



“十三五”
国家重点图书

海洋工程材料丛书

Series
on Materials
for Marine Engineering

Ship Equipment and Materials

船舶装备与材料

马运义 主 编
吴有生 方志刚 副主编



化学工业出版社



“十三五”
国家重点图书

海洋工程材料丛书
Series
on Materials
for Marine Engineering

Ship Equipment
and Materials

船舶装备与材料

马运义 主 编
吴有生 方志刚 副主编



化学工业出版社

· 北 京 ·

《船舶装备与材料》是国家出版基金项目“海洋工程材料丛书”的分册之一。

本书以船舶装备对材料的研发需求及应用为主线,较全面、系统、通俗地阐述了船舶装备的基本概念、国内外船舶装备及船用材料发展现状与趋势、船舶与材料的依存关系、选材原则、船用材料体系、我国船用材料发展方向与重点等,提出了加快发展船用材料的建议。旨在使读者通过阅读本书,对船舶装备与船用材料的概况、依存关系及研究发展有较全面的了解,以助推我国的船舶装备与材料技术互相促进、共同发展。

本书可作为从事船舶装备与材料研究、设计、生产、应用的科研、工程技术人员及有关管理人员的参考用书,也可供相关高等院校师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

船舶装备与材料/马运义主编. —北京:化学工业出版社, 2016. 10
(海洋工程材料丛书)
ISBN 978-7-122-27761-9

I. ①船… II. ①马… III. ①船体设备②船用材料
IV. ①U667②U668

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 180420 号

责任编辑: 窦臻 咎景岩
责任校对: 边涛

文字编辑: 李玥
装帧设计: 尹琳琳

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: 三河市航远印刷有限公司
787mm×1092mm 1/16 印张 19³/₄ 字数 461 千字 2017 年 1 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: 96.00 元

版权所有 违者必究

“海洋工程材料丛书”

编委会

顾问：徐匡迪^{院士} 周济^{院士} 干勇^{院士} 王曙光

主任：周廉^{院士}

副主任：丁文江^{院士} 薛群基^{院士} 翁宇庆^{院士} 周伟斌

委员：(按姓名汉语拼音排序)

才鸿年 ^{院士}	蔡斌	常辉	陈建敏	陈祥宝 ^{院士}	陈蕴博 ^{院士}
丁文江 ^{院士}	窦臻	方志刚	高从堦 ^{院士}	宫声凯	韩恩厚
何季麟 ^{院士}	侯保荣 ^{院士}	黄国兵	蹇锡高 ^{院士}	李贺军	李鹤林 ^{院士}
李晓刚	李仲平 ^{院士}	李宗津	刘敏	刘振宇	马朝利
马伟明 ^{院士}	马运义	阮国岭	尚成嘉	沈晓冬	苏航
宿彦京	唐明述 ^{院士}	屠海令 ^{院士}	王国栋 ^{院士}	王景全 ^{院士}	王向东
王一德 ^{院士}	翁宇庆 ^{院士}	吴有生 ^{院士}	徐芑南 ^{院士}	薛群基 ^{院士}	杨雄辉
曾恒一 ^{院士}	张金麟 ^{院士}	赵解扬	肇研	周克崧 ^{院士}	周廉 ^{院士}
周守为 ^{院士}	周伟斌	朱英富 ^{院士}	左家和		

编委会办公室

主任：李贺军 马朝利 常辉 贾豫冬

成员：(按姓名汉语拼音排序)

陈俊	邓桢桢	丁洁	丁陵	杜伟	冯余其	李伟峰
陶璇	王帅	王媛	徐克	姚栋嘉	余启勇	咎景岩

《船舶装备与材料》

编委会

主任 吴有生^{院士}

副主任 马运义 方志刚

委员 (按姓名汉语拼音排序)

陈映秋 方志刚 金东寒^{院士} 马伟明^{院士} 马运义 汪彦国 王其红
吴有生^{院士} 徐芑南^{院士} 余益锐 张广钦 张金麟^{院士} 张信学 朱英富^{院士}

