

高等院校环境科学与工程类“十二五”规划教材



环境生态学

李永峰 唐 利 刘鸣达 主编

任南琪 主审

中国林业出版社

ENVIRONMENTAL ECOLOGY

高等院校环境科学与工程类“十二五”规划教材

环境生态学

李永峰 唐 利 刘鸣达 主编
任南琪 主审

中国林业出版社

内 容 简 介

本书较全面、系统地阐述了环境生态学及相关生态技术。主要介绍了生物与环境、环境分子生态学、生物种群生态、生物群落生态、生态系统生态学、生态系统的管理与服务、环境污染的生态效应、生态系统干扰和受损及其生态修复、景观生态学与环境生态学、陆地生态系统、水域生态系统、城市环境生态系统、污染控制生态系统、环境生态工程与生态调控、全球变化及其生态效应、本书为高等学校环境科学与工程系、生物系等有关专业的本科及研究生教材,同时还可作为环保系统、农林系统的培训教材,亦适合相关科研、技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

环境生态学/李永峰,唐利,刘鸣达主编. —北京:中国林业出版社,2012.11

高等院校环境科学与工程类“十二五”规划教材

ISBN 978-7-5038-6818-4

I. ①当… II. ①李… ②唐… ③刘… III. ①环境生态-高等学校-教材 IV. ①X171

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第262184号

中国林业出版社·教材出版中心

策划、责任编辑:肖基泮

电话:83282720 83220109 传真:83220109

出版发行 中国林业出版社(100009 北京市西城区德内大街刘海胡同7号)

E-mail:jiaocaipublic@163.com 电话:(010)83224477

http://lycb.forestry.gov.cn

经 销 新华书店

印 刷 北京市昌平百善印刷厂

版 次 2012年12月第1版

印 次 2012年12月第1次印刷

开 本 850mm×1168mm 1/16

印 张 34.75

字 数 845千字

定 价 55.00元

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有 侵权必究

《环境生态学》编写人员

主 编 李永峰 唐 利 刘鸣达

副主编 赵中秋 李科林 陈 红

编写人员 (按姓氏笔画排序)

朱建雯 (新疆农业大学)

刘鸣达 (沈阳农业大学)

杨 丹 (沈阳农业大学)

李永峰 (东北林业大学)

李科林 (中南林业科技大学)

汪永英 (东北林业大学)

陈永华 (中南林业科技大学)

陈兆波 (大连民族学院)

陈 红 (东北林业大学)

陈 瑛 (哈尔滨师范大学)

周雪飞 (同济大学)

郑子成 (四川农业大学)

赵中秋 (中国地质大学) (北京)

赵阳国 (中国海洋大学)

唐 利 (上海交通大学)

黄中子 (上海工程技术大学)

魏 利 (哈尔滨工业大学)

主 审 任南琪



前言

PREFACE

随着环境生态学的产生和发展,人们对环境生态学的研究也在不断的深入。环境生态学主要研究污染物在以人类为中心的各个生态系统中的扩散、分配和富集过程等消长规律,以便对环境质量做出科学评价。环境生态学是运用生态学理论与方法研究与解决环境问题以及维护环境系统良性循环的科学。环境生态学作为研究在人为干扰下生态系统内在的变化机制、规律等,寻求受损生态系统恢复、重建和保护对策的科学。环境生态学运用生态学理论,阐明人与环境间的相互作用及解决环境问题的生态途径。不同于以研究生物与其生存环境之间相互关系为主的经典生态学,也不同于只研究污染物在生态系统的行为规律和危害的污染生态学或研究社会生态系统结构、功能,演化机制以及人的个体和组织与周围自然,社会环境相互作用的社会生态学。

