



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

环境生态学导论



李元主编



科学出版社

www.sciencep.com

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

环境生态学导论

李元 主编

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书在阐述环境生态学的概念及特点的基础上,简明扼要地论述了生物与环境的关系、生物种群与群落以及生态系统的基本理论,深入分析了环境污染、生态破坏、全球变化与生物的生态关系,系统探讨了生物多样性与生物安全,充分强调了生态监测与评价、生态环境管理与规划的理论和原则。

本书适合用作高等院校生态学专业、环境科学专业、农业资源与环境专业、环境工程专业以及其他相关专业“环境生态学”课程的教材,也可作为从事相关专业教学、研究的人员和研究生的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

环境生态学导论/李元主编. —北京:科学出版社,2009
(普通高等教育“十一五”国家级规划教材)
ISBN 978-7-03-022066-0

I. 环… II. 李… III. 环境生态学-高等学校-教材 IV. X171

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 056400 号

责任编辑:甄文全 丛楠 沈晓晶 / 责任校对:赵桂芬
责任印制:张克忠 / 封面设计:北极光视界

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号
邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

盛主印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2009年5月第一版 开本:787×1092 1/16

2009年5月第一次印刷 印张:18 1/2

印数:1—3 500 字数:420 000

定价:34.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈环伟〉)

前 言

全球环境变化已经威胁着生物的生存。环境变化与生物之间的生态关系是人类在 21 世纪无法回避的挑战。如何调控环境变化与生物之间的生态关系,减轻环境变化对生物的影响,利用生物来保护和改善环境已成为亟待解决的课题。在此形势下,环境变化与生物之间的生态关系问题受到越来越广泛的关注,环境生态学也得到了快速的发展。环境生态学是环境科学与生态学相互交叉、相互融合而逐步形成的一门新兴的学科。环境生态学研究人为干扰的环境条件下生物与环境之间的相互关系。环境生态学以生态系统作为研究对象,通过对环境变化与生物之间的相互关系的系统研究,以及对介于环境科学与生态学之间有关科学问题的深入探讨研究,构建保护和改善生态环境的理论基础,促进生态系统的可持续发展。

根据教育部 2005 年关于普通高等教育“十一五”国家级教材规划,李元于 2005 年 10 月提出了主编《环境生态学导论》教材的申请。经科学出版社申报,教育部组织专家评审,网上公示,本书于 2006 年 8 月列入了普通高等教育“十一五”国家级规划教材计划(教高[2006]9 号通知)。《环境生态学导论》一书由李元提出编写提纲,李元、祖艳群、段昌群、王国祥和岳明共同确定提纲,于 2006 年 7 月 24~27 日在昆明召开的教材编写会上,经全体编写人员讨论通过了编写提纲,然后,由多位学者共同执笔编写。本书共包括 10 章。第一章绪论由云南农业大学李元编写;第二章生物与环境由云南大学段昌群、张国盛编写;第三章生物种群与群落由西北大学岳明编写;第四章生态系统由云南农业大学李元、冯源编写;第五章环境污染与生态修复由云南农业大学祖艳群编写;第六章生态破坏与生物的生态关系由南京师范大学王国祥编写;第七章全球变化及其对生物的影响由兰州大学冯虎元编写;第八章生物多样性与生物安全由云南大学段昌群、于福科编写;第九章生态监测与评价由南京师范大学王国祥编写;第十章生态环境管理与规划由云南农业大学陈海燕编写。初稿完成后,由李元审稿,并对各章提出修改意见和建议,各位编者进行了认真的修改。然后,由李元、祖艳群和陈海燕再次审稿并提出修改意见和建议,各位编者再次进行了全面的修改和完善。最后,由李元定稿。

本书在阐述了环境生态学的概念和特点的基础上,简明扼要地论述了生物与环境的关系、生物种群与群落以及生态系统的基本理论,深入分析了环境污染、生态破坏、全球变化与生物的生态关系,系统探讨了生物多样性与生物安全,充分强调了生态监测与评价、生态环境管理与规划的理论 and 原则。本书突出了环境变化与生物的生态关系这一特点,构建了“环境生态学”新的知识体系和章节结构,是一部综合、系统、规范的“环境生态学”教材,体现了素质教育和创新能力培养的结合,保证了教学需要,将促进“环境生态学”教学质量的提高和学科建设的发展。

