

高等学校教材



环境海洋学

李凤岐 高会旺 主编



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

高等学校教材

环境海洋学

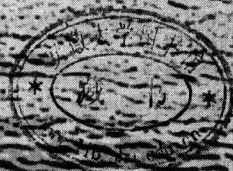
Huanjing Haiyangxue

李凤岐 高会旺 主编



高等教育出版社·北京

HIGHER EDUCATION PRESS · BEIJING



内容提要

本书是在环境科学与海洋科学学科交叉的基础上编写而成的,重点介绍海洋环境问题及其海洋科学基础,并包括海洋环境保护与管理的部分内容。全书共分12章。第一章概述环境科学、海洋科学和环境海洋学的有关概念,第二章到第十二章分别介绍海洋环境地质、海洋环境物理特性、海水运动、海洋与大气的相互作用、海洋环境化学、海洋环境生态学、海洋环境调查与监测、海洋环境影响评价、海洋环境经济学、海洋环境保护法、海洋环境管理与规划等。编写中尽力体现环境科学与海洋科学的交叉融合,以期为海洋开发、利用与管理提供现实参考。

本书可作为高等学校环境科学类及相关专业本科生的教材,亦可作为相关学科研究生的教学参考用书;同时可供从事海洋环境基础研究和海洋环境保护的科技人员及行业管理人员阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

环境海洋学/李凤岐,高会旺主编.--北京:高等教育出版社,2013.5

ISBN 978-7-04-035469-0

I. ①环… II. ①李…②高… III. ①环境海洋学-高等学校-教材 IV. ①X145

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 053833 号

策划编辑	陈海柳	责任编辑	陈海柳	封面设计	于文燕	版式设计	马敬茹
插图绘制	杜晓丹	责任校对	殷 然	责任印制	朱学忠		

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100120
印 刷 北京鑫丰华彩印有限公司
开 本 787mm×960mm 1/16
印 张 36
字 数 650 千字
插 页 2
购书热线 010-58581118

咨询电话 400-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landracom.com>
<http://www.landracom.com.cn>
版 次 2013年5月第1版
印 次 2013年5月第1次印刷
定 价 58.00 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换

版权所有 侵权必究

物 料 号 35469-00



序

工业革命以来衍生的环境问题,既引发了 20 世纪发达国家反复暴发的“环境公害”,也推动了环境科学的形成与发展,进而促使人们在环境观念上产生了质的飞跃。“环境与发展”屡屡被提上全球峰会讨论的议程,“可持续发展”与“保护环境”成了全球公众的话题。我国在 1978 年的《中华人民共和国宪法》中就规定了“国家保护环境和自然资源,防治污染和其他公害”;1979 年 3 月,成立了中国环境科学学会,标志着中国环境科学研究进入了一个新的阶段。在探索与开发海洋的过程中,人类逐渐认识到海洋环境与海洋生态系统的脆弱性。早在 20 世纪中叶,西方发达国家向海洋倾倒核工业放射性废物就是最早引起世人关注的海洋污染源;同一时期,近海富营养化对海洋生态系统的影响也备受关注。其后,海洋环境问题和生态损害事件频繁发生,既进一步为人类敲响了保护海洋环境的警钟,也推动了环境海洋学的形成和发展。1979 年,美国环境保护协会首次举办了关于河口富营养化问题的国际专题研讨会;1983 年,比尔(Beer T)的《环境海洋学》(*Environmental Oceanography: An Introduction to the Behaviour of Coastal Waters*)问世。在我国,山东海洋学院(中国海洋大学的前身)从事海洋科学教学和科研的一些教师在 20 世纪 70 年代就已开始了海洋环境动力学的探索;1982 年,第五届全国人民代表大会通过了《中华人民共和国海洋环境保护法》,加强了海洋环境保护的力度;1984 年,山东海洋学院成立了海洋环境保护研究中心,直接服务于国家和地方的海洋环保事业。1990 年,青岛海洋大学(山东海洋学院于 1988 年更名为青岛海洋大学)率先创建我国第一个环境海洋学博士点和硕士点,以科研、教学和社会服务等多种形式,通过校内外、国内外的学术交流与合作研究为我国在研究生层面上培养环境海洋学高级人才做出了突出贡献。