编写人员名单

主编 马运义

副主编 吴有生^{院士} 方志刚

各章负责人

第1章 马运义	第2章 方志刚 马运义
第3章 肖国林	第4章 陈派明 张爱锋
第5章 冯余其 刘娟	第6章 谭乃芬
第7章 方志刚 马运义 罗凯	第8章 黄国兵 耿黎明

参加编写人员(按姓名汉语拼音排序)

陈虹 陈派明 陈书海 杜磊 方楠 方志刚 冯余其
耿黎明 管勇 胡煊 黄国兵 李源源 刘娟 罗凯
马运义 彭佳宁 全识俊 谭乃芬 吴英友 吴有生^{院士} 肖国林
熊金辉 徐强 张爱锋 张凯 朱新进

序

进入 21 世纪以来,材料特别是新材料已被视为新技术革命的基础和先导。海洋材料长期以来并未被纳入新材料体系范畴,发展速度远远落后于航空、航天材料。21 世纪是海洋的世纪,人类生存和发展越来越依赖于海洋。党的十八大后,建设海洋强国成为重要国策,海洋工程装备及海洋材料作为拓展海洋空间、开发海洋资源的物质前提,是实施海洋科技创新、建设海洋生态文明的物质基础,是提升海洋国防实力、维护海洋权益的物质保障。发展好我国的海洋材料,对实现海洋强国目标将产生重要的积极作用。

海洋的重要性主要体现在三个方面。首先,海洋经济是国民经济的重要组成部分,而海洋经济的发展离不开海洋资源的开发和利用,海洋资源的合理利用能够实现海洋经济的可持续发展。其次,海洋安全是国土安全的重要支撑,因此维护海洋安全至关重要,是国家海洋发展战略的重要组成部分。再次,海洋面积之大,海洋中物质、生物之多及自然现象之复杂,其重要性不亚于陆地及空天,对海洋的科学研究有助于人们认识海洋、了解自然。鉴此,海洋不仅已成为人类赖以生存、社会借以发展、濒海国家持续安泰昌盛的战略发展空间和基地,而且已成为当今世界军事和经济竞争的重要领域,军事竞争的焦点日益转向争夺海上控制权。

海洋资源主要有海洋矿产资源、海水资源、海洋生物资源、海洋旅游资源等。对海洋资源的利用包括海洋交通运输、海洋油气矿业、海洋渔业及生物资源、风力发电、潮汐发电、海水淡化等。海洋材料包括对这些海洋资源开发利用的工程装备(各种离岸、近岸工程建设以及勘探开采油气矿物资源所需的机械工程装备、海洋交通运输装备等)用材料。

海洋材料也包括涉及海洋安全的军用舰船(如航空母舰、护卫舰、潜艇等)和执法船用材料,以及用于各种海洋科学研究的装备和仪器(如海洋考察船、极地科考船、深海装备、海底电缆等)用材料。

2013—2014 年,中国工程院分别启动了“中国海洋工程材料研发现状及发展战略初步研究”“中国海洋工程中关键材料发展战略研究”两个咨询项目,中国工程院化工、冶金与材料工程学部联系机械、环境、能源等学部 30 余位院士,组织了全国 200 余位海洋工程领域的专家、学者,历时两年多的时间完成了咨询项目,对海洋工程材料领域的共性问题、关键技术和特殊应用领域进行了深入的调查和研究,为建立我国海洋工程材料完善的科学体系提供咨询建议,使“一代海洋材料,一代海洋装备”的理念更加深入人心,被誉为至理名言。以此为基础,本项目组组织国内材料领域的众多知名专家、学者,编撰了这套“海洋工程材

料丛书”。丛书凝聚了 200 余位科学家和工程技术专家的群体智慧。

海洋材料应是海洋中各种工程装备应用材料的总称，是指在能适应海洋恶劣的环境、抵抗海水和生物体的侵蚀、能满足各类海洋工程装备应用需求的环保的可持续发展的材料。本套丛书内容除了包括海洋工程装备范畴的海洋资源利用开发等涉及的材料，还包括海洋安全、海洋科学研究涉及的材料。