本书的特色和创新之处包括五个方面。

一、在体系和内容方面有较大的创新。在定义了“环境生态学”概念及特点的基础上，以环境问题与生物为主线，从生态学基础、环境问题与生物的关系、生物多样性与生物安全、生态环境管理等方面进行分析；反映了环境生态学研究的最新成果，既结合了编者近年来的研究成果，又综合了国内、外大量相关资料，并加以归纳和总结，内容新颖，条理清晰，适于教学。

二、生态学基础部分简明扼要。生态学基础部分系统阐述了生物与环境、种群、群落和生态系统等主要内容。

三、环境问题与生物的关系部分分析深入。环境问题与生物的关系部分充分考虑环境对生物的影响以及生物对环境的适应和作用两方面，包括环境污染与生物的生态关系、全球变化与生物的生态关系、生态退化与生物的生态关系。系统分析了近年来备受关注的主要环境因子，如温室效应、酸雨、臭氧衰减与 UV-B 辐射增强、重金属、农药对植物的生态作用，以及环境污染和生态破坏的生态修复。

四、充分反映了生物之间的相互作用和相互关系。该部分深入讨论了生物多样性与生物安全，包括生物入侵与生物安全，转基因生物与生物安全。

五、生态环境管理部分充分体现生态调控的思想。生态环境管理部分阐述了应用生态学原理进行生态监测、评价、管理与规划的理论与原则。

本书在编写过程中，得到云南农业大学和科学出版社的大力支持，以及各参编单位的积极协助，在此一并致谢。本书参考了多部相关的教材、著作、论文和有关资料，在此表示衷心的感谢。

环境生态学学科领域广泛、发展迅速，由于编者学识有限，书中难免有不足之处，恳请各位专家、学者和读者批评指正，以便改进和完善。

李 元

2009年1月9日

目 录

前言

第一章 绪论	1
第一节 环境生态学的概念与特点	1
一、环境生态学的概念	1
二、环境生态学的产生与发展	1
三、环境生态学的特点	3
第二节 环境生态学的研究内容及研究方法	4
一、环境生态学的研究内容	4
二、环境生态学的研究方法	6
第三节 环境生态学及其相关学科	7
一、环境生态学与生态学的关系	7
二、环境生态学与环境科学	8
三、环境生态学的相邻学科	8
思考题	9
推荐读物	9
参考文献	10
第二章 生物与环境	11
第一节 环境与生态因子	11
一、自然环境	11
二、生态因子及其作用特征	13
第二节 主要生态因子的作用及生物适应	16
一、光的生态作用及生物适应	17
二、温度的生态作用及生物适应	26
三、水的生态作用及生物适应	32
四、空气的生态作用及生物适应	37
五、土壤的生态作用及生物适应	40
思考题	45
推荐读物	45
参考文献	45
第三章 生物种群与群落	47
第一节 生物种群	47
一、种群概述	47
二、种群的动态	51

第二节 种间关系	55
一、正相互作用	55
二、负相互作用	56
第三节 生物群落	60
一、生物群落的概念	60
二、生物群落的结构	62
三、生物群落的分布	65
四、生物群落的动态	67
思考题	70
推荐读物	71
参考文献	71
第四章 生态系统	72
第一节 生态系统的概念与研究方法	72
一、生态系统的概念	72
二、生态系统的研究对象与研究方法	72
第二节 生态系统的结构	74
一、生态系统的组成成分	74
二、食物链与食物网	76
三、生态金字塔	78
第三节 生态系统的类型	80
一、陆地生态系统	80
二、水生生态系统	83
第四节 生态系统的功能	85
一、生物生产	85
二、物质循环	87
三、能量流动	89
四、信息传递	91
第五节 生态平衡	93
一、生态平衡的概念及其调节机制	93
二、生态破坏	95
思考题	96
推荐读物	97
参考文献	97
第五章 环境污染与生态修复	98
第一节 生物对污染物的吸收和积累	98
一、生物对污染物的吸收	98
二、生物对污染物的积累	105
第二节 重金属污染对生物的影响	108