1992 年,联合国《21 世纪议程》提出了实现可持续发展的行动计划,明确指

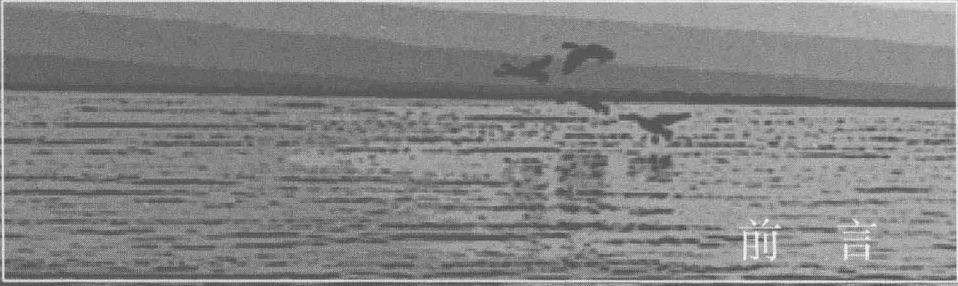
出海洋是全球生命支持系统的一个基本组成部分,也是有助于实现可持续发展的宝贵财富;1998年是第一个“国际海洋年”,6月8日被正式定为“国际海洋日”,更引起全人类普遍关注海洋对维持地球生态系统平衡所发挥的不可替代的作用。我国也进一步启动了“2000年海洋污染预测及防治对策研究”等国家级有关项目;特别是后来国务院发布的《全国科技兴海规划纲要(2008—2015)》,对我国海洋环境科学的发展起到了更有力的推动作用。在这一时期,青岛海洋大学也顺势而上,开始加强和完善海洋环境科学的高等教育:于1998年组建了环境科学与工程研究院;1999年设立了环境科学博士后流动站;2000年获准环境科学与工程博士学位授权一级学科;2001年,成立了环境科学与工程学院,将分别于1998年和2000年开始招生的环境工程和环境科学本科专业纳入麾下;2007年,环境科学学科获准为国家级重点学科,“海洋环境与生态教育部重点实验室”也通过了验收。自此,中国海洋大学(2002年由青岛海洋大学更名)建立和完善了以海洋为特色的环境专业“本科-硕士-博士-博士后”一整套人才培养体系。在此基础上,我国第一部《环境海洋学》教材就应运而生了。

中国海洋大学自20世纪90年代就在研究生层面开设了环境海洋学课程,特别是21世纪以来在为本科生开设环境海洋学课程的过程中,不断融汇相关师生的意见和要求,对课程的内容和结构进行了充实和调整,中国海洋大学教学督导在听课和评估中也对课程定位和教学大纲提出了宝贵的意见和建议。2008年,该课程被评为国家级精品课程。基于上述意见和建议的汇总与思考,由主编拟定了编写大纲并经多次讨论后,组织中国海洋大学相关师资力量,集思广益、通力协作,并分工撰写,遂成这部集体编著的新教材。教材注重环境科学与海洋科学的交叉和有机融合,在重点关注海洋科学基础、海洋环境问题的同时,也涉及了海洋开发、利用和保护方面的内容,如海洋环境经济、海洋环境保护法以及海洋环境监测、评价、规划与管理等,并单立章节加以论述。故这是一部既着重理论又注意应用的基础性教材。

