

运输船舶 设备与系统

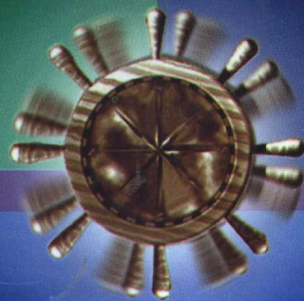
■ 王肇庚 龚昌奇 编著



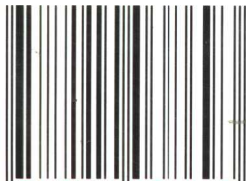
人民交通出版社

U674.1

■ 责任编辑：董 方 ■ 美术编辑：孙立宁



ISBN 7-114-03869-0



9 787114 038693 >

ISBN 7-114-03869-0/U · 02811

定 价：33.00 元

运输船舶设备与系统

Yunshu Chuanbo Shebei Yu Xitong

王肇庚 龚昌奇 编著

人民交通出版社

内 容 提 要

本书共两篇十一章。第一篇船舶设备,包括操船设备、起货设备、停泊设备的组成、类型、工作原理和设计计算,以及救生设备、拖曳设备、货物通道与紧固设备和航行及船壳保护设备的作用、选用依据和计算。第二篇船舶通用管路系统,论述了通用管系的作用、分类与构成。本篇主要介绍了舱底水系统、消防系统和空气调节与通风系统的设计原则和布置要求。

本书可作为高等院校船舶工程专业的教材,也可作为船厂工程技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

运输船舶设备与系统/王肇庚, 龚昌奇编著. —北京:
人民交通出版社, 2001.2
ISBN 7-114-03869-0

I. 运... II. ①王... ②龚... III. ①运输船—设备
②运输船—管路系统 IV. U674.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 11243 号

运输船舶设备与系统

王肇庚 龚昌奇 编著

正文设计:孙立宁 责任校对:宿秀英 责任印制:张 凯

人民交通出版社出版发行

(100013 北京和平里东街 10 号 010 64202891)

各地新华书店经销

北京鑫正大印刷厂印刷

开本:787×1092 1/16 印张:15.25 字数:380 千

2001 年 7 月 第 1 版

2001 年 7 月 第 1 版 第 1 次印刷

印数:0001—2500 册 定价:33.00 元

ISBN 7-114-03869-0

U·02811

前 言

船舶舾装设备属于高附加值产品,是船舶舾装(船体舾装、动力舾装、电气舾装)中的船体舾装的一部分,是保证船舶正常运营和作业功能所必需的一些专门装置、管路等,是现代船舶不可缺少的重要组成部分。它的性能优劣,与船舶主尺度、船体构造的好坏不同,有的与船舶总体有关,有的与船舶总体无关,但其大多数却直接关系到人员的生存、工作和服务品质,都影响着船舶的运营与使用效能,在船舶设计制造、检验入级和运营管理中占有相当大的比重。现在,随着船舶用途的多样化和社会需求的不断变革(如货源变化、力求节能、省人省力、安全要求、环境保护等等),运输船舶的设备与系统也起了重大变化,新型式和结构的设备与系统将会不断出现。本书不可能包罗所有,仅仅是运输船舶上配置的那些具有共性的、传统的、常用的船舶设备、设施与通用的管路系统。

本书第一篇介绍船舶设备,第二篇介绍船舶通用管路系统。就船舶设备而言,通常应包含保障航海所必需的设备、满足适居的基本设施、确保安全的必备的装置、运输生产作业的必需设施以及其他专业作业的专用设备。本书以运输船舶必需的设备、设施为主。而通用船舶管路系统是指为了满足旅客、船员生活上和业务上的需要,并为保证船舶航行性能与航行安全等,由管路、阀件、机械等组成的通用设施,本书仅涉及舱底水系统、灭火系统、日用管路系统以及空气调节与通风系统等。

本书对运输船舶设备与通用管路系统的作用、使用功能、工作原理、设备设施的组成、类型及结构尺寸、强度计算、设计等做了阐述,也对一些特殊用途的设备、设施作了简要的说明。

本书是按高等院校船舶制造与设计专业教学的基本要求编写的,其中涉及的专业内容也可供船舶工程技术人员参考。

本书第一篇由武汉交通科技大学船舶与海洋工程系王肇庚教授执笔,第二篇由该校龚昌奇副教授执笔并完成全书的插图描绘等工作。由交通部长江船舶设计院总工程师、教授级高工严爵华主审。第二篇由该院副总工程师、高级工程师尉迟伟做了专题审阅。最后由武汉交通科技大学陈宾康教授做了全面复审。编者对阅审者所提出的宝贵意见,在此表以谢忱。

本书虽几经修改,力求文图并茂,但遗漏、不妥之处难以避免。恳切希望各位同仁和本书读者不吝批评指正。

编 者

1999.12.

目 錄

第一篇 船舶设备

第一章 操船设备	1
第一节 船舵设备简述.....	1
第二节 舵几何要素与水动力特性	11
第三节 舵及其零部件设计与选配	17
第四节 舵的强度	26
第二章 起重起货设备	30
第一节 概述	30
第二节 吊杆装置	38
第三节 桅及起重柱的结构与强度	50
第四节 吊杆式起重机	57
第五节 水上货物转移装置	63
第三章 停泊设备	70
第一节 一般概念	70
第二节 停泊设备的组成部件及其布置	81
第三节 停泊设备的设计计算.....	106
第四章 救生(艇)设备	115
第一节 救生设备及其定额.....	115
第二节 救生艇.....	116
第三节 救生筏、救生浮、个人救生设备以及救生抛绳器.....	120
第四节 救生设备的存放及艇筏的登乘与降落装置.....	123
第五节 吊艇架的类型及其强度.....	125
第五章 拖曳设备	129
第一节 拖行设备构成.....	129
第二节 拖行设备的计算与选择.....	129
第三节 顶推联结装置.....	137
第四节 船队联结装置的作用力.....	143
第六章 货物通道与紧固设备	146
第一节 垂直装卸货物通道——货舱舱盖装置.....	146
第二节 水平式货物装卸通道装置.....	153
第三节 货物绑扎与固定部件.....	158
第七章 航行与船壳保护设备	163

第一节 航行与信号设备	163
第二节 船壳保护设备	168

第二篇 船舶通用管路系统

第一章 总论	171
第一节 船舶通用系统的任务、分类与构成	171
第二节 船体系统设计的一般原则	174
第三节 管路计算	176
第二章 舱底水系统	179
第一节 舱底疏水管路	179
第二节 压载水管路	181
第三节 测量管、空气管、注入管和溢流管	183
第三章 消防系统	186
第一节 火灾概述	186
第二节 水灭火系统	188
第三节 固定式气体灭火系统	192
第四节 泡沫灭火系统	196
第四章 空气调节与通风系统	198
第一节 概述	198
第二节 船舶空气调节系统的构成与类型	207
第三节 空气调节系统的计算	210
第四节 通风装置	220
第五节 通风管道计算	225
附表	230
附图	236
参考文献	238

