



面向 21 世纪 课 程 教 材  
Textbook Series for 21st Century

# 生 态 学

李 博 主 编

杨 持 林 鹏 副 主 编



高 等 教 育 出 版 社  
HIGHER EDUCATION PRESS

面向 21 世纪课程教材  
Textbook Series for 21st Century

# 生态学

李 博 主编

杨 持 林 鹏 副主编

ND32/31



高等教育出版社  
HIGHER EDUCATION PRESS

(京)112号

**图书在版编目(CIP)数据**

生态学/李博主编;杨持等编. -北京:高等教育出版社,2000

ISBN 7-04-007976-3

I.生… II.①李… ②杨… III.生态学 IV.Q14

中国版本图书馆CIP数据核字(1999)第64386号

生态学

李博 主编

---

出版发行 高等教育出版社

社 址 北京市东城区沙滩后街55号

邮政编码 100009

电 话 010-64054588

传 真 010-64014048

网 址 <http://www.hep.edu.cn>

经 销 新华书店北京发行所

排 版 高等教育出版社照排中心

印 刷 北京外文印刷厂

纸张供应 山东高唐纸业集团总公司

开 本 787×960 1/16

版 次 2000年2月第1版

印 张 27

印 次 2000年2月第1次印刷

字 数 500 000

定 价 28.10元

---

凡购买高等教育出版社图书,如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请在所购图书销售部门联系调换。

**版权所有 侵权必究**

## 内 容 提 要

本书是教育部“高等教育面向 21 世纪教学内容和课程体系改革计划”的研究成果,是“面向 21 世纪课程教材”和环境科学类专业“九五”规划教材。本书与欧美及我国已出版的 10 多本同类教材相比,更突出了其与环境科学的密切关系。全书共 16 章,前 14 章是生态学的基础部分,从生物个体、种群、群落、生态系统、景观生态系统等层次讲述生态学的基本规律。第十五章阐述了与可持续发展相联系的全球变化、生物多样性保护等人类面临的几个最重要的生态环境问题。第十六章为生态风险评估和生态规划,主要介绍如何采取行动和措施去维护和恢复生态环境。

本书可作为高等学校环境科学专业和生态学专业教材,也可供从事环境保护等专业的科技人员使用。

# 前 言

生态学是研究生物与环境相互关系的科学。随着人口的增加和工业、技术的进步,人类正以前所未有的规模和强度影响环境,环境问题的出现,诸如世界上出现的能源耗费、资源枯竭、人口膨胀、粮食短缺、环境退化、生态平衡失调等六大基本问题的解决,都有赖于生态学理论的指导。

本书为面向 21 世纪课程教材,并且是环境科学类专业的核心教材,也适用于相关专业生态学基础课程。其编写的层次以个体、种群、群落、生态系统、景观为顺序,并突出了环境保护、自然资源开发利用、可持续发展为重点的应用生态学部分。全书共分 16 章:第一章绪论,阐述生态学的研究对象、内容、方法以及生态学的最新发展和趋势;第二章生物与环境,介绍生态因子的生态作用及生物的适应;第三章种群及其基本特征、第四章种群生活史、第五章种内与种间关系,均属于种群部分,主要阐述种群数量的时空动态、数量调节、生活史对策、种内与种间关系;第六章生物群落的组成与结构、第七章生物群落的动态、第八章生物群落的分类与排序,均属于群落部分,通过对生物群落生态规律的认识,在控制、利用、改造、创造生物群落,进而实现保护自然环境、提高群落生产力等方面均有重要作用;第九章生态系统的一般特征、第十章生态系统中的能量流动、第十一章生态系统中的物质循环,属于生态系统部分,阐述生态系统结构、功能及生态系统的发展趋势、自我调节机制;第十二章陆地生态系统、第十三章水域生态系统,重点介绍最主要的两个生态系统类型,从中了解我国生态系统类型的丰富多样,以及如何保护生态环境和恢复已经退化的生态系统;第十四章景观生态系统,介绍景观结构、功能、动态以及它们之间的相互依赖、相互作用关系,生境破碎化对生物多样性的影响、自然资源管理与保护、城市与区域规划、自然保护区设计等;第十五章环境保护与可持续发展,阐述了与可持续发展相联系的全球变化、生物多样性保护等人类面临的几个最重要的生态环境问题;第十六章生态风险评估与生态规划,主要介绍如何采取行动或措施去维护和恢复生态环境。本教材既体现了生态学作为环境科学的基础理论,又紧密联系了生态学发展前沿的热点问题。

