

应用生态学

APPLIED ECOLOGY

张金屯 主 编
李素清 副主编



科学出版社

内 容 简 介

本书较系统、完整地概括了应用生态学的全貌,并反映了应用生态学研究
最新进展。全书以人与自然的协调发展为主线,以生态学原理为依据,以全球变
化、环境保护、可持续发展等为重点,通过对地球自然-经济-社会复合系统的研
究,揭示生态系统合理、安全运行的机制,寻求可持续发展的战略与模式。

本书可作为生态学、环境科学等相关专业的研究生教材,以及资源、环境等
相关部门的科技工作者与管理人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

应用生态学/张金屯主编,李素清副主编.—北京:科学出版社,
2003

ISBN 7-03-010647-4

I. 应… II. ①张… ②李… III. 生态学-应用 IV. Q14

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 054762 号

责任编辑:马学海 邱 璐 贾学文 / 责任校对:包志虹

责任印制:刘士平 / 封面设计:王 浩

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>

新蕾印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2003年3月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2003年3月第一次印刷 印张:48

印数:1—2 000 字数:114 000

定价:78.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈环伟〉)

前 言

自 20 世纪 20 年代起, 由于人口增长、工业发展、城市化速度加快, 人类开始面临许多新的问题和挑战, 例如人口问题、环境问题、资源问题、能源问题、粮食问题等, 这些都涉及人类的生存与发展。尤其是 60 年代以后, 这些问题日益严重, 出现了多方面的危机。这些危机的控制和解决, 都要以生态学为基础, 因而引起各国政府和科学家对生态学的关注。生态学研究也因此而得到蓬勃发展, 研究的重点也从理论生态学向应用生态学扩展, 并且渗透到地学、经济学及农、林、牧、渔、医药卫生、环境保护、城乡建设等各个部门, 从而使应用生态学成为内容丰富、多学科交叉、多分支的综合性学科。目前, 应用生态学是与自然、社会、经济、文化等生产建设和实践关系最为密切的学科之一。

应用生态学的研究对象十分广泛, 几乎包括了地球表面所有的生态系统类型。应用生态学的基本研究内容就是对与人类生产生活密切相关的生态系统的组成、形态、结构、功能、环境及由它们的变化而引起的生态系统生产能力的波动, 生态环境的变迁, 生态灾害的形成与防范, 生态系统管理与调控等方面进行深入探讨, 了解生态系统合理、安全运行机制, 以求生态系统处于最佳运行状态, 为人类谋求更大的利益。由于应用生态学内涵丰富, 难以全面涵盖, 本书只是涉及该学科的主要方面。对于各相关专业的研究生、科技工作者及管理者, 本书基本上能够满足其需要。

本书共有 19 章。其中第一章、第二章和第十四章由张金屯撰写, 第三章由李琪撰写, 第四章由郭逍宇撰写, 第五章由王琳撰写, 第六章由上官铁梁撰写, 第七章、第十章和第十一章由程占红撰写, 第八章、第九章和第十五章由李斌撰写, 第十二章由张桂莲撰写, 第十三章由骆冬玲撰写, 第十六章由张峰撰写, 第十七章、第十八章和第十九章由李素清撰写。全书由张金屯统稿。