第一篇 船舶设备

第一章 操船设备

本章介绍传统的通用操船设施——船舵的分类和构造；舵水动力特性及其计算；设计参数的选择；舵杆等零部件的强度计算；以及操舵装置、舵设备零部件等。

第一节 船舵设备简述

一、船舵设备构成

运输船舶都应装设可靠的、保证变向和稳定航向的设施，即操船设备。通常操船设备是指推进器尾流控制器或称操纵器，它有多种形式，如：舵、转动导流管、直翼推进器等。这里介绍的是传统的操纵器——船舵，它是设在尾部的一个平板，由它的动作可对船体产生横向力，使船舶出现变向、回转等运动。船舵的使用已很久远，我国相传有“轩辕作舟”、“夏禹作舵”之说。在船舶发展史上，舵曾以局部推动全局，和风帆、指南针一起组成了保证船舶实现远洋航行的三大要件。宋代周去非在《岭外代答》中曾用“如以一丝引千钧”、“弼正船，不使他戾”等语句，描述了舵的作用；而唐代诗人更以“欹帆侧舵入波涛，撇漩梢渍无险阻”的诗句，说明了舵在保证航行中的意义。现代船舶的舵又成为推进操纵综合体的一个重要组成部分。

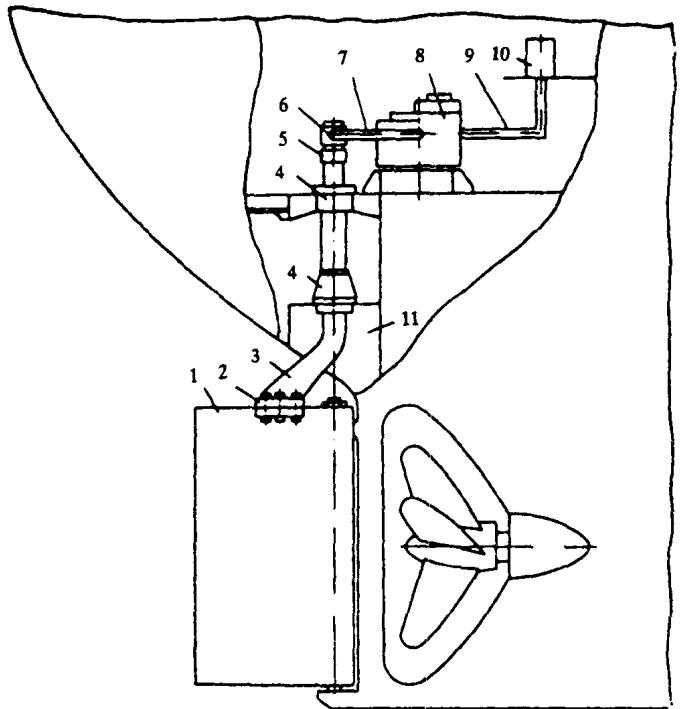


图 1-1-1 舵系组成

1-舵叶;2-连接法兰;3-舵杆;4-舵承;5-舵杆头;6-舵柄(扇);7-驱动装置;8-舵机;9-传动装置;10-操纵台;11-舵杆筒

通常舵设备(rudder gear)是由舵(rudder)和操舵装置(steering gear)两部分组成，而舵又包括舵叶(板)、舵杆(主件)及有关联接、支承部件等组成，通称舵系，如图 1-1-1 所示。

操舵装置，分为主操舵装置与辅助操舵装置。所谓主操舵装置是指在正常航行情况下为

操船目的而使舵产生动作所必须的机械、转舵机构、舵机装置动力设备(如有)及其附属设备和向舵杆施加转矩的部件(如舵柄、舵扇等)。所谓辅助操舵装置是指在主操舵装置失效时,为操船目的所必须的设备,这些设备不应属于主操舵装置的任何部分,但可共用其中的舵柄,舵扇或作同样用途的部件。图 1-1-2 和图 1-1-3 是现代船舶常用的操舵装置原理图。一般包含有:

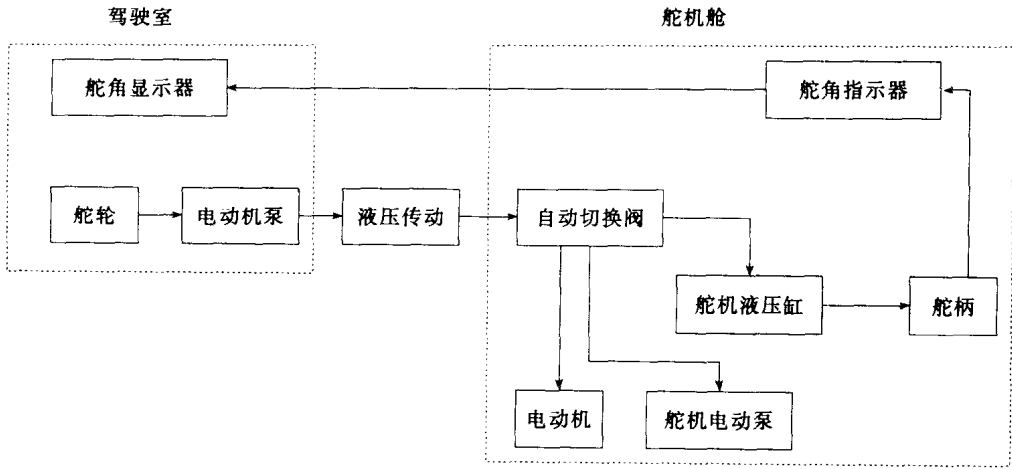


图 1-1-2 电动液压操舵装置

1. 操舵装置的控制系統,即能把指令从驾驶室传送给舵机的动力装置的一系列的设备,通常由发送器、接收器、液压控制泵及与其配合的电动机、电动机控制机构、管路和电缆组成。
2. 舵机装置的动力设备,如果是电动舵机,系指电动机及其辅助的电气设备以及与电动机相连接的泵,如果是其他液压舵机,系指驱动机及与其相连的泵。
3. 转舵机构,主要指将液压力转变为机械动作的转舵部件。

图 1-1-2 是由电动机和电动液压舵机组成的操舵装置,多用于中小型船舶。图 1-1-3 是由双工自动驾驶仪(duplex auto pilot)和电动液压舵机组成的操纵装置,是现代海船的主要方式,这种自动操舵装置一般由如下的三部分组成: N01 N02 N01 N02