本书较全面、系统地阐述了环境生态学及相关生态技术。全书共分为 17 章,第 1 章简要的概述了现代环境生态学的基础;第 2 章明确了环境生态学中的环境范畴并重点介绍了环境污染物在生物大分子—细胞—器官—个体—种群—群落—生态系统几个生命层次上的生态效应;第 3 章介绍了分子生态学的发展现状和研究内容,以及主要的技术方法。并分析了该学科与其他学科;第 4 章简述了生物种群生态;第 5 章《生物群落生态》重点阐明群落的基本概念和特征、群落的物种组成、群落的结构和演替等内容;第 6 章研究了生态系统的组成要素、结构与功能以及调控机制;第 7 章结合生态规划的目标与原则具体分析了生态规划的基本工作程序,阐述了生态系统管理的目标、原则、要素及主要技术和途径;第 8 章从重金属污染以及农药污染方面阐述了环境污染的生态效应以及生态修复;第 9 章主要介绍生态系统受损或退化的原因及类型、生态退化的环境效应、受损生态系统的恢复与重建以及受损生态系统修复的案例;第 10 章着重介绍了景观生态过程以及其功能;第 11 章简单概述了环境污染的生态规划、监测与评价;第 12 章重点介绍陆地生态系统主要类型的分布、特点及利用与保护问题;第 13 章重点介绍水域生态系统的主要类型、影响因素、生物群落、初级生产力、能量流动等;第 14 章简述城市环境生态系统;第 15 章着重介绍了污水土地处理系统、稳定塘、人工湿地、生态浮岛、固废堆肥生态处理技术以及废气生物处理化学技术;第 16 章简述环境生态工程与生态调控;第 17 章将地球的各个圈层作为一个整体,研究地球系统过去、现在和未来的变化规律和控制这些变化的原因和机制,从而建立全球变化预测的科学基础,并为地球系统的管理提供科学依据。

本书由李永峰、唐利、刘鸣达主编。全书编写分工如下:第 1 章由李永峰编写,第 2~

3章由陈瑛编写,第4章由李科林、陈红编写,第5章由刘鸣达、陈红编写,第6章由朱建雯、李永峰编写,第7章由杨丹编写,第8章由陈兆波、陈红编写,第9章由赵中秋、李永峰编写,第10章由郑子成、李永峰编写,第11章由赵阳国、李永峰编写,第12章由汪永英编写,第13章由李永峰编写,第14章由周雪飞编写,第15章由唐利(15.1、15.2、15.4)、陈永华(15.3、15.5、15.6)编写,第16章由黄中子编写,第17章由魏利编写。全书由李永峰、唐利、刘鸣达教授统稿。最后由任南琪院士主审。

本书为高等学校环境科学与工程系、生物系等有关专业的本科及研究生教材,同时还可作为环保系统、农林系统的培训教材,亦适合相关科研、技术人员参考。本书配有电子课件,需要的老师可以跟主编李永峰教授联系(dr_lyf@163.com)。

本研究得到中国环境保护部公益基金项目“制药废水排放与环境预警”项目的成果支持,特表谢意。

由于时间紧凑以及编者水平有限,书中有未尽之处还请读者指正。

编 者

2012.6



目 录

CONTENTS

前言

1 绪论	1
1.1 环境保护与环境生态学	2
1.1.1 生态圈	2
1.1.2 人类社会的发展与环境问题的产生及演变	5
1.1.3 环境生态学的诞生及学科发展	10
1.2 环境生态学的概念、范畴与任务	11
1.2.1 环境生态学的研究范畴	11
1.2.2 环境生态学的学科任务	13
1.3 环境生态学与相关学科	13
1.3.1 环境生态学与生态学	13
1.3.2 环境生态学与环境科学	16
1.3.3 环境生态学与景观生态学	17
1.3.4 环境生态学与恢复生态学	17
1.3.5 环境生态学与污染生态学	18
思考题	20
推荐读物	20
参考文献	20
2 环境系统与生命系统	21
2.1 环境系统	22
2.1.1 环境的概念和类型	22
2.1.2 环境因子及其生态作用	23
2.1.3 生物对环境因子的适应性	31

2.2 生命系统	35
2.2.1 生命系统的组成和特征	35
2.2.2 环境污染对生命系统的影响	41
思考题	46
推荐读物	46
参考文献	46
3 分子生态学概述	47
3.1 分子生态学的概念	48
3.2 分子生态学研究进展与分支学科	48
3.2.1 遗传分子生态学	49
3.2.2 病毒分子生态学	49
3.2.3 免疫分子生态学	50
3.2.4 其他研究方向	52
3.3 分子生态学的技术方法	54
3.3.1 等位酶技术	55
3.3.2 DNA 指纹技术	55
3.3.3 可变数目串联重复技术	56
思考题	57
推荐读物	57
参考文献	58
4 生物种群生态	59
4.1 种群及其基本特征	60
4.1.1 种群的概念	60
4.1.2 种群的基本特征	60
4.2 种群动态	66
4.2.1 种群动态	66
4.2.2 种群调节	74
4.2.3 最小生存种群理论	78
4.2.4 种群进化与生态对策	79
4.3 种群关系	81
4.3.1 种内关系	81
4.3.2 种间关系	83

