

船舶概论

张德孝 主编

姜俐侠 主审



化学工业出版社

船舶概论

张德孝 主编
姜俐侠 主审



化学工业出版社

· 北京 ·

内 容 提 要

本书是根据高等职业教育教学大纲的要求编写的。全书内容包括：船舶的起源、发展及海洋概况；船舶的分类及各类船舶的特点和应用；船型参数与航行性能、船体基本结构、船舶动力装置、船舶辅助设备与管路系统、船舶设备、船舶电力系统、船舶设计与建造工艺。对船舶上用到的主要机电设备，从组成到原理均做了较为全面的概述。

本书根据船舶工业最新造船国家标准和现代区域造船模式、结合高等职业教育人才培养目标及教学特点组织编写，教材中选用了大量的当代造船方面的新技术、新成果和新工艺。

本书在每章末配有思考与练习题，书后附有答案，便于读者学习与复习。

本书可作为高等职业院校船舶类专业的全日制教材，中等职业学校的同类专业亦可选用，还可用作修、造船厂工作人员的学习材料。

图书在版编目 (CIP) 数据

船舶概论/张德孝主编. —北京：化学工业出版社，2010.9
ISBN 978-7-122-09159-8

I. 船… II. 张… III. 船舶-概论 IV. U66

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 137928 号

责任编辑：刘 哲
责任校对：陈 静

装帧设计：张 弢

出版发行：化学工业出版社（北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011）

印 装：北京市兴顺印刷厂

787mm×1092mm 1/16 印张 13½ 字数 342 千字 2010 年 9 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询：010-64518888(传真：010-64519686) 售后服务：010-64518899

网 址：<http://www.cip.com.cn>

凡购买本书，如有缺损质量问题，本社销售中心负责调换。

定 价：28.00 元

版权所有 违者必究

前 言

船舶概论是船舶类专业的一门重要专业课,通过对海洋工程领域知识的学习,为船舶建造工作培养施工人员和工艺人员。本书可以用作高职高专船舶类专业的全日制教材,也可以用作船舶相关专业学生的选修教材。本书也非常适合关心船舶建造知识的广大读者阅读。

本书介绍了船舶的起源、发展及海洋概况;概述了客运船舶、运输船舶、渔业船舶、港务工作船、特种船舶、军用船舶的特点和应用;讲述了船型参数与航行性能、船体基本结构、船舶动力装置、船舶辅助设备与管路系统、船舶设备、船舶电力系统、船舶设计与建造工艺等方面的基本知识。对船舶上用到的主要机电设备,从组成到原理均做出了较为全面的概述。

本书是在严格执行国际电工委员会及中国船舶标准化技术委员会关于船舶建造方面的有关规定或规范的前提下进行编写的。

我国的造船事业正在朝着由造船大国迈向造船强国的方向前进,船舶建造向着大载重、高航速及高度自动化方向发展。现代造船模式是指以统筹优化理论为指导,应用成组技术原理,以中间产品为导向,按区域组织生产,壳、舾、涂作业在空间上分道、时间上有序,实现设计、生产、管理一体化,均衡、连续、优质、高效地总装造船。目前,国内正在大力推行壳、舾、涂一体化区域造船法,来替代传统的造船模式。为适应国际造船市场的需要,我国从2007年起修订了船舶设计阶段的分类方法和内涵。

在教材的编写过程中,编者深入了解并结合了我国造船行业新的动态和新的造船模式,本着实用性、实时性、通俗性的原则,对所参考的有关船舶建造、规范、工艺、检验等方面的内容进行了精心的提炼和加工,并以船舶建造的实际顺序为主线组织本书中各知识模块。其中也汲取了有关教材、讲义、课件及网页中的精华,在此对提供素材的作者表示衷心的感谢。

本书在每章末配有思考与练习题,书后附有答案,便于读者学习与复习。

本书由张德孝担任主编,由姜俐侠主审。其中第一章、第二章由曹会元编写,第三章、第四章、第九章由郎丽香编写,第五章、第六章、第七章、第八章由张德孝编写并统稿。

由于编者水平有限,经验不足,书中难免会存在疏漏、不足之处,诚挚希望广大读者批评指正。

编 者

2010年5月28日

目 录

第一章 绪论	1	第三节 蒸汽轮机、燃气轮机和核动力装置	92
第一节 舟船的起源与古代、近代的造船业	1	第四节 船舶推进器	96
第二节 现代与当代造船工业	6	第五节 船舶轴系及传动装置	100
第三节 海洋概述	8	思考与练习	103
思考与练习	10	第六章 船舶辅助设备与管路系统	105
第二章 船舶分类	12	第一节 船舶辅助设备	105
第一节 船舶分类方法	12	第二节 船舶管路系统	110
第二节 运输船	13	思考与练习	114
第三节 渔业船	19	第七章 船舶设备	115
第四节 工程船	22	第一节 舵设备	115
第五节 港务工作船	32	第二节 锚泊设备	119
第六节 特种船舶	33	第三节 系泊设备	125
第七节 军用船舶	38	第四节 起货设备	129
思考与练习	48	第五节 救生设备	131
第三章 船型参数与航行性能	50	第六节 船舶导航仪器和设备	136
第一节 船体型线图	50	思考与练习	143
第二节 船舶尺度参数与船舶外形	52	第八章 船舶电力系统	145
第三节 船舶浮性	56	第一节 船舶电力系统概述	145
第四节 船舶稳性	57	第二节 船舶电站、电力网及电力系统的保护	147
第五节 船舶抗沉性	59	第三节 甲板机械的电力拖动与电气控制	152
第六节 船舶快速性	61	第四节 舵机的电力拖动与自动控制	159
第七节 船舶操纵性	63	第五节 船舶电力推进	162
第八节 船舶耐波性	65	第六节 船舶照明系统	163
思考与练习	68	第七节 船舶通信系统	170
第四章 船体基本结构	70	思考与练习	175
第一节 全船构造概述	70	第九章 船舶设计与建造工艺	177
第二节 船体强度	71	第一节 船舶设计	177
第三节 船舶外板与甲板结构	73	第二节 现代造船模式与生产准备	180
第四节 船舶首、尾端结构	77	第三节 船舶建造工艺	183
第五节 舱壁及上层建筑结构	80	思考与练习	191
思考与练习	82	思考与练习解答	192
第五章 船舶动力装置概述与推进装置	84	参考文献	209
第一节 船舶动力装置概述	84		
第二节 船舶柴油机	86		

