

High Performance Marine Vehicles in 21st Century

二十一世纪
性能海洋

总策划 郑明

主编 李百齐

国防工业出版社

National Defence Industry Press

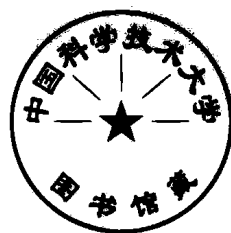
<http://www.ndip.com.cn>

封面题词 刘华清

21 世纪 海洋高性能船

High Performance Marine Vehicles in 21st Century

总策划 郑 明
主 编 李百齐



国防工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目(CIP)数据

21 世纪海洋高性能船/李百齐主编. —北京:国防工业出版社, 2001.7

ISBN 7-118-02536-4

I . 2 . . . II . 李 . . . III . 船舶, 高性能 — 简介 — 世界
IV . U674

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 23036 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 100044)

北京奥隆印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787 × 1092 1/16 印张 14 $\frac{3}{4}$ 316 千字

2001 年 7 月第 1 版 2001 年 7 月北京第 1 次印刷

印数: 1—2000 册 定价: 32.00 元

(本书如有印装错误, 我社负责调换)

促進高性能舰船

產生化

邵家華

二〇一五年二月

開發高性能船舶
迎接海洋新時代

庚辰年

張序三



《21 世纪海洋高性能船》编辑委员会

总 策 划	郑 明			
高级顾问	吴有生			
主 编	李百齐			
副 主 编	郭值学	谢乃霞	王仁雄	
主 任	郜焕秋	王义山		
副 主 任	程天柱	沈泓萃		
委 员	彭桂华	朱德祥	石理国	高 艳

前 言

开发高性能船 迎接海洋新时代

高性能船是以现代流体力学理论为基础,采用先进的推进、传动、控制、新型材料等多方面高技术,有别于常规排水船型,并以高速度、高耐波性、高效费比为主要标志的新型船。在军用、民用方面都具有极大的发展潜力。

其“性能”意指:机动性(快速性、操纵性等),两栖性(空海两栖、陆海两栖、越障能力等),隐身性(形隐身、声隐身、光隐身、电磁场隐身、电磁波隐身等),适居性(摇摆的缓和性和平台的稳定性等),安全性(生命力、抗沉性、防火、救援、损管能力等),可用性(可靠性、操作维修性、支援保障等),经济性(效费比、寿命、军民兼用等)。

高性能船有:以水翼理论为基础的水翼艇,以气垫理论为基础的气垫船,以机翼贴近地面或水面运动产生增升减阻效应的理论为基础的地效翼船,以滑行水动力理论为基础的滑行艇,以耐波理论为基础发展起来的小水线面船,以及单体、双体、多体排水型船和复合型船。

高性能船种类繁多,其新船型层出不穷、日新月异,在各类船舶中是新思想最丰富、最有创新、也最富活力的领域。几乎是每隔 10 年便至少有一种新型高性能船问世进入实用:20 世纪 40 年代是水翼船,50 年代是气垫船,60 年代是地效翼船,70 年代是高速双体船,80 年代是高速穿浪双体船和小水线面双体船,90 年代更出现多种复合船型。

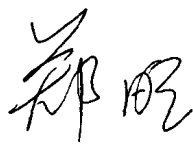
我国高性能船起步于 50 年代,由于经济技术水平发展限制,进展较慢。80 年代,发展势头增长,逐步使气垫船、水翼艇等实用技术水平步入国际先进行列。尤其可喜的是 90 年代中期以来,长江、珠江沿线和南海、港澳地区成为亚洲高性能船应用与开发的热点海域和建造中心。多种型式的侧壁式气垫船、全垫升气垫船、高速双体船、双体穿浪船、水翼船、地效翼船、小水线面双体船……脱颖而出,竞相争辉。船体结构材料不仅有钢、玻璃钢,而且转向采用铝合金;推进方式不仅有高效螺旋桨、喷水推进,更应用了半浸桨;航速有了大幅度提高;船的耐波性、操纵性、安全性不断得到改善,使海事各界能充分感受到发展高科技、高性能船产生的效益。

