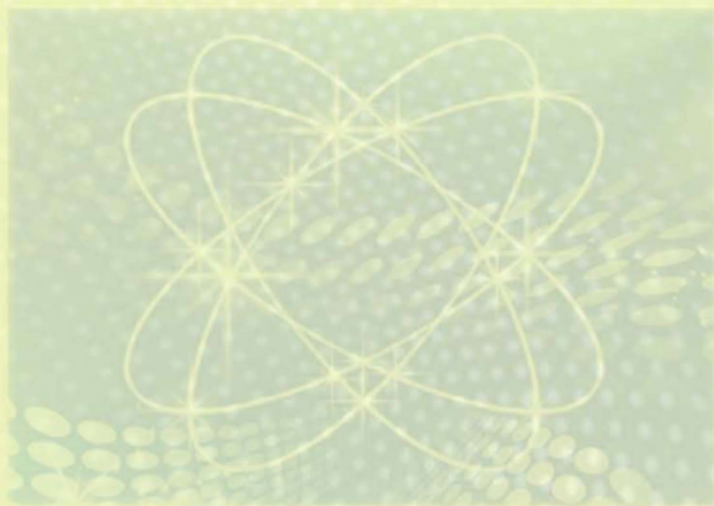


海洋恢复生态学

李永祺 唐学玺 主编



中国海洋大学出版社

中国海洋大学教材建设基金资助

海洋恢复生态学

主 编	李永祺	唐学玺		
副主编	周 斌	王其翔	王 影	
编 委	王 悠	肖 慧	张鑫鑫	张 璟
	袁梦琪	董文隆	孙田力	胡顺鑫
	陈红梅	沙婧婧	菅潇扬	王 明
	曾小霖			

中国海洋大学出版社

· 青岛 ·

内容简介

本书是恢复生态学领域以海洋生态系统为特色的专业教材。全书共四篇十六章。第一篇是概论篇,主要介绍海洋恢复生态学的内涵和定义、海洋恢复生态学产生的背景、海洋恢复生态学发展历史以及海洋恢复生态学的研究内容;第二篇是基础理论篇,主要介绍海洋生态系统、海洋生态系统退化、海洋恢复生态学的理论基础和学科基础;第三篇是技术方法篇,主要介绍海洋生态恢复的程序以及海洋生物、生境和生态系统恢复的方法与技术;第四篇是应用案例篇,主要介绍国内外在典型海洋生态受损区、典型海洋环境污染区和典型海洋生态灾害发生区生态恢复的典型案列。

本书可作为海洋生态学和海洋环境科学专业本科生和研究生教材,同时可供从事海洋恢复生态学以及相关学科的科技人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

海洋恢复生态学 / 李永祺, 唐学玺主编. —青岛: 中国海洋大学出版社, 2016.2

ISBN 978-7-5670-1082-6

I. ①海… II. ①李… ②唐… III. ①海洋生态学—生态系生态学—教材 IV. ①Q178.53

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第020387号

出版发行 中国海洋大学出版社
社 址 青岛市香港东路23号 266071
网 址 <http://www.ouc-press.com>
出 版 人 杨立敏
责任编辑 孙玉苗 魏建功
电子信箱 94260876@qq.com
印 制 青岛名扬数码印刷有限公司
版 次 2016年3月第1版
印 次 2016年3月第1次印刷
成品尺寸 185 mm × 260 mm
印 张 47.75
字 数 876千
印 数 1~2100
定 价 96.00
订购电话 0532-82032573 (传真)

前 言

海洋恢复生态学 (Marine Restoration Ecology) 是研究海洋生态系统退化的原因、过程以及退化生态系统评价、修复和管理的理论与技术的一门新兴学科, 是恢复生态学大家庭中年轻的成员。

海洋与陆地一样, 在人类的开发热潮中, 海洋生态系统也受到了严重的破坏, 突出表现在污染和生境受损、生态系统退化、海洋生态灾害频发以及海洋生物资源衰竭等方面。据统计, 全球海洋至少有40%的海域受到人类的严重影响, 海洋生态系统的60%已经退化或正在以不可持续的方式被使用, 造成了巨大的经济和社会损失。因此, 海洋恢复生态学成为目前全球备受关注的、最有活力和发展速度最快的学科之一。