4.4 生态位	88
4.4.1 生态位的概念	88
4.4.2 生态位理论	88
思考题	93
推荐读物	93
参考文献	93
5 生物群落生态	95
5.1 生物群落的概念和基本特征	96
5.1.1 生物群落的概念与性质	96
5.1.2 生物群落的基本特征	97
5.2 生物群落的物种组成	98
5.2.1 物种组成调查	98
5.2.2 生物群落成员型划分	99
5.2.3 物种组成的数量特征	100
5.2.4 物种多样性	101
5.3 生物群落的结构	105
5.3.1 生物群落的外貌与生活型	105
5.3.2 生物群落的空间结构	107
5.3.3 生物群落的时间结构	110
5.3.4 影响生物群落结构的因素	110
5.3.5 岛屿与群落结构	111
5.4 生物群落的演替	113
5.4.1 生物群落演替的概念	113
5.4.2 生物群落演替的类型	113
5.4.3 影响演替的主要因素	114
5.4.4 顶极群落	116
5.4.5 生物群落演替的过程与实例	117
思考题	123
推荐读物	123
参考文献	124



6	生态系统生态学	125
6.1	生态系统的概念与研究方法	126
6.1.1	生态系统的概念及基本特征	126
6.1.2	生态系统生态学的研究内容与方法	127
6.2	生态系统的结构	130
6.2.1	生态系统的组成成分及功能	130
6.2.2	食物链与食物网	132
6.3	生态系统的类型	136
6.3.1	地球上生态系统的类型划分	136
6.3.2	陆地生态系统	137
6.3.3	水生生态系统	140
6.4	生态系统的功能	143
6.4.1	生物生产	144
6.4.2	生态系统中的能量流动	156
6.4.3	物质循环	162
6.4.4	信息传递	169
6.5	生态平衡	173
6.5.1	反馈调节机制与生态平衡	173
6.5.2	生态系统不同层次的稳态机制	174
6.5.3	生态破坏	176
	思考题	178
	推荐读物	179
	参考文献	179
7	生态系统的管理与服务	180
7.1	生态系统服务	181
7.1.1	生态系统服务功能的概念	181
7.1.2	生态系统服务功能的主要类型	182
7.1.3	生态系统服务功能的价值评估	184
7.1.4	生态系统服务功能研究的展望	190
7.2	生态系统管理	192
7.2.1	生态系统管理的内涵	192
7.2.2	生态系统管理的目标和原则	193

7.2.3	生态系统管理的要素	196
7.2.4	生态系统管理的主要途径	197
7.3	生态规划	201
7.3.1	生态规划的基本概念及其形成与发展	201
7.3.2	生态规划的目标与原则	202
7.3.3	生态规划的理论基础	203
7.3.4	生态规划的指标体系	204
7.3.5	生态规划的基本工作程序	206
	思考题	209
	推荐读物	209
	参考文献	209
8	环境污染的生态效应	210
8.1	生物对污染物的吸收和积累	211
8.1.1	生物对污染物的吸收	211
8.1.2	生物对污染物的积累	211
8.2	重金属污染对生物的影响	211
8.2.1	重金属及其污染特点	211
8.2.2	重金属污染对生物的影响	212
8.2.3	生物对重金属的适应与耐性	213
8.3	农药污染对生物的影响	214
8.3.1	农药及其污染特点	214
8.3.2	农药污染对生物的影响	214
8.4	环境污染的生态修复	218
8.4.1	生态修复的概念及类型	218
8.4.2	重金属超积累植物与植物提取修复	219
8.4.3	有机污染的微生物修复	220
	思考题	222
	推荐读物	222
	参考文献	222
9	生态系统干扰和受损及其生态修复	223
9.1	生态系统受损或退化的原因及类型	224
9.1.1	生态系统受损的原因	224