本书由中国造船工程学会科普工作委员会和中国船舶科学研究中心共同主持编辑,是一本高级科普读物,读者对象为我国国民经济、国防工业与科研、交通运输、海洋产业、海军与军事装备部门的有关领导、管理和技术人士,船舶及其配套工业系统的有关人员。希望有助于这些同志加深对高性能船的理解,推动和支持我国军民结合的高性能船的开发与应用。本书也可作为高等学校船舶及海洋工程系学生、广大热爱海洋和舰船的海员、指战员、工人和青少年学生的参考教材。

本书编写人员由中国船舶科学研究中心、海军工程大学、中国船舶与海洋工程研究设计院、上海交通大学的研究员、教授、高级工程师担任,具体如下:第一章,楼连根、李百齐、郭值学;第二章,邢圣德、程明道、李定尊、张承霞;第三章,董祖舜;第四章,张大雄;第五章,葛纬桢;第六章,顾雄、唐国明;第七章,郭值学、李淑明;第八章,计志也;第九章,汪瑛;第十章,唐开元;第十一章,周永余、胡柏青;第十二章,董祖舜。他们都是长期直接从事不同高性能船研究开发的技术专家,在理论与实践的结合上卓有成效。不少作者工作繁重,但为了推动高性能船的发展,他们利用业余时间完成撰稿。在各章初稿完成后,主编和副主编对全书布局作了协调和统稿,对各章内容进行了修改和校审,并最后定稿。特别是中国工程院吴有生院士、中国船舶科学研究中心郜焕秋所长和李百齐副总工程师、《舰船知识》杂志社王义山总编辑、谢乃霞副社长等同志从本书的酝酿到组织撰写、审阅修改,直到统审编辑出版的全过程中自始至终都给予了领导、支持或亲自参与,同时又得到国防工业出版社杨星豪总编辑的关怀,使本书得以在 21 世纪初和读者见面。

中国造船工程学会科普工作委员会在 1997 年还曾组织出版过《高性能船》图集,收入世界现有 20 多个国家和地区军用、民用高性能船 100 个型号的图片,其中多数为 60 年代后的船型,并对每型船皆有简要的文字说明。这两本书,一图一文,介绍了世界上高性能船的原理、特点、性能、应用、营运和发展,希望为广大读者跨入 21 世纪海洋新时代,在推动舰船高科技发展和高性能船应用方面起点作用。

总装备部科技委顾问 海军少将



2001 年 2 月

内 容 简 介

本书介绍当今世界已经出现和将要出现的各种高性能船,并从原理、性能和应用诸方面说明其特点和发展趋势。本书属于高级专业科普读物,适合于国民经济、国防建设战线各级领导和公务员阅读,以熟悉造船工业所包含的日新月异的科技含量,争取从领导上关心、支持我国高性能船的开发和应用;也适合于不同专业的科技人员,大中学生及各界公众阅读,以开阔眼界,为迎接海洋新时代,进一步了解可征服和保护海洋的高科技船艇。

This book deals with various high-performance ships that have emerged and will emerge in the world and discusses their special features and developing trend in the light of their operational principles, performances and application. It is a high-level popular science book suitable for use by leaders and government workers at all levels in the national economic and defense sectors to get themselves familiar with the ever-changing science and technology in the shipbuilding industry and obtain support from the leadership for the development and application of high-performance ships in China. It is also suitable for use by all technical personnel, middle school and university students and reader of various circles to broaden their horizons and get a further understanding of the hi-tech ships that can be used to tame and protect the oceans in the new ocean era.