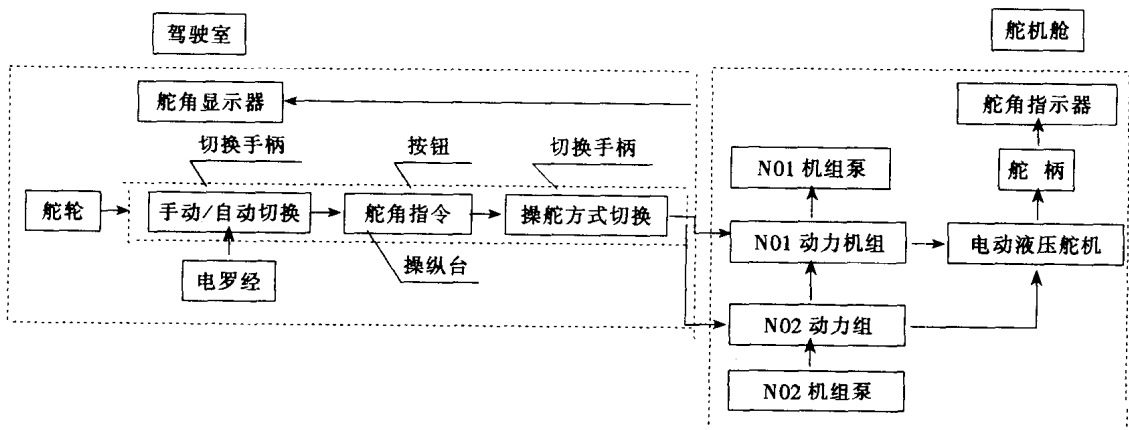


图 1-1-3 双工自动驾驶仪和电动舵机组成的操纵装置

- (1) 操舵台(steering stand),它布置在船舶驾驶室内,当查明航向变化时,通过电动机组控制的动力机组作动。
- (2) 液动力机组(hydraulic power unit),它布置在舵机舱内,由操舵台控制机组泵供给高压油操纵舵机。

(3) 机组液压泵 (hydraulic pump unit), 这是用以供给动力机组液压的装置, 它由电动机驱动的液压泵等组成。近来自动操舵装置很引人注目, 而电动机操舵系统可能在海洋运输船舶上被淘汰, 这是因为自动操舵装置具有手动操舵系统的功能, 可起到电动液压操舵系统同样的作用, 电动式自动操舵装置较之液压式电动机泵更可靠, 电动式不仅是人们乐于采用的操作方式, 而且设备简单、费用低, 操纵台只需一个, 设在驾驶室内即可。自动操舵仪 (auto pilot), 也称陀螺自动操舵装置 (gyro-pilot), 它是控制舵机的装置, 而不能直接驱动舵。

在我国一些非机动船舶和内河小船上, 人力操舵装置还广泛沿用, 如图 1-1-4 所示的索链式、图 1-1-5 所示的人力液压式、图 1-1-6 所示的杆轴式传动装置等。

二、舵的式样与类型

一般可从三方面区分舵。一是按舵叶的剖面形状分: 单板舵 (Single plate rudder), 复板舵 (double plate rudder) 和流线型舵 (Stream line rudder), 流线型舵是最常见的剖面形状; 二是按舵叶的支撑方式分:

悬式舵和非悬式舵 (hanging and un-hanging rudder), 即单支撑舵和双支撑舵、多支撑舵等; 三是按舵面积对转轴的分: 普通 (非平衡) 舵 (unbalanced rudder), 平衡舵 (balanced rudder) 和半平衡舵 (semi-balanced rudder)。而目前常见的形式是: I 型——非平衡舵 (普通舵) 如图 1-1-7 中的 a), b), c); II 型——平衡舵, 如图 1-1-7 中的 d), e), f); III 型——半平衡舵, 如图 1-1-7 中的 g), h); IV 型——悬式舵, 如图 1-1-7 中的 i)。

不论哪一种形式的舵, 多数都是采用流线型剖面, 利用其流体动力特性, 更有利于“以一丝引千钧”。流线型剖面舵阻力小, 压力作用中心位置随舵角变化范围小, 有利于减少舵机功率; 流线型舵在小舵角情况下即可产生较大的舵压力, 有利于转船; 加之流线型剖面舵都是复板舵, 符合强度观点; 并且在一定条件下可改进推进器的效率, 所以采用得最普遍。并出现了许多改进形式, 式样繁多。究其综旨大致可分为两类:

一类是以增加推进效率为目的, 如图 1-1-8 是一种加装导流罩式的舵。在舵叶的两侧近桨

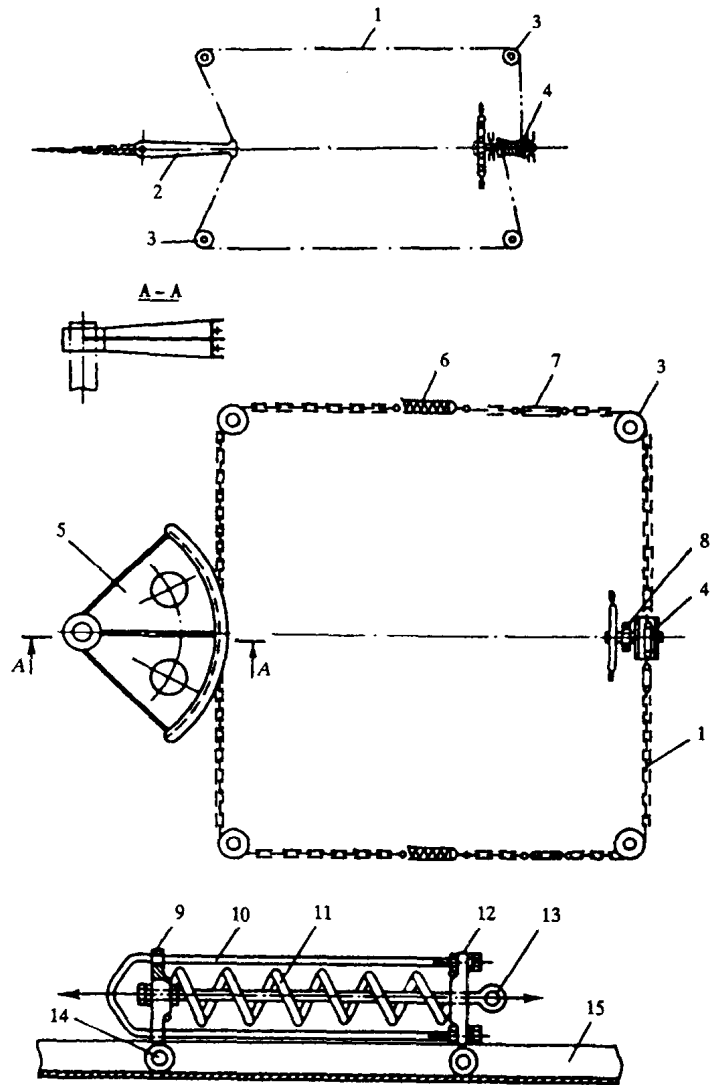


图 1-1-4 索链式人力操舵装置

1-索链; 2-舵叶; 3-导向滚轮; 4-链轮; 5-舵扇; 6-缓冲器; 7-松紧螺旋扣; 8-减速器; 9、12-撑板; 10、13-拉杆; 11-弹簧; 14-滚轮; 15-导槽