本书的出版得到了国家自然科学基金委员会和科学出版社的大力支持, 在此特致谢意。由于作者水平所限, 书中错误在所难免, 敬请各位专家和读者不吝赐教。

张金屯

2002 年 2 月

目 录

前言

第一章 绪论	1
第一节 应用生态学的概念和范围	1
第二节 应用生态学发展简史	3
第三节 应用生态学理论框架与研究方法	10
第二章 生态学基础	13
第一节 生态系统的概念及其组成	13
第二节 生态系统的能量流动	27
第三节 生态系统的物质循环	31
第四节 生态系统的信息传递	38
第五节 生态系统一般规律及生态平衡	41
第六节 生态系统研究的调查取样	45
第三章 农业生态学	50
第一节 农业生态学概述	50
第二节 农业生态学的基本原理	52
第三节 农业生态系统的结构	60
第四节 农业生态系统的功能	66
第五节 生态农业	70
第四章 森林生态学	92
第一节 导论	92
第二节 森林生态系统	93
第三节 森林生态系统的生态研究	100
第四节 森林生态系统的生态应用	114
第五节 生态园林	124
第五章 草地生态学	132
第一节 草地生态学概论	132
第二节 草地资源	135
第三节 草地的功能	146
第四节 草地生态系统	150
第五节 草地畜牧业	155
第六节 草地生态学模型	168

第七节 草地退化与荒漠化	171
第八节 草地灾害及保护	177
第六章 工业生态学与清洁生产	180
第一节 工业生态学	180
第二节 清洁生产	195
第七章 旅游生态学	210
第一节 旅游生态学的产生与发展	210
第二节 旅游生态学的研究内容和学科性质	214
第三节 旅游与环境	215
第四节 旅游环境承载力	233
第五节 旅游地的规划设计	237
第六节 旅游地的管理	244
第七节 旅游环境的保护	247
第八章 环境生态学	250
第一节 环境生态学的概念及研究内容	250
第二节 人类所面临的主要环境问题	251
第三节 环境污染防治的生态对策	258
第四节 生态环境质量评价	282
第五节 环境建设的生态设计	289
第六节 环境生态工程	291
第九章 城市生态学	300
第一节 城市生态学的概念及其研究内容	300
第二节 城市生态系统的组成结构及其特点	302
第三节 城市生态系统的功能	306
第四节 城市生态系统的平衡与调控	316
第五节 城市建设的生态设计	325
第六节 城市生态环境规划	330
第十章 资源生态学	343
第一节 资源生态学产生的背景与发展过程	343
第二节 资源的涵义	347
第三节 资源的分类	349
第四节 资源生态学的研究对象、内容和学科性质	359
第五节 资源生态学的基本理论	364
第六节 资源、环境与经济作用的机制	366
第七节 资源生态问题的解决途径：资源生态学的综合研究	372
第八节 资源生态系统的宏观调控	377
第十一章 自然保护生态学	384

第一节	自然保护生态学概论	384
第二节	生物多样性	388
第三节	自然保护区	395
第四节	生物圈保护区	407
第十二章	恢复生态学与生态工程学	411
第一节	恢复生态学与生态工程学的发展概况	411
第二节	恢复生态与生态工程的原理及方法	414
第三节	退化生态系统类型与恢复生态工程	423
第十三章	灾害生态学	448
第一节	灾害生态学概论	448
第二节	洪涝灾害	451
第三节	泥石流与滑坡	456
第四节	干旱	460
第五节	台风	463
第六节	其他灾害	466
第十四章	有害动物管理生态学	470
第一节	导论	470
第二节	有害动物管理的原则	471
第三节	有害动物的生态因子调控	474
第四节	有害动物生态系统调控	477
第十五章	景观生态学	480
第一节	景观和景观生态学	480
第二节	景观的结构、功能及动态	483
第三节	景观异质性和景观类型	505
第四节	景观的生态监测	510
第五节	景观生态学规划与管理	515
第十六章	全球变化生态学	526
第一节	全球变化生态学概述	526
第二节	全球变化产生的影响	531
第三节	中国的全球变化研究	542
第十七章	经济生态学	547
第一节	导论	547
第二节	经济生态系统	553
第三节	经济生态系统面临的问题	566
第四节	产业生态建设	572
第五节	经济生态价值评估技术	575
第六节	经济生态系统可持续发展	586

