

中国现代海洋科学丛书

物理海洋学

PHYSICAL OCEANOGRAPHY

侍茂崇 主编

山东教育出版社

中国现代海洋科学丛书

物理海洋学

PHYSICAL OCEANOGRAPHY

侍茂崇 主编



山东教育出版社

中国现代海洋科学丛书

物理海洋学

侍茂崇 主编

出版者：山东教育出版社
(济南市纬一路 321 号 邮编：250001)
电 话：(0531)2092663 传真：(0531)2092661
网 址：<http://www.sjs.com.cn>
发 行 者：山东教育出版社
印 刷：山东新华印刷厂
版 次：2004 年 12 月第 1 版第 1 次印刷
印 数：1 - 2000
规 格：787mm×1092mm 16 开本
印 张：30 印张
插 页：3 插页
字 数：503 千字
书 号：ISBN 7 - 5328 - 4799 - 3
定 价：50.00 元

(如印装质量有问题,请与印刷厂联系调换)

前 言

海洋是全球生命支持系统的关键组成部分,在全球环境中具有极其重要的地位和作用。海洋是保障社会可持续发展的宝贵物质基础,海洋文明和文化又为人类相互交流、理解、合作,创造了无形的永续的精神财富。最近几十年来,海洋科学取得了巨大进展,物理海洋学也取得了长足的进步。1970年以前,一般用大尺度定常海洋环流模型来解释观测现象,变化部分则视为“噪音”;1970年以后,重点集中在中尺度变化(研究发现它拥有99%的海洋动力学能量)、内波、陆架波、混合和其他一些与时间有关的过程;“现”阶段,似乎又回到了第一个时期的某些大尺度问题,但是考虑了那些大尺度特征本身随时间变化的过程,以及与气候相关的缓慢变化。本书的出版主要围绕以下几个问题:

1. 物理海洋学基本知识

什么是海水的基本物理特征;影响海洋的热力和动力过程;描述这些过程的方程式和简单推导过程;一些理论的试验基础。

2. 主要的海洋过程



海流动力学,包括地转流和涡;风生环流包括 Ekman 环流;Ekman 泵吸作用和上升流;大洋热盐环流;边界流;上升流数值模式;波浪;内波;潮汐和潮流;风暴潮。

3. 卫星观测信息对物理海洋学的支撑

卫星是现代最重要的技术新发明之一。开始海洋学家不是张开双臂迎接卫星。现在我们逐渐明白,如果不愿意采用新技术,那么我们就不能指望在今后的岁月里很快“解决”气候学问题。

“权益、财富、健康、安全、科技”是本世纪初海洋科技工作的发展方针。新世纪我国海洋科技将围绕这十字方针,切实贯彻执行科技兴海战略,以高科技为先导,形成高技术、关键技术、基础研究、基础性工作各个层次相结合的战略部署,加速实现海洋科技成果产业化、业务化,为我国海洋事业的现代化提供强有力的支撑。本书的出版,希望能在科技兴海的大潮中起到一朵浪花的作用。

限于笔者水平,错误之处在所难免,希望广大读者给予指正。

本书承蒙刁新源、徐熠、王秀琴等同志校对,在此表示感谢。

编 者

2004 年 12 月

总序言

我承蒙大家的推崇来担任《中国现代海洋科学丛书》的总主编,感到很荣幸。同时我作为为之奋斗 70 多年的老海洋科技工作者,看到这套丛书出版自然感到由衷的高兴。《中国现代海洋科学丛书》共 9 部:《海洋生物学》、《海洋物理学》、《物理海洋学》、《海洋化学》、《海洋地质学》、《海洋环境科学》、《海洋工程》、《海洋经济学》和《中国海洋学史》。以上各部学术专著,系统地全面地概述了各个学科 100 年来,特别是新中国成立后 50 年学科建设和发展及其学术研究成果,展示了 21 世纪面临的前沿问题,探讨了解决的途径。经著名专家、著名学者评审,称它们“既有理论创新意义,又有指导实践的实用价值。达到国际先进水平”。各部专著的主编都是我国海洋科学有关方面造诣较深、颇有建树的知名专家学者。这些专著,是他们致力于海洋科研和实践几十年的一个总结,也是留给后人的一笔宝贵财富。

