

高等职业教育“十二五”规划教材



船舶概论与识图

INTRODUCTION TO SHIPS AND READING OF DRAWINGS

王常涛 党杰 主编



国防工业出版社
National Defense Industry Press

高等职业教育“十二五”规划教材

船舶概论与识图

王常涛 党杰 主编

国防工业出版社

· 北京 ·

内 容 简 介

本书内容可分为两部分:第一部分为船舶概论和船舶相关知识,主要讲述船舶简史、世界造船业的发展及船舶分类,军用舰船的主要船型,民用船舶、船舶动力装置、船舶材料、船舶主尺度与性能、船体结构与强度、船舶建造工艺;第二部分为船舶识图知识,重点是船体识图,主要讲述船体图样的分类、船体制图的标准、船体图样的一般规定、节点图与结构图示、总布置图、基本结构图、分段划分图与余量/补偿量布置图、分段结构图。

本书可作为高职院校、继续教育船舶类专业和船舶企业员工培训教材,也可以作为船舶行业工程技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

船舶概论与识图 / 王常涛, 党杰主编. —北京:国防工业出版社, 2015. 9

高等职业教育“十二五”规划教材

ISBN 978-7-118-10345-8

I. ①船... II. ①王... ②党... III. ①船舶—概论—高等教育—教材②船体—识别—高等教育—教材 IV. ①U66

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 194071 号

※

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100048)

北京奥鑫印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787 × 1092 1/16 印张 18½ 字数 302 千字

2015 年 9 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—4000 册 定价 36.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店: (010)88540777

发行邮购: (010)88540776

发行传真: (010)88540755

发行业务: (010)88540717

《船舶概论与识图》

编委会

主 编 王常涛 党 杰

副主编 惠媛媛 卢 斌 窦 钧

马玉龙 孙瑞雪 李春玲

参 编 李玉琦 薛 钧 田晓伟 郭红星

许 磊 刁金香 张凌云 马安博

张 萍 东 方 宋鹏举 汪 洋

王晓彬 岳维奇 董利民 薄 英

主 审 宋佐强 宫国玺

序

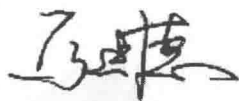
国务院日前印发了“中国制造 2025”，部署全面推进实施制造强国战略，把海洋工程装备和高技术船舶作为十大重点发展领域之一，明确了今后十年的发展重点和目标，提出了“创新驱动，质量为先，绿色发展，结构优化，人才为本”的总体要求，为我国海洋工程装备和高技术船舶发展指明了方向，赋予了船舶工业新的历史使命和要求。

船舶工业作为国家重要战略产业之一，是国家经济、技术、国防实力和信息化水平的重要标志，而高素质技能型船舶建造人才是船舶制造的根本。为适应船舶工业的高速发展和提高船舶工程建造水平的需要，大连船舶重工集团有限公司和西安航空职业技术学院强强联合，掀起校企合作新篇章，共同编写校企合作教材，创新了企业与高校联合培养人才的模式；为加快培养素质优良、结构合理的船舶制造业人才队伍，引领和推进实施船舶制造强国战略提供保障。

众所周知，中国船舶行业的旗舰——大连船舶重工集团有限公司，是目前国内唯一有能力提供产品研发、设计、建造、维修、改装、拆解等全寿命周期服务的船舶企业集团，是国内唯一汇聚军工、造船、海洋工程装备、拆修船和重工五大业务板块的装备制造集团。大连船舶重工集团钢结构制作有限公司是在大连船舶重工集团有限公司内员工数量最多、参与生产范围最广的所属企业，被集团誉为生产一线的“御林军”。西安航空职业技术学院始建于 1958 年，是一所经教育部批准的具有高等学历教育招生资格的全日制普通高等职业院校，隶属于陕西省教育厅，面向全国招生，学院是国家重点建设的百所示范性高等职业院校之一，学院主动适应经济体制、教育体制的改革变化，经过近十年的“工学结合”实践经验，提炼出了“工学四合”系统模式，即教育与产业结合、学校与企业结合、教学与生产结合、学习与就业结合。