丛书紧扣国家海洋强国的战略需求，从“材料”“腐蚀防护”“工程装备”三个层面，总结和梳理了改革开放 30 年来我国海洋材料及应用方面的基础理论积累、重大研究和应用成果，重点突出了关键技术，介绍了国内外在该领域的先进技术、装备和理论研究，并展望了海洋材料和材料技术的发展趋势。丛书共有十一个分册，分别是《中国海洋工程材料发展战略咨询报告》《海洋工程钢铁材料》《海洋工程钛金属材料》《海洋工程有色金属材料》《海洋工程聚合物基复合材料》《海洋工程水泥与混凝土材料》《船舶装备与材料》《海洋石油装备与材料》《海水资源综合利用装备与材料》《海洋工程材料腐蚀行为与机理》《海洋工程材料和结构的腐蚀与防护》。其中，海洋工程装备材料的腐蚀与防护是解决海洋工程材料应用的核心技术，除在各材料分册有关章节予以描述之外，《海洋工程材料和结构的腐蚀与防护》及《海洋工程材料腐蚀行为与机理》分册又对海洋腐蚀的特点、腐蚀机理、材料防腐要求等方面进行了专门论述。这套丛书另一个突出亮点是材料与海洋工程装备应用的结合，专设三个分册分别叙述了船舶装备、海洋石油钻井平台及海水综合利用等几个主要海洋工程领域的发展现状、发展趋势以及对各种材料的需求。

丛书内容颇为广泛，具有较强的创新性、理论性和实用性，较好地反映了海洋工程材料及应用的全貌，文字深入浅出，简洁明了，系统介绍了相关材料的特点和应用，能为读者从不同应用范围、不同材料及技术等角度了解海洋工程材料提供很好的帮助，具有较高的学术水平和应用价值。本丛书增强了材料科学与应用的结合，必将对推动我国海洋材料的发展起到积极的作用。

希望本丛书的出版，能够对从事船舶、海洋工程基础及应用研究、生产单位的科技工作者系统地了解 and 掌握本领域的发展现状和未来，在重大工程和装备的选材设计、制备加工、防护技术、服役安全等方面提供理论支撑和技术指导，对进一步开展创新研究工作有所帮助，同时也可以作为广大材料专业的本科生及研究生的参考教材。

中国工程院院士



2016 年 3 月

前言

21 世纪被称为海洋的世纪。海洋空间与资源不仅已成为世界军事和经济竞争日益激烈的重要领域，而且将成为人类赖以生存、社会借以发展、濒海国家持续安泰昌盛的战略空间和基地。鉴于此，各濒海国家，特别是海洋强国，均在以海权建设为核心，大力发展船舶与海洋工程装备。

船舶和海洋工程装备是认知海洋、开发海洋、利用海洋、维护海洋权益的基础装备与手段，具有军民结合、技术难度高等特点。纵观世界经济的发展，船舶装备和技术对世界的形成、国际贸易的增长、工业化的拓展、刺激科学技术（特别是军事技术）的发展，起到了显著的牵引作用。

随着海洋意识的增强，我国不断重视海洋发展的建设。党的十八大提出的“建设海洋强国”的宏伟目标，已成为我国的重要战略国策，将有力推动我国船舶与海洋工程装备及其技术持续创新发展。我国社会经济发展的现状和未来，实现“建设海洋强国”梦的实践和历程，将有力地证明：船舶和海洋工程装备与技术的发展是发展海洋经济和建设海洋强国的前提；是保障国家安全、维护海洋权益的基础；是提升我国海洋空间拓展能力的保证；是统筹国民经济和国防建设，贯彻落实军民融合发展思路的战略举措；也将是我国发展战略新兴产业（含新材料产业）的助推器。

因此，大力、持续发展船舶与海洋工程装备和技术，对于与时俱进提升我国的综合制海能力和开发利用海洋空间能力，适应捍卫祖国疆土统一、维护海洋权益、开发利用海洋和发展海洋经济的迫切需求，具有极其重要的现实而深远的意义。