目前,在人口膨胀、资源短缺和环境污染日益突出的背景下,世界上有 100 多个沿海国家把开发海洋作为基本国策,作为加快经济发展、增强国家实力的战略选择。

近 20 年来,沿海各国加快了海洋经济发展的步伐。1980 年世界海洋产值约 3 400 亿美元,到 1990 年达到 6 700 亿美元,10 年翻了将近一番。20 世纪 90 年代以来,世界海洋经济产值平均每年的增长速度为 11%。海洋经济已日益成为世界各国国民经济的重要组成部分。根据这种发展趋势,一些有识之士普遍认为:21 世纪世界将进入海洋开发新世纪。在新世纪之初出版这套丛书,它的重要意义是可想而知的:它不仅将推动我国海洋科学理论的研究,而且必将促进我国海洋科学和海洋经济的发展,促使人们遵循客观规律,更加健康地开发海洋。

开发海洋必须坚持资源开发利用与生态环境保护同时并举,实现可持续发展战略。这是当代人类面临的双重历史使命,是人类经历了无数痛苦的磨难、总结正反两方面的经验得出的,应当成为人类海洋资源开发与保护必须遵循的规律。海洋是浩瀚的,它的面积占地球表面积的 70% 以上,海洋资源极其丰富,是资源的宝库、生命的源泉。但实践还告诉我们,海洋资源也是有限的,并不是取之不尽、用之不竭的,海洋环境的承载力也是有限的。众所周知,对海上倾废造成了海洋污染,无限制的捕捞造成了渔业资源枯竭,二氧化碳、甲烷等温室气体大量排放造成了全球变暖,这些教训难道还不应该汲取吗?

海洋开发与保护必须依靠科技进步。由于海洋环境的特殊性,人的天然器官不能适应海洋开发的需要,必须依赖科学技术;尤其是现代海洋开发,没有现代先进的技术装备,就不能进行大深度和高层次的海洋开发。美、英、日、法等国相继提出优先发展海洋科学基础理论和高新技术,以增强其开发管理海洋的能力。世界临海各国均把合理开发利用海洋作为求生存、求发展的战略决策,加大了海洋科技和资金的投入。我国是海洋大国,海洋开发是我国今后的主战场。为此必须加强海洋科技的投入,集中优势力量开发重点基础理论研究和应用基础研究,充分提高我国海洋科学的整体水平和国际竞争力;突出重点,以近海和大陆架区域研究为主,适度向大洋拓展;抓住机遇,融入海洋科学全球化,积极参加全球化研究;加大经费投入,建立国家海洋科学创新的思想库和人才库,把“青岛·中国海洋科学研究中心”建设好。

海洋是全球来往的通道,是资源的宝库,是兴国的发祥地,是人类新的生存空间。把我国新世纪发展战略纳入到海洋强国的轨道上来,是顺乎潮流的强国之道。沿海国家的政治、经济、军事无可选择地与海洋联系在一起,国家的兴衰荣辱无可选择地与海军力量联系在一起。海洋和海军实际上成了国家战略问题。目前世界正处于和平与发展时期,我国将利用这个国际环境进行现代化建设。但世界并不太平,进入 20 世纪 90 年代以来,世界上影响最

大、范围最广又难以解决的热点多发生在海洋上或沿海地区。《海洋法国际公约》生效后,世界各国围绕海洋权益的争夺不断升温,我国海洋权益也面临着严峻挑战,存在着资源被掠夺、岛屿被侵占、国土被分割以及多元化威胁的局面。所以,海洋强国战略事关国家的主权和权益、经济和安全,关系着民族的兴衰。海洋活动本质上是开放性、商业性的活动,它与市场经济、与经济全球化有着天然的联系。我们要利用海洋加强与世界各国的贸易往来和文化交流,促进海洋经济发展。同时,要加快海军现代化建设,改进武器装备,使我国海军成为海防安全的坚强柱石。

我们这套丛书,虽然经过众多专家学者精心努力,但肯定还会有缺点和错误,有一些不尽人意的地方。我们期盼着广大读者提出宝贵意见和批评,也希望就不同学术观点展开讨论,更希望看到更高水平的海洋科学论著问世,让我们为人类海洋事业不断前进不断做出贡献!