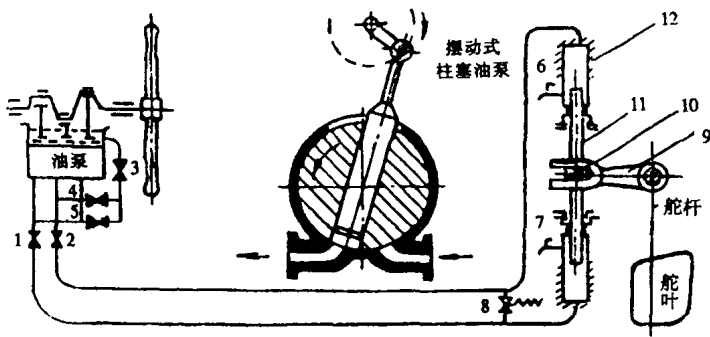


图 1-1-5 液压式传动人力操舵装置

1、2、3、4、5-截止阀;6、7-放气旋塞;8-超压连通阀;9-舵柄;10-活络十字头;11-柱塞;12-推舵油缸

轴线处加装锥形导流罩,罩的位置和形状能填充桨轴线向后的涡流区,使桨后的水流不再扰动、连续顺畅,也使此区域内的压力降低,从而减小尾流的收缩;可改善螺旋桨上的伴流分布,减少推力损失,从而提高推进效率。节省功率多者可达3%~4%。通常导流罩的最大直径为桨毂径的1.1倍,罩长为其直径的2.5~3倍。图1-1-9为反应舵,由于螺旋桨的旋转作用,使进入舵上的水流不仅有向后的

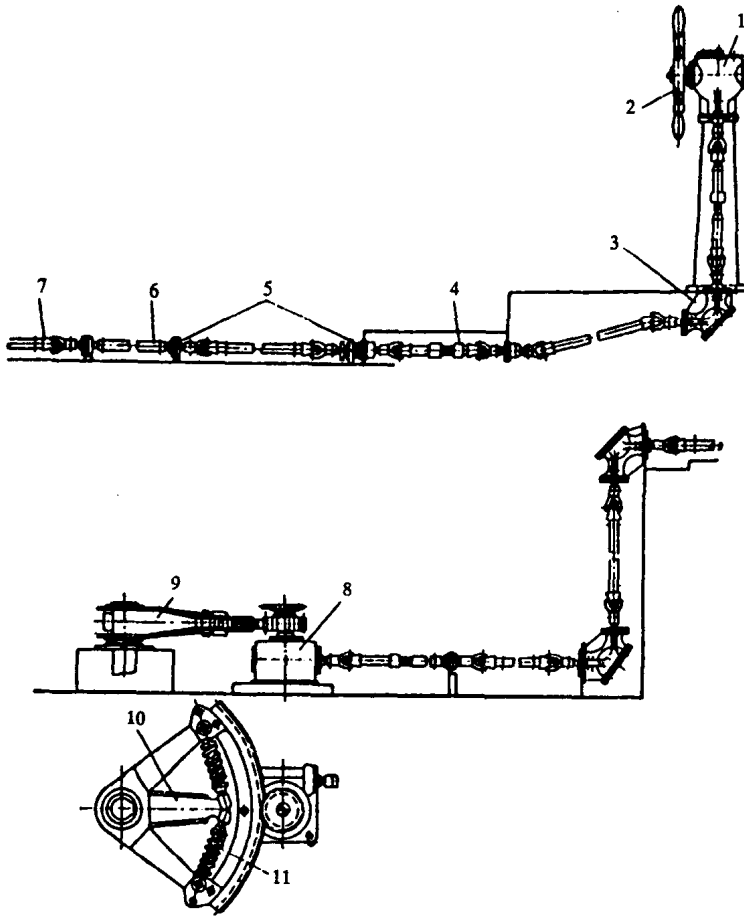


图 1-1-6 杆轴式人力传动装置

1-人力舵机架;2-舵轮;3-伞齿传动器;4-补偿联轴器;5-轴承;6-传动轴;7-铰接联轴器;8-蜗轮传动器;9-舵扇;10-舵柄;11-缓冲弹簧

线速度而且有旋转的角速度,舵居中间位置时,水流对舵亦有攻角。如果使舵压力 P 具有向前的分力 P_T ,即可成为一附加的推力,有助于推进,从而提高推进效率。图 1-1-10 也是一种反应舵,为了与图 1-1-9 所示舵型区分,可称之为迎流反应舵,此种舵具有反应推进器的作用,它