众所周知，要造船，必须有相应的配套材料与设备。材料是船舶研制和发展的最基础因素，是保证船舶获得各种预定特性与使用要求最关键的物质保障，也是促进船舶工业持续发展的先导因素。

船舶的历史，几乎同人类的历史一样久远，从河姆渡独木舟算起，至今已有 7000 多年的历史。从独木舟到艨艟大舰，从木质船到钢制船，从手动橹到蒸汽机，从蒸汽机到核动力，可以说，船舶装备的发展史就是一部利用材料不断创新进步的历史。如今，各种新材料出现并被应用于船舶，又促使各种高性能的现代船舶竞相发展、日新月异。现在，人们已建造了 30 万吨级油轮、10 万吨级航空母舰、下潜 900m 的潜艇、潜深 7000m 的深潜器及各种类型的客、货船与快艇等，所用材料种类几乎覆盖了全部金属材料及众多的非金属材料、特种材料。船舶装备的发展需求有力地牵引着材料的进步，而材料的发展又发挥着其技术推动的作用，强力地促推着船舶装备的发展。

这表明，“一代材料、一代舰船”是反映着船舶装备与材料相互依存及互相促进的发展

规律的至理名言。

本书是中国工程院化工、冶金与材料工程学部（下称“材料学部”）“中国海洋工程材料研发现状及发展战略初步研究”“中国海洋工程中关键材料发展战略研究”咨询项目的成果，是“海洋工程材料丛书”的一个分册。全书共分8章，各章的负责人、编写人员详见本书编写人员名单。本书编撰的主导思想是力求将船舶装备研究发展与材料技术研发应用相结合，传统材料、关键材料、新兴材料研发应用相结合，综述性与专述性相结合，较全面、系统、通俗地介绍船舶装备的基本概念、国内外船舶装备及船用材料发展现状与趋势、船舶与材料的依存关系、船舶设计与选用材料原则、船用材料体系、我国船舶装备对材料的需求及船用材料发展方向与重点等内容，提出了加快发展船用材料的建议，以期读者通过阅读本书，对船舶装备与材料的“需求牵引，技术推动”相互依存关系有一个比较系统、完整的了解，促进我国船舶装备与材料技术共同持续发展。

本书特邀周廉院士、吴有生院士、朱英富院士及张信学、张俊旭、黄国兵、周凌、吴军、余益锐、汪彦国等船舶研究设计与材料研发专家对相关章节作了审阅，他们提出了宝贵的意见，在此深表感谢！

本书在编写出版过程中，得到了中国工程院材料学部，中船重工集团公司科技部，中船工业集团公司科技部，中船重工集团公司第701所、702所、714所、719所、725所，中船工业集团公司708所，南京工业大学，东北大学等单位的大力支持和热忱关切。“海洋工程材料丛书”编委会办公室主任贾豫冬为本书的策划、编写、组织和出版倾注了大量心血。在本书面世之际，编者对所有关心、支持本书编写、出版工作的领导和同志们表示诚挚的感谢！

由于参加本书编写的单位和人员多、专业面广、工作量大，加之保密等原因，书中不足之处在所难免，恳请读者予以批评指正。

《船舶装备与材料》编委会

2016年3月

目录

第 1 章 船舶装备概论

1.1 船舶装备的基本概念	1
1.1.1 船舶的定义与内涵	1
1.1.2 船舶的共同特点	2
1.1.3 船舶的基本原理	2
1.1.4 现代船舶主要承担的任务	6
1.1.5 舰船的分类（类型）	6
1.1.6 船舶的表征参数	9
1.1.7 船舶的主要性能	14
1.1.8 船舶的主要系统与设备	20
1.1.9 船舶的建筑形式和总布置	35
1.1.10 船舶的建造与试验交船	39
1.2 船舶装备的设计原则	42
1.3 未来船舶装备与技术的发展趋势	44
1.3.1 未来船舶装备的发展趋势	44
1.3.2 未来船舶的技术特征和发展趋势	46
参考文献	49