大连船舶重工集团有限公司选派具有丰富实践经验和理论基础的工程技术人员、西安航空职业技术学院选派专业带头人、骨干教师等组成编写委员会。大家根据行业所需和教育部对高职高专培养高素质技术技能人才的要求，齐心协力，精心组织，认真编写了本书。本书在精选内容的基础上对课程体系进行了大胆的改革与重组，具有针对性、先进性、实用性和广泛性等特点，具有鲜明的船舶工程特色，是典型的校企合作之作。

相信本书将在国务院总理李克强批示形成的“崇尚一技之长、不唯学历凭能力”良好氛围中发挥更大的作用，培养出更多船舶专业的高素质技术技能人才，为我国船舶行业的快速发展奠定坚实的基础，提供强大的动力。



前 言

自改革开放以来,我国航海事业迅速发展,在军事航海、运输航海和科学考察航海等各方面都取得了振奋人心、享誉世界的辉煌成就。随着科学技术的迅猛发展,船舶科技发展也是日新月异,向着数字造船、绿色造船、精益造船、标准造船、总装造船的方向发展。应形势所需,大连船舶重工集团有限公司和西安航空职业技术学院倾力合作,以培养和鼓励更多的有志之士投身于船舶行业。

本书是根据行业所需和教育部对高职高专培养高素质技术技能人才的要求而编写的。在编写过程中,作者汲取了西安航空职业技术学院多年积累的实践教学经验和大连船舶重工集团有限公司先进的工程技术,在精选内容的基础上对课程体系进行了大胆的改革与重组。

本书的主要特点是:

(1) 针对性。本书是典型的校企合作之作,针对船厂生产和管理一线的需求,以“必须、够用”为度构建全新的教材体系。

(2) 先进性。本书编写采用了国家颁布的最新的有关造船图样的相关标准。同时,内容体现了我国当前先进的造船方法、技术和工艺。

(3) 生动性。书中选用了大量具有代表性的图例,难易程度适中,图文并茂,生动形象,使读者能够比较容易地理解内容。

(4) 实用性。本书紧密联系船厂的实际,巧妙结合了船舶概论和船体识图知识,更加突出了应用能力的培养。

(5) 广泛性。书中内容国内与国外均涉及,军工与民用同兼备,传统与创新相结合,能激发学生兴趣,增强教学效果,可以满足不同地区、不同造船企业的需求。

(6) 适应性。本书除作为高职院校船舶类各专业教材外,还可以作为船舶集团公司员工培训教材和继续教育同类专业的教材,以及为有关工程技术人员自学提供参考。

本书由西安航空职业技术学院选派的专业带头人、骨干教师和大连船舶重工集团选派的富有经验的工程技术人员合作编写。本书由大连船舶重工集团王常涛和西安航空职业技术学院党杰担任主编;西安航空职业技术学院惠媛媛、李春玲,大连船舶重工集团钢结构制作有限公司卢斌,大连船舶重工集团设计研究所窦钧、马玉龙、孙瑞雪担任副主编;参加编写的人员还有大连船舶重工集团钢结构制作有限公司薛钧、田晓伟、汪洋,大连船舶重工集团李玉琦,大连船舶重工集团设计研究所王晓彬、东方、宋鹏举、张萍、岳维奇、董利民、薄英,西安航空职业技术学院郭红星、许磊、刁金香、张凌云、马安博;由大连船舶重工集团设计研究所宋佐强、宫国玺担任主审。

本书编写过程中,得到了大连船舶重工集团有限公司和西安航空职业技术学院领导

的大力支持,在此表示衷心的感谢。

虽然我们尽心竭力地组织和编写,但由于水平所限,书中难免存在一些缺点和不足,希望从事相关教育和培训的读者,发现问题时敬请批评指正,并能及时与我们联系,以便不断地完善,更好地为船舶行业服务。