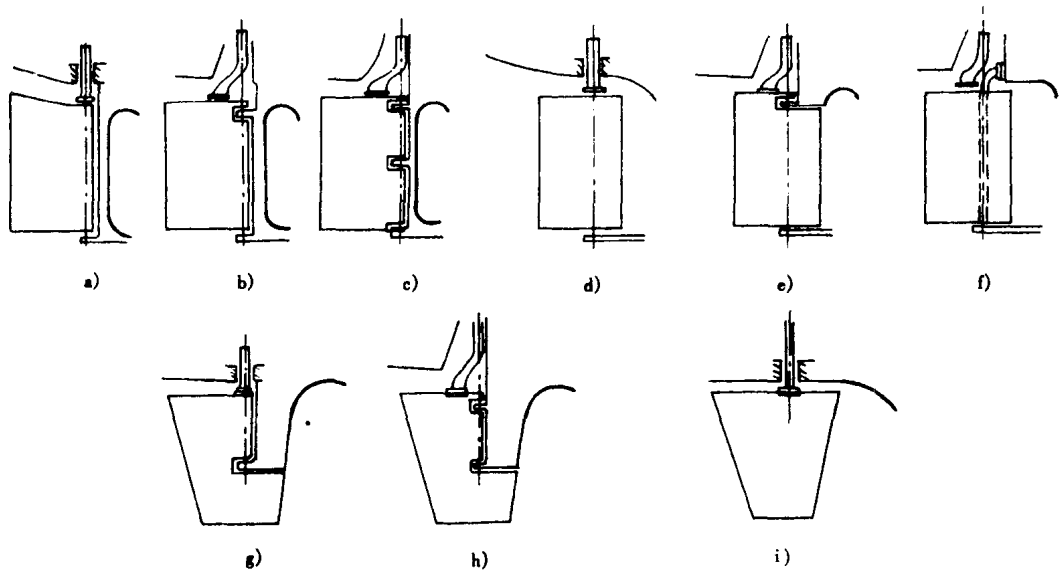


图 1-1-7 舵的式样

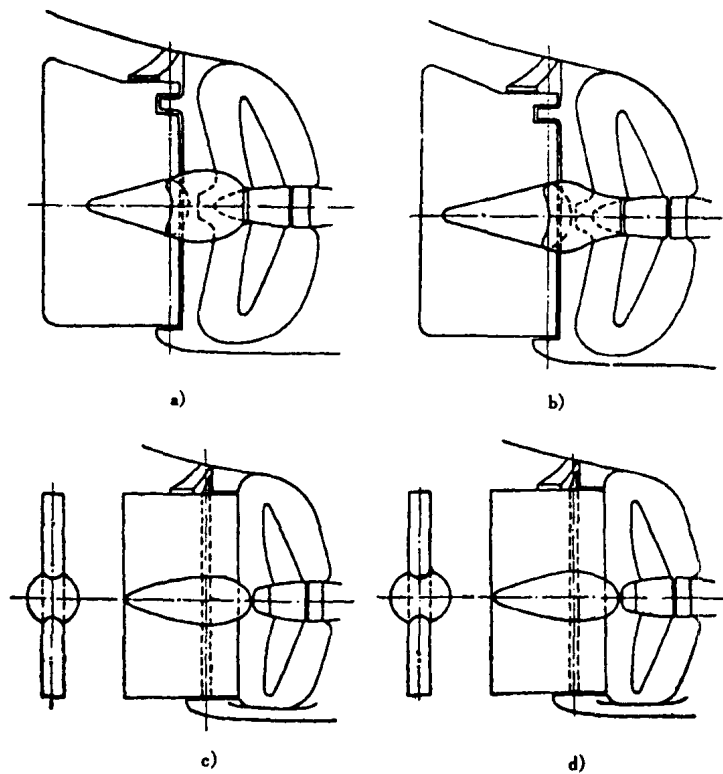


图 1-1-8 导流罩式舵

将舵的导边适当的扭曲一些,使得由螺旋桨射出的水流对舵没有冲击作用,而离开舵时呈直线向后流去。结果舵居中时舵的上下两部分具有舵压力,且具有向前的分力,助船推进,即能从尾流中收回一部分旋转的动能增加推力。由于主要技术措施是舵的导边歪扭迎向水流,特称之为迎流反应舵。除上述典型的舵例外,还有在舵两侧加上推力鳍等以增进推进效率。

另一类是以提高舵压力为目标,一般是在普通的流线型舵上增加一些附体,用以更好地控

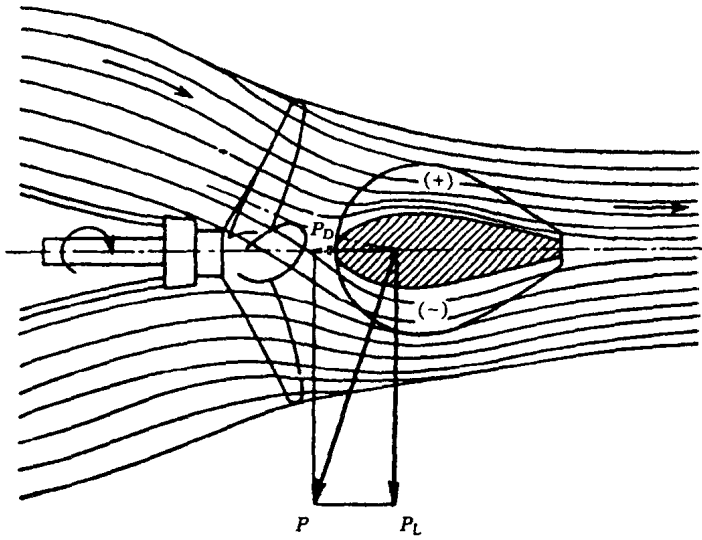


图 1-1-9 反应式舵

制尾流,设计成一种高性能的舵。如图 1-1-11 所示希林舵(Schilling rudder),这是卡尔·希林(Karl schilling)应用控制螺旋桨尾流的思路设计成功的一种高性能舵,它的专利技术包括上、下制流板,尾流导板或称支撑楔板(satchel),特殊的剖面形状,可保证在最大舵角时也不出现界层分离现象等。

基于此,希林舵剖面设计成象鱼的形状,肥大部分占了 20%弦长,再逐渐过度到窄小的腰部和较宽的尾部,上、下有控制两侧水流的制流板。通常舵杆中心线在距导边 40%的弦长的位置,目的是能更多地控制尾流。1975 年首次将这种舵应用在船上,即显示出具有低速时的优秀操纵性能。浅水中舵效也无显著的减少,特别适用于内河、运河和限制航道水域船舶的小展弦比的舵形。其舵角可在 $\pm 75^\circ$ 范围内使用,因此,采用双舵并异步控制可提供向后的推力,无需倒车装置;如用首推器与此种双舵配合可实现船舶横向平移,单舵或双舵可适用于各种大小的船型。现在已进一步明确了,任何小展弦比舵只要上、下加装制流板对提高舵压力都是有效的。又如复体舵(图 1-1-12)利用不对称机翼的性质,