第 2 章 我国船舶装备的现状与发展

2.1 发展船舶装备是建设海洋强国的迫切需求	51
2.2 中国船舶装备发展简史	53
2.2.1 中国古代船舶史	54
2.2.2 中国近代船舶史	54
2.2.3 中国现代船舶史	55
2.3 我国船舶装备的现状	56
2.3.1 民船装备发展现状	57
2.3.2 军船装备发展现状	60
2.3.3 人才队伍和条件保障建设卓有成效	60
2.3.4 我国船舶装备发展中尚存的不足	63
2.4 我国船舶装备的发展趋势	64
参考文献	67

第 3 章 船舶材料概论

3.1 船舶材料的发展历史、内涵与特点 68

3.1.1 船舶材料的发展历史 68

3.1.2 船舶材料的内涵与特点 73

3.2 船舶与材料的依存关系 76

3.2.1 船舶与材料的依存关系概述 76

3.2.2 液化气体专用运输船与材料的依存关系 78

3.3 船舶装备主要部分的材料概述 80

3.3.1 船体材料概述 80

3.3.2 船舶动力装置材料概述 82

3.3.3 船舶舾装材料概述 94

3.3.4 飞机、导弹上舰和相关材料技术 96

3.4 船舶装备的选材原则 98

3.4.1 船舶装备的选材总体原则 98

3.4.2 船体结构钢的选材原则 98

3.4.3 船用合金钢及特殊性能合金钢的选材 103

3.4.4 船用有色金属的选材 107

3.4.5 船用非金属（含防护材料）的选材 111

参考文献 120

第 4 章 船舶装备材料体系

4.1 概述 122

4.2 船舶装备材料体系总体框架 123

4.3 民船材料体系 124

4.3.1 民船用船体结构钢 124

4.3.2 民船用铝及铝合金 125

4.3.3 民船用钛及钛合金 126

4.3.4 民船用铜及铜合金 127

4.3.5 民船用复合材料 127

4.3.6 民船用涂料 127

4.3.7 船用轮机材料 128

4.3.8 民船用隐身材料 130

4.3.9 民船用功能材料 131

4.3.10 船用新兴材料 131

4.4 军船材料体系 131

4.4.1 军船用船体结构钢 131

4.4.2	军船用铝及铝合金	133
4.4.3	军船用钛及钛合金	133
4.4.4	军船用铜及铜合金	135
4.4.5	军船用复合材料	136
4.4.6	军船用轮机材料	138
4.4.7	军船用防护材料	139
4.4.8	军船用隐身材料	141
4.4.9	船用功能材料	146
4.4.10	军船用新兴材料	147
4.5	深海装备材料体系	148
4.5.1	概述	148
4.5.2	重载 HOV 用材料研发、生产及应用现状	150
4.5.3	我国重载 HOV 用材料及其技术的需求	152
4.5.4	重载 HOV 用材料及其技术发展趋势与方向	153
4.6	大型海洋浮体材料体系	154
4.6.1	大型海洋浮体用材料特点	154
4.6.2	大型海洋浮体用材料概况与主要功能	154
4.6.3	大型海洋浮体用材料研发与应用的意义	155
4.6.4	大型海洋浮体用材料研发、生产及应用现状	156
4.7	船舶材料生产厂家、规格及整体概况	165
4.7.1	船体结构钢	165
4.7.2	船用铝合金	166
4.7.3	船用铜合金	167
4.7.4	船用钛合金	168
4.7.5	船用防腐涂料	170
	参考文献	175

第 5 章 国外船舶材料及其技术发展的现状与趋势

5.1	国外船舶材料及其技术发展现状	177
5.1.1	钢铁材料	177
5.1.2	复合材料	183
5.1.3	钛及钛合金材料	196
5.1.4	隐身材料	200
5.1.5	防护材料	205
5.1.6	有色金属材料	211
5.1.7	无机非金属材料	214
5.1.8	前沿材料	215