海洋恢复生态学是从实践中诞生的一门学科, 随着海洋资源的大开发以及海洋环境保护的深入开展而发展起来。国际海洋环境保护大体经历了三个阶段: 第一阶段, 20世纪50~70年代, 人们开始关注海洋的污染问题; 第二阶段, 大致为20世纪80年代, 一些发达国家的关注点从海洋环境污染扩展到海洋生态恶化问题; 第三阶段, 20世纪90年代以来, 可持续发展思想引入海洋环保领域, 海洋生态修复、基于生态系统的海洋管理以及全球环境变化等问题成为新的关注热点。我国海洋恢复生态学的发展大体与世界同步, 目前已开展的工作主要集中在生境修复和景观生态恢复、生物资源恢复和生态系统恢复等方面。进入21世纪, 随着恢复生态学(以陆地为特色)课程和教材建设的逐渐成熟和完善, 我国的一些高等院校和科研院所为海洋生态学及相关专业相继开设了海洋恢复生态学(以海洋为特色)专业课程, 但其教材建设明显滞后。目前, 以海洋为特色的海洋恢复生态学的教材在国内外尚未见出版, 仅有几部海洋生态恢复领域的学术专著, 主要总结了一些项目的专题研究成果, 或是介绍此领域的国内外研究现状和实践。

为此，我们在多年授课和研究实践的基础上，编写了《海洋恢复生态学》，力求理论和实践相结合，做到理论系统、方法先进和案例生动。本书的最大特点就是充分突出了海洋特色。在内容上，本书注重基础理论、方法和案例三个方面；在编写安排上，本书按照概论、基础理论、技术方法和应用案例依次呈现。在每一章最后都附有本章小结、思考题和拓展阅读资料，以利于学生进一步思考和研读。为了满足读者深入研究的需要，本书还附有翔实的参考文献。

本书的第一篇由李永祺和张璟撰写，第二篇由唐学玺和王其翔撰写，第三篇由周斌和张鑫鑫撰写，第四篇由王影和肖慧撰写。全书由唐学玺和王悠统稿。

特别感谢全国人大资源与环境委员会委员吕彩霞博士、中国海洋大学于志刚校长、李巍然副校长和教务处的领导给予的大力支持和帮助，感谢中国海洋大学出版社的魏建功编审在编写规范、体例和格式上的指导。中国海洋大学海洋生命学院海洋生态学研究室的研究生陈剑明、王鸿、张焕新、刘腾飞、姜永顺、王梓、唐柳青、刘骋跃、张智鹏、马青清、李晓红、徐宁宁、赵新宇、宋政娇和何冬在资料收集整理、图表绘制等方面做了大量工作，在此一并感谢！

由于编者水平有限，书中难免存在疏漏和不妥之处，敬请读者批评指正。

李永祺 唐学玺
2015年1月于中国海洋大学

目 录

第一篇 概论篇

第一章 海洋恢复生态学的内涵和定义	2
第一节 应用生态学	2
一、定义	2
二、应用生态学与经典生态学的区别	3
三、恢复生态学是应用生态学的一个分支学科	3
第二节 与恢复生态学相关的术语	4
一、恢复与修复	4
二、相关的术语	5
第三节 生物修复	6
一、生物修复的定义	6
二、生物修复的类别	6
第四节 生态恢复	7
一、侧重于目标的定义	7
二、侧重于过程的定义	7
三、较为完整的定义	8
第五节 恢复生态学与海洋恢复生态学的概念	9
一、生态恢复与恢复生态学	9
二、恢复生态学的定义	9
三、海洋恢复生态学的内涵	10
小结	10
思考题	11
拓展阅读资料	11