一、重金属及其污染特点	108
二、重金属污染对生物的影响	109
三、生物对重金属的适应与耐性	113
第三节 农药污染对生物的影响	117
一、农药及其污染特点	117
二、农药污染对生物的影响	120
第四节 环境污染的生态修复	123
一、生态修复的概念及类型	123
二、重金属超累积植物与植物提取修复	124
三、有机污染的微生物修复	129
思考题	132
推荐读物	132
参考文献	132
第六章 生态破坏与生物的生态关系	135
第一节 生态破坏的原因及类型	135
一、生态破坏的原因	135
二、生态退化的类型	138
第二节 植被破坏对生物的影响	142
一、植被破坏对植物、动物和微生物的影响	142
二、植被破坏对生物地球化学循环的影响	144
三、植被破坏对生态系统服务功能的影响	144
第三节 土壤退化对生物的影响	146
一、土壤退化对植物的影响	146
二、土壤退化对动物的影响	146
三、土壤退化对微生物的影响	148
第四节 生态破坏的修复与重建	149
一、生态修复与重建概述	150
二、植被破坏的生态修复与重建	153
三、土壤退化的生态修复与重建	157
四、水域破坏的生态修复与重建	161
思考题	169
推荐读物	169
参考文献	169
第七章 全球变化及其对生物的影响	172
第一节 温室效应及其对生物的影响	172
一、温室效应的概念	172
二、温室效应对生态环境的影响	174
三、温度升高对人类健康的影响	177

四、温度升高对植物的影响	177
五、温度升高对动物的影响	179
六、温度升高对微生物的影响	180
七、温度升高对陆地碳循环的影响	181
第二节 酸雨及其对生物的影响	182
一、酸雨及其形成机制	182
二、酸雨对水生生态系统的影响	186
三、酸雨对陆地生态系统的影响	188
四、酸雨对人类健康的影响	192
五、酸雨对建筑物和文物古迹的影响	193
第三节 UV-B 辐射增强及其对生物的影响	193
一、臭氧层衰减与 UV-B 辐射增强概述	193
二、UV-B 辐射增强对植物的影响	198
三、UV-B 辐射增强对动物的影响	201
四、UV-B 辐射增强对微生物的影响	203
五、UV-B 辐射增强对人类健康的影响	203
六、UV-B 辐射增强对生物地球化学循环的影响	204
思考题	205
推荐读物	205
参考文献	205
第八章 生物多样性与生物安全	207
第一节 生物多样性	207
一、生物多样性的概念及测定	207
二、生物多样性丧失及其成因	212
三、生物多样性保护	215
第二节 生物安全	223
一、生物入侵	224
二、转基因生物	228
思考题	232
推荐读物	233
参考文献	233
第九章 生态监测与评价	234
第一节 生态监测	234
一、生态监测概述	234
二、生态监测的理论依据与指标体系	237
三、生态监测的基本方法	241
第二节 生态评价	248
一、生态评价的概念	248

二、生态评价的指标体系	249
三、生态评价的程序与内容	250
四、生态评价的方法	256
思考题	259
推荐读物	259
参考文献	259
第十章 生态环境管理与规划	261
第一节 生态环境管理	261
一、生态环境管理的概念	261
二、生态环境管理的目标与原则、基本理论	263
三、生态环境管理的内容	269
四、生态环境管理的程序	270
五、生态环境管理的手段与方法	271
第二节 生态规划	272
一、生态规划的概念	273
二、生态规划的目标与原则	274
三、生态规划理论基础	276
四、生态规划的指标体系	277
五、生态规划的程序与方法	279
思考题	283
推荐读物	283
参考文献	283

第一章 绪 论

摘要：本章主要介绍环境生态学的概念、特点、产生和发展，阐述环境生态学的研究内容与方法，分析环境生态学与生态学、环境科学等其他相关学科的关系。在分析环境生态学产生的历史背景的前提下，理解环境生态学的科学含义。