一部著作的问世,往往是应社会的需求和时代的召唤,经过长期科学研究积累的产物;一部教材的出版,还要经历教学辩证和师生互动过程的经验积累;一部基础教材的问世,更需一个由“薄”读“厚”,再由“厚”读“薄”的思辨凝练、深入浅出的艺术表达过程。我很高兴地接受主编李凤岐和高会旺二位教授所托,为我国第一部《环境海洋学》教科书作序。

冯士祚

2012年5月



前言

海洋是地球生命系统的重要组成部分,也是人类实现可持续发展的宝贵财富。在经济发展的道路上,许多国家都经历过或正在经历“趋海化”过程。如今,世界上 3/4 的大城市、70% 的人口和 70% 的工业资本聚集在距海岸 100 km 左右的沿海地区,这主要是因为沿海地区具有较好的经济基础、便利的交通条件与优美的环境,以及“造陆”获取的廉价土地资源。在经济发展的过程中,大量陆源污染物质入海,导致了近海区域的环境污染与生态破坏;为扩大陆域面积而围海造地,造成了对海岸湿地与自然岸线的破坏;海上油气开发对海洋生态系统会造成影响并具有破坏生态的高风险;过度捕捞会伴有渔业资源的衰退和生物多样性的降低;有害污染物对极具多样性的海洋生物有毒性作用,并可通过食物链向更高营养级传递,最终影响人类健康。可见,海洋有其自身的属性和丰富的生态系统特征,它既不是用之不竭的资源宝库,也不是能够容纳一切废物的廉价“垃圾场”,要实现人类和海洋的双赢,更需要的是人类在深刻理解其演化规律基础上的悉心呵护。

鉴于社会和经济发展的需求,人类开发海洋的脚步不会停止。2010 年春季,墨西哥湾溢油事件为海洋开发活动敲响了警钟,但遗憾的是这并没能阻止溢油污染事件的再次发生;时隔仅仅 1 年,渤海蓬莱 19-3 油田溢油事故使大面积海域遭受污染。这些溢油事故为全球海洋环境保护再次敲响了警钟,告诫人类在向海洋进军的同时,必须关爱海洋环境。

在科学层面上,环境科学与海洋科学的渗透与交叉形成并推动了环境海洋学的发展,深化了人们对海洋环境演化规律及其对人类活动与气候变化响应的认识。本书就是顺应环境科学与海洋科学的交叉发展趋势而编写的我国第一部适用于本科教学的环境海洋学教材。

全书的编撰分工如下:第一章,李凤岐、高会旺;第二章,贾永刚、李相然(烟

台大学);第三章,李凤岐、马彩华、游奎;第四章,刘哲、李凤岐、张学庆;第五章,高会旺、高增祥;第六章,石金辉、邹立;第七章,李正炎、刘长;第八章,祁建华、史洁;第九章,张学庆、孙英兰;第十章,王荭、王琪;第十一章,马英杰;第十二章,刘艳玲。

本书初稿完成后,由李凤岐、高会旺统一修改、完善并定稿。史洁负责全书的文字编修和校对工作。

衷心感谢中国海洋大学有关领导和同仁对本书编写工作的鼎力支持。感谢中国科学院院士、中国海洋大学冯士筴教授对环境海洋学教学工作及教材编写的悉心指导,并为本书写序,这是对我们最大的鼓励。感谢中国科学院海洋研究所邹景忠先生对全书进行了审阅并提出了中肯的修改意见,使本书得以提高和完善。高等教育出版社陈海柳女士的热心支持和帮助,使本书得以付梓,谨此致以衷心的感谢!