9.1.2	生态退化的类型	225
9.2	生态退化的环境效应	228
9.2.1	生态退化对生物多样性的影响	228
9.2.2	生态退化对生物地球化学循环的影响	230
9.2.3	生态退化对生态系统服务功能的影响	230
9.3	受损生态系统的恢复与重建	231
9.3.1	生态恢复与重建概述	231
9.3.2	森林生态系统的恢复与重建	234
9.3.3	水域生态恢复与重建	236
9.3.4	工矿废弃地生态恢复与重建	238
	思考题	244
	推荐读物	244
	参考文献	244
10	景观生态学与环境生态学	245
10.1	景观生态学概述	246
10.1.1	景观	246
10.1.2	景观生态学	246
10.2	景观生态学的理论基础	248
10.2.1	系统理论	248
10.2.2	岛屿生物地理学理论	249
10.2.3	复合种群理论	249
10.2.4	渗透理论	250
10.2.5	等级理论	250
10.3	景观生态过程及功能	252
10.3.1	景观要素的过程与功能	252
10.3.2	干扰与景观破碎化	254
10.3.3	景观连接度与连通性	256
10.3.4	物种在景观中的运动	258
10.3.5	景观中水分和养分运动	260
10.3.6	不同景观生态类型的过程与功能	263
10.4	景观动态与生态环境	266
10.4.1	景观稳定性	266

10.4.2	景观动态变化·····	268
10.4.3	景观变化对生态环境的影响·····	270
10.4.4	景观变化的动态模拟·····	271
思考题·····		276
推荐读物·····		276
参考文献·····		276
11	环境生态规划、监测与评价·····	278
11.1	生态规划的内含与外延·····	279
11.1.1	生态规划定义的演化·····	279
11.1.2	生态规划的类型·····	280
11.1.3	现代生态规划特征、原则与内容·····	281
11.2	生态规划的尺度问题·····	283
11.2.1	生态学中的尺度·····	283
11.2.2	生态规划中的尺度·····	284
11.2.3	尺度生态规划·····	285
11.3	生态规划的空间布局·····	285
11.3.1	空间辨识·····	285
11.3.2	空间布局·····	286
11.3.3	空间布局的经济目标·····	287
11.3.4	空间布局的协调与遵循原则·····	289
11.4	生态监测·····	290
11.4.1	生态监测的概念·····	290
11.4.2	生态监测的特点和意义·····	290
11.4.3	生态监测的基本要求·····	291
11.4.4	生态监测分类·····	291
11.5	生态评价·····	293
11.5.1	概念·····	293
11.5.2	内容·····	293
11.5.3	尺度原则·····	294
11.5.4	生态评价的指标与方法·····	294
思考题·····		298
推荐读物·····		298

参考文献	298
12 陆地生态系统	299
12.1 陆地生态系统的介绍	300
12.1.1 陆地生态系统的概念及类型	300
12.1.2 影响陆地生态系统分布的因素	301
12.1.3 陆地生态系统分布的基本规律	301
12.2 森林生态系统	307
12.2.1 森林生态系统类型	307
12.2.2 森林生态系统的成分与结构	313
12.2.3 森林生态系统的功能和作用	315
12.2.4 森林生态系统遭破坏的原因及产生的危害	319
12.2.5 我国森林生态的主要问题及恢复和重建对策	321
12.3 草原生态系统	325
12.3.1 草原生态系统的概念和分布	325
12.3.2 草原生态系统的类型	326
12.3.3 草原生态系统的组成成分	328
12.3.4 草原生态系统的结构和功能	329
12.3.5 草原生态系统的功能和效益	331
12.3.6 草原退化	333
12.4 荒漠生态系统	335
12.4.1 荒漠生态系统介绍	335
12.4.2 荒漠生态系统的基本特征	336
12.4.3 荒漠生态系统的效益	337
12.4.4 荒漠生态系统的类型	337
12.4.5 荒漠生态系统的结构和功能	337
12.4.6 荒漠化	339
12.5 苔原生态系统	342
12.5.1 苔原生态系统的概念与分布	342
12.5.2 苔原生态系统的结构与特征	343
12.5.3 苔原生态系统的类型	344
12.6 农田生态系统	344
12.6.1 农田生态系统的介绍	344