5.2 国外船舶材料及其技术发展趋势	218
5.2.1 “高”——船体钢材仍需向高性能化发展	219
5.2.2 “复”——研发多功能复合材料的趋势方兴未艾	219
5.2.3 “钛”——高性能钛合金的研发与推广应用势在必行	220
5.2.4 “隐”——仍将研发高性能隐身材料列为重要发展方向	221
5.2.5 “防”——防护材料以环保高寿命为重点研发正蓄势待发	222
5.2.6 “有”——有色金属材料正得到广泛应用	222
5.2.7 “无”——开辟无机材料应用的新领域	223
5.2.8 “前”——材料前沿技术呈现百花齐放的发展趋势	223
5.2.9 “用”——加强材料应用技术研究不可或缺	224
5.2.10 “低”——材料技术一如既往向低成本化的方向发展	225
5.3 国外船舶材料研发与应用的启示	225
参考文献	226

第 6 章 我国船舶材料及其技术的发展现状

6.1 我国船用钢材料及其技术的发展现状	228
6.1.1 钢铁工业支撑船舶工业快速发展	228
6.1.2 我国船用钢材的发展现状	231
6.1.3 我国船用钢材料技术的发展现状	238
6.1.4 解析日本船用钢材发展看我国船用钢材发展现状	240
6.1.5 我国船用钢材存在的主要问题	245
6.2 我国船用有色金属材料及其技术的发展现状	248
6.2.1 有色工业支撑船舶工业快速发展	248
6.2.2 船用铝材的发展现状	248
6.2.3 船用铜材的发展现状	253
6.2.4 我国船用有色金属材料的主要差距和不足	255
6.3 我国船用钛合金材料及其技术的发展现状	256
6.3.1 我国船用钛合金材料发展现状	256
6.3.2 我国船用钛合金材料的主要差距和不足	258
6.4 我国船用复合材料及其技术的发展现状	258
6.4.1 我国船用复合材料发展现状	258
6.4.2 我国船用复合材料的主要差距和不足	260
6.5 我国船用防护材料及其技术的发展现状	261
6.5.1 我国船用防护材料发展现状	261
6.5.2 我国船用防护材料的主要差距和不足	262
6.6 我国船用隐身材料及其技术的发展现状	262
6.6.1 我国船用隐身材料发展现状	262

6.6.2 我国船用隐身材料的主要差距和不足	264
参考文献	264

第 7 章 我国船舶装备对材料及其技术的需求

7.1 船舶材料研发与应用的意义	266
7.2 船舶装备对材料及其技术的需求	268
7.2.1 我国船舶装备对材料及其技术的总体需求	268
7.2.2 我国船舶装备对主要船用材料及其技术的需求	269
参考文献	273

第 8 章 我国船舶材料及其技术的发展方向与重点

8.1 我国船舶材料及其技术的发展思路	275
8.2 我国船舶材料及其技术的发展战略目标	276
8.3 我国船舶材料及其技术的发展方向与重点	277
8.3.1 高强度钢	277
8.3.2 复合材料	278
8.3.3 钛合金	279
8.3.4 隐身材料	280
8.3.5 防护材料	282
8.3.6 有色金属材料	288
8.3.7 无机非金属材料	289
8.3.8 金属功能材料	290
8.4 船舶材料前沿技术	291
8.4.1 压电阻尼新型减振材料技术	291
8.4.2 智能可见光隐身材料技术	292
8.4.3 潜艇液体隐身衣材料技术	292
8.4.4 纳米材料技术	292
8.4.5 新型信息功能材料技术	293
8.5 措施及建议	294
参考文献	295