20 世纪，随着全球人口激增和工、农业的快速发展，人类与生态环境间的矛盾也日益突出。全球生态破坏和环境污染已经威胁到人类的生存。20 世纪产生的许多重大的全球性环境问题给人类敲响了警钟。正确处理人类生存、发展与环境保护的关系，是人类可持续发展的关键，这依赖于人类对生态学理论的掌握与运用。生态学是研究生物与环境之间相互关系的科学，是人类可持续发展的理论依据。改善人类活动方式，减轻对环境的影响，利用生物来保护和改善环境，是环境生态学的任务。

第一节 环境生态学的概念与特点

环境生态学是生态学的应用学科之一，是一门新兴的边缘学科，是伴随着环境问题的出现而产生和发展的交叉科学。环境生态学运用了生态学的理论，阐明人与环境的相互作用关系，阐明人类干扰对生态环境结构和功能的影响，并且探求解决环境问题的生态途径。

一、环境生态学的概念

环境生态学 (environmental ecology) 是研究人为干扰的环境条件下，生物与环境之间的相互关系的科学。环境生态学研究人为干扰下，生态系统结构内在的变化机制和规律、生态系统功能的响应，寻求因人类活动的影响而受损的生态系统的恢复、重建、保护的生态学对策。即运用生态学理论，阐明人与环境间的相互作用及解决环境问题的生态途径的科学 (盛连喜，2002)。从生态学的发展和环境问题的形成来看，它着重从整体和系统的角度出发，研究在人类活动的影响下，生物与环境之间的相互关系。

在人类干扰自然的过程中，既有生态破坏的问题，又有环境污染问题。环境生态学的任务就是利用生态学原理来解决这两类问题。环境生态学应用广泛，最突出的包括生态破坏恢复的生态对策、生态环境质量评价、环境生态设计及环境生态工程等。目前，环境生态学对保护和合理利用自然资源、环境污染治理、生态破坏的恢复起着越来越大的作用。通过环境生态学的研究，保护、恢复和重建生态环境、保障生态平衡具有重要意义。

二、环境生态学的产生与发展

环境生态学的产生始于环境问题的出现和严重化。了解环境问题的产生与发展，有利于深刻理解环境生态学的产生与发展。

1. 环境与环境问题

环境 (environment) 是某一主体周围的一切因素的总和。生态学中所说的环境通常指自然环境, 如光、温、水、气、土壤等。人类环境包括自然环境与社会环境。社会环境如政治、法律、科技、文化等。

环境问题 (environmental problem) 是指人类在利用和改造自然的过程中, 对自然环境破坏和污染所产生的危害人类生存的各种负反馈效应, 包括生态破坏和环境污染。生态破坏指因不合理开发和利用资源而造成的对自然环境的破坏, 如森林破坏、水土流失、土地沙化等。环境污染则是指人类排放的污染物对环境的危害, 如 SO_2 污染、农药污染、重金属污染等。世界八大公害事件就是环境污染事件。由于自然力的原因所引起的环境问题称为第一环境问题, 或原生环境问题 (first environmental problem), 如火山、海啸、地震、台风等引起的环境问题, 这些环境问题通常被称为自然灾害。由人类活动引起的环境问题, 称为第二环境问题, 或次生环境问题 (secondary environmental problem)。第二环境问题是环境生态学的主要研究对象。

2. 环境问题的产生与发展

随着人类生产力的发展和人类文明的不断提高, 环境问题也相伴产生和发展, 并由小范围、低程度的危害发展为大尺度、严重化的危害。环境问题的产生和发展可划分为早期农业环境问题、近代城市环境问题和当代全球环境问题。

早期农业环境问题阶段涵盖了从人类出现直至产业革命之前这段漫长的历史时期。在原始社会中, 生产力水平低下, 人类依赖自然环境, 农业生产方式主要是以狩猎动物和采集野生植物为主, 对环境的影响不大。到了新石器时代, 由于生产工具的进步和生产力的逐渐提高, 出现了烧垦农业, 随后是非机械化的固定农业。人类对自然界的干扰越来越大, 环境问题也随之产生了。这个阶段的环境问题主要是生态破坏, 如砍伐森林和破坏草原。