鉴于这是我国第一部环境海洋学教科书,其体系、内容和教学效果还有待在今后的教学过程中不断实践、探索和改进。由于执笔者水平所限,书中难免存在不少疏漏,敬请各方不吝赐教,及时斧正。

编 者

2012年3月于青岛



目 录

第一章 绪论	1
第一节 环境科学	1
一、环境与环境问题	1
二、环境科学的发展与环境观的演进	6
三、环境科学的体系与分支	8
四、中国环境科学的发展	9
第二节 海洋科学	12
一、海洋科学的研究内容与分支学科	12
二、海洋科学的发展与海洋观的演进	12
三、中国海洋科学的发展	14
第三节 环境海洋学	15
一、环境海洋学的研究内容	15
二、海洋环境功能及海洋环境问题的特殊性	15
三、中国环境海洋学的发展	21
思考题	24
第二章 海洋环境地质	26
第一节 地球与海洋	26
一、地球环境	26
二、地球上的海洋	27
第二节 海底地形地貌	29
一、海底地形地貌类型及其特征	29
二、中国近海海底地形地貌特征	34
第三节 海底沉积作用与沉积物特征	41

一、沉积物的来源	42
二、大洋沉积物的组分和分类	42
三、大洋沉积作用	43
四、海底主要沉积物的基本特征	44
五、中国近海海底沉积物分布	45
第四节 海底构造环境	46
一、大陆漂移	46
二、海底扩张	47
三、板块构造	48
第五节 海洋地质灾害	49
一、基本概念	49
二、几种典型的海洋地质灾害	50
第六节 海底矿产资源及其开发的环境效应	54
一、海底矿产资源的主要类型	54
二、海底采矿对环境的影响	58
第七节 海岸带开发及其环境效应	60
一、海岸带	60
二、海岸带附近的主要资源	61
三、海岸带开发的环境问题	63
四、海岸带的可持续发展	65
思考题	67
第三章 海洋环境物理特性	68
第一节 海水的主要热学和力学性质	68
一、纯水的特性	68
二、海水的盐度	69
三、海水的主要热学性质和力学性质	70
四、海水的密度和海水状态方程	75
第二节 海水的声学与光学性质	77
一、声波在海水中的传播	77
二、声学技术在海洋环境研究和开发中的应用	79
三、光在海水中的衰减	80
四、海水的透明度、水色和海色	82
五、光学技术在海洋环境研究和开发中的应用	83
第三节 海冰	86

一、海冰的形成条件、冰型及分布	86
二、海冰的物理性质	87
三、海冰与海洋环境	88
第四节 世界大洋的热量、水量平衡	89
一、海面热收支	89
二、海洋内部的热交换	93
三、海洋中的水平衡	94
第五节 世界大洋温度、盐度、密度的分布和水团	96
一、温度、盐度和密度的分布与变化	96
二、海洋水团	105
三、海洋温度、盐度、密度的细微结构	106
第六节 中国近海水文物理环境特征	107
一、入海径流简况	107
二、水温、盐度、密度的分布与变化	108
三、跃层和细微结构	116
四、海冰的分布与变化	117
五、水色、透明度和声速分布	121
六、海洋水团特征	125
思考题	128
第四章 海水运动	130
第一节 海水运动与物质输运方程	130
一、海水运动作用力	130
二、海水运动的基本方程组	135
三、物质输运方程	138
第二节 海水运动的类型	140
一、海流	140
二、海洋中的波动现象	148
第三节 中国近海海水运动特征概况	188
一、中国近海环流概况	188
二、中国近海海浪概况	190
三、中国近海潮汐与潮流概况	191
四、中国风暴潮概况	197
五、中国近海内波概况	198
思考题	198