目 录

第一章 高性能船的产生背景、形成和分类	1
1.1 高性能船产生的背景	1
1.2 高性能船的形成	2
1.3 高性能船的分类	5
第二章 单体高速船	7
2.1 概述	7
2.2 单体滑行艇	8
2.2.1 单体滑行艇的基本力学原理	9
2.2.2 单体滑行艇的船型特征	11
2.2.3 滑行艇的阻力性能	12
2.2.4 滑行艇的稳定性	16
2.2.5 滑行艇的耐波性	18
2.2.6 滑行艇的操纵性	23
2.2.7 滑行艇的弱点和今后发展	24
2.3 过渡型高速船	25
2.3.1 过渡型高速船的用途、优点及发展趋势	25
2.3.2 过渡型高速船的船型特点	26
2.3.3 改善过渡型高速船航行性能的方法	26
2.4 深 V 船型	29
2.4.1 什么是深 V 船型	30
2.4.2 深 V 船型的发展和研制简况	30
2.4.3 深 V 船型航行性能特点	33
2.4.4 深 V 船型的使用特点	39
第三章 高速双体船与多体船	42
3.1 概述	42
3.2 高速双体船	43
3.2.1 高速双体船的船型与阻力特性	43
3.2.2 高速双体船的其他性能特点	50
3.2.3 超细长双体船	52
3.2.4 高速双体船的结构特点	55

3.3 穿浪双体船	55
3.3.1 穿浪双体船的船型特点	56
3.3.2 穿浪双体船的性能特点	57
3.3.3 穿浪双体船的发展趋势	58
3.4 双体滑行艇	58
3.4.1 槽道式双体滑行艇	58
3.4.2 超临界双体滑行艇	60
3.5 多体船	63
3.5.1 三体船的基本类型	63
3.5.2 三体船的性能特点	64
第四章 水翼船	67
4.1 概述	67
4.1.1 水翼船发展简史	67
4.1.2 水翼船类别	73
4.1.3 水翼船的优越性能	76
4.1.4 水翼船的不足之处	77
4.2 水翼基本原理	78
4.2.1 水翼水动力	78
4.2.2 水翼强度和材料	78
4.3 水翼船航行性能特点	79
4.3.1 水翼船的快速性	79
4.3.2 水翼船的稳性	80
4.3.3 水翼船的耐波性	80
4.3.4 水翼船的其他性能	83
4.4 水翼船的推进系统	83
4.5 水翼船的展望	84
第五章 小水线面双体船	86
5.1 概述	86
5.2 小水线面双体船的布局	89
5.3 小水线面双体船船型原理概述	90
5.4 小水线面双体船发展历史回顾	91
5.5 小水线面双体船船型特点	93
5.5.1 船型特点	93
5.5.2 性能与结构特点	93
5.6 现有小水线面双体船实船的数据及其分析	98
5.7 小水线面双体船船型的广泛用途	98
5.7.1 在民用方面的应用前景	98
5.7.2 在军事方面的应用前景	99

5.8 小水线面双体船船型存在的问题	100
5.9 小水线面双体船进一步开发的展望	100
第六章 气垫船	102
6.1 概述	102
6.2 气垫船的外形与构造	103
6.3 气垫船原理	104
6.3.1 气垫原理	104
6.3.2 气垫船的垫升系统	106
6.3.3 气垫船的推进系统	109
6.4 气垫船的航行性能	110
6.4.1 气垫船的快速性	110
6.4.2 稳定性问题	113
6.4.3 气垫船的操纵性	114
6.4.4 响应围裙	115
6.4.5 耐波性与航行控制系统	115
6.5 我国气垫船的发展情况	117
6.5.1 全垫升气垫船的发展情况	118
6.5.2 侧壁式气垫船的发展情况	119
6.6 国外气垫船发展情况	121
6.6.1 美国	121
6.6.2 英国	124
6.6.3 俄罗斯	125
6.6.4 瑞典	126
6.6.5 挪威	126
6.6.6 法国	127
6.6.7 日本	127
6.7 气垫船存在的问题及展望	130
第七章 地效翼船	131
7.1 概述	131
7.2 基本原理	137
7.2.1 地面效应	137
7.2.2 动力增冲	139
7.2.3 动力气垫	140
7.2.4 技术关键——运动稳定性	141
7.3 地效翼船的航行性能特点	143
7.3.1 快速性	143
7.3.2 耐波性	144
7.3.3 操纵性	144