近代城市环境问题阶段是从产业革命到 1984 年首次发现南极臭氧空洞为止。在这个阶段, 城市环境问题突出, 环境公害事件频发。18 世纪末欧洲的一系列发明和技术革新大大地提高了人类社会的生产力, 人类开始以空前的规模和速度开采、消耗能源和其他自然资源, 从而导致了化石燃料燃烧引起的大气 SO_2 污染、重金属和有机物引起的水和食品污染, 以及汽车尾气引起的光化学烟雾等城市环境问题。

20 世纪 50~70 年代, 近地表范围内的环境污染问题剧增, 发生了一系列震惊世界的环境公害事件, 最典型的就是世界八大公害事件。据统计, 1953~1973 年 20 年间全世界共发生公害事件 52 起, 死亡人数达 14 万之多。

当代全球环境问题始于 1984 年由英国科学家发现, 并于 1985 年由美国科学家证实在南极上空出现“臭氧层空洞”, 并由此掀起关注全球环境问题的热潮。当代全球环境问题主要包括温室效应、臭氧层耗损、酸雨、大气污染、水污染、土地退化、森林破坏、生物多样性锐减等。

3. 环境生态学的产生与发展

20 世纪 50 年代以来, 人们开始意识到环境污染所造成的危害是全面的、长期的、严重的, 并且逐渐将环境问题提升到生态平衡破坏、资源浪费的高度对其进行重新认识, 试图寻求一条既能保证经济增长和社会稳步发展, 又能够维持生态良性循环的、全新的发展道路。

美国生物学家卡逊 (Carson), 1962 年的《寂静的春天》一书的问世是环境生态学诞生

的标志。卡逊在书中以大量的事实指出了农药污染导致动物死亡，产生了春天一片“寂静”的现象；阐述了人与自然环境之间的正确关系。她指出问题的症结：“不是敌人的活动使这个受害的世界的生命无法复生，而是人们自己使自己受害。”该书引起了人类社会对农药的争论以及对环境问题的关注，标志着人类社会在环境问题上的觉醒。

1972年，联合国人类环境会议在瑞典斯德哥尔摩召开。会议通过了《联合国人类环境会议宣言》，宣言就有关自然保护、生态平衡、污染防治、城市化、人口、资源等一系列范围广泛的人类环境问题，从道德、环境战略等不同角度，阐明了在保护和改善人类生存环境方面应采用的共同原则。其中，人类社会的发展要与资源的提供能力相适应，要考虑环境问题等限制性因素的作用和人口增长压力等思想，都为环境生态学的理论体系的产生奠定了基础。

世界环境与发展委员会（WCED）1987年向联合国提交了题为《我们共同的未来》的研究报告。系统研究了人类面临的重大经济、社会和环境的问题，以“可持续发展”为基本纲领，提出了一系列政策目标和行动建议。报告把环境与发展这两个紧密相关的问题作为一个整体讨论，认为资源、环境是人类可持续发展的基础，实现了人类有关环境与发展思想的重要飞跃。事实上，这就是用生态学理论来分析和解决环境问题，是对环境生态学学科的推动和深化。

1992年，联合国环境与发展大会的召开及大会所达成的共识，标志着国际社会对环境与发展问题认识的深化。大会一致通过的《里约宣言》的27条原则成为国际环境与发展合作、在全球范围内推动可持续发展的指导方针。大会正式确立可持续发展是当代人类发展的主题。标志着全球开始探索协调环境与发展的途径，以及人类可持续发展的理论与方法。在此背景下，环境生态学得到了快速发展。

三、环境生态学的特点

环境生态学是一门新兴的学科，它是生态学与环境科学相互交叉、相互融合而逐步形成的。环境生态学不仅涉及生态学领域的各个学科，也涉及环境科学领域的各个学科。环境生态学以生态学和环境科学理论为基础，应用生态学和环境科学的技术和方法来研究人类干扰的环境条件下，生物与环境之间的相互关系、这种关系的内在机制以及保护和改善生物与环境之间的关系。因此，环境生态学不同于以研究生物与环境之间相互关系为主的经典生态学；也不同于以研究人类环境质量，以及保护与改善环境质量的环境科学。