第二章 海洋恢复生态学的背景	12
第一节 全球生态系统在退化	12
一、千年生态系统评估再次敲响了警钟	12
二、全球处于环境与发展的转折点	13
三、地球生态系统已严重超载	15
四、脆弱的土地、森林、草原和淡水生态系统	16
第二节 海洋生态系统受损严重	17
一、生境受到严重损害	17
二、典型海洋生态系统退化	26
三、海洋生态灾害频发	37
四、过度捕捞和近海养殖对海洋生态系统产生威胁	48
小结	50
思考题	50
拓展阅读资料	51
第三章 海洋恢复生态学发展简史	52
第一节 恢复生态学的发展简史	52
一、恢复生态学的起源	53
二、恢复生态学的诞生与成长	54
三、我国恢复生态学的发展简史	57
第二节 海洋恢复生态学的发展简史	60
一、生境恢复和景观恢复	60
二、渔业资源的恢复	74
三、典型海洋生态系统恢复	78
小结	85
思考题	85
拓展阅读资料	86
第四章 海洋恢复生态学的研究内容	87
第一节 海洋恢复生态学是一门合成的应用学科	87
第二节 促进学科发展的一些认知问题	88
第三节 海洋恢复生态学的主要研究内容	89
一、构建海洋恢复生态学的理论体系	89

二、构建海洋恢复生态学的方法和技术体系	92
三、构建海洋生态恢复的管理体系	93
小结	94
思考题	95
拓展阅读资料	95

第二篇 基础理论篇

第五章 海洋生态系统	98
第一节 生态系统概述	98
一、生态系统的定义	98
二、生态系统的组成	99
三、生态系统的结构	100
四、生态系统的功能	102
五、生态平衡	105
第二节 海洋生态系统的特点	106
一、海洋环境	107
二、海洋生物生态类群	110
三、能量流动和物质循环	111
四、海洋初级生产力	113
五、海洋生态系统与其他生态系统的对比	114
第三节 典型海洋生态系统	117
一、红树林生态系统	117
二、珊瑚礁生态系统	119
三、海藻场和海草床生态系统	122
四、河口生态系统	124
五、滨海湿地生态系统	127
六、海湾生态系统	128
七、海岛生态系统	129
小结	132
思考题	133

拓展阅读资料·	133
第六章 海洋生态系统退化·	134
第一节 海洋退化生态系统定义·	134
第二节 海洋退化生态系统的类型和特征·	135
一、海洋退化生态系统的类型·	135
二、海洋退化生态系统的特征·	136
第三节 海洋退化生态系统的成因·	144
一、过度捕捞·	146
二、全球变化·	148
三、海洋污染·	155
四、海水养殖·	158
五、外来物种入侵·	162
六、围填海·	165
第四节 海洋退化生态系统的诊断·	168
一、生物层面·	168
二、生境层面·	169
三、生态系统层面·	169
四、生态景观层面·	169
小结·	171
思考题·	172
拓展阅读资料·	172
第七章 海洋恢复生态学的理论基础·	173
第一节 海洋恢复生态学自身的理论·	173
一、自我设计理论·	173
二、人为设计理论·	174
第二节 限制因子原理·	174
一、利比希最小因子定律·	175
二、谢尔福德耐受定律·	175
第三节 种群生态学理论·	177
一、阿利氏规律·	177
二、种间关系原理·	178

第四节 群落生态学理论	182
一、生态位理论	182
二、生态演替理论	184
三、边缘效应理论	185
四、生物多样性原理	186
第五节 生态系统生态学理论	188
一、干扰-稳定性理论	188
二、阈值理论	189
小结	191
思考题	191
拓展阅读资料	192
第八章 海洋恢复生态学的学科基础	193
第一节 景观生态学	193
一、基本概念	195
二、基本理论	196
第二节 海洋生态系统服务	203
一、海洋生态系统服务的概念	203
二、海洋生态系统服务的内容	207
三、海洋生态系统服务的产生过程与实现途径	208
四、海洋生态系统服务的经济价值评估	211
第三节 海洋生态系统管理	216
一、生态系统管理的概念	218
二、生态系统管理的特性	220
三、海洋生态系统管理的特殊性	222
第四节 海洋生态系统健康	227
一、海洋生态系统健康的概念	227
二、海洋生态系统健康的影响因素	228
三、海洋生态系统健康评价	232
小结	238
思考题	239
拓展阅读资料	239