第一章 绪论

第一节 舟船的起源与古代、近代的造船业

一、舟船的起源

船舶是人类发展史上伟大的发明之一。人类的祖先在与水打交道的实践中,逐步认识了水的浮力特性,开始有意识地利用木头、竹筒和葫芦等天然浮体渡水过河,于是这些木头和竹筒便成为人类祖先最早使用的浮具。随着人类生存发展的需要和技术的进步,古代舟船的发展经过了原始渡水工具、筏、独木舟、帆船、木板船等多个阶段。在世界范围内,至少在7000~8000年前就出现了舟船,埃及、希腊、罗马和中国是世界造船与航海的发源地。

1. 原始渡水工具

公元前750年,亚述人(今伊拉克的摩苏尔地区)捕鱼和作战时用充气的皮囊做浮游的辅助工具,这在出土的渡河浮雕上得到了证明,如图1-1所示。宋代《武经总要》中说:“浮囊者,以浑脱羊皮吹气令满,系其空,束于腋,以人浮以渡。”书中给出用牛、羊皮制作的浮具如图1-2所示。

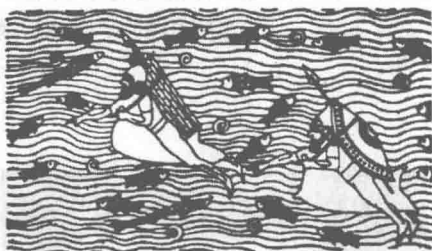


图 1-1 公元前 750 年亚述人的渡河浮雕



图 1-2 中国古人的皮制浮具

2. 筏

筏是继早期浮具之后出现最早的一种水上交通运输工具,将单根的木头或竹子并排连接在一起,大大增加了载重量。筏有木筏、竹筏和皮筏等。《淮南子·物原》一书中有“燧人氏以匏(葫芦)济水,伏羲氏始乘桴(筏)”。燧人氏生活在相当于山顶洞人的氏族公社开始的时期,伏羲氏生活在相当于半坡氏族的母系氏族繁荣的时代,距今6000~7000年前。古代的筏如图1-3所示。

3. 独木舟

独木舟是将粗大的整根树干内部掏空而制成的另一种古代船舶。独木舟出现于筏之后,与筏相比,乘坐独木舟可以避免身体浸泡在水中所带来的不适。另外,在漂浮原理方面,独木舟已体现了利用船体结构排水增大浮力的概念。被誉为世界上最早的独木舟——“中华第一舟”和造船作坊于2002年11月在浙江省杭州市萧山区跨湖桥新石器时代遗址被发掘出土,距今已有7600~7700年。它是一条长5.3m、宽0.53m、深0.2m近乎完整的独木舟。独木舟如图1-4所示。



图 1-3 古代的筏

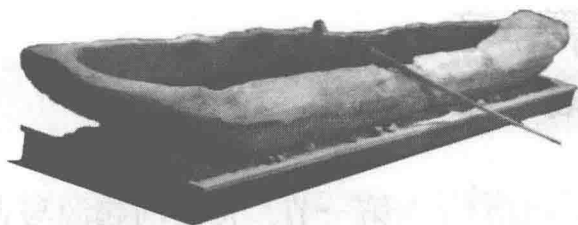


图 1-4 古代的独木舟复原图

4. 帆船

帆船有单桅、单桅多帆、双桅多帆和多桅多帆船。帆有多种不同形式，同一艘船上的帆有不同的用途。船上的帆可以升降，根据风力大小调节帆的面积可改变船的航向和航速。公元前 1000 多年前，埃及女王就曾用帆船去远征。腓尼基人（今黎巴嫩和叙利亚沿海）于公元前 1100~800 年，发明了世界上最早的以帆作主动力的商帆船，属带有单桅帆的划桨船，有风时可驶帆以代替桨手。后来演变成双桅帆船。帆取代桨成了船舶推进的主动力，这是航海帆船的一大进步，1914 年在黎巴嫩西顿古港出土的大理石石棺上刻有此图，如图 1-5 所示。

5. 木板船

木板船起源于奴隶社会，是最早介入战争的船舶类型。木锯出现以后，人们拥有了加工木板的能力，开始逐步转向制造木板船。初期的木板船只是由很少几块木板制成的简单木板船，通过加装横梁、增强船体结构强度，逐步发展为由多块木板组成的较大的木板船，而且船体越来越大，结构也越来越复杂，成为后来人们漂洋过海、广泛使用的大型木质船舶。1973 年湖北江陵西汉墓出土的木板船模型如图 1-6 所示。