第七节 经济生态系统的管理	593
第八节 案例：山西生态环境经济损失分析	601
第十八章 可持续发展生态学	610
第一节 可持续发展生态学概述	610
第二节 可持续发展的理论框架	615
第三节 可持续生态系统	621
第四节 可持续发展面临的问题	632
第五节 生态系统可持续发展的研究方法	636
第六节 可持续生态系统管理与规划	643
第七节 可持续生态体系建设	658
第八节 可持续发展的生态对策	672
第十九章 人类生态学	678
第一节 导论	678
第二节 人类种群结构与动态	680
第三节 人类生态系统	702
第四节 人类文明与自然环境的关系	711
第五节 人类面临的生态危机	719
第六节 生态伦理建设	730
第七节 人类生态系统的可持续发展	739
参考文献	749

第一章 绪 论

第一节 应用生态学的概念和范围

一、应用生态学定义

“生态”一词是目前科技文献及报刊杂志使用最多的词汇之一，而“生态学”则是目前最常用的学科名称之一。首先我们来了解一下生态学的定义。对于生态学(ecology)的概念，不同的学者有不同的理解。德国动物学家 Haeckel(1866)最早给生态学下的定义是：生态学是研究有机体与其周围环境之间相互关系的科学。美国生态学家 Odum(1956)从生态系统的角度出发认为：生态学是研究生态系统结构和功能的科学。Hedgpeth(1969)认为生态学可定义为生物因素、社会因素和历史因素之间及它们内部的相互作用(interaction)，这些因素总是包围着一个人所在的家庭、学校、邻居及彼此重叠着的社会团体。这一定义把生态学与人类社会联系得更加紧密。我们认为，生态学是研究地球表面生命系统、环境系统和社会系统相互关系的学科，包括系统的结构、组成、功能、动态及其相互关系(图 1-1)。

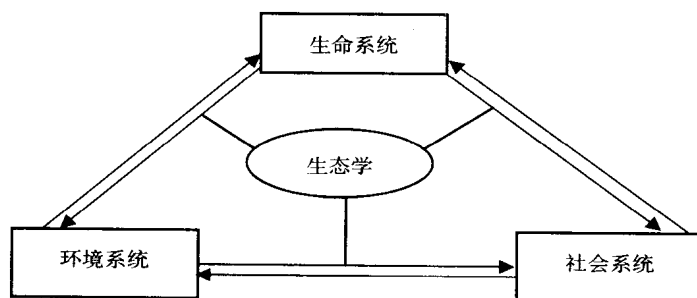


图 1-1 生态学关系图

生态学一般分为两大类，一是理论生态学(theoretical ecology)，二是应用生态学(applied ecology)。理论生态学研究生命系统、环境系统和社会系统相互作用的基本规律，建立关系模型，并据此预测系统的未来发展变化。应用生态学则是将理论生态学研究成果得到的基本规律和关系应用到生态保护、生态管理和生态建设的实践中，使人类社会实践符合自然生态规律，使人和自然和谐相处、协调发展。

实际研究中，理论生态学和应用生态学是相互交叉的，很难明显分开，因为前者需要有研究对象的实例，而后者也要有适合研究对象的独特理论或模型。

二、应用生态学的研究内容

应用生态学的研究对象十分广泛，几乎涵盖了地球表面所有的生态系统类型，因此，它的研究内容也十分丰富。应用生态学的基本研究内容就是对与人类生产、生活密切相关的生态系统的组成、形态、结构、功能、环境及由它们的变化而引起的生态系统生产能力的波动，生态环境的变迁，生态灾害的形成与防范，生态系统管理与调控等方面进行深入探讨，了解生态系统合理、安全运行机制，以求生态系统处于最佳运行状态，为人类谋求更大的利益。