参与本教材编写工作的有李博院士(第一、二、六、七、十二章);孙儒泳院士(第三、九、十章);杨持教授(第八、十五章);林鹏教授(第十三章);王祥荣教授(第五、十六章第二节);盛连喜教授(第十章第七节);杨允菲教授(第四章);孔繁翔教授(第十一章);邬建国博士(第十四章);齐晔博士(第十五章第一节);李晓

军博士(第十五章第二节);李燕红博士(第十六章第一节);冯江副教授(第二章);蔡立哲副教授(第十三章第四节);林益明副教授(第十三章第二、三节)。

李博院士为本教材的出版花费了很多的心血,他的不幸去世对本教材的完成影响甚大,虽然杨持、林鹏两位副主编为最终的统稿工作也作出了很大努力,以最大的期望值去弥补这一损失,但仍不可能达到十分满意的程度,请读者给以理解。

内蒙古大学张海燕同志为本教材清绘部分插图,在此表示感谢!

高等教育出版社陈文、张月娥、林金安等同志积极推动本教材的编写、出版工作,在此深表感谢!

参与本书编写的人员较多,给统稿工作带来相当难度,加之编者水平有限,错误在所难免,希望使用本教材的教师、学生和环境科学工作者提出宝贵意见。

编 者

一九九九·三

责任编辑	陈文
封面设计	张楠
责任绘图	郝林
版式设计	史新薇
责任校对	朱惠芳
责任印制	陈伟光

# 目 录

<b>第一章 绪论</b> .....	1
<b>第一节 地球上的生命</b> .....	1
一、什么是生命 .....	1
二、生命的起源 .....	1
三、生物的多样性 .....	2
四、生物圈 .....	2
<b>第二节 生态学的形成及发展</b> .....	3
一、生态学的定义及研究对象 .....	3
二、生态学的形成与发展 .....	5
<b>思考题</b> .....	9
<b>推荐阅读文献</b> .....	9
<b>第二章 生物与环境</b> .....	10
<b>第一节 生物种的概念</b> .....	10
<b>第二节 环境的概念及其类型</b> .....	11
一、环境的概念 .....	11
二、环境的类型 .....	12
三、环境因子分类 .....	13
<b>第三节 生态因子作用分析</b> .....	13
一、生态因子的概念 .....	13
二、生态因子作用的一般特征 .....	13
三、生态因子的限制性作用 .....	15
<b>第四节 生态因子的生态作用及生物的适应</b> .....	21
一、光因子的生态作用及生物的适应 .....	21
二、温度因子的生态作用及生物的适应 .....	26
三、水因子的生态作用及生物的适应 .....	33
四、土壤因子的生态作用及生物的适应 .....	37
<b>思考题</b> .....	41
<b>推荐阅读文献</b> .....	42
<b>第三章 种群及其基本特征</b> .....	43
<b>第一节 种群的概念</b> .....	43



第二节 种群的动态 .....	44
一、种群的密度和分布 .....	44
二、种群统计学 .....	45
三、种群的增长模型 .....	51
四、自然种群的数量变动 .....	54
第三节 种群的空间格局 .....	58
第四节 种群调节 .....	60
一、气候学派 .....	61
二、生物学派 .....	61
三、食物因素 .....	61
四、自动调节学说 .....	62
思考题 .....	63
推荐阅读文献 .....	63
<b>第四章 种群生活史 .....</b>	<b>64</b>
第一节 生活史概述 .....	64
一、个体大小 .....	64
二、生长与发育速度 .....	65
三、繁殖 .....	67
四、扩散 .....	68
第二节 繁殖成效 .....	70
一、繁殖价值 .....	70
二、亲本投资 .....	71
三、繁殖成本 .....	72
第三节 繁殖格局 .....	75
一、一次繁殖和多次繁殖 .....	75
二、生活年限与繁殖 .....	75
第四节 繁殖策略 .....	76
一、 $r$ 选择和 $K$ 选择 .....	77
二、 $R$ -、 $C$ -和 $S$ -选择的生活史式样 .....	79
三、波动与稳定 .....	82
第五节 性选择 .....	83
一、植物的选择受精 .....	84
二、动物的性选择 .....	84
思考题 .....	86
推荐阅读文献 .....	87