大连船舶重工集团有限公司

王常涛

西安航空职业技术学院

党杰

目 录

第1章 船舶简史及分类	1
1.1 船舶发展简史	1
1.1.1 风帆动力时期	1
1.1.2 蒸汽机动力时期	2
1.1.3 柴油机动力时期	2
1.1.4 核动力时期	3
1.1.5 造船发展新方向	3
1.2 欧洲造船业	3
1.2.1 达门造船集团	3
1.2.2 布洛姆—福斯造船厂	4
1.2.3 黑海造船厂	4
1.3 亚洲造船业	5
1.3.1 日本造船	5
1.3.2 韩国造船	6
1.3.3 中国造船	7
1.4 船舶分类	11
1.4.1 民用船舶的分类	11
1.4.2 军用舰艇的分类	11
第2章 军用舰船	12
2.1 水面战斗舰艇	12
2.1.1 导弹艇	12
2.1.2 护卫舰	13
2.1.3 驱逐舰	14
2.1.4 航空母舰	15
2.2 潜艇	18
2.2.1 常规动力潜艇	18
2.2.2 核动力潜艇	18
2.3 辅助舰船	20
2.3.1 补给船	20
2.3.2 运输船	20
2.3.3 救生船	21

2.3.4	消磁船	21
第3章	民用船舶	22
3.1	运输船舶	22
3.1.1	货船	22
3.1.2	客船	24
3.2	海洋工程产品	24
3.2.1	钻井平台	25
3.2.2	储油船	25
3.3	工程船	26
3.4	高性能船舶	27
第4章	船舶动力装置	29
4.1	船舶主动力装置	29
4.1.1	主机	29
4.1.2	轴系	30
4.2	船舶辅助动力装置	32
4.2.1	机舱自动化设备	32
4.2.2	船舶甲板机械	33
4.2.3	电站	33
4.3	其他辅机和设备	34
4.3.1	管路系统	34
4.3.2	副锅炉装置	34
4.3.3	船用泵	34
第5章	船舶材料	36
5.1	金属材料	36
5.1.1	碳素钢	36
5.1.2	合金钢	42
5.1.3	船用有色金属	48
5.2	非金属材料	49
5.3	其他材料	49
第6章	船舶主尺度与性能	50
6.1	船舶主尺度	50
6.1.1	船体形状表示	50
6.1.2	主尺度	51
6.1.3	主尺度比	53
6.1.4	船型系数	53
6.2	船舶基本性能	55
6.2.1	浮性	55
6.2.2	稳性	55

6.2.3	抗沉性	56
6.2.4	快速性	56
6.2.5	耐波性	57
6.2.6	操纵性	59
6.3	船舶使用性能	59
6.3.1	船舶吨位	59
6.3.2	航速	60
6.3.3	续航力	61
6.3.4	自持力	61
第7章	船体结构与强度	62
7.1	船体结构	62
7.1.1	船体结构形式	62
7.1.2	外板	63
7.1.3	船底结构	64
7.1.4	舷侧结构	67
7.1.5	甲板	69
7.1.6	水密舱壁结构	71
7.1.7	船舶首尾端结构	72
7.1.8	货舱剖面	74
7.2	舱室布置	75
7.2.1	机舱	75
7.2.2	货舱	75
7.2.3	液舱	75
7.2.4	隔离空舱	76
7.2.5	锚链舱	76
7.2.6	轴隧	76
7.2.7	舵机间	76
7.2.8	应急消防泵舱	76
7.3	上层建筑	77
7.3.1	上层建筑的布置及分类	77
7.3.2	上层建筑的形式	77
7.3.3	上层建筑的结构	78
7.4	船体强度	79
7.4.1	总纵强度	79
7.4.2	横向强度	82
7.4.3	局部强度	82
第8章	船舶建造工艺	84
8.1	船舶建造概述	84

8.1.1	船舶建造的内容与工艺流程	84
8.1.2	现代船舶建造模式	84
8.1.3	船舶建造的准备工作的	85
8.2	船体放样与号料	86
8.2.1	船体放样的内容	86
8.2.2	船体放样、号料的方法	87
8.2.3	号料和套料	87
8.3	船体构件加工	88
8.3.1	钢材预处理	88
8.3.2	船体构件的边缘加工	90
8.3.3	船体构件的成形加工	93
8.4	船体装配焊接	96
8.4.1	概述	96
8.4.2	船体装配焊接各工序使用的重要工艺装备	97
8.4.3	船体装配焊接各工序施工工艺方法	107
8.5	船舶舾装	119
8.5.1	船舶舾装的定义	119
8.5.2	船舶舾装的分类	119
8.5.3	船舶舾装的内容	120
8.5.4	舾装工作流程	121
8.6	其他	122
8.6.1	船舶涂装	122
8.6.2	船舶下水	124
8.6.3	密性试验	124
8.6.4	系泊试验、航行试验与交船	127
第9章	船体识图概述	132
9.1	船体图样的分类	132
9.1.1	总体图样	132
9.1.2	船体结构图样	132
9.1.3	船体舾装图样	132
9.1.4	船体工艺图样	133
9.2	船体图样的特点	133
9.2.1	船体形状的表达	133
9.2.2	简化画法	133
9.2.3	尺寸标注原则	133
9.2.4	船体的剖切和断裂画法	134
9.2.5	工艺信息表示	134
9.3	船体制图的标准	134