应用生态学由于研究内容丰富，几乎涉及所有的产业部门和人类生活的各个方面，因而产生了多个分支学科。根据各分支学科的特点，我们将生态学归为三大类：产业生态学(industrial ecology)、管理生态学(ecology of ecosystem management)和效益生态学(efficiency ecology)。产业生态学研究各大产业内部及与外部之间的生态关系，它追求产业在生态关系协调的前提下的高生产率，但生产率并不等于生产效益。各产业部门都有自己独特的生态系统和研究对象，因此就有自己独特的研究理论和方法。管理生态学主要研究某些特殊生态系统的管理理论、方法和策略，以及受损生态系统的修复理论和技术，保护生态系统平衡发展。效益生态学主要研究生态效益和经济效益的关系，它在生态效益不受损害的情况下，追求高的经济效益，但这种经济效益是以长期的持续的发展为特征的。而以上三大类又各含有多个分支学科，如图 1-2 所示。

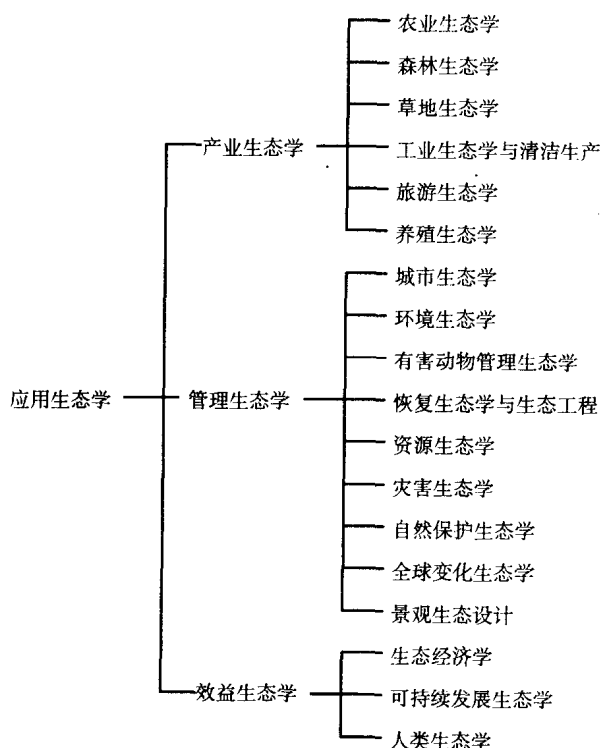


图 1-2 应用生态学的分支学科

图 1-2 中的分支学科是粗略的划分,实际上有的分支学科同时含有三大类特征,比如草地生态学,本身是产业生态学,但它也含有草地管理生态学和草地生态经济学等。

三、应用生态学研究的目的和意义

应用生态学与人类生产、生活、环境等诸多方面都有密切的关系,是人类认识自然生态系统,保护生态环境,创造生态价值,提高生产效率,维持全球生态良性循环的科学基础,也可以说它是人类赖以生存的科学基础之一。明白了这一点,就不难理解研究应用生态学的目的和意义了。

第二节 应用生态学发展简史

同其他的学科一样,生态学的实践和应用要比生态学理论早得多。人类在地球上出现,就要寻觅食物,也就是要猎捕动物,采集植物果实等。他们知道什么样的动物生活在什么样的环境中,知道什么植物的果实何时成熟等,这实际上就含有生态学的知识和应用。但作为一门学科,应用生态学是在生态学建立之后逐渐发展起来的。

一、生态学理论的发展

生态学理论的形成和发展经历了一个漫长的历史过程。概括地讲,大致可分为四个时期:生态学的知识积累时期、生态学理论建立时期、生态学理论大发展时期和现代生态学理论时期。

1. 生态学知识积累时期(17 世纪之前)