第三篇 技术方法篇

第九章 海洋生态恢复的程序与原则 ·····	242
第一节 海洋生态恢复的程序 ·····	242
一、一般生态恢复程序 ·····	242
二、海洋生态恢复的立项阶段 ·····	244
三、生态恢复计划的编制 ·····	246
四、生态恢复计划的实施 ·····	255
五、恢复成效评估及后续管理 ·····	256
第二节 景观生态规划方法 ·····	257
一、景观生态学与景观生态规划 ·····	257
二、景观生态恢复技术 ·····	258
三、景观生态规划设计的原则与步骤 ·····	258
第三节 海洋生态恢复监测的技术与方法 ·····	260
一、海洋生态恢复与监测的关系 ·····	260
二、海洋生态恢复监测的流程及需要考虑的问题 ·····	262
小结 ·····	267
思考题 ·····	268
拓展阅读资料 ·····	269
第十章 生物资源恢复技术 ·····	271
第一节 鱼类资源恢复方法与技术 ·····	271
一、建立休渔区和休渔期 ·····	272
二、增殖放流 ·····	273
三、人工鱼礁 ·····	276
第二节 海参资源恢复方法与技术 ·····	285
一、底播增殖技术 ·····	288
二、海珍礁技术 ·····	289
第三节 虾类资源恢复方法与技术 ·····	292
一、对虾放流种苗的获得 ·····	294
二、对虾放流地点的选择 ·····	295
三、放流时间选择 ·····	296

四、放流对虾种苗规格·	296
五、对虾种苗运输与放流·	296
六、放流区域管理·	297
七、效果监测与评估·	297
第四节 贝类资源恢复方法与技术·	297
一、魁蚶底播增殖方法与技术·	298
二、文蛤资源管护方法与技术·	301
第五节 乌贼资源恢复方法与技术·	302
一、曼氏无针乌贼增殖放流·	303
二、曼氏无针乌贼产卵场的修复·	305
第六节 海洋大型藻类资源恢复方法与技术·	306
一、人工藻礁·	307
二、种源补充·	310
三、贝藻间养·	311
小结·	313
思考题·	314
拓展阅读资料·	315
第十一章 生态种群恢复技术·	317
第一节 海草种群恢复技术与方法·	317
一、生境修复法·	320
二、种子法·	320
三、移植法·	325
四、大叶藻的恢复方法和程序·	326
五、监测、保护和管理·	334
第二节 珊瑚种群恢复技术与方法·	336
一、移植法·	337
二、园艺·	338
三、人工繁育·	339
四、人工渔礁·	339
五、稳固底质·	340
六、珊瑚幼体附着研究·	340

七、代表种类珊瑚的繁殖·	341
八、评估、监测、保护与管理·	345
第三节 红树植物的恢复方法与技术·	346
一、造林地的选择·	347
二、胚轴插植法·	348
三、人工育苗法·	348
四、直接移植法·	348
五、不同红树植物种群的恢复方法与技术·	348
六、监管与评估·	354
第四节 盐碱湿地植物的恢复方法与技术·	356
一、盐碱湿地植物的快速繁殖和栽培技术方法·	356
二、盐碱湿地植物的造林技术·	357
三、不同盐碱湿地植物种群的恢复方法和技术·	357
四、盐碱地植物种群恢复的评估·	362
小结·	363
思考题·	364
拓展阅读资料·	364
第十二章 生境修复方法与技术·	366
第一节 近岸海域重金属污染修复方法与技术·	366
一、物理修复·	367
二、化学修复·	369
三、生物修复·	370
第二节 海洋石油污染区修复·	378
一、海洋石油污染原因及其危害·	378
二、海洋石油污染的修复方法·	381
三、不同海况海洋石油污染处理方法优化配置·	392
四、海洋溢油生态修复监测与评估·	393
第三节 水体及底泥富营养化修复方法与技术·	394
一、富营养化污染现状及评价方法·	394
二、水体富营养化修复技术·	396
三、底泥富营养化修复技术·	406