7.4 与飞机比较	145
7.4.1 隐蔽性	145
7.4.2 安全性	145
7.4.3 经济性	146
7.5 存在问题及解决措施	148
7.5.1 操纵性问题	148
7.5.2 波浪中起飞降落问题	148
7.6 用途与发展前景	148
7.6.1 民用方面	148
7.6.2 军用方面	149
第八章 高性能船的推进装置	150
8.1 概况	150
8.2 水螺旋桨	151
8.2.1 无空化螺旋桨	151
8.2.2 超空化螺旋桨	153
8.2.3 半潜螺旋桨	156
8.3 空气螺旋桨	159
8.3.1 普通空气螺旋桨	159
8.3.2 导管空气螺旋桨	160
8.4 喷水推进	160
8.5 喷雾推进	161
8.6 喷气推进	163
第九章 高性能船的运动控制系统	164
9.1 概述	164
9.2 运动控制基本原理和系统组成	164
9.2.1 运动控制基本原理	165
9.2.2 系统组成	165
9.3 各类高性能船的典型运动控制系统	167
9.3.1 水翼船	167
9.3.2 双体(穿浪)船和小水线面双体船	171
9.3.3 单体船	172
9.3.4 气垫船	174
9.4 设计控制规律的理论与试验方法	174
9.4.1 理论方法	174
9.4.2 试验方法	175
第十章 高性能船的动力装置和传动装置	178
10.1 动力装置	178

10.1.1 动力装置的构成	178
10.1.2 动力装置的配置	178
10.1.3 动力装置的类型	178
10.2 动力传动方式及传动装置	187
10.2.1 动力传动方式	187
10.2.2 传动装置	188
第十一章 高性能船的通讯导航系统	191
11.1 导航系统	191
11.1.1 陀螺导航系统	191
11.1.2 无线电导航	193
11.1.3 计程仪、回声测深仪和自动操舵仪	195
11.1.4 组合导航系统和航迹绘图仪	197
11.2 通讯系统	199
11.2.1 无线电通讯系统	200
11.2.2 卫星通讯系统	201
11.2.3 通讯系统的发展趋势	202
第十二章 高性能船的发展前景	204
12.1 21 世纪是高性能船大展宏图的世纪	204
12.1.1 21 世纪更迫切需要高性能海上运输(或作业)平台	205
12.1.2 高新技术的迅猛发展提供了技术保障	205
12.2 21 世纪高性能船的发展目标	206
12.3 发展复合型高性能船——21 世纪高性能船发展的必然趋势	207
12.3.1 应用水翼技术的高性能船	208
12.3.2 气垫技术的应用	211

Contents

Chapter 1	Historical Background, Evolution and Classification of High Performance Marine Vehicles	1
1.1	Historical background of high performance marine vehicles	1
1.2	Evolution of high performance marine vehicles	2
1.3	Classification of high performance marine vehicles	5
Chapter 2	High Speed Monohull Vessels	7
2.1	Introduction	7
2.2	Planing monohull craft	8
2.2.1	Basic hydrodynamic principles of planing monohull craft	9
2.2.2	Hull form features of planing monohull craft	11
2.2.3	Resistance of planing craft	12
2.2.4	Stability of planing craft	16
2.2.5	Seakeeping of planing craft	18
2.2.6	Maneuverability of planing craft	23
2.2.7	Weak points and future evolution of planing craft	24
2.3	High speed semi-displacement vessel	25
2.3.1	Application, advantages and developing trend of high speed semi-displacement vessel	25
2.3.2	Hull form features of high speed semi-displacement vessel	26
2.3.3	Improvement of seagoing performance of high speed semi-displacement vessel	26
2.4	Deep “vee” vessel	29
2.4.1	Deep “vee” hull form	30
2.4.2	Historical perspective of deep “vee” vessel	30
2.4.3	Seagoing performance of deep “vee” vessel	33
2.4.4	Application of deep “vee” vessel	39
Chapter 3	High Speed Catamaran and Multi-hull Vessel	42
3.1	Introduction	42
3.2	High speed catamaran	43
3.2.1	Hull form and resistance of high speed catamaran	43
3.2.2	Other performance characteristics of high speed catamaran	50
3.2.3	Super slender twin hull	52
3.2.4	Structure characteristics of high speed catamaran	55