环境生态学的研究内容兼有环境科学和生态学这两大学科的研究重点，在生态与环境领域内有其特定的生态思想及环保理念，形成一套独有的研究和解决环境问题的理论与方法。它侧重于从整体上去研究生态系统的结构和功能变化的机制与规律，探索人类干扰下，人类活动对环境的影响，寻找解决环境问题的生态学途径。

在研究尺度上，环境生态学向微观和宏观两个方向发展。研究尺度包括分子、细胞、个体、种群、群体、生态系统、生物圈，并以生态系统为主要的研究尺度。

此外，环境生态学的研究需要发展国际合作。例如，对于全球性的人口、粮食、能源、资源和环境五大问题，联合国教科文组织于1970年设立了人与生物圈计划。

环境生态学的研究方法与分析、工程技术相结合，并应用现代技术新方法。如分子生物技术、遥感、地理信息系统、自动电子仪器、同位素、3S技术、生态建模和计算机技

术等越来越广泛地应用到环境生态学中。

环境生态学理论研究与应用研究全面发展，与环境重大问题密切结合，在许多领域广泛应用，如绿色技术、清洁生产、生态设计、生态工业园、生态农业、生态保护及生态恢复等。

世界八大公害事件

(1) 马斯河谷烟雾事件：发生于1930年比利时马斯河谷中，谷内工厂排放大量二氧化硫，又遭遇逆温天气，使上千人发生胸疼、咳嗽、流泪、呼吸困难等。一周内近60人死亡，千人患呼吸系统疾病。

(2) 洛杉矶光化学烟雾事件：发生于1943年美国洛杉矶市，大量汽车尾气在紫外线照射下产生光化学烟雾，刺激人眼睛、灼伤喉咙和肺部，引起呼吸系统衰竭直至死亡，植物大面积受害。

(3) 多诺拉烟雾事件：发生于1948年美国宾夕法尼亚州多诺拉镇，空气中二氧化硫等有毒有害物质严重超标，6000多人发生眼痛、咽喉痛、流鼻涕、头痛、胸闷等症状，20人死亡。

(4) 伦敦烟雾事件：发生于1952年英国伦敦市，烟尘和二氧化硫在浓雾中积聚不散，先后死亡4000多人。

(5) 四日市事件：发生于1961年日本四日市，废气严重污染大气，许多居民患上哮喘、支气管炎、肺气肿、肺癌，多人死亡。

(6) 水俣病事件：发生于1953~1956年日本熊本县水俣市，人们食用被汞污染的鱼、贝等水生生物，造成中枢神经中毒，60多人死亡。

(7) 富山骨痛病事件：发生于1955~1972年日本富山县，人们食用被镉污染的河水和稻米而中毒，死亡一百多人。

(8) 日本米糠油事件：发生于1968年九州爱知县一带，人们食用含多氯联苯的米糠油后造成中毒，患者超过5000人，其中16人死亡。

第二节 环境生态学的研究内容及研究方法

运用生态学理论、保护和合理利用自然资源、治理环境污染、恢复和重建被破坏的生态系统、满足人类生存发展需要是环境生态学的主要研究任务。近几十年来，随着科学技术的发展，环境生态学的研究领域不断扩展，内容更加充实，更与当今世界最前沿的科技接轨，取得了大量突破性的成果。在研究方法上与系统分析、工程技术相结合，将现代新技术新方法应用于环境生态的研究中来。

一、环境生态学的研究内容

随着科学技术的发展和大规模的人类生产活动，人干预生物和环境的过程不论从规模还是速度上都远远超过自然过程。因此，作为一门综合性的边缘学科，环境生态学着重研究人

类活动影响下生物与环境的相互关系,以避免人类生产和生活对环境造成不利影响,并保护和改善人类生存环境。这是阐述环境生态学研究的主要内容和未来的主要研究方向。

1. 人为干扰下生态系统内在变化机制和规律

自然生态系统受到人为的外界干扰后,将会产生一系列的反应和变化。研究人为干扰对生态系统的生态作用、系统对干扰的生态效应及其机制和规律是十分重要的。研究主要包括各种污染物在各类生态系统中的行为、变化规律和危害方式,各种污染物在各类生态系统中的行为变化规律和危害方式,人为干扰的方式和强度与生态效应的关系等问题。