---

第五章 种内与种间关系 .....	88
第一节 种内关系 .....	89
一、密度效应 .....	89
二、动植物的性行为 .....	92
三、他感作用 .....	97
第二节 种间竞争 .....	100
一、高斯假说 .....	100
二、Lotka - Volterra 模型 .....	101
三、生态位理论 .....	103
四、捕食作用 .....	107
五、寄生与共生 .....	109
思考题 .....	110
推荐阅读文献 .....	111
第六章 生物群落的组成与结构 .....	112
第一节 生物群落的概念 .....	112
一、生物群落的定义 .....	112
二、群落的基本特征 .....	113
三、群落的性质 .....	115
第二节 群落的种类组成 .....	116
一、种类组成的性质分析 .....	117
二、种类组成的数量特征 .....	118
三、种间关联 .....	122
第三节 群落的结构 .....	125
一、群落的结构要素 .....	125
二、群落的外貌与季相 .....	132
三、群落的垂直结构 .....	132
四、群落的水平结构 .....	134
五、群落交错区与边缘效应 .....	135
第四节 影响群落组成和结构的因素 .....	136
一、生物因素 .....	136
二、干扰对群落结构的影响 .....	140
三、空间异质性与群落结构 .....	143
四、岛屿与群落结构 .....	143
五、一个物种丰富度的简单模型 .....	146
六、平衡说和非平衡说 .....	147

思考题 .....	149
推荐阅读文献 .....	149
<b>第七章 生物群落的动态</b> .....	<b>150</b>
第一节 群落变化类型 .....	150
第二节 群落演替的类型 .....	152
第三节 演替顶极学说 .....	155
一、单元顶极论 .....	155
二、多元顶极论 .....	157
三、顶极—格局假说 .....	157
第四节 群落演替与功能过程 .....	158
一、去除植被的影响 .....	158
二、植被的恢复过程 .....	161
三、生物调节的恢复 .....	162
四、群落的发展与稳态 .....	164
五、关于生态系统发展模型的讨论 .....	165
第五节 控制演替的几种主要因素 .....	167
一、植物繁殖体的迁移、散布和动物的活动性 .....	167
二、群落内部环境的变化 .....	168
三、种内和种间关系的改变 .....	168
四、外界环境条件的变化 .....	169
五、人类的活动 .....	169
第六节 两种不同的演替观 .....	169
一、经典的演替观 .....	169
二、个体论演替观 .....	170
思考题 .....	172
推荐阅读文献 .....	172
<b>第八章 生物群落的分类与排序</b> .....	<b>173</b>
第一节 生物群落的分类 .....	173
一、中国的植物群落分类 .....	174
二、法瑞学派的群落分类 .....	176
三、美国的群落分类 .....	177
四、群落的数量分类 .....	179
第二节 生物群落的排序 .....	189
一、间接梯度分析 .....	190
二、直接梯度分析 .....	194