3.3	Wave piercing catamaran	55
3.3.1	Hull form features of wave piercing catamaran	56
3.3.2	Performance characteristics of wave piercing catamaran	57
3.3.3	Evolution of wave piercing catamaran	58
3.4	Planing twin hull	58
3.4.1	Planing channal twin hull	58
3.4.2	Super critical planing twin hull	60
3.5	Multi-hull vessel	63
3.5.1	Main type of trimaran	63
3.5.2	Performance characteristics of trimaran	64
Chapter 4	Hydrofoil Craft	67
4.1	Introduction	67
4.1.1	Historical perspective of hydrofoil craft	67
4.1.2	Classification of hydrofoil craft	73
4.1.3	Excellent performance of hydrofoil craft	76
4.1.4	Weak points of hydrofoil craft	77
4.2	Basic principle of hydrofoil	78
4.2.1	Hydrodynamic force of hydrofoil	78
4.2.2	Strength and material of hydrofoil	78
4.3	Seagoing performance of hydrofoil craft	79
4.3.1	Resistance of hydrofoil craft	79
4.3.2	Stability of hydrofoil craft	80
4.3.3	Seakeeping of hydrofoil craft	80
4.3.4	Other performance of hydrofoil craft	83
4.4	Propulsive system of hydrofoil craft	83
4.5	Future of hydrofoil craft	84
Chapter 5	Small Waterplane Area Twin Hull (SWATH)	86
5.1	Introduction	86
5.2	Configuration of SWATH	89
5.3	Basic principles of SWATH	90
5.4	Historical perspective of SWATH	91
5.5	Hull form of SWATH	93
5.5.1	Hull form features	93
5.5.2	Performance and structure	93
5.6	Data and its analysis of SWATH in the world	98
5.7	Applications of SWATH	98
5.7.1	Commercial applications	98
5.7.2	Military applications	99

5.8 Problems of SWATH	100
5.9 Prospect of SWATH	100
Chapter 6 Hovering Craft	102
6.1 Introduction	102
6.2 Configuration and structure of hovering craft	103
6.3 Basic principles of hovering craft	104
6.3.1 Principles of air cushion	104
6.3.2 Air cushion system of hovering craft	106
6.3.3 Propulsive system of hovering craft	109
6.4 Seagoing performance of hovering craft	110
6.4.1 Resistance of hovering craft	110
6.4.2 Stability of hovering craft	113
6.4.3 Maneuverability of hovering craft	114
6.4.4 Responsive skirt	115
6.4.5 Seakeeping and automatic control system	115
6.5 Evolution of hovering craft in China	117
6.5.1 ACV in China	118
6.5.2 SES in China	119
6.6 State of the art on hovering craft abroad	121
6.6.1 U.S.A.	121
6.6.2 U.K.	124
6.6.3 Russia	125
6.6.4 Sweden	126
6.6.5 Norway	126
6.6.6 France	127
6.6.7 Japan	127
6.7 Problems and prospect of hovering craft	130
Chapter 7 Wing in Ground Effect Vehicle (WIGV)	131
7.1 Introduction	131
7.2 Basic principles	137
7.2.1 Ground effect	137
7.2.2 Power augmentation of ram wing	139
7.2.3 Power air cushion	140
7.2.4 Key problem – stability of motion	141
7.3 Performance characteristics of WIGV	143
7.3.1 Resistance of WIGV	143
7.3.2 Seakeeping of WIGV	144
7.3.3 Maneuverability of WIGV	144