第 10 章	船体图样的一般规定	136
10.1	图纸幅面和图样比例	136
10.1.1	图纸的幅面及格式(GB/T 4476.1—2008)	136
10.1.2	图样比例	137
10.2	图线及其应用	138
10.2.1	线型	138
10.2.2	图线的画法	141
10.3	尺寸标注	142
10.3.1	基本规定	142
10.3.2	尺寸线的组成和标注	143
10.4	船舶焊缝代号	147
10.4.1	焊缝形式及形状尺寸	147
10.4.2	焊缝符号表示法	152
10.4.3	焊接方法在图样上的表示	159
10.5	金属船体构件理论线	160
10.5.1	金属船体构件理论线的基本原则	160
10.5.2	金属船体构件理论线的其他规定	161
第 11 章	节点图与结构图示	163
11.1	板材与常用型材的表达方法	163
11.1.1	板材的画法及尺寸标注	163
11.1.2	肘板的画法及尺寸标注	165
11.1.3	常用型材的画法	167
11.2	板材、型材连接的画法	168
11.2.1	板材与板材连接的画法	168
11.2.2	型材与型材连接的画法	169
11.2.3	板材与型材连接的画法	170
11.2.4	型材贯穿的画法	170
11.2.5	结构上通气孔和流水孔	171
11.3	船体结构表达方法	172
11.3.1	视图	172
11.3.2	局部视图和斜视图	174
11.3.3	剖视图和剖面图	175
11.3.4	简化画法	177
11.3.5	局部详图表达方法	179
11.3.6	其他表达方法	179
11.4	节点图绘制与识读	180
11.4.1	节点图的画法	181
11.4.2	识读节点图的方法	183

第 12 章	总布置图	185
12.1	总布置图的构成	185
12.1.1	总布置图剖面及信息	185
12.1.2	总布置图图面特点	188
12.1.3	总布置图中的图线	188
12.2	识读总布置图	189
第 13 章	基本结构图	192
13.1	基本结构图的组成和表达的内容	192
13.2	基本结构图中的图线	193
13.3	基本结构图识读	193
第 14 章	分段划分图与余量/补偿量布置图	196
14.1	分段划分图	196
14.1.1	分段划分图的组成	196
14.1.2	船体分段编码	197
14.1.3	分段明细栏	199
14.1.4	分段划分图的特点	199
14.2	余量/补偿量布置图	200
14.2.1	符号及含义	200
14.2.2	余量/补偿量布置图组成	202
第 15 章	分段结构图	208
15.1	分段结构图的用途	208
15.2	分段结构图的构成及符号	208
15.2.1	分段结构图的构成	208
15.2.2	零件编码、焊缝及尺寸标注	213
15.2.3	分段结构图的零件明细表	214
15.3	分段结构图识读	214
参考文献		219

第 1 章 船舶简史及分类

船舶是指能航行或停泊于水域进行运输或作业的工具。按其不同的使用要求而具有不同的技术性能、装备设施和结构形式。船舶在国防、国民经济和海洋开发等方面都具有十分重要的地位。

1.1 船舶发展简史

船舶的起源很早,从史前刳(kū)木为舟起,经历了独木舟和木板船时代。自世界上第一艘动力驱动的钢船问世后,便开始了以钢船为主的时代。同时,船舶的推进动力也由 19 世纪的风力驱动发展到现在的柴油机动力驱动及核动力驱动。

船舶工业迅速发展始于第一次世界大战中,战后由于美、英、日、德等国家展开了军备竞赛,使得世界造船业重新活跃。再一次的发展高峰期出现在第二次世界大战爆发后,大量军事订货和大规模物资供应的运输需要,加快了世界商船的发展步伐。随着人类社会的发展以及科学技术的进步,特别是进入 21 世纪后,航运业得到迅猛发展,人类越发频繁地使用各种船舶进行交通运输、渔业生产、资源开发和军事活动。