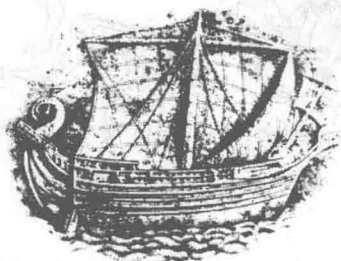


图 1-5 世界最早的商帆船

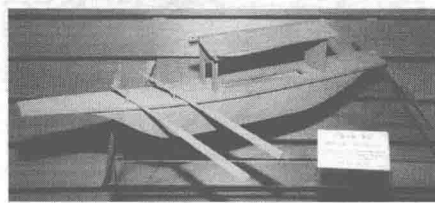


图 1-6 西汉木板船

二、古代的造船业

古代的船舶主要是木板船，主要是依靠人力、畜力和风力，利用篙、桨、橹、风帆和明轮等来推动船舶前进。

1. 中国古代的造船业

中国用木板造船大概起于商代。造船业有三大发展时期：秦汉、唐宋和元明。其发展特点是船体不断增大、结构更加合理、数量不断增多、工艺越来越先进。总体领先于世界各国。

秦始皇在统一中国南方的战争中曾组织过一支能运输 50 万石粮食的大船队。统一中国后，他又几次乘船沿海巡视各地。秦朝徐福奉秦始皇命东渡日本船队如图 1-7 所示。

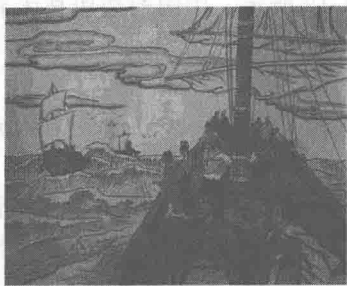


图 1-7 秦朝徐福东渡日本

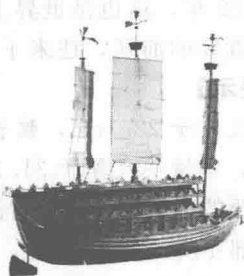


图 1-8 汉代楼船

汉代的木船已根据不同用途分为客船、运输船和渔船等若干种类。战船中最有名的楼船高 10 余丈，分数层，船上设备已有纤绳、橹、帆、楫等。汉代楼船（斗舰）如图 1-8 所示。

隋代造过长 54.6m、宽 13.6m、高 12m 的大龙舟，船上建有 4 层楼，“饰以丹粉，装以金碧珠翠，雕镂奇丽”，中间两层有 120 个房间。隋炀帝的大龙舟如图 1-9 所示。

唐代的造船技术在当时称得上居于世界领先地位。最突出的是在造船工艺上已广泛使用了榫接钉合的木工艺和水密隔舱等先进技术。榫接钉合法比起用铁钉的造船法，船舶要坚固得多。水密隔舱增强了船的抗沉力。1973 年，江苏如皋县出土了一艘唐朝单桅运输木船，排水量约 33~35t，船长约 18m，应是在江河中行驶的快速运输船。全船分为九个舱，舱房间设有隔舱板，是迄今所见最早的水密舱船，如图 1-10 所示。唐代长江口一带流行有浅吃水型平底沙船，运行平稳而安全。

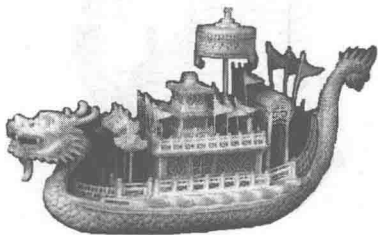


图 1-9 隋炀帝的大龙舟

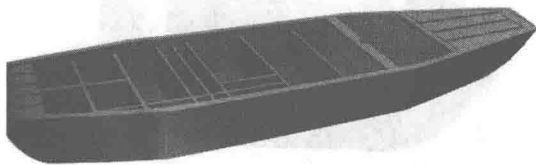


图 1-10 带有水密隔舱的唐朝单桅运输木船

宋元时期，许多地方设有官造船场，明、温、吉、赣等州年造船都在二三百艘以上，吉州造船曾达到年产 1300 艘。宋代出使高丽（朝鲜）的“神舟”，载重在 1500t 以上。徐兢出使的神舟如图 1-11 所示。船体两侧下削，有龙骨贯穿首尾，船底呈 V 字形，便于破浪行驶。船内采用密封隔舱并开始使用指南针，较之凭日月星斗来导航是个重大的飞跃。宋代造船、修船已开始使用船坞，还创造了滑道下水的方法。宋代最大的车船长 111m，宽 13m，

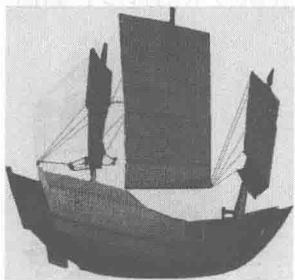


图 1-11 北宋徐兢出使高丽（朝鲜）的神舟

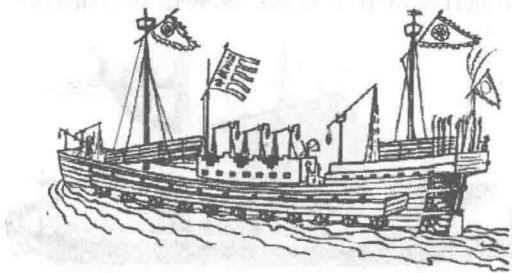


图 1-12 世界轮船的始祖——宋代车船



高 22m, 有 22 车, 这也是世界上最原始的轮船, 如图 1-12 所示。中国的造船技术和航海技术居于当时世界的前列, 往来于南洋的海船有不少是中国船。

【特别提示】

汉代一尺等于 23.1cm, 魏晋一尺等于 24.12cm, 隋唐一尺等于 26.7cm, 而宋元一尺等于 30.72cm, 明清一尺等于 31.1cm。

明代主要的造船厂有淮南清江船厂、南京龙江船厂、山东北清河船厂等, 规模都很大。清江船厂有总部 4 所, 分部 82 处, 工匠 3000 多人, 分工很细。造船有统一的规格和严格的用料标准。明初造船的年产量达 3000 多只, 船体也很大。完成七下西洋壮举的郑和船队由 62 艘“宝船”和 200 多艘其他船只组成, 船上人员有 27000 多名, 最大的“宝船”长 137m, 宽 56m, 稍小的也长 103m。郑和“宝船”如图 1-13 所示。明代抗倭名将戚继光的水师舰队已经装备有功能各异的大小战船。1 号船为舰队旗舰大福船, 2 号船为福船, 3 号船为海沧 (此 3 号船火力较强), 4 号船为艚 (冬船), 5 号船为草撇 (哨船), 6 号船为开浪 (鸟船)。在港口和近海作战时, 则使用浅水沙船和两头尖、行驶快捷的鹰船配合作战。而用于侦察敌情的有渔船和网梭船, 船的种类齐全。戚继光旗舰大福船如图 1-14 所示。由于中国船舶设计精密、结构坚牢、适航性好, 中国古代造船技术居于当时世界前列。明、清时, 福建沿海的各种战船、海沧船、草撇船等统称福船。福船船型呈 V 形, 船底纵向设有龙骨, 吃水深, 利于破浪航行。明代广船的建造地在广东省, 首尖体长, 吃水较深, 有较好的耐波性。