索引	297
----------	-----

第 | 章

船舶装备概论

- 1.1 船舶装备的基本概念
- 1.2 船舶装备的设计原则
- 1.3 未来船舶装备与技术的发展趋势

1.1 船舶装备的基本概念

1.1.1 船舶的定义与内涵

船舶是航行于水上、水面或水下且执行一定任务的航行器，它是军用船、执法船、民用船及特殊船舶装备的统称。

用于军事目的的船称为军用船或军用船舶，其中有直接作战能力的称为战斗舰艇，如航空母舰、驱逐舰、护卫舰、两栖攻击艇、导弹艇、战略和攻击型核潜艇、常规潜艇等；无直接作战能力的称为军辅船，如补给舰、运输船、训练舰、靶船、跟踪遥测船、侦察船、救生船、医院船、浮船坞、修理船、交通艇等。

用于在海上及江河、湖泊中执行维权执法任务的准军事化船舶称为公务执法船（简称执法船），如海警船、渔政船、海巡舰（船）、海关船、环境监管船、执法巡逻艇、多用途保障船等。

用于交通运输、水生物捕捞、海洋矿藏勘测、港湾服务、科学调查及测量、工程作业等的船称为民用船舶，如客船、货船、液化天然气（LNG）船、渡船、救援船、海洋开发船、工程船、渔业船、拖船、运动用船等。

除上述舰船外，具有特殊用途的船舶统称为特殊用途船，如各类有人和无人及有缆和无缆潜航器、水面无人艇、自航式和固定式深海空间站、各种浮式或固定式海上保障平台（基地）、两栖岛礁等。

1. 1. 2 船舶的共同特点

虽然各种船舶的尺度、性能、用途等不同，但船舶具有共同的特点，主要是：除停泊于一定地点的趸船或非动力驳船外，都可借助于不同形式的动力及操纵方式进行自航；在静止状态时都能依靠水的浮力漂浮于水面或水中。

1. 1. 3 船舶的基本原理

下面从航行状态角度，分别对水面和水上船舶及水下船舶（潜艇）的基本原理进行概述。

1. 1. 3. 1 水面和水上船舶

（1）排水型船 利用阿基米德浮力原理，其重量全部靠水的浮力来支承的船，如航母、驱护舰、一般的客货船等。见图 1-1～图 1-4。

（2）滑行艇 达到一定速度时大部分船体脱离水面；高速航行时，仅部分船底接触水面，其重量大部分靠水动升力（流体动升力）来支承的船。见图 1-5。



图 1-1 美“尼米兹”航母

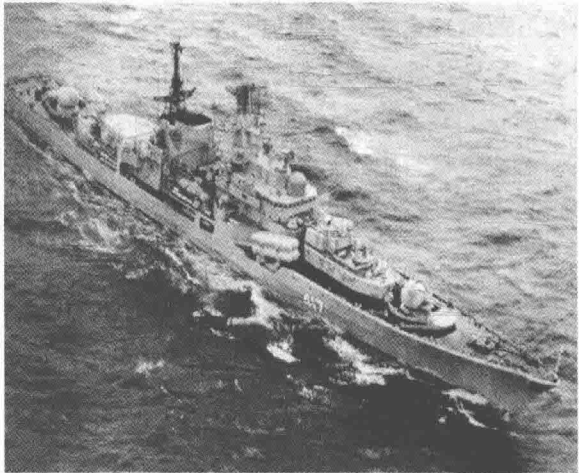
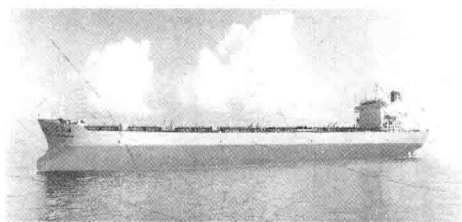


图 1-2 俄“现代”级驱逐舰



图 1-3 中国护卫舰 541 舰



(a) 巴拿马型散货船



(b) 大型集装箱船



(c) 30万吨级大型油轮



(d) 薄膜型液化天然气船



(e) 豪华游船

图 1-4 种类繁多的现代民用船舶

(3) 水翼船 船体下装有翼，达到一定速度时，船体被抬离水面，完全由水翼产生的升力来支承船重的船。见图 1-6。

(4) 气垫船 利用高于大气压的空气充于艇底部产生气垫使船体部分或全部脱离水面或地面而航行的船。见图 1-7。