---

思考题 .....	196
推荐阅读文献 .....	196
<b>第九章 生态系统的一般特征 .....</b>	<b>197</b>
第一节 生态系统的基本概念 .....	197
第二节 生态系统的组成与结构 .....	198
一、非生物环境 .....	198
二、生产者 .....	198
三、消费者 .....	198
四、分解者 .....	199
第三节 食物链和食物网 .....	201
第四节 营养级与生态金字塔 .....	202
第五节 生态效率 .....	204
一、常用的几个能量参数 .....	204
二、营养级位之内的生态效率 .....	205
三、营养级位之间的生态效率 .....	205
第六节 生态系统的反馈调节和生态平衡 .....	206
思考题 .....	207
推荐阅读文献 .....	207
<b>第十章 生态系统中的能量流动 .....</b>	<b>208</b>
第一节 生态系统中的初级生产 .....	208
一、初级生产的基本概念 .....	208
二、初级生产的生产效率 .....	210
三、初级生产量的限制因素 .....	211
四、初级生产量的测定方法 .....	213
第二节 生态系统中的次级生产 .....	214
一、次级生产量的生产过程 .....	214
二、次级生产量的测定 .....	215
三、次级生产的生态效率 .....	216
第三节 生态系统中的分解 .....	218
一、分解过程的性质 .....	218
二、分解者 .....	220
三、资源质量与分解作用的关系 .....	222
四、理化环境对分解作用的影响 .....	223
第四节 生态系统中的能量流动 .....	225
一、研究能量传递规律的热力学定律 .....	225

二、食物链层次上的能流分析 .....	226
三、实验种群层次上的能流分析 .....	227
四、生态系统层次上的能流分析 .....	229
第五节 异养生态系统的能流分析 .....	233
第六节 生态系统能流模型 .....	234
第七节 生态系统中的信息及其传递 .....	236
一、信息与信息量 .....	236
二、信息及其传递 .....	236
思考题 .....	240
推荐阅读文献 .....	241
<b>第十一章 生态系统中的物质循环</b> .....	<b>242</b>
第一节 物质循环的一般特点 .....	242
一、生命与元素 .....	242
二、物质循环的模式 .....	242
三、生物地球化学循环的类型 .....	244
第二节 水循环 .....	245
一、全球的水循环 .....	245
二、生态系统中的水循环 .....	246
第三节 气体型循环 .....	247
一、碳循环 .....	247
二、氮循环 .....	249
第四节 沉积型循环 .....	251
一、磷循环 .....	251
二、硫循环 .....	252
第五节 有毒有害物质循环 .....	253
一、有毒有害物质循环的一般特点 .....	253
二、有毒有害物质循环实例 .....	254
思考题 .....	257
推荐阅读文献 .....	257
<b>第十二章 陆地生态系统</b> .....	<b>258</b>
第一节 概述 .....	258
一、影响陆地生态系统分布的因素 .....	258
二、陆地生态系统的水平分布格局 .....	259
三、陆地生态系统的垂直分布格局 .....	259
第二节 森林生态系统 .....	263

一、热带雨林 .....	263
二、常绿阔叶林 .....	265
三、落叶阔叶林 .....	266
四、北方针叶林 .....	270
第三节 草地生态系统 .....	270
一、草地生态系统的特征 .....	271
二、我国不同草原区域的基本特点 .....	274
第四节 荒漠生态系统 .....	276
思考题 .....	278
推荐阅读文献 .....	278
<b>第十三章 水域生态系统 .....</b>	<b>279</b>
第一节 概述 .....	279
一、河流的流域 .....	279
二、湖泊 .....	280
三、湿地 .....	280
四、海流 .....	281
五、潮汐 .....	284
六、赤潮 .....	286
第二节 淡水湿地生态系统 .....	286
一、淡水湖泊生态系统 .....	286
二、淡水沼泽生态系统 .....	288
第三节 滨海湿地生态系统 .....	290
一、红树林生态系统 .....	290
二、海草生态系统 .....	294
第四节 海洋生态系统 .....	299
一、河口生态系统 .....	299
二、浅海生态系统 .....	301
三、大洋生态系统 .....	303
思考题 .....	306
推荐阅读文献 .....	307
<b>第十四章 景观生态学系统 .....</b>	<b>308</b>
第一节 景观和景观生态学 .....	308
一、景观生态学的研究内容 .....	308
二、景观生态学发展历史简述 .....	310
第二节 景观生态学中的一般概念和理论 .....	311