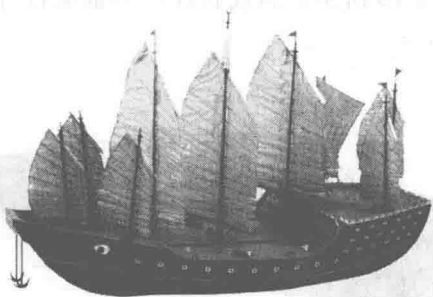


图 1-13 郑和下西洋的“宝船”



图 1-14 戚继光旗舰大福船

2. 世界古代的造船业

从大约公元前 1400~600 年, 即在克里特文明消失到罗马帝国崛起这 800 年间, 海洋一直是腓尼基人 (今叙利亚和黎巴嫩境内) 的天下。他们于公元前 1100~800 年制造了世界上最早的双层桨战船, 并在船首装备有青铜或木制撞角的双层桨战船, 如图 1-15 所示。

到公元 200 年左右, 罗马成为地中海贸易大国, 出土浮雕绘制的罗马商船首低尾高, 船首小桅杆上挂着小方帆, 能够控制船舶的着风方向, 表明驶帆技术的进步, 如图 1-16 所示。

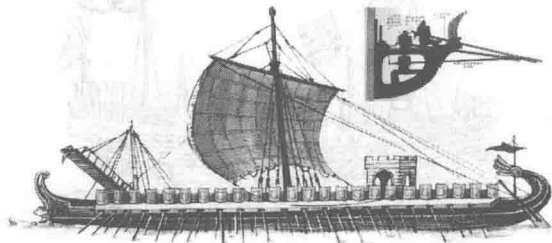


图 1-15 腓尼基战舰及桨手位置图

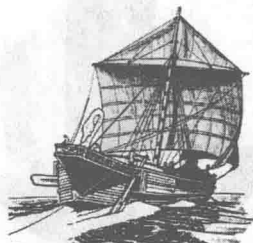


图 1-16 公元 200 年的罗马商船



意大利航海家哥伦布(约1451~1506年)先后4次出海远航发现了美洲大陆,开辟了横渡大西洋到美洲的航路,证明了大地球形说的正确性。1492年哥伦布乘坐船队的旗舰“圣·玛丽亚”号,载重超100t,船身长30m,龙骨长12m,船宽6m,从龙骨到甲板深度3m,如图1-17所示。

麦哲伦(1480~1521年)是葡萄牙著名航海家和探险家,公元1519~1521年率领由5艘远洋海船、265名船员组成的船队首次环航地球,1521年麦哲伦因干涉土著人的事务而死于当地部族的冲突中。船上余下的水手在他死后继续向西航行,回到欧洲,完成了第一次环球航行,返回时只剩下18名船员。“维多利亚”号是麦哲伦环球探险航行后仅存的一艘船舶,如图1-18所示。

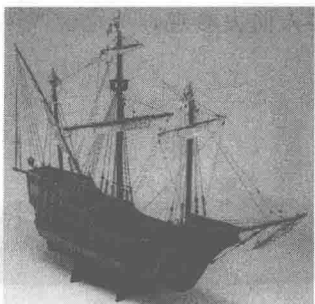


图 1-17 哥伦布旗舰“圣·玛丽亚”号



图 1-18 麦哲伦探险船“维多利亚”号

三、近代造船业

19世纪初至20世纪中期为近代船舶工业发展阶段。船舶主要是以蒸汽机为动力源,利用螺旋桨来完成船舶的推进。船壳也逐步由木制转变为铁制和钢制。

1807年8月17日,在美国纽约港,美国人富尔顿·罗伯特制造的第一艘木壳蒸汽明轮船——“克莱蒙特”号试航,使人类航行进入了新的时代,如图1-19所示。富尔顿·罗伯特被誉为“轮船之父”。船长38.1m,宽7.87m,船的动力是由72马力的瓦特蒸汽机带动车轮拨水。载有40名乘客,从纽约港逆水而上,31小时后,驶进240km以外的奥尔巴尼港,航速7.74km/h。

1839年,英国人史密斯设计制造了世界上第一艘用螺旋桨推进的蒸汽机船“阿基米德”号。这条船长38m,蒸汽机功率58.8kW。在此前将螺旋桨用于推动船舶的试验中,并未获得令人满意的航速。可是在一次试验中螺旋桨被打掉了一半,出人意料的是船反而更快了。由此改变了人们对螺旋桨的认识。1845年,一艘明轮船和一艘用螺旋桨推进的船参加了一次激战,有螺旋桨的船轻易地取得了胜利。最早安装有螺旋桨的“阿基米德”号如图1-20所示。

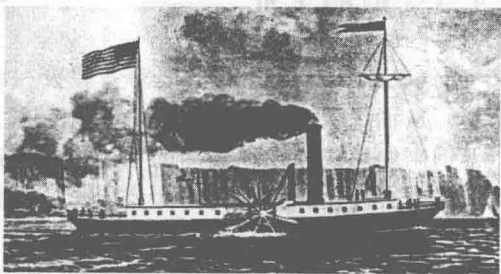


图 1-19 蒸汽机轮船“克莱蒙特”号

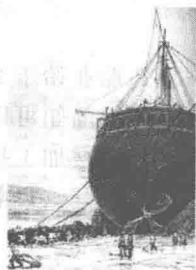


图 1-20 带螺旋桨的“阿基米德”号



“黄鹄”号蒸汽轮船是我国自己设计建造的第一艘蒸汽机木壳明轮船，由安庆内军械所于1865年制造，造价白银八千两，如图1-21所示。轮船船长17.6m，航速6kn，载重25t。其原材料除主轴、烟囱和锅炉从国外进口外，其余均系国产。

1868年，中国第一艘近代军舰——蒸汽机兵船“惠吉”（原称“恬吉”）号木壳明轮船建造成功，由爱国科学家徐寿和徐建寅父子等人设计，如图1-22所示。该船系木壳明轮船，江南制造局造船厂制造。载重600t，功率为288kW，船长185尺，宽27.2尺，吃水8尺，上有炮9门。