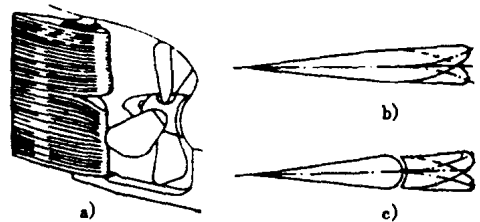


图 1-1-10 迎流反应舵原理图

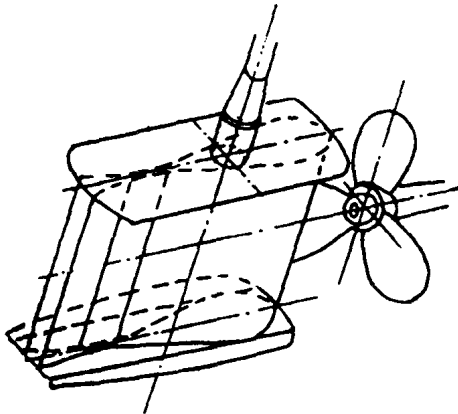


图 1-1-11 希林舵

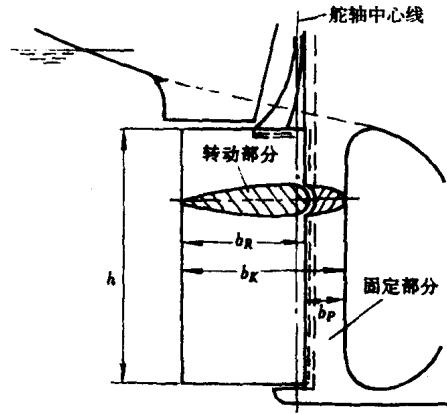


图 1-1-12 复体舵

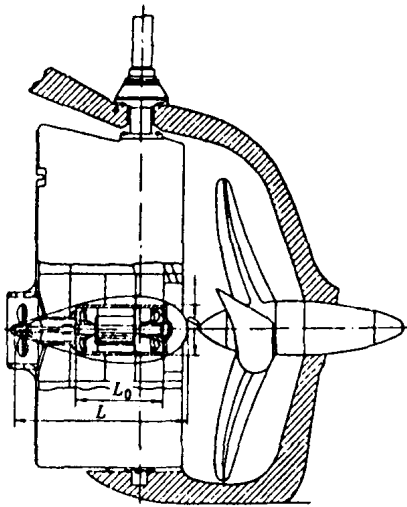


图 1-1-13 主动舵

如果舵柱(固定部分)的面积为总面积的 25%,其升力可增加 12%,不过固定部分与转动部分之间间隙要小。

除了流线型舵及其改进的各式各样的舵形式之外,还有许多特种舵,由于它们在作用原理及构造上立意新颖,对于解决操纵上某些特殊需要或许有所帮助,如主动舵、转折舵、转柱及转柱舵等。

主动舵(active rudder)是在舵上设一随舵转动的螺旋桨(图 1-1-13),这种舵在 1862 年即已问世,但当时因结构复杂未能广泛的推广。近代由于采用了流线型舵(空心舵)及深水电机技术,此种舵又引起重视并不断被开发,特别是对敏转性要求高的和离靠码头频繁的小船,例如巡逻艇、领港船、渡船、拖网渔船等多有采用。由于舵上的螺旋桨也可以用做微速推进器,在科学考察船上也有应用实例。

转折舵近代称襟翼舵(flap rudder),是在主舵的后方设一辅舵,在转舵时不仅主舵转动,辅舵亦同时转动,二者转动的方向是一致的,但辅舵的转动角度比主舵的转角大,原理如图 1-2-14 所示。这种舵最早出现在 19 世纪中叶我国天津港的“燕子飞”号汽船上,后欧洲有仿造者。由于其流体动力特性在小舵角时特佳,与飞机上的襟翼作用一样,故近代称之为襟翼舵。

转柱或转柱舵(rotor cylinder rudder)是利用转柱在流速为 V 的均匀流中,以表面线速度为 u 高速旋转,在其周围将产生环流并与均匀流合成,在垂直于来流和旋转轴的方向上产生一定的升力 P_L 。转柱的升力与转柱的侧投影面积 A 、表面的旋转线速度 u 及来流速度 V 成正比。

因此,当船在低速航行时,仍可用提高转柱旋转速度的方法获得所需的升力,使船速很低时仍有很好的操纵性和较好的回转性能。但当 $V = 0$ 时,转柱则不产生升力。若将转柱安装在普通流线型舵的前面,即成转柱舵(图 1-1-15)。根据玛格努斯效应原理,操左舵时,转柱必须顺时针旋转,操右舵时转柱以逆时针旋转。这样舵的吸力面水流加速,压力面水流减速,从而增加环流和升力,推迟失速角。

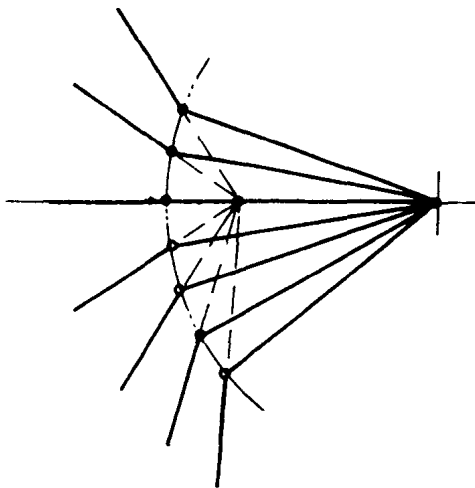


图 1-1-14 转折舵(襟翼舵)原理简图

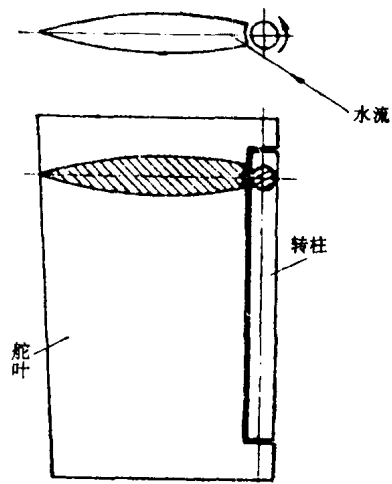


图 1-1-15 转柱舵

三、舵的构造

一般单板舵的构造(图 1-1-16)主要组成构件有:上舵杆、下舵杆、舵叶、舵臂、舵钮、舵杆接头以及上下舵承等。上舵杆由船内部穿出船外,其上端与操舵器相连,下端与舵相连,操舵器通过它转动舵叶,因此上舵杆也就是舵的转轴,一般呈圆形断面,支承它的是上下舵承。上舵杆的直径大小视其承受的扭矩和弯矩而定。下舵杆亦称舵主件(main rudder piece),对于非平衡舵,它位于舵叶的前缘,通常也是呈圆形断面,舵臂就装在其上,舵压力矩通过它传至上舵杆。舵臂(rudder arm)是前后布置的用以把舵叶和下舵杆连接起来的构件,可将舵叶上的载荷传至下舵杆并加强舵叶自身的刚性。在舵臂的前方设有舵钮,用舵销将其与舵柱(rudder post)的上舵钮相连,舵可绕着舵销而转动。因为舵有向两方面同等转动的机会,因此舵臂一般都是相互间隔地分列于舵叶的两侧,由舵叶前缘向后缘延伸,长度约为整个舵宽减去舵叶(舵板 rudder plate)厚的两倍。舵臂与舵板焊接起来。舵钮(rudder gudgeon)和舵销(rudder pintle),在非平衡舵上舵钮的间距视舵臂的间距而定,而上钮的位置应布置得高些,以便减小上舵杆的支承跨距。舵销的一端固定在舵臂的舵钮上(图 1-1-17)而另一端插入舵柱的舵钮中,用作舵叶的转