2. 生态系统受损程度及危害程度的判断

生态系统受损程度的判断是研究生态学的重要任务之一。而生态学判断所需的大量信息来自生态监测。生态监测是环境生态学研究的基础和必要手段,生态监测就是利用生态系统生物群落各组分对干扰效应的应答来分析环境变化的效应程度和范围,包括人为干扰下生物所产生的生理反应、种群动态和群落演替过程等生态要素的动态变化。

3. 生态系统保护的理论与方法

各类生态学系统在生物圈中执行着不同的功能,被破坏后所产生的生态后果也有不同,如水土流失、土地沙漠化、盐碱化等。环境生态学就是利用生态学的基本原理,人为地改变和切断生态系统退化的主导因子或过程,调整、配置和优化系统内部及其与外界的物质、能量、信息的流动过程,使生态系统的结构、功能和生态潜力尽快地、成功地恢复到一定的或原有的乃至更高的水平。

4. 环境污染防治的生态学对策的研究

环境污染防治主要是解决从污染发生、发展直至消除的全过程中存在的有关问题和采取防治的种种措施,其最终目的是保护和改善人类生存发展的生态环境。根据生态学的理论,结合环境问题的特点,采取适当的生态学对策并辅之以其他方法手段或工程技术来改善和恢复恶化的环境,是环境生态学的研究内容之一。

5. 受损生态系统的恢复与重建技术

退化生态系统的恢复与重建是将环境生态学理论应用于生态环境建设的一个重要方面。恢复与重建要求在遵循自然规律的基础上,通过人类的作用,根据技术上适当、经济上可行、社会能够接受的原则,使受损或退化的生态系统重新获得有益于人类生存与发展的功能。

6. 生态规划与区域生态环境建设

生态规划主要是以生态学原理为理论依据,对某地区的社会、经济、技术和生态环境进行全面综合规划,调控区域社会、经济与自然生态系统及其各组分的生态关系,以便充分、有效、科学地利用各种资源条件,促进生态系统的良性循环,使社会、经济持续稳定地发展。生态规划是区域生态环境建设的重要基础和实施依据。区域生态环境建设是根据生态规划,解决人类当前面临的生态环境问题,建设更适合人类生存和发展的生态环境的合理模式。

7. 生态风险评价

生态风险评价主要是利用定量方法来评估各种环境污染物对生态系统可能产生的风险及评估该风险可接受的程度,为生态环境的保护与管理提供科学依据。

8. 生物多样性与生态安全

生物多样性是生物及其与环境形成的生态复合体以及与此相关的各种生态过程的总和,它包括数以千百万计的动物、植物、微生物和它们所拥有的基因以及它们与生存环境形成的复杂的生态系统。生物多样性是维持基本生态过程和生命系统的物质基础。生态安全是指生物个体或生态系统不受侵害和破坏的状态。生态安全取决于人与生物之间、不同的生物之间的平衡状况。生物多样性是生态安全的重要组成,生物多样性的丧失,特别是基因和物种的丧失,对生态安全的破坏将是致命和无法挽回的,其潜在的经济损失是无法计算的。

二、环境生态学的研究方法

环境生态学是现代生态学的重要内容,又是环境科学的组成部分,理解人为干扰与生态系统内在的变化机制、规律之间的相互关系,是环境生态学的研究关键所在。因此,环境生态学研究应以解决实际环境问题的生态学研究方法为主,又具有自身学科特色的研究手段。

1. 调查统计分析

调查统计是环境生态学的主要方法之一。早期的生态学研究多数是生物生活史记载和博物学行为的野外调查。濒危生物种群数量变化、矿物资源现存量变化、污染区域生物数量变化、草地荒漠化发展趋势等问题的解决,首先是通过调查统计获得第一手资料数据,再分析其规律,设计出解决方案。

调查统计分析有多种方法,如不定期普查、抽样调查、定点调查、问卷调查、航空调查、遥感调查、地理信息系统调查等。

2. 科学实验

科学实验是环境生态学重要的研究方法。环境问题的解决需要通过科学实验研究其机制,再提出相应的生态措施。

科学实验分野外实验和室内实验,有的则是两者结合,依所研究的生物水平和环境问题而定。野外实验可建立定位实验站。野外实验主要针对生物种群、群落、生态系统和生物圈与环境的系统及生态过程。室内实验主要是探索生物个体、细胞和分子与环境相互关系的机制和内在规律。