第四节 海岸工程生态恢复	408
一、海岸环境现状概述	408
二、海岸工程生态恢复方法	409
三、海岸工程生态恢复效果评估	411
第五节 沙滩修复技术与方法	412
一、沙滩修复方式	413
二、沙滩修复规划	415
三、沙滩修复的监测评估技术方法	417
小结	418
思考题	419
拓展阅读资料	420
第十三章 生态系统恢复技术与方法	422
第一节 海藻场生态系统恢复技术与方法	422
一、恢复方案	423
二、技术方法	424
第二节 红树林生态系统恢复技术方法	429
一、红树林生态系统恢复方案	430
二、红树林生态系统恢复技术方法	432
第三节 珊瑚礁生态系统恢复技术方法	438
一、珊瑚礁恢复方案	438
二、技术方法	440
第四节 河口生态系统恢复	444
一、河口生态系统恢复方案	445
二、技术方法	447
第五节 滨海湿地生态系统恢复	451
一、滨海湿地恢复方案	452
二、湿地生态系统恢复的技术方法	454
第六节 海岛生态系统修复	458
一、海岛生态系统恢复方案	459
二、技术方法	461
小结	469

思考题 ·····	470
拓展阅读资料 ·····	470

第四篇 应用案例篇

第十四章 典型海洋生态受损区的恢复 ·····	474
第一节 海藻场的恢复 ·····	475
I. 岩礁底质海藻场的恢复 ·····	476
一、背景 ·····	476
二、恢复目标 ·····	478
三、恢复过程 ·····	478
II. 泥沙底质海藻场的恢复 ·····	489
一、背景 ·····	489
二、恢复过程 ·····	489
三、恢复效果 ·····	491
案例分析 ·····	492
思考题 ·····	493
拓展阅读资料 ·····	493
第二节 湿地的恢复 ·····	494
一、背景 ·····	494
二、恢复区域 ·····	496
三、恢复目标 ·····	497
四、恢复过程 ·····	497
案例分析 ·····	505
思考题 ·····	506
拓展阅读资料 ·····	506
第三节 海湾的恢复 ·····	507
一、背景 ·····	511
二、恢复目标 ·····	514
三、恢复过程 ·····	516
案例分析 ·····	522

思考题·	525
拓展阅读资料·	526
第四节 海岛的恢复·	526
一、定义·	527
二、恢复目标·	527
三、恢复技术及案例·	527
四、海岛生态恢复研究趋势·	538
思考题·	539
拓展阅读资料·	539
第五节 潟湖的恢复·	540
一、背景·	541
二、恢复目标·	543
三、恢复过程·	544
案例分析·	552
思考题·	555
拓展阅读资料·	555
第六节 红树林的恢复·	556
一、背景·	556
二、恢复目标·	557
三、保护策略·	557
四、工程保障措施与展望·	562
思考题·	563
拓展阅读资料·	563
第七节 柁柳林的恢复·	564
一、背景·	565
二、恢复目标·	567
三、恢复过程·	568
案例分析·	579
思考题·	580
拓展阅读资料·	580
第八节 索饵场、越冬场、产卵场和洄游通道的恢复·	580

一、洄游通道的恢复·	581
二、产卵场的恢复·	585
三、我国长江口的恢复·	588
案例分析·	592
思考题·	593
拓展阅读资料·	593
第九节 珊瑚礁的恢复·	594
一、背景·	596
二、恢复目标·	596
三、恢复措施·	597
四、珊瑚礁保护与管理的两个实例·	597
案例分析·	611
思考题·	611
拓展阅读资料·	611
第十五章 典型海洋环境污染区的恢复·	613
第一节 油污区的恢复·	614
一、背景·	614
二、美国墨西哥湾溢油事故·	617
案例分析·	621
思考题·	623
拓展阅读资料·	623
第二节 重金属污染区的恢复·	624
一、水俣湾汞污染事故·	624
二、水俣湾汞污染区的恢复·	630
案例分析·	636
思考题·	636
拓展阅读资料·	636
第十六章 典型海洋生态灾害发生区的恢复·	638
第一节 赤潮·	639
一、赤潮的定义·	639
二、赤潮的危害·	641