山东教育出版社是“全国优秀出版社”,“出精品、成系列、重积累、见长效”是该社的出版特色。这次他们以极大的热情、最高的标准、百倍的努力来策划、编辑、出版《中国现代海洋科学丛书》,付出了很大的心血和资金。值此丛书出版之际,我谨代表编委会对他们的敬业精神表示钦佩,并致以衷心的感谢。

学星套

2004年4月18日

丛书编委会

顾 问 宋 健
总 主 编 曾呈奎
副总主编 孙 斌 张正斌
编 委 (以姓氏笔画为序)
王 涛 刘智深 孙 斌 杨子赓
邹景忠 张正斌 张培军 侍茂崇
郑一钧 徐鸿儒 曾呈奎

本册编委会

主 编 侍茂崇
编 委 (以姓氏笔画为序)
鲍献文 高郭平 侍小兵
周 慧 李训强



▲ 丛书编委会部分成员合影,前排左起第四位为中科院资深院士、丛书总主编曾呈奎, 第二排左起第三位为本册主编侍茂崇。

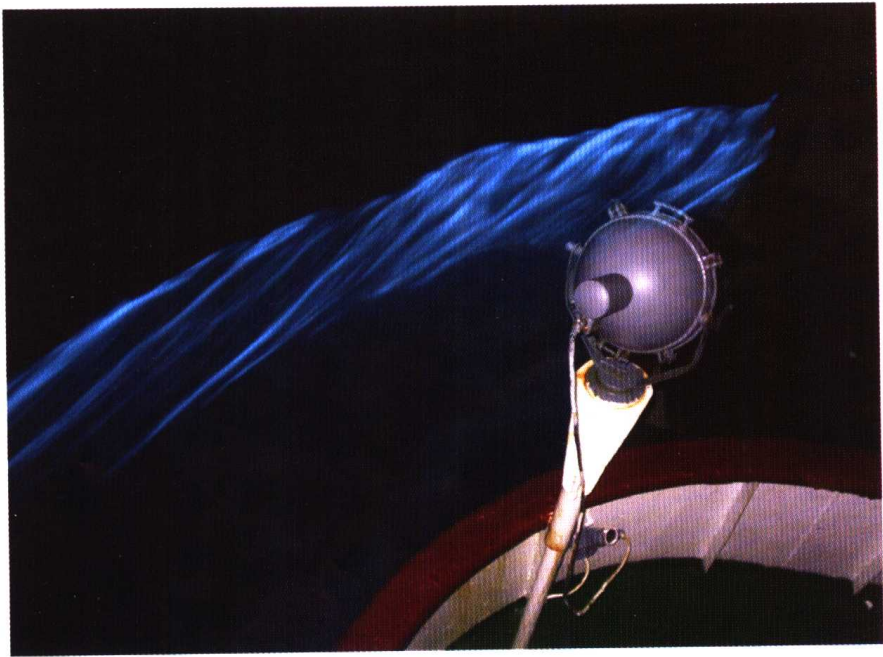


图1 在东海海域夜间拍摄到的海发光

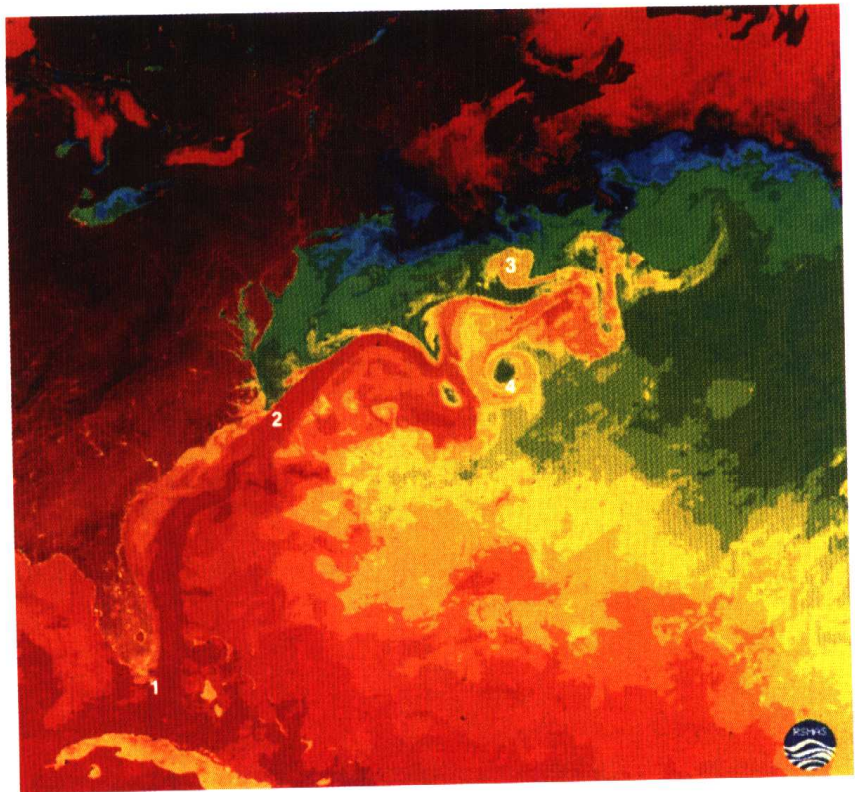


图2 从卫星的红外图像上看到的湾流中尺度涡

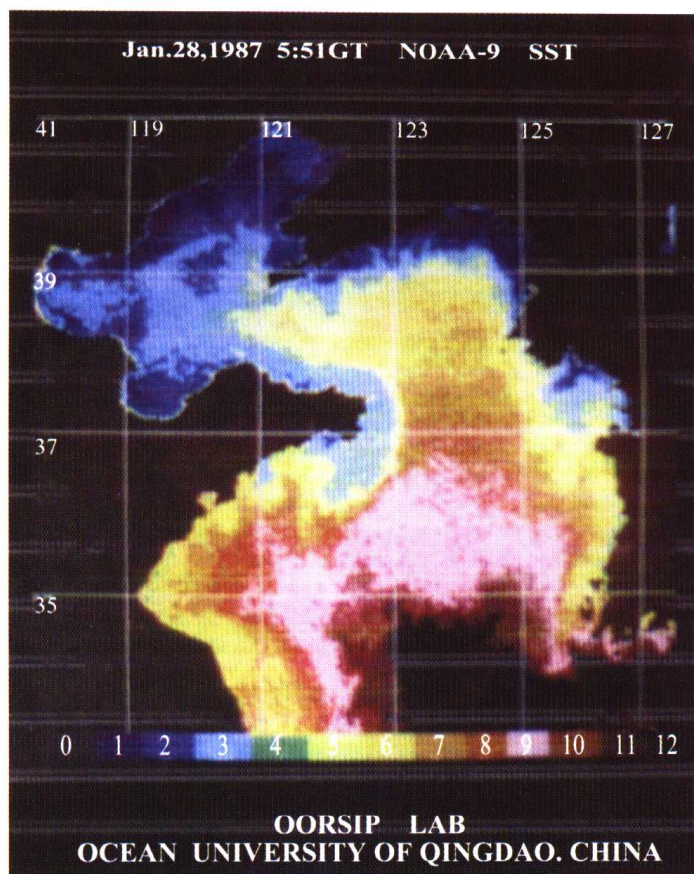


图3 1987年1月28日黄渤海SST卫片



图4 西沙群岛珊瑚礁水下沟槽

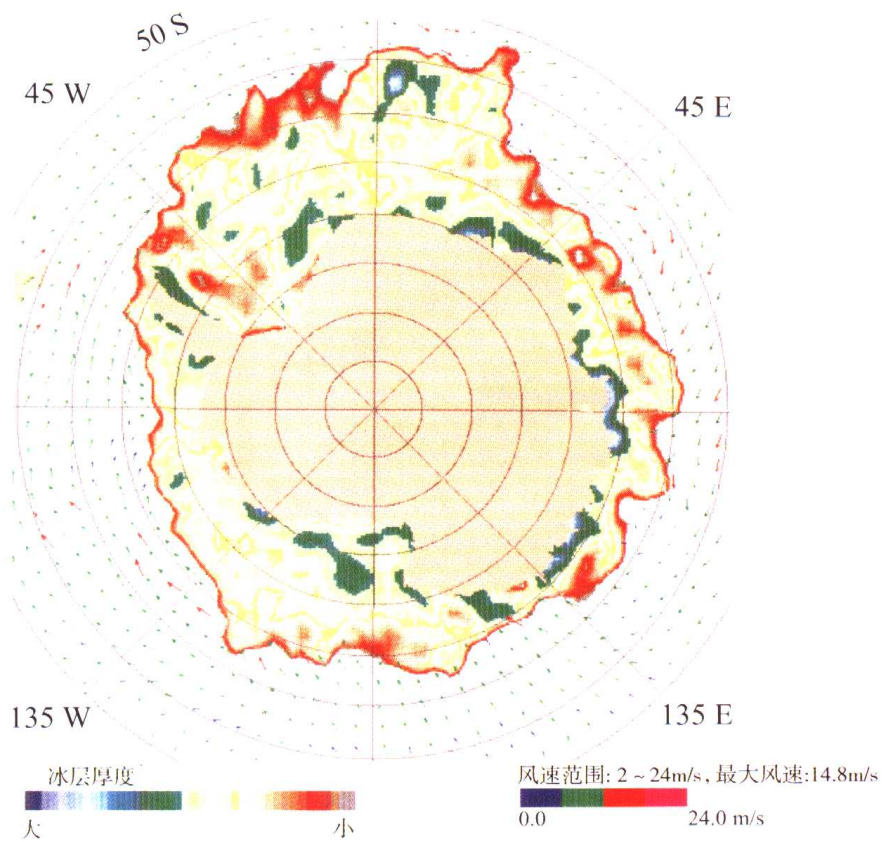


图5 南极极锋以南海区冰场

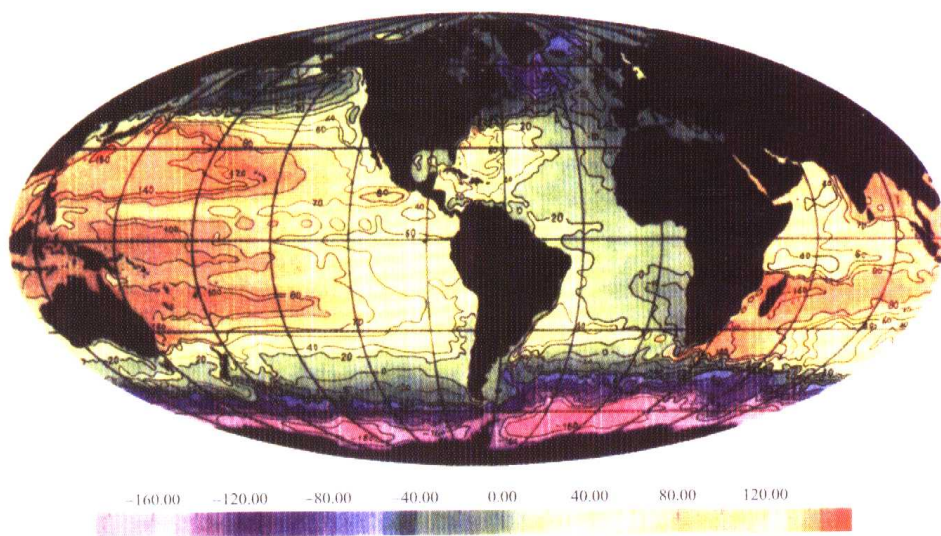


图6 卫星高度计测得的世界大洋海平面图

目 录

| | |
|-----------------------------------|------|
| 前言 | (1) |
| 第一章 引言 | (1) |
| 第一节 20 世纪以前人类对海洋的认识与物理海洋学进展 | (1) |
| 第二节 实践是开启真理的钥匙 | (4) |
| 第二章 海水物理性质 | (9) |
| 第一节 海水的空间分布 | (9) |
| 第二节 水的特性 | (14) |
| 第三节 水的绝热变化和位温 | (15) |
| 第四节 盐度 | (20) |
| 第五节 海水的密度和比容 | (22) |
| 第六节 海水中的声速 | (24) |
| 第七节 海水的光学特性 | (26) |
| 第八节 海冰 | (30) |
| 第九节 海水其他物理特性 | (33) |
| 第三章 海洋表面热平衡与水平衡 | (36) |
| 第一节 海洋热平衡分量 | (36) |
| 第二节 热平衡和海冰 | (42) |