12.6.2	农田生态系统的组成	345
12.6.3	农田生态系统的特点	345
12.6.4	农田生态系统的现状	346
思考题		350
推荐读物		351
参考文献		351
13	水域生态系统	353
13.1	概述	354
13.1.1	水域生态系统的类型	354
13.1.2	影响水域生态系统分布的因素	354
13.1.3	水域生态系统的分布格局	355
13.2	海洋生态系统	356
13.2.1	海洋主要生态因子及其对生物的作用	356
13.2.2	海洋初级生产力	357
13.2.3	海洋食物网及其能流分析	357
13.2.4	海洋生态系统的分解作用及其地球生物化学循环	359
13.2.5	海洋主要生态类型	360
13.3	江河生态系统	363
13.3.1	河流与河流系统	363
13.3.2	生态基本要素	365
13.3.3	河流尺度与分级	366
13.3.4	河流空间结构	368
13.3.5	河流连续统理论	370
13.3.6	洪水脉动理论	371
13.3.7	河流生态系统健康理论	372
13.3.8	变化对河流生态系统的影响	373
13.4	湖泊生态系统	376
13.4.1	湖泊概述	376
13.4.2	湖泊生态系统的结构	377
13.4.3	湖泊生态系统的能流	377
13.4.4	湖泊的生物类群	378
13.4.5	底泥构成	379

13.5 湿地生态系统	379
13.5.1 湿地主要生态类型	379
13.5.2 湿地生态系统的结构	380
13.5.3 湿地生态系统的能流	382
13.5.4 湿地的生态演替	382
13.5.5 形成沼泽的演替	383
思考题	386
推荐读物	386
参考文献	386
14 城市环境生态系统	387
14.1 概述	388
14.1.1 城市生态学的定义	388
14.1.2 城市生态学的产生	388
14.1.3 城市生态学的研究内容	388
14.1.4 城市生态学的研究特点	389
14.2 城市生态学的基本原理	390
14.2.1 生态学的一般规律	390
14.2.2 城市生态学基本原理	392
14.3 城市及城市生态系统	395
14.3.1 城市的形成与特点	395
14.3.2 城市的生态系统特点	396
14.3.3 城市生态系统基本概念	398
14.4 城市生态系统的构成与结构	398
14.4.1 城市生态系统的构成	398
14.4.2 城市生态系统的结构	400
14.5 城市生态系统的特征	403
14.6 城市生态系统的基本功能	404
14.6.1 生产功能	404
14.6.2 能量流动	406
14.6.3 物质循环	407
14.6.4 信息传递	409

14.7	城市生态学的平衡与调控	410
14.7.1	城市生态调控原理	410
14.7.2	城市生态调控的途径与方法	412
14.8	生态城市	413
14.8.1	生态城市的基本概念	413
14.8.2	生态城市的衡量标志	414
	思考题	416
	推荐读物	416
	参考文献	417
15	污染控制生态系统	418
15.1	污水土地处理系统	419
15.1.1	污水土地处理系统的净化原理	420
15.1.2	污水土地处理系统的工艺类型	422
15.1.3	污水土地处理系统工艺类型比较	424
15.1.4	污水土地处理系统应用工程实例	425
15.2	稳定塘	426
15.2.1	污水稳定塘的净化原理	427
15.2.2	污水稳定塘处理的工艺类型	428
15.2.3	稳定塘的计算公式	429
15.2.4	稳定塘应用工程实例	431
15.3	人工湿地	432
15.3.1	人工湿地概况	433
15.3.2	人工湿地的组成要素及其功能	439
15.3.3	人工湿地污水处理应用案例	449
15.4	生态浮岛	453
15.4.1	生态浮岛水质净化的工作原理	453
15.4.2	生态浮岛的构造	454
15.4.3	生态浮岛的制作	455
15.4.5	生态浮岛污水处理应用实例	457
15.5	固废堆肥生态处理技术	459
15.5.1	堆肥及堆肥化技术	459
15.5.2	好氧堆肥发酵工艺及影响因素	460