时将其剖面形状设计成与舵叶剖面相配合, 两者形成组合流线型剖面, 以期提高舵效, 见图1-3 (b)。

6. 挂舵臂 是附连于船体尾部的臂状构件, 用以支承半悬挂舵。一般也将其剖面设计成与舵叶相配合的流线型。

7. 舵销 是将舵叶连在舵柱或挂舵臂上的销轴。

8. 舵钮 是指舵柱或挂舵臂上的突出部分, 以供舵销贯穿。

9. 舵托 (舵踵) 是指位于尾柱底部的突出部分, 也称底承座, 用以安装下舵销或舵轴。

10. 舵轴 是嵌在舵叶内之转轴, 舵轴两端固结或铰结在舵柱上, 通过滑动轴承将舵叶支承在舵轴上, 并绕此舵轴转动。

11. 舵柄 通常是装在舵头上, 用以转动舵杆的构件。其形状视转舵装置不同而异, 有时可作为舵机的组成部分。

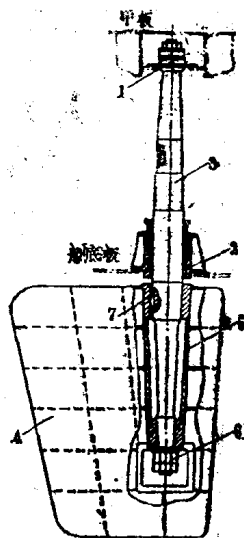


图1-6 悬挂舵的结构

1—上舵承; 2—下舵承;
3—舵杆; 4—舵叶;
5—舵杆座; 6—螺母;
7—键。