1.1.1 风帆动力时期

帆船起源于欧洲,其历史可以追溯到远古时代,最早的文字记载见于 1900 多年以前古罗马诗人维吉尔的作品中。15 世纪初期,中国明代的郑和前后 7 次率领船队出海,到达世界 30 多个国家。他所率领的船队是一支特混舰队,有 200 余艘,是当时世界上最大的一支船队。其中一艘“宝船”(图 1-1),载重量达 7000 吨,总排水量近 1.7 万吨,



图 1-1 郑和与“宝船”



可容纳上千人。它的体式巍然,巨无匹敌,船的设计很独特,船的两头出梢、纵向通体的底龙骨、船底多层板,至今这种设计在中国东南沿海和东南亚仍然保留着。

现代帆船发展始于荷兰,1660 年荷兰的阿姆斯特丹市市长将一艘名为“玛丽”(Mary)的帆船送给英国国王查理二世。帆船分稳向板帆艇和龙骨帆艇两种,荷兰的人型、星型等均属于稳向板帆艇,是世界上最普及的帆船。

15 世纪到 19 世纪中叶是帆船的鼎盛时期,直到 19 世纪 70 年代以后,才逐渐被新兴的蒸汽机船所取代。

1.1.2 蒸汽机动力时期

1807 年,美国的 R·富尔顿建成第一艘往复式蒸汽机船“克莱蒙特”(Claremont)号(图 1-2),并试航成功。1839 年,第一艘装有螺旋桨推进器的蒸汽机船“阿基米德”(Archimedes)号问世(图 1-3),这种推进器充分显示出它的优越性,因而被迅速推广。1868 年,中国第一艘蒸汽机兵船“惠吉”(Hui ji)号建造成功。1896 年,世界上第一艘回转式蒸汽轮机船“透平尼亚”(Turbinia)号在英国建成。

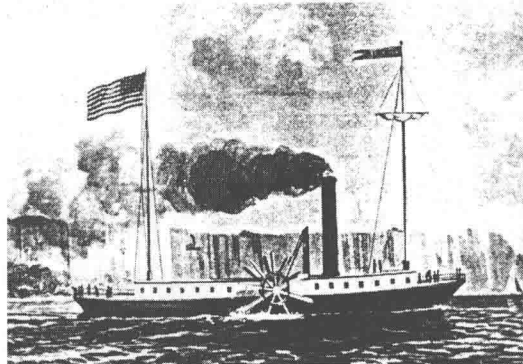


图 1-2 蒸汽机船“克莱蒙特”号轮船

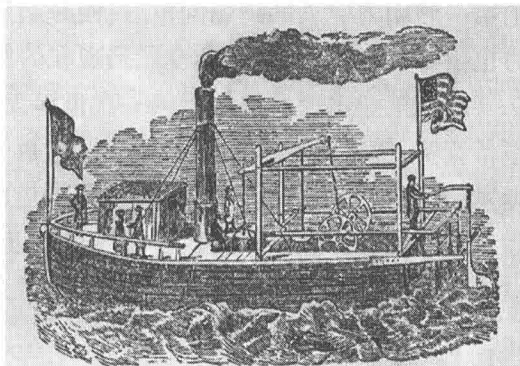


图 1-3 蒸汽机船“阿基米德”号

20 世纪初期,大西洋上的超大型客船都是以往复式蒸汽机为动力,直至 20 世纪 50 年代,才逐渐被柴油机动力淘汰。

1.1.3 柴油机动力时期

柴油机的发明者鲁道夫·狄赛尔本想把它用于汽车,但直至他去世也没有实现。不过,随着石油的开发,柴油机却率先在船舶动力推进中得到应用。最早将柴油机应用于船舶中的是 1903 年俄国建造的柴油机船“万达尔”(Vandal)号,而第一艘柴油机动力军舰是 1904 年法国建造的“埃及瑞特”(Aigrette)号潜艇,同型艇共两艘。由于柴油机热效率高、经济可靠,因而逐渐得到广泛应用,20 世纪 40 年代末柴油机船的吨位就已超过蒸汽机船。