第五章 海洋与大气相互作用	200
第一节 大气成分及其变化	200
一、大气的垂直热结构	200
二、现代地球大气组成	203
三、大气成分的变化	207
第二节 海洋-大气边界层	212
一、大气边界层的结构和特征	212
二、上层海洋与低层大气的作用	214
第三节 海洋与大气的能量和物质交换	218
一、海气相互作用	218
二、海气的能量交换	221
三、大气物质向海洋的输入及其环境效应	223
第四节 气候变化及其环境效应	227
一、气候系统与气候变化	227
二、气候变化的辐射强迫	227
三、气候变化的海洋环境效应	229
第五节 影响中国近海的主要天气系统与气候要素	232
一、中国近海的主要天气系统	232
二、中国近海气候要素	236
思考题	240
第六章 海洋环境化学	241
第一节 海洋环境化学要素	241
一、海水的化学组成	241
二、海洋环境的主要化学参数	244
三、海水中的营养盐	250
四、海水中的微量元素	259
五、海水中的有机物	261
六、海水中的溶解气体	262
七、海洋中的放射性元素	267
八、海水的化学资源	269
第二节 海洋界面过程及环境化学效应	271
一、河海混合界面和海陆相互作用	271
二、海气界面的气体交换	274
三、海水沉积物界面	278

第三节 海洋生态化学与污染控制技术	281
一、近海富营养化	281
二、有机污染物的行为和归宿	284
三、重金属污染的危害和防治方法	291
四、海洋放射性污染物的危害和防治措施	293
思考题	294
第七章 海洋环境生态学	295
第一节 海洋环境要素及其生态作用	295
一、自然因素	297
二、人为因素	303
第二节 海洋生物类群	305
一、浮游生物	305
二、底栖生物	315
三、游泳生物	323
第三节 海洋生态系统	327
一、河口	327
二、海湾	328
三、沼泽林	329
四、海草场	330
五、红树林	331
六、珊瑚礁	332
七、热液口和冷渗口	333
第四节 海洋生产过程与能流分析	334
一、海洋的生产过程	334
二、海洋生态系统的能量流动	340
第五节 人类活动与海洋生物生态响应	344
一、海洋环境污染现状	344
二、海洋环境污染的类型及生物生态响应	345
第六节 海洋生态修复	348
一、生态修复的基本概念和基础理论	348
二、海洋生态修复技术	350
三、不同类型海洋系统的生态修复	352
四、海洋生态修复的发展趋势展望	355
思考题	356

第八章 海洋环境调查与监测	357
第一节 海洋环境调查	357
一、深度、水温、盐度观测	357
二、透明度、水色观测	359
三、海浪、海流观测	359
四、湍流与混合观测	364
五、海洋遥感	364
第二节 海洋环境监测	366
一、海水水质标准	366
二、海洋沉积物质量标准	369
三、海洋水体监测目的、项目及方法	370
四、海洋水体监测方案的制定	370
五、水样采集	373
六、化合物的测定	381
七、海洋沉积物监测	388
思考题	394
第九章 海洋环境影响评价	396
第一节 海洋环境影响评价概述	396
一、海洋环境质量与环境评价	396
二、海洋环境影响评价的基本任务和程序	397
三、海洋环境影响评价工作的依据	400
第二节 海洋环境现状调查与评价	401
一、海域环境概况调查	401
二、污染源调查	402
三、海洋环境质量调查	402
第三节 海洋环境质量现状评价	406
一、评价参数的选择与确定	406
二、评价标准的确定	406
三、评价方法	406
四、现状评价的主要内容	407
第四节 海洋环境影响预测	407
一、预测方法选择	407
二、环境数值模型分类	408
三、海洋环境预测中常用数值模型	408

第五节 海洋环境影响预测内容	420
一、区域环境影响预测内容	420
二、建设项目环境影响预测	423
第六节 海洋环境影响专题报告书的编制	423
思考题	426
第十章 海洋环境经济学	427
第一节 环境经济学简介	427
一、环境经济学的形成与发展	427
二、环境经济学的主要研究领域和前沿	429
第二节 海洋环境与经济发展	430
一、海洋环境对经济发展的作用	431
二、人类经济活动对海洋环境的影响	432
三、海洋环境的可持续开发利用	434
第三节 海洋环境问题产生的经济原因	437
一、海洋环境的公共物品属性	437
二、海洋环境的外部性	439
第四节 环境的经济价值	440
一、环境的价值形式	440
二、环境的价值构成	443
三、海洋环境价值的计量	446
四、海洋环境价值的应用	449
第五节 海洋环境经济政策	453
一、适度的污染排放量	453
二、海洋环境问题与“双失灵”	456
三、环境经济政策的基本形式	457
四、环境经济政策的基本功能	459
五、各类环境经济政策工具的优势与不足	460
六、环境经济政策选择的基本原则和实施过程	464
七、环境经济手段的新发展	466
思考题	468
第十一章 海洋环境保护法	469
第一节 我国海洋环境保护法的发展概况	469
一、海洋环境的概念和海洋环境保护法	469
二、我国海洋环境保护法的发展概况	471