1787年，英国的威尔金森建成了世界上第一艘铁制船。约翰·威尔金森是18世纪英国的一位生产钢铁的实业家，被人称为“钢铁狂人”。经过努力，1787年7月，威尔金森在塞文河上放下了一艘用铁板制成的铁船，它吸引了周围许多人前去参观，为之惊叹不已。从此逐步开始了以铁（钢）制船舶为主体的时代。

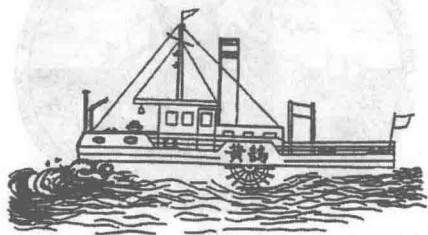


图 1-21 “黄鹄”号木壳轮船

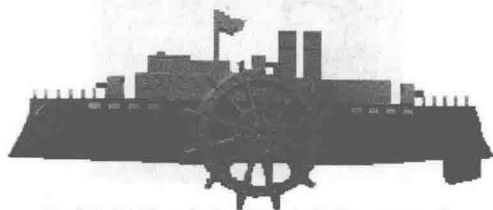


图 1-22 近代军舰——蒸汽机兵船“惠吉”号

近代船舶工业从1865年江南制造总局创建到1949年新中国成立的80余年间，旧中国钢质船舶总产量只有50余万吨。1949年新中国成立时，大陆主要船厂约20余家，职工不足2万人，年造船产量约1万吨，工厂大都遭到不同程度的破坏，生产陷于瘫痪状态。

【特别提示】

中国近代造船工业有两个摇篮，一个是江南制造局，一个是福州船政局，中国早期的国产军舰都由这两个船厂生产。中国最早仿效西方“坚船利炮”，建造近代蒸汽动力军舰，是从木质军舰起步的。1865年，曾国藩、李鸿章等创办江南制造总局，现名为江南造船集团有限责任公司，为晚清中国最重要的军工厂，是近代最早的新式工厂之一，也是中国近代机械工业的开端。1866年，左宗棠设立福州船政局，这是当时远东第一大船厂，用以制造和修理水师武器装备。安庆内军械所又称“内军械所”，是清末最早官办的新式兵工厂，1861年由曾国藩创设于安徽安庆，制造子弹、火药、枪炮，科学家徐寿曾在此主持制造中国第一艘轮船，1864年迁南京，改建为金陵机器制造局。

第二节 现代与当代造船工业

中国现代造船业始于20世纪初。柴油机、燃气轮机、蒸汽轮机、核动力装置在船舶上的广泛应用，使得船舶可以获得空前巨大的功率，从而大大提高了船舶的航速和载重能力。随着冶炼技术和钢材加工技术水平的提高，使得钢制船舶成为现在舰船的主体，现代造船工业的序幕从此而拉开。目前现代造船技术正朝着高度自动化、集成化、大型化、功能化的方向发展。

1894年，英国人查尔斯·帕森斯（1854~1931）用他发明的反动式汽轮机作为主机，安装在快艇“透平尼亚”号上，在泰晤士河上试航成功，航速超过了60km/h。1889年瑞典



人拉瓦尔(1845~1913)制造了冲击式高速汽轮机。由于蒸汽轮机较之蒸汽机具有明显的高速、强力、高效等优点,因此蒸汽轮机成为更加理想的热机,具有运转平稳、无噪声、检修起来工作量小的优点。

1903年,俄国建造的柴油机船“万达尔”号下水,船上装有三台200马力的柴油机,省去了笨重的锅炉和高大的烟囱,因而结构紧凑、体积小、操纵方便,从而开辟了柴油机在船舶上应用的先河。

1910年,出现了齿轮减速、电力传动减速和液力传动减速装置。由于早期汽轮机船的汽轮机与螺旋桨是同转速的,使得螺旋桨很难获得高效率的转速。船舶汽轮机采用减速传动方式后,大大提高了螺旋桨的推进效率,从而大大提高了船舶航行的速度。

1947年,英国将航空用的燃气轮机改型装在海岸快艇“加特利克”号上。1872年,德国人斯托兹第一个制造出具有现代特征的燃气轮机,因其热效率很低,并未获得应用。进入20世纪后,几经改进燃气轮机才达到实用阶段。1960年,出现了用燃气轮机和蒸汽轮机联合动力装置的大、中型水面军舰。在民用船舶中,燃气轮机因效率比柴油机低,用得很少。

1954年,美国建造的核潜艇“鹦鹉螺”号下水,功率为11025kW,航速33km/h。原子能的发现和利用又为船舶动力开辟了一个新的途径。现有的核动力装置都是采用压水型核反应堆汽轮机,主要用在潜艇和航空母舰上,而在民用船舶中,由于经济上的原因没有得到发展。

柴油机、燃气轮机、蒸汽轮机、核动力装置的发明奠定了现代和当代世界船舶工业发展的基础,使得中国船舶工业经历了由无到有、由小到大、由粗到精的巨大发展和进步。

新中国成立后,我国新的船舶工业迅速得到国家的重视。实现了由修理到制造、由船体建造总装到船用配套生产、由技术引进到自行设计的转变。

1955年,中国第一艘自行设计建造的第一代沿海小港客货轮“民主10”号下水,如图1-23所示。1959年,建国后第一艘完全自行设计建造的万吨级远洋货轮“东风”号下水,这在我国船舶制造史上是一个重要的里程碑,如图1-24所示。