在人类文明的早期,人类为了生存,不得不对其赖以果腹的动植物的生活习性及周围世界的各种自然现象进行观察。因此,从远古时代起,人们实际上就已在从事生态工作了。在古书中已记载有不少有关生态学的知识。早在 5000 年前我国的神农曾尝百草以鉴别各种植物。而相传公元前 11 世纪周公旦所撰《尔雅》一书就记载了 176 种木本植物和 50 多种草本植物的形态与生态环境。成书于战国时期的《管子·地员篇》专门论及水土和植物,记述了植物沿水分梯度的带状分布及土地的合理利用。公元前 100 年前后,我国农历已确立了 24 节气,它反映了作物、昆虫等生物现象与气候之间的关系。这一时期还出现了记述鸟类生态的《禽经》,记述了不少动物行为。在欧洲,亚里士多德(384~322 B. C.)在《自然史》一书中按栖息地把动物分为陆栖、水栖等大类,还按食性分为肉食、草食、杂食及特殊食性 4 类。亚里士多德的学生,古希腊著名学者 Theophrastus (370~285 B. C.)在其著作《植物群落》中曾经根据植物与环境的关系来区分不同树木类型,并注意到动物体色变化是对环境的适应。那时还没有生态学这一名词,也不可能使生态学发展成为独立的科学。

2. 生态学理论形成时期(17~19 世纪)

进入 17 世纪,随着人类社会经济的发展,生态学作为一门科学开始成长。例如,在 1670 年,著名化学家 Boyle 以无脊椎动物为材料研究了低气压对动物的影响,标志着动物生理生态学的开端;1735 年,昆虫学家 Reaumur 发现,就一物种而言,发育期间的气温总和对任一物候期都是一个常数,被认为是研究积温与昆虫发育理论的先驱;1855 年 Candolle 将积温引入植物生态学,为现代积温理论打下了基础;1765 年, Buffon 在《生命律》中,主要描述了生物与环境的关系;1792 年,德国植物学家 Willdenow 在《草学基础》一书详细讨论了气候、水分与高山深谷对植物分布的影响,他的学生 A. Humboldt 发扬了老师的思想,于 1807 年用法文出版《植物地理学知识》一书,提出“群落”、“外貌”等概念,并指出“等温线”对植物分布的意义;1798 年, Malthus《人口论》的发表,促进了达尔文“生存斗争”及“物种形成”理论的形成。

进入 19 世纪,生态学得到很快的发展并日趋成熟。1859 年,达尔文的《物种起源》问世,促进了生物与环境关系的研究,使不少生物学家开展了环境诱导生态变异的实验生态学工作。1866 年 Haeckel 提出生态学(ecology)一词,并首次提出了生态学定义。1877 年,德国学者 Mokius 提出了“生物群落”(biocoenosis)概念。丹麦植物学家 Warming 于 1895 年发表了他的划时代著作《以植物生态地理为基础的植物分布学》,1909 年经作者本人改写,用英文出版,改名为“植物生态学”(Ecology of Plants);1898 年波恩大学教授 Schimper 出版《以生理为基础的植物地理学》:这两本书全面总结了 19 世纪末叶之前生态学的研究成果,被公认为是生态学的经典著作。Warming 和 Schimper 的不少弟子后来都成为著名生态学家,为生态学做出了重要贡献。

3. 生态学理论大发展时期(20 世纪前 50 年)

虽然前一时期随着生态学概念的提出,一些生态学研究专著也随之出版,但完整的生态学理论体系是在 20 世纪才逐步形成和完善的。像明确的个体生态学、种群生态学、群落生态学、生态系统生态学、数学生态学等分支学科的概念、理论和方法都是在这—时期形成和发展的。这一时期在动物生态学方面,生理生态学、动物行为生态学和动物群落生态学等研究有了较大进展,在此期间出版的有关著作有 Jennings(1906)的《无脊椎动物的行为》、美国生态学家 Shelford(1913)的《温带美洲的动物群落》等。在植物生态学方面出现了大量著作,例如, Klebs(1903)发表的《随人意的植物发育的改变》;美国 Cowels(1910)的《生态学》;Clements(1904,1907)的《植被结构与发展》和《生态学及生理学》;俄国学者 Sukachev(1908)的《布列扬斯克森林群系及它们的相互关系》;英国 A. G. Tansley(1939)的《英国的植被类型》等。1910 年,国际植物学大会正式采用了个体生态学和群体生态学术语,使生态学向更深更细的方向发展。