| | | |
|-----|--------------------------|-------|
| 第三节 | 海洋中的水量收支 | (44) |
| 第四节 | 世界大洋的温度场 | (49) |
| 第五节 | 世界大洋的盐度场和密度场 | (55) |
| 第六节 | 海洋温度、盐度、密度的细微结构 | (61) |
| 第四章 | 水团分析 | (64) |
| 第一节 | 水团的基本概念和术语 | (64) |
| 第二节 | 水团的划分 | (66) |
| 第三节 | 世界大洋的水团 | (71) |
| 第四节 | 我国浅海水团分布的特点 | (81) |
| 第五章 | 海水运动方程 | (87) |
| 第一节 | 力的分析 | (87) |
| 第二节 | 守恒方程 | (98) |
| 第三节 | 起始方程及其简化和变换 | (99) |
| 第六章 | 海流 | (109) |
| 第一节 | 地转流 | (110) |
| 第二节 | 风海流 | (122) |
| 第三节 | 惯性流 | (130) |
| 第四节 | 赤道流与厄尔尼诺 | (131) |
| 第五节 | 季风环流 | (137) |
| 第六节 | 大洋环流中长波的作用 | (139) |
| 第七节 | 流的西向强化问题 | (148) |
| 第八节 | 大洋环流基本形式 | (154) |
| 第七章 | 升降流 | (164) |
| 第一节 | 概述 | (164) |
| 第二节 | 基本理论 | (173) |
| 第三节 | 上升流数值计算、压强项处理与射流性质 | (181) |
| 第四节 | 中国海的升降流 | (187) |
| 第八章 | 浅海海流 | (192) |
| 第一节 | 浅海海流定义与特征 | (192) |
| 第二节 | 潮汐余流 | (196) |
| 第三节 | 地形影响和海底边界层 | (198) |
| 第四节 | 河口环流 | (205) |

| | |
|----------------------|-------|
| 第五节 海峡 | (216) |
| 第六节 陆架风生海流 | (223) |
| 第七节 海岸和陆架区浮力影响 | (234) |
| 第九章 中国海海流特征 | (239) |
| 第一节 东中国海的海流 | (239) |
| 第二节 南海环流 | (247) |
| 第十章 波浪 | (254) |
| 第一节 导言 | (254) |
| 第二节 基本运动方程和解 | (257) |
| 第三节 毛细波 | (265) |
| 第四节 有限振幅波 | (267) |
| 第五节 群速度和波能 | (269) |
| 第六节 驻波 | (272) |
| 第七节 波的产生、传播和消散 | (273) |
| 第八节 波谱分析 | (281) |
| 第十一章 潮汐 | (288) |
| 第一节 潮汐中一些常用名词 | (288) |
| 第二节 与潮汐有关的天文知识 | (292) |
| 第三节 平衡潮理论 | (296) |
| 第四节 全球水域中的潮波 | (312) |
| 第五节 有界水域的潮波 | (316) |
| 第六节 潮流 | (318) |
| 第十二章 内波 | (330) |
| 第一节 概述 | (330) |
| 第二节 界面波的特征 | (333) |
| 第三节 混合型内波的特征 | (336) |
| 第十三章 海洋锋 | (352) |
| 第一节 海洋锋的分类和定义 | (352) |
| 第二节 岬角锋 | (354) |
| 第三节 浅海峰 | (356) |
| 第四节 河口锋 | (357) |
| 第五节 上升流锋 | (362) |

| | | |
|------|--------------------------|-------|
| 第六节 | 陆架坡折锋 | (364) |
| 第七节 | 锋动力学和锋生 | (366) |
| 第八节 | 上升流中密度锋的不稳定性 | (371) |
| 第十四章 | 风暴潮 | (376) |
| 第一节 | 概述 | (376) |
| 第二节 | 大陆架上的风暴潮 | (381) |
| 第三节 | 大洋风暴潮的生成和传播 | (387) |
| 第十五章 | 极地海洋学 | (392) |
| 第一节 | 南大洋 | (392) |
| 第二节 | 北冰洋 | (410) |
| 第十六章 | 遥感海洋学 | (417) |
| 第一节 | 导言 | (417) |
| 第二节 | 卫星观测海洋的传感器 | (421) |
| 第三节 | 海洋遥感的主要对象 | (431) |
| 第十七章 | 展望 21 世纪物理海洋学的发展方向 | (446) |
| 参考文献 | | (452) |