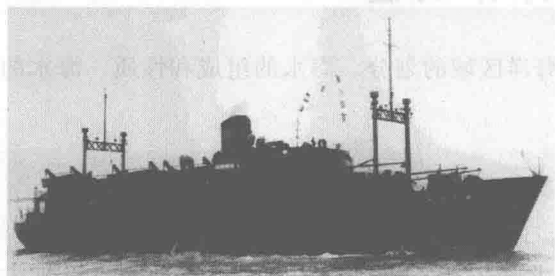


图 1-23 中国首制小港客货轮“民主10”号

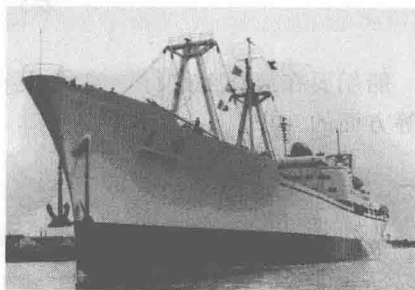


图 1-24 万吨级远洋货轮“东风”号

1972年,中国第一艘自行设计建造的海上自升式钻井平台——“渤海一号”由大连造船厂建造,如图1-25所示。1979年,我国第一条自行设计建造的远洋科学测量船——“远望1”号由江南造船厂完成建造,是我国第一代综合性航天远洋测控船,如图1-26所示。

2002年,中国第一艘30万吨超大型油轮“伊朗·德尔瓦”号是由大连新船重工有限责任公司为伊朗国家油轮公司(NITC)建造的,实现了几代中国造船人的梦想,也打破了世界造船强国在该领域的垄断,如图1-27所示。2008年,中国第一艘自行建造的14.7万立方米薄膜型LNG船在沪东中华造船(集团)有限公司顺利交付船东,中国乃至世界造船史



图 1-25 “渤海一号”钻井平台

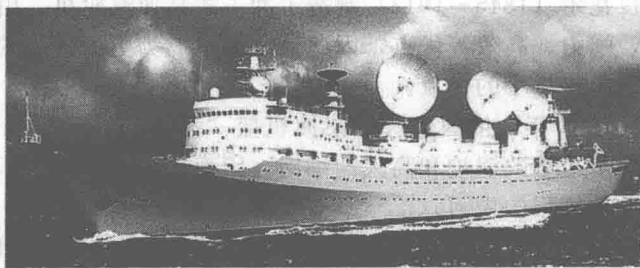


图 1-26 远洋科学测量船——“远望 1”号



图 1-27 超大型油轮“伊朗·德尔瓦”号

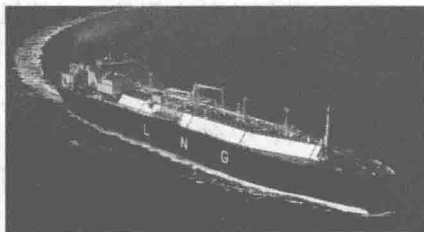


图 1-28 我国首制 14.7 万立方米薄膜型 LNG 船

就此揭开了崭新的一页，如图 1-28 所示。LNG 船是为运输 65000t、零下 163℃ 极低温液化天然气而设计建造的专用船舶。

上述的一个个里程碑记录了中国船舶工业发展的进步。目前，我国的船舶修造能力开始在世界市场上崭露头角，市场份额逐年上升，并且所接单的船舶也由普通货轮向以超大型集装箱船、液化天然气船等为代表的高附加值船舶乃至海洋工程平台扩展，在提高吨位份额的同时，也提高了船舶业的商业利润。

第三节 海洋概述

船舶要在海洋上航行，需要了解和掌握海洋区域的划分、海水的组成和性质、海水的运动等方面的知识。

一、海洋划分

地球表面连续的广阔水体称为世界大洋。世界大洋分为四部分，即太平洋、大西洋、印度洋和北冰洋。太平洋是世界第一大洋，南北最大距离可达 17200km，其面积占世界大洋总面积的一半。太平洋不仅最大，也最深，世界上最深的马里亚纳海沟（11022m）即位于太平洋西部。大西洋位于欧、非大陆与南北美洲之间，大致呈 S 形，面积和平均深度均居世界第二。印度洋是第三大洋，大部分位于热带和南温带地区，其东、北、西三面分别为大洋洲、亚洲和非洲，南邻南极大陆。北冰洋位于亚欧大陆和北美洲之间，大致以北极为中心，是四大洋中面积最小的一个，所以有人把它看作由大西洋向北延伸形成的“地中海”。

二、海水的组成和性质

1. 海水的化学成分

海水的化学成分是指海水中浓度大于 $1 \times 10^6 \text{ mg/kg}$ 的成分。属于此类的有阳离子 Na^+ 、



K^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 和 Sr^{2+} 五种,阴离子有 Cl^- 、 SO_4^{2-} 、 Br^- 、 HCO_3^- (CO_3^{2-})、 F^- 五种,还有以分子形式存在的 H_3BO_3 ,其总和占海水盐分的99.9%。

2. 海水的物理性质

(1) 海水温度 海水温度有明显的季节变化和日变化。水温季节变化主要取决于太阳辐射的季节变化,季风和洋流也有一定影响。北半球大洋中最低温度出现在冬季2~3月,最高温度出现在夏季8~9月。温带海洋水温随季节变化最为明显。

太阳辐射的日变化是水温日变化最主要的原因。天气状况也有一定的影响。最低水温通常出现在4~8时,最高水温出现在14~16时,日较差(气温日振幅)不超过 $0.4^{\circ}C$,并且一般只表现在深度10~20m以内的水层中。在晴天或静风时,或在邻近大陆的浅海区,日较差可超过 $1^{\circ}C$ 。

海水表层平均温度变化于 $-1.7\sim 30^{\circ}C$ 间,最高水温出现在赤道以北,称为热赤道。水温从热赤道向两极逐渐降低。由于陆地集中于北半球,故北半球海水等温线分布不规则,而南半球等温线近似平行于纬线。同时,北半球水温略高于南半球同纬度水温。不同温度性质的洋流交会处,海水温度梯度最大,等温线特别密集。