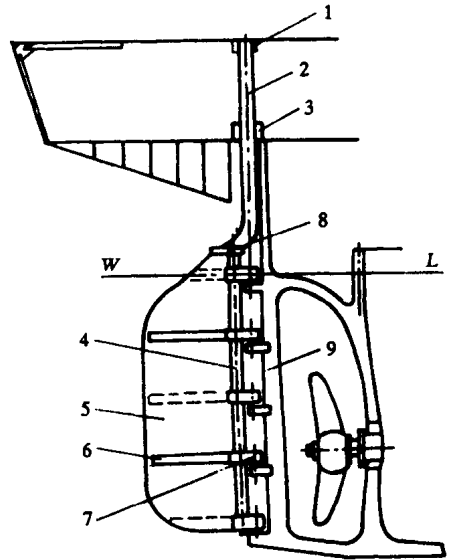


图 1-1-16 单板舵的结构

1-上舵承;2-上舵杆;3-下舵承;4-下舵杆(舵主件);5-舵板;6-舵臂;7-舵钮与舵销;8-连接法兰;9-舵柱

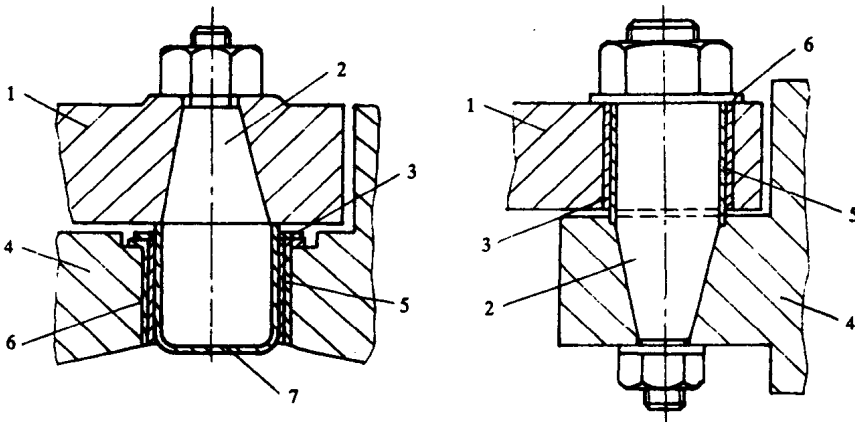


图 1-1-17 舵钮与舵销

1-舵臂;2-舵销;3-锁紧环;4-尾柱舵钮;5-尾柱舵钮青铜衬套;6-铁梨木承衬;7-舵臂销青铜罩筒

轴,其固定的一端制成锥形,顶上留有一段充分长度的螺纹,以使用螺帽固定在舵臂的舵钮上,旋转的一端为了减小摩擦并利于磨损后的修换,一般都包以青铜衬套,并将销端也一并包起以防止锈蚀,或者在舵钮的内侧镶以铁梨木的衬垫,或者衬套衬垫同时兼备。一般衬套为青铜或巴氏合金,衬垫为铁梨木,亦有采用其他适于海水润滑的材料。为了避免船舶在搁浅时舵向上脱出的危险,通常将最上面的一个舵销制成带头的螺栓,之所以选取最上面的一个舵销是便于卸舵与装舵时船舶不必进坞。舵杆接头,在舵的上方与上舵杆联接处通常有掌形的舵杆接头,其上掌位于上舵杆的下端,而下掌则是下舵杆或舵主件的一部分,上下掌要求用螺栓和螺母联

接。舵杆接头的基本形式有二,即嵌合接头和法兰接头(图 1-1-18),而法兰接头又分水平式和垂直式两种。法兰接头的联接,除用螺栓外,通常还插入以键或一面凸出一面凹槽,但螺栓

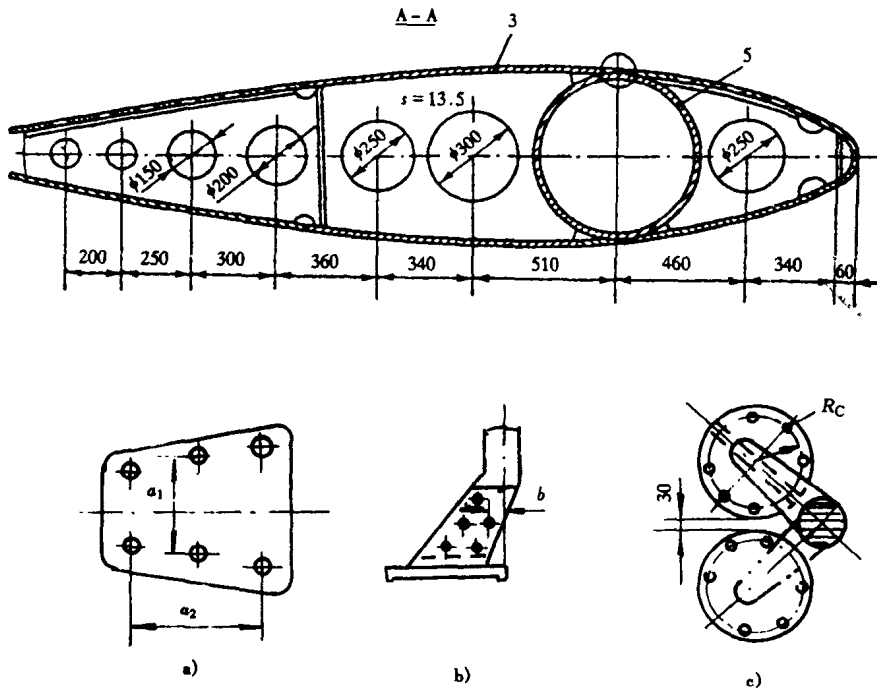


图 1-1-18 舵杆接头

a)梯形法兰;b)垂直法兰;c)水平法兰

的设计要能承受舵上的扭矩、弯矩以及舵质量产生的全部应力,键只作为备用。水平法兰的键一般为前后方向布置以便有较大的摩擦阻力。螺栓的安装是将螺母朝下,以便螺母松落时螺栓不至于失落,通常都采用 6 个螺栓,垂直法兰采用 8 个螺栓。垂直法兰接头在锻制时比水平法兰方便。嵌合联接接头则是上舵杆的下端与下舵杆的上端都做成楔形,仍用螺栓与螺母联接,不用键,但螺栓与螺栓孔都采用锥形,数目 6~8 个。在舵杆接头的设计中,要使得舵转到最左或最右舷而上舵杆转到最右或最左时,舵可以垂直上升而不致于碰到上舵杆,这种设计是可能的也是必要的。当采用水平式法兰接头时,须特别注意这一要求,并使装卸舵时上下两法兰之间能保持不小于 30mm 的间隙。对于垂直法兰或嵌合接头此要求易于满足。