3. 系统分析

系统分析是一种进行科学研究的策略,它以一种系统的、科学的方法找出生态系统内各组分之间的关系、各组分内不同的影响力,这有助于决策人找到一种解决复杂问题的思路。通过系统分析可以建立一系列反映事物发展规律的系统模型,对系统进行模拟和预测,寻找最佳答案。

系统分析中应用最多的方法有多元统计学、多元分析方法、动态方程、多维几何、模糊数学理论、综合评判方法、神经网络理论等一系列相关的数学、物理研究方法。目前,应用比较广泛的系统分析模型有微分方程模型(动力模型)、矩阵模型、突变量模型及对策论模型等。

4. 历史资料分析

有一些环境问题涉及历史变迁,需要从历史资料分析中得到启示。例如,区域生态环境变迁及其影响因素、自然灾害的发展及其变化趋势、人均资源利用量的变化与发展、可持续发展思想的形成等,都需要查阅大量的历史资料。历史资料包括文献资料、考古结果、孢粉

分析资料、底层分析资料、年轮分析资料等。该方法对于阐述较大时间尺度的环境变化是十分重要的。

对于沙漠生态环境的研究来说,大量的科研历史资料是一种宝贵的可利用资源。对这些长年积累的资料进行研究和分析,能使其更好地为沙漠化监测和预测、治沙技术措施、沙漠自然资源的持续利用和生存环境的优化提供科学依据。

第三节 环境生态学及其相关学科

环境生态学与其他学科领域的交叉研究十分活跃,特别是生态学与环境科学。这两大类专业学科对发展环境生态学理论与方法体系具有重要意义。

一、环境生态学与生态学的关系

1. 生态学

生态学(ecology)一词最早由德国的海克尔(Haeckel)于1866年在其所著的《有机体普通形态学原理》一书中提出,他认为生态学是研究生物与环境相互关系的科学。也就是说,生态学探索了有机体与其环境之间相互作用的规律及机制,是研究生物的生存条件以及生物与其环境之间相互关系的科学。生态学的理论基础是进化论物种起源的“自然选择”和“最适者生存”两项基本原则。

1895年丹麦哥本哈根大学的瓦尔明(E. Warming)的《以植物生态地理为基础的植物分布学》(后改名为《植物生态学》)和1898年德国的辛柏尔(Schimper)的《以生理学为基础的植物地理分布》两本专著的问世,标志着生态学这门学科正式诞生。继德国的海克尔之后,著名的美国生态学家奥德姆(Odum)1956年把生态学重新定义为“研究生态系统结构和功能的科学”。到19世纪后期,生态学与其他学科交叉,产生了许多分支学科,其中包括环境生态学。

现代生态学与许多经典学科结合在一起,相互渗透而形成许多边缘性学科。生态系统成为生态学研究的重点对象,同时生态学发展呈两极化趋势,即宏观扩展到生物圈的功能研究,微观向分子领域深入。现代生态学已经成为一门融自然科学和社会科学于一体的综合性科学,并成为环境科学、农业科学的理论基础。

2. 环境生态学与生态学的关系

环境生态学是生态学学科体系的组成部分,是依据生态学理论和方法研究环境问题而产生的新兴分支学科。在诸多的相关学科中,环境生态学与生态学的联系最为密切。

环境生态学注重从整体和系统的角度,研究在人为干扰下生态系统结构和功能的变化规律,以及因此而对人类产生的影响,并寻求因人类活动影响而受损的生态系统恢复、重建和保护的生态学对策。它任务的重点在于运用生态学的原理,阐明人类活动对环境的影响以及解决环境问题的生态学途径,保护、恢复和重建各类生态系统,以满足人类生存与发展需要。

环境生态学与生态学的分支学科(如恢复生态学、污染生态学、人类生态学、资源生态学)息息相关。它们在研究范畴上有很多交叉之处,它们之间存在着相辅相成和相互促进的关系。恢复生态学和污染生态学的研究和发展可为环境生态学提供丰富的素材,促进其发