一、尺度及其有关概念 .....	311
二、格局与过程 .....	312
三、空间异质性和缀块性 .....	312
四、种-面积关系和岛屿生物地理学理论 .....	313
五、缀块-廊道-基底模式 .....	314
六、边缘效应 .....	315
七、Meta-种群理论 .....	315
八、景观连接度、渗透理论和中性模型 .....	317
九、等级理论 .....	318
十、缀块动态理论 .....	319
第三节 景观生态学的研究方法和应用 .....	320
一、遥感和地理信息系统在景观生态学中的应用 .....	320
二、景观结构分析的数量方法 .....	322
三、景观模型 .....	324
第四节 景观生态学的应用 .....	327
思考题 .....	329
推荐阅读文献 .....	329
<b>第十五章 环境保护与可持续发展</b> .....	<b>331</b>
第一节 全球变化 .....	331
一、全球变化概述 .....	331
二、全球变化的生态后果 .....	334
三、减缓全球变化的途径 .....	337
第二节 生物多样性保护 .....	338
一、生物多样性的概念 .....	338
二、生物多样性的空间格局 .....	341
三、生物多样性的测度 .....	343
四、濒危生物的评估与分级 .....	350
五、生物多样性就地保护 .....	353
第三节 可持续发展 .....	357
一、环境与可持续发展 .....	357
二、生态恢复 .....	359
三、生态工程 .....	365
思考题 .....	370
推荐阅读文献 .....	370
<b>第十六章 生态风险评估与生态规划</b> .....	<b>372</b>

---

第一节 生态风险评估 .....	372
一、生态风险评估的步骤 .....	372
二、生态风险评估的方法 .....	376
第二节 生态规划.....	380
一、生态规划的概念 .....	380
二、生态规划的原则 .....	382
三、生态规划的工作程序与主要内容 .....	384
思考题 .....	398
推荐阅读文献 .....	398
参考文献 .....	399



# 第一章 绪 论

本章主要介绍生态学的研究对象、内容、范围、方法以及生态学的最新发展和趋势。使学生了解学习生态学,不仅要掌握生物与环境相互作用的一般原理,更要关注人类活动下生态过程的变化以及对人类生存的影响;在环境科学的发展过程中,生态学一直是一门必不可少的基础学科。

## 第一节 地球上的生命

### 一、什么是生命

地球是一个充满生命的行星,这在所有已知的星球中是极为特殊的。所谓“生命”,恩格斯在《自然辩证法》中指出:“生命是蛋白体的存在方式,这个存在方式的基本因素在于它和周围外部自然界的不断新陈代谢”。随着生命科学的进展,逐步认识到生命是高度组织化的物质结构,其分子基础是具有自我复制和具负载遗传信息功能的核酸等生物大分子,其通过生物膜实现内部及内外的分隔,形成形形色色的细胞、组织与生物体,并借助外界能量的输入,通过一系列相互关联的生物化学过程而实现内外物质交换和自身的复制。

### 二、生命的起源

生命的起源是一个神秘而古老的问题,经过无数科学家多年的探索,尤其是近几十年来通过地球早期环境和早期生命以及地球以外的化学进化等研究,对生命起源取得了一些共识,认为地球生命起源于地球上的化学进化过程。

地球约形成于46亿年前,(38~40)亿年前形成了地球的外壳。当时,地球表面为还原性大气,主要由水蒸气、 $H_2S$ 、 $N_2$ 、 $CH_4$ 、 $NH_3$ 及 $H_2$ 等组成,缺少 $O_2$ ,大气层较薄,没有臭氧层。因此,那时紫外线很强烈,昼夜之间以及季节之间的温差很大。这些条件对今天的生物来讲非常有害,但却正是原始生命得以形成的环境。1953年,S.L.Miller在实验室中让混有氨、甲烷和氢的水流经一个电弧(模拟太阳紫外辐射),一星期后得到了甘氨酸、丙氨酸等氨基酸,不少人重复试验得到了类似结果。由此推论,在还原性大气形成的各种有机物随着时间的推移越聚越多,有的会形成较为复杂的化合物,最后形成蛋白质和能够自我复制的核酸分子,这就是生命的开始,这一过程大约发生在35亿年以前。这时,原始