现代船舵多采用复板的空心流线型舵,其结构如图 1-1-19 所示,它是由上述的单板舵演变而来的,除保有单板舵的基本构件成分外还有一些附件,如注水塞、放水塞、吊环等。而舵主件及舵臂的功能分别演变成加厚的垂直桁(或为型钢或为组合梁)和水平桁材。这种舵,舵体强度好,舵钮、销较少,一般为两个,舵叶为空心焊接结构,其一侧的舵板采用正常焊接的方法与水平桁材和垂直桁材相连,而另一侧封闭用的舵板必须采用特殊的方法焊接,常用的有舌焊法和搭板塞焊法。

舌焊法是在水平和垂直桁板上留有突出的舌(图 1-1-20b)),以便嵌入舵板上对应的切口中,舌上有眼孔,供楔子打入以迫使舵板紧贴于桁板上,然后在舌的周围施以焊接后将舵板外边的舌割去并磨光。搭板塞焊法,是在桁板的边缘上加一搭板,搭板与桁板用填角焊连接,见图 1-1-20a),再采用长孔焊或 V 形焊将舵板与搭板连接起来,由于长孔焊的周边难以完全填满,并且焊缝也不连续,因而以具有 V 形焊缝的焊接比较好,因为 V 形焊的准备工作的比较

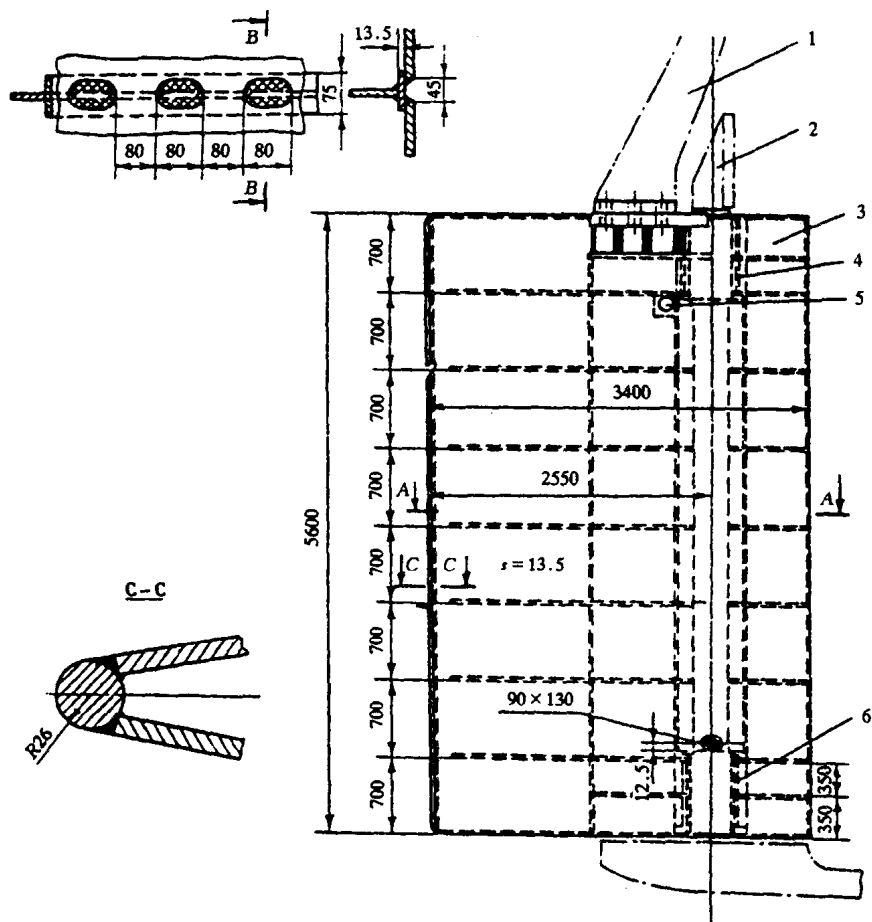


图 1-1-19 流线型舵结构

1-舵杆;2-舵轴;3-舵叶;4-上舵承;5-焊制钢管;6-下舵承

少,所需搭板也比较窄些,只是舵板要根据桁板的间距裁成相应的板块。舵板在其后缘最好焊在一个型材上,并需具有充分的焊缝,通常采用如图 1-1-21 所示的焊接连接方式。流线型舵一

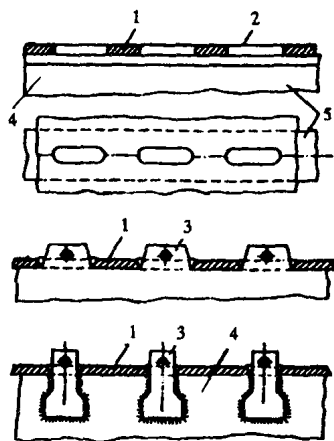


图 1-1-20 舵板的焊接方式

1-舵板;2-填焊;3-舌板;4-桁板;5-搭板条

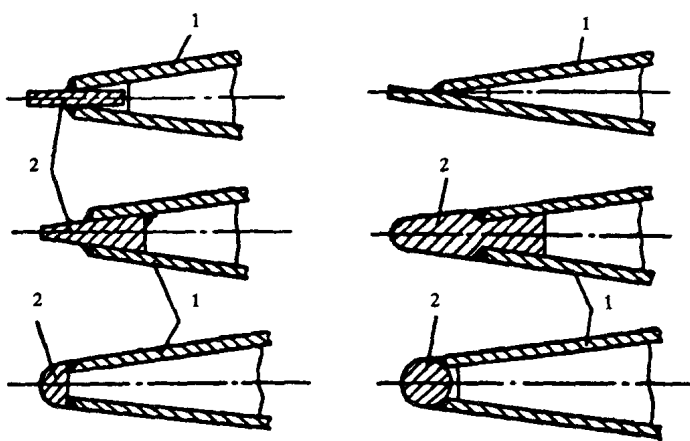


图 1-1-21 舵后缘的焊接方式

1-舵板;2-尾端材