(2) 海水密度 海水密度约为 $1.022\sim 1.028g/cm^3$,它是温度、盐度和压力的函数。温度升高时,密度减小;盐度增加时,密度增大。

三、海冰

海冰指直接由海水冻结而成的咸水冰,亦包括进入海洋中的大陆冰川、河冰及湖冰。咸水冰是固体冰和卤水等组成的混合物,其盐度比海水低2‰~10‰,物理性质不同于淡水冰。

海冰的抗压强度主要取决于海冰的盐度、温度和冰龄。通常新冰比老冰的抗压强度大,低盐度的海冰比高盐度的海冰抗压强度大,所以海冰不如淡水冰密度坚硬,在一般情况下海冰坚固程度约为淡水冰的75%,人在5cm厚的河冰上面可以安全行走,而在海冰上面安全行走则要有7cm厚的冰。当然,冰的温度愈低,抗压强度也愈大。

海冰能直接封锁港口和航道、阻断海上运输、毁坏海洋工程设施和船只,冰山更是航海的大敌。45000t的“泰坦尼克”号大型豪华游船就是1912年在北大西洋被冰山撞沉的,使1500余人遇难。中国也遭遇过海冰灾害,1969年2~3月,渤海曾发生严重冰封,渤海几乎全被冰覆盖,港口封冻、航道阻塞,海上石油钻井平台被冰推倒,海上航船被冰破坏,万吨级的货轮被冰挟持并随冰漂流达4天之久,海上活动几乎全部停止。

四、海水的运动

1. 海浪

海浪的成因很多,类型也很多,风力是波浪的主要成因。由风力直接作用产生的波浪称为风浪;风浪离开风区向远处传播便形成涌浪。风浪到浅水区,受海水深度变化的影响比较大,出现折射,波面不再是完整的而是出现破碎和卷倒,此时称为近岸波。习惯上把风浪、涌浪和近岸波合称为海浪,其周期通常为1~10s。海浪对海水并不起输送作用,这不同于潮汐,也不同于海流,海浪由远及近或是由近及远运动,只是波的形状与能量在那里传播,而水团本身却并未移动,只是在上下移动而已。

2. 潮汐

(1) 潮汐现象与引潮力 由月球和太阳的引力引起的海面周期性的升降现象,称为潮



汐。海面升高,海水涌上海岸,叫涨潮;海面下降,海水从岸上后退,叫落潮。涨潮时海水水面最高处称为高潮,落潮时海水水面最低处称为低潮。高潮与低潮的高差,即是潮差。潮差是以朔望月为周期变化的。潮差最大时,叫大潮,潮差最小时叫小潮。

根据万有引力定律,两物体相互吸引的力与其质量成正比,而与其距离的平方成反比。月球质量虽小但距地球很近,太阳质量虽大但距地球太远,所以月球对地球的引力要比太阳的引力大一倍多。地球中心所受的引力是这两种引力的平均值,而地球上任何地点所受到的月球和太阳的引力,同这一平均值比较,大小有差别,方向也不同。正是这一引力差使海面发生升降,所以称为引潮力。引潮力是在地球朝向月球和太阳的一面和背向的一面同时发生的。朝向月球和太阳一面形成的潮汐,称顺潮;背向月球和太阳一面的潮汐,称对潮。

由于地球的自转,海岸上同一地点一日内向着月球和太阳与背着月球和太阳各一次,所以,一日之内应发生两次涨落潮,高低潮相隔的时间应为6小时。

但因月球引潮力比太阳引潮力大,而地球上的一个太阴日,即月球随着地球绕太阳公转的一日是24时50分,所以实际上高低潮的间隔约为6小时13分,或者说一天中相邻两次高潮推迟约50分钟。

(2) 潮流 海水受月球和太阳的引力而发生潮位升降的同时,还发生周期性的流动,这就是潮流。对于外海或开阔海区,潮流流向在半月或一日内旋转 360° 的,叫做回转流;对于近岸海峡和海湾,因受地形限制,流向主要在两个相反方向上变化的,叫做往复流。此外,涨潮时流向海岸的潮流可叫做涨潮流,落潮时离开海岸的潮流可叫做落潮流。

潮流在一个周期里出现两次最大流速和最小流速。地形愈狭窄,最大与最小流速的差值愈大。潮流的一般流速为 $4\sim 5\text{km/h}$,但在狭窄的海峡或海湾中,如我国的杭州湾,时速可达 $18\sim 22\text{km}$ 。往复流最小流速为零时,称为憩流。憩流之后,潮流就开始转变方向。正因为潮流有周期变化,所以它只在有限的海区做往复运动或回转运动。

喇叭形海湾或河口湾可以激起怒潮,我国的钱塘江口、亚洲的波斯湾(阿拉伯湾)、南美的麦哲伦海峡和北美的芬地湾都是以潮高著名的。前两者潮高可达 10m ,后两者可达到或超过 20m 。潮汐现象对一些河流和海港的航运具有重要意义。大型船舶可趁涨潮进出河流和港口。潮流也可用于发电。包括我国在内的许多国家,已经建成了不少潮汐电站。

3. 洋流

海水沿着一定方向有规律的水平流动,就是洋流。洋流是海水的主要运动形式。风力是洋流的主要动力,地球偏转力、海陆分布和海底起伏等也有不同程度的影响。例如,地球偏转力使洋流在北半球发生右偏,在南半球发生左偏;大陆的障碍使任何洋流都不可能环绕地球流动,岛屿或大陆的突出部分可使洋流发生分支。洋流对气候也发生着影响,许多沿海地区的温度和降水状况都与附近的洋流有关。在南、北半球上,分别都存在着赤道环流、亚热带环流与亚极地环流,南半球洋流为反时针方向旋转,北半球洋流为顺时针方向旋转。洋流对海洋航行和作业安全有着重大的影响。

思考与练习

【问答题】

- 1-1 在世界范围内,舟船的出现大约在何时?古代世界造船与航海的发源地有哪些国家?
- 1-2 唐代的造船技术在当时称得上居于世界领先地位,最突出的造船工艺是什么?
- 1-3 世界上第一艘木壳蒸汽机轮船是谁制造的?船名是什么?船具有什么特点?
- 1-4 世界上第一艘用螺旋桨推进的蒸汽机船——“阿基米德”号是由谁设计制造的?船的长度和蒸汽



机功率是多少?

1-5 把柴油机首先应用到船舶上的是哪个国家? 船名是什么? 柴油机功率是多大?