20 世纪 20~50 年代,生态学得到进一步巩固和发展。在动物生态学方面,开始了种群研究,并将统计学引入生态学,例如,英国生态学家 Lotka(1925)有关种群增长的数学模型,使数学生态学逐步形成,并被广大生态学者所接受。这一时期出版的动物生态学教科书和专著有:美国生态学家 Chapman(1931)的《动物生态学》;C. Elton(1927)

年的《动物生态学》；Shelford(1929)的《实验室及野外生态学》；中国费鸿年(1937)《动物生态学纲要》；前苏联 Kawkapob(1945)的《动物生态学基础》等。这一时期对动物个体生态、竞争理论、种群动态等进行了深入研究，形成了较完整的生态理论体系。1949年，Allee 等合著的《动物生态学原理》出版，被认为是动物生态学进入成熟时期的标志。植物生态学在这一时期也得到重要发展，出版的专著有：瑞典 Du Rietz(1921)的《近代植物社会学方法论基础》；法国 Braun-Blanquet(1928)的《植物社会学》；英国 Tansley(1923)的《实用植物生态学》；美国 Clements(1916)的《植物的演替》及 Clements 与 Weaver(1929)合著的《植物生态学》；前苏联 Sukachev(1908)的《植物群落学》等。由于各地自然条件、植物区系、植被特征与利用的巨大差异，使植物生态学在研究理论、研究方法、研究重点上有所不同，导致形成了不同的生态学派，主要有四大学派。

前苏联学派：主要代表人物有 Sukachev、Korovin、Dokhman，他们以欧亚大陆大草原和森林带为主要研究对象，注重植物群落与环境的联系，重视建群种与优势种，建立自己的植被等级分类系统，并重视植被生态、植被地理与植被制图工作。他们的工作以植物群落与植被地理为主，统称为“地植物学”(geobotany)。在 20 世纪 70 年代以前，前苏联学派对我国生态学影响较大。

英美学派：代表人物是英国的 Tansley 和美国的 Clements，研究对象主要是美洲大陆的植被，他们以研究植物群落的演替和创建顶级学说而著名，所以又被称为动态学派。他们在生态系统生态学、数学生态学、植被分类排序等诸多方面做出了重要贡献。

北欧学派(Uppsala 学派)：由瑞典 Uppsala 大学的 Sernander 所创建，继承人为 Du Rietz，所以也叫做瑞典学派。他们在植物群落结构方面研究较细，强调环境，尤其是土壤环境与群落分布的一致性。研究对象主要是斯堪的纳维亚地区结构较单一的植被。后来该学派接受了不少法瑞学派的东西而与后者趋于一致。

法瑞学派：代表人物 Braun-Blanquet。它有两个研究基地，一个在瑞典苏黎世大学，另一个在法国蒙特利埃大学，所以又称苏黎世-蒙特利埃学派，他们联合创建了“国际高山和地中海地植物研究站”和“Rubel 地植物研究所”。他们把植物群落生态学称为“植物社会学”，并用特征种和区别种划分群落类型，建立了严密的植被等级分类系统。其研究方法首先要对样地中植物区系进行详细调查、记录和分析，所以又被称为植物区系学派，他们的植被分类以严格的群落排表而著称。1935 年瑞典学派与本学派合并，被称为欧洲大陆学派。这一时期随着学科的发展，英、美等国相继成立了生态学会，英国生态学会于 1913 年创建，美国生态学会于 1916 年创建；创办的一些生态学刊物有《生态学杂志》(*Journal of Ecology*)(1913)、《生态学》(*Ecology*)(1920)、《生态学专论》(*Ecological Monographs*)(1931)、《动物生态学杂志》(*Journal of Animal Ecology*)(1932)等。