早期的柴油机主要应用于内河船舶和近岸潜艇,在经历了最初的发展阶段后,柴油机的技术日趋成熟,单机功率和可靠性都有大幅提高,为柴油机动力船驶向大海和



远洋创造了基础。如今,柴油机已成为海洋舰船的标准动力配置。

1.1.4 核动力时期

原子能的发现和利用又为船舶动力开辟了一个新的途径。1954年,美国建造的核潜艇“鹦鹉螺”(Nautilus)号下水。1959年,美国在客货船“萨凡那”(Savannah)号上成功使用功率2万马力(1马力 $\approx$ 745W)的核动力装置。1960年,前苏联建成了核动力破冰船(图1-4)。现在,世界上有6个国家拥有核动力舰船。



图1-4 前苏联的核动力破冰船

核动力发动机具有长航时的特性必将具有极为广泛的应用前景和市场价值。目前,受其价格和复杂性影响,核动力发动机主要应用于军用舰船。

1.1.5 造船发展新方向

近年来,智能化造船得到快速发展,“工业4.0”正在欧美蓬勃发展,机器人和智能装备产业受到越来越广泛的关注和利用,适应国际产业革命形成的新态势,制造业向服务化、高端化、智能化、网络化、绿色化趋势发展,而亚洲的造船形势也在悄然变化之中。

1.2 欧洲造船业

欧洲造船的历史很悠久,曾经是世界造船业的中心。从20世纪70年代下半期开始,欧洲的造船产量逐年下降。然而在一些特殊船舶(如海洋工程船、挖泥船)、高附加值船(如豪华游船、化学品船)方面,欧洲造船业还保持着较强的竞争力。如荷兰的达门造船集团(Damen Group)、德国的布洛姆—福斯造船厂(Blohm & Voss)、乌克兰的黑海造船厂(即尼古拉耶夫造船厂Nikolayev)等。

1.2.1 达门造船集团

荷兰的达门造船集团成立于1927年,在全球拥有35家造船厂及相关公司。达门造船集团拥有成熟的生产技术,在全球造船业具有领先地位,能建造具有世界先进水平的全回转拖轮、标准拖轮、集装箱船(图1-5)、高速艇、挖泥船、大型货轮、浅海多功能工程船等各类船舶。

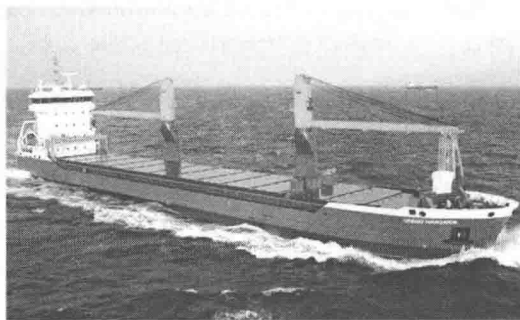


图 1-5 荷兰达门多功能集装箱船

1.2.2 布洛姆—福斯造船厂

布洛姆—福斯造船厂(Blohm & Voss)位于德国汉堡,于1877年由海尔曼·布洛姆和因斯特·福斯创立。19世纪末期,德国造船业急剧扩张,船厂扩建了船台和浮船坞,为德国海军建造战列舰和战列巡洋舰。第二次世界大战期间,布洛姆·福斯造船厂建造了大名鼎鼎的“俾斯麦”(Bismarck)号战列舰和大量潜艇。战后布洛姆—福斯造船厂一度偏重于民船建造,曾为沙特王室顾问艾拉什德建造了“莫拉女士”(Yacht Lady Moura)号游艇,被列入世界10大豪华游艇。从1970年开始,布洛姆—福斯船厂重新开始建造作战舰艇,设计并建造了世界上第一款模块化的护卫舰——MEKO(德语 Mehrzweck - fregattenkonzept 的缩写)(图1-6)。



图 1-6 “MEKO”级护卫舰

1.2.3 黑海造船厂

乌克兰的黑海造船厂是前苏联时期技术最先进的船厂,拥有900吨吊车。作为前苏联唯一能制造航空母舰的造船厂,拥有制造航母所需的技术和设备,前苏联海军最大的67000吨级的航空母舰“库兹涅佐夫海军上将”(Admiral kuznetsov)号(图1-7)就是苏联时期该厂同期建造的。