1-6 首先应用核动力的船舶是哪个国家建造的? 船名是什么? 说明其特点和意义。

1-7 中国建国后第一艘完全自行设计建造的万吨级远洋货轮船名是什么? 何时由哪个船厂建造?

1-8 中国第一艘 30 万吨超大型油轮船名是什么? 何时由哪个船厂建造?

1-9 海洋上一日之内应发生几次涨落潮? 高低潮相隔的时间是多少? 为什么?

1-10 海洋中的潮流和洋流的含义是什么? 它们对船舶航行有什么影响?

【填空题】

1-11 被认为是第一个环球航行的人叫_____, 他是葡萄牙著名航海家和探险家, 完成第一次环球航行后, 返回时 265 名船员只剩下_____名。

1-12 由风力直接作用产生的波浪称为_____; 风浪离开风区向远处传播便形成_____; 风浪到浅水区, 受海水深度变化的影响比较大, 出现折射, 波面不再是完整的而是出现破碎和卷倒, 此时称为_____。

【选择题】

1-13 富尔顿·罗伯特制造的世界上第一艘木壳蒸汽明轮船——“克莱蒙特”号试航的航速为_____。

- A. 7~8km/h B. 7~8n mile C. 12~15km/h D. 12~15n mile

1-14 由安庆军械所 1865 年制造的我国自己设计的第一艘蒸汽机木壳明轮船是_____。

- A. “惠吉”号 B. “黄鹄”号 C. “恬吉”号 D. “海安”号

1-15 1868 年, 中国第一艘近代军舰——蒸汽机兵船“惠吉”号木壳明轮船建造成功, 由_____制造。

- A. 天津机器局 B. 金陵机器局 C. 江南制造局 D. 福州船政局

1-16 1787 年, 英国的_____建成了世界上第一艘铁制船, 开始了以铁制船为主的时代。

- A. 富尔顿·罗伯特 B. 爱迪生 C. 牛顿 D. 约翰·威尔金森

1-17 中国近代船舶工业从 1865 年江南制造总局创建到 1949 年新中国成立的 80 余年间, 旧中国钢质船舶总产量只有_____余万吨。1949 年新中国成立时, 主要船厂约_____余家, 职工不足万人, 年造船产量约_____万吨。

- A. 500/200/20/100 B. 50/25/8/5 C. 200/16/4/7 D. 50/20/2/1

1-18 1894 年, 英国人查尔斯·帕森斯用他发明的反动式汽轮机作为主机, 安装在快艇“透平尼亚”号上, 航速超过了_____。

- A. 70km/h B. 60n mile C. 60km/h D. 16n mile

1-19 1972 年, 中国第一艘自行设计建造的海上自升式钻井平台“渤海一号”由_____建造。

- A. 南京造船厂 B. 江南造船厂 C. 渤海造船厂 D. 大连造船厂

1-20 2008 年, 中国第一艘自行建造的 14.7 万立方米薄膜型 LNG 船在_____顺利交付船东, 中国乃至世界造船史就此揭开了崭新的一页。

- A. 大连船舶重工集团有限公司 B. 渤海船舶重工有限责任公司
C. 沪东中华造船(集团)有限公司 D. 江南造船(集团)有限责任公司

【判断题】

1-21 太平洋不仅最大, 也最深, 世界上最深的马里亚纳海沟即位于太平洋西部。 ()

1-22 海冰比淡水冰密度坚硬, 在一般情况下淡水冰坚固程度约为海冰的 75%。 ()

1-23 海浪的成因很多, 类型也很多, 潮汐是波浪的主要成因。 ()

第二章

船舶分类

第一节 船舶分类方法

由于船舶在用途、航行区域、航行状态、推进方式、动力装置、造船材料等方面各不相同,因此现代船舶分类方法很多。

1. 按船舶的用途分

- (1) 民用船舶 用于运输、渔业、工程船、港务工作船、特种场合的船舶。
- (2) 军用船舶 用于军事目的的船舶。

2. 按船舶的航行区域分

- (1) 海洋船舶 航行于大洋中的船舶。
- (2) 内河船舶 航行于江、河、湖泊中的船舶。
- (3) 港湾船舶 航行于港湾区域的船舶。

3. 按船舶在水中的航行状态分

- (1) 浮行船 是指水上浮行的船舶,属排水型船。
- (2) 潜水船 是指水下潜行的船舶,属排水型船。
- (3) 滑行船 是指船航行时,船体绝大部分露出水面并沿水面滑动的船。
- (4) 腾空船 是指船身在完全脱离水面的状态下运行的船舶。

4. 按船舶推进方式分

- (1) 人力推进的船舶 依靠原始的撑篙、拉纤、划桨、摇橹等方式来推进的船舶。
- (2) 风力推进的船舶 依靠风帆、风车、风筒等方式来推进的船舶。
- (3) 机械推进的船舶 依靠明轮、喷水、水下螺旋桨、空气螺旋桨等来推进的船舶。

5. 按动力装置的不同分

按动力装置的不同可分为往复蒸汽机船、柴油机船、蒸汽轮机船、燃气轮机船、电力推进船、联合动力装置推进船和核动力装置船。

6. 按造船所用材料的不同分

按造船材料可分为木船、水泥船、钢船、铝合金船、玻璃钢船等。

7. 按用途的不同分

- (1) 运输船 包括客船(客货船)和货船。
- (2) 渔业船 包括拖网渔船、围网渔船、钓鱼渔船、捕鲸船等;渔业加工船、渔业调查船、渔业指导船、渔政船、渔业救助船等。
- (3) 工程船 包括挖泥船、起重船、布设船、救捞船、破冰船、打桩船、浮船坞、海洋开发船、钻井船和钻井平台等。
- (4) 港务工作船 包括拖船、引航船、消防船、供应船、交通船和助航工作船等。
- (5) 特种船舶 包括水翼船、气垫船、地效翼船、双体船、玻璃钢船和超导船等。
- (6) 军用舰艇 包括巡洋舰、驱逐舰、护卫舰、航空母舰、登陆艇、扫雷艇、布雷艇、潜艇、快艇、运输舰、修理舰、消磁船和医院船等。