第二节 我国海洋环境保护法律体系	472
一、《宪法》中关于环境保护的规定	472
二、法律规定	473
三、行政法规	474
四、海洋环境资源保护部门规章	474
五、海洋环境保护地方性法规和规章	474
六、海洋环境标准	475
七、其他部门法中关于海洋环境保护的法律规范	475
八、中国参加的海洋环境保护国际公约和签订的双边协定	476
第三节 海洋环境保护管理体制	476
第四节 防治各种海洋污染和保护海洋生态环境的法律和制度	478
一、防治海岸工程建设项目污染损害海洋环境	478
二、防治海洋工程污染损害海洋环境	481
三、防治陆源污染物污染损害海洋环境	485
四、防治船舶污染损害海洋环境	487
五、防治倾倒废弃物污染损害海洋环境	491
六、海洋物种及生态环境保护	493
第五节 海洋保护区制度	495
一、海洋自然保护区	495
二、海洋特别保护区制度	499
三、法律责任	501
第六节 国际海洋环境保护法	503
一、国际海洋环境保护法概述	503
二、重要的国际海洋环境保护公约	504
思考题	511
第十二章 海洋环境管理与规划	512
第一节 海洋环境管理概述	512
一、海洋环境管理的概念	512
二、海洋环境管理的意义	518
三、国外海洋环境管理概况	518
四、我国海洋环境管理的发展	520
第二节 海洋环境管理的内容	522
一、海洋环境管理的原则	522
二、海洋环境管理体制	525

三、海洋环境管理手段	529
第三节 海洋环境管理政策和措施	530
一、加强教育,提高全民的海洋环境意识	530
二、积极开展国内外技术交流	532
三、建立海洋信息系统	533
四、加强海洋环境的科学研究	535
五、调整海洋产业结构,发展海洋环保产业	538
六、建立应对海洋环境损害的管理制度	540
第四节 海洋环境功能区划	543
一、海洋功能区划	543
二、海洋环境功能区划	548
思考题	549
主要参考文献	550

第一章

绪 论

环境海洋学是环境科学和海洋科学相互交叉、渗透、融合而形成的一个新的综合性的分支学科,即“研究人类社会发展与海洋环境演化规律的相互作用,寻求人与海洋协调发展的学科”。

第一节 环 境 科 学

一、环境与环境问题

环境科学是在现代社会、经济和科学发展过程中形成的一门综合性科学。作为一门独立的学科,迄今只不过 40 余年的历史,而其发展势头却是异常强劲的。

(一) 环境

环境是相对于某一中心事物而言的;与该中心事物相关的周围事物的集合,即称为该中心事物的环境。中心事物是环境的主体,而周围事物是环境客体,后者既可以是物质的,也可以是非物质的。

《中华人民共和国环境保护法》规定:“本法所称环境,是指影响人类生存和发展的各种天然和经过人工改造的自然因素的总体,包括大气、水、海洋、土地、矿藏、森林、草原、野生生物、自然遗迹、人文遗迹、自然保护区、风景名胜区、城市和乡村等。”但在实际工作中,人们往往依据科研、管理等需求而对“环境”给出更具体的限定。

1. 环境的类别

环境科学所研究的环境,是以人类为主体的外部世界,即人类赖以生存和发