到 20 世纪 50~60 年代，出现了一些新的生态研究中心。如德国的 Ellenberg 对生态幅度与生理幅度及生态组的研究；美国的 Pieolou 对数学生态学和生物多样性的研究；德国 Wurzburg 大学的 Lange 对植物生理生态的研究；英国北威尔士大学的 Harper 对植物种群的研究和 Greig-Smith 对植物数量生态学的研究；美国康奈尔大学 Whittaker 对植被梯度分析的研究等。

4. 现代生态学理论时期(20 世纪 60 年代至今)

这一时期生态学研究比以前各个时期都更为活跃,大部分国家成立了生态学会,并出版了自己的学术刊物,如《澳大利亚生态学杂志》(*Australian Journal of Ecology*)、《加拿大生态学杂志》(*Canadian Journal of Ecology*)、《生态学研究》(*Ecological Research*)、《热带生态学》(*Journal of Tropical Ecology*)、《功能生态学》(*Functional Ecology*)、《生态学杂志》、《生态学报》等。生态学研究对象已在宏观方向上扩展到生态系统、景观与全球生态研究。在生态系统水平上,对各生态类群的生产力、能量流动与物质循环研究取得了丰硕成果。景观生态学的形成与发展更加令人瞩目。美国景观生态学家 Forman(1986, 1995)出版了《景观生态学》(*Landscape Ecology*)和《土地镶嵌体——景观与区域生态学》(*Land Mosaic: Ecology of Landscape and Region*)两部书,对该方面的成就做了概括。对于全球变化、生物多样性、臭氧层空洞等研究也有了较大进展,从区域扩展到整个生物圈。生态学在宏观发展的同时,在微观方向上也取得了不少进展,近年来还出现了分子生态学(molecular ecology)等分支学科。并创刊了《分子生态学杂志》(*Journal of Molecular Ecology*)。这一时期研究手段进展很快。生态学研究已广泛使用野外自动电子仪器(测定光合作用、呼吸作用、蒸腾作用、水分状况、叶面积、生物量与微循环等)、放射性同位素示踪(测定物质转移与物质循环等)、稳定性同位素(用于生物进化、物质循环、全球变化等)、遥感与地理信息系统(用于时空现象定量、定位与监测)、生态建模(从生态生理过程、斑块、种群、生态系统、景观到全球生态)等技术,支持了现代生态学的发展。特别值得提出的是,在生态系统整体研究中,由于系统结构与功能的复杂性,人们发现系统理论与系统分析是研究生态系统的有效工具,于是产生了系统生态学(system ecology)。近 30 年来电子计算机的迅速发展和应用,促进了生态系统建模与系统生态学的发展。

二、应用生态学的发展

应用生态学的发展同样经历了漫长历程,与生态学理论的发展相一致,但相对滞后于理论的发展。应用生态学大致可分为三个发展阶段:应用生态学萌芽阶段、应用生态学形成阶段和应用生态学大发展阶段。

1. 应用生态学萌芽阶段(19 世纪前)

这一阶段基本上与生态学理论发展阶段的“生态学知识积累时期”相对应。人类社会的早期,人们为了生存的需要,认识了动植物的生活习性,并应用于自身生产生活之中。我国古书《尔雅》中就记叙有多种动植物的生存环境及其用途,记载了乔木林用、草木药用等思想,实际上已牵涉到森林生态和草地生态之内容。在春秋战国时代,合理利用森林的思想也多有记载,比如:《孟子·梁惠王下》中说,“数罟不入洿池,鱼鳖不胜食也;斧斤以时入山林,林木不可胜用也”;《荀子·王制篇》中说,“斩伐养长,不失其时,故山林不童,而百姓有余材也”。这些都涉及应用生态学的内容,并可认为是持续发展思想的萌芽。在猎捕动物方面同样有类似的描述,如《吕氏春秋》中说:“竭泽而渔,岂不得鱼,而明年无鱼;焚藪而田,岂不获得,而明年无兽。”说的是若只顾

当年利益,破坏了动物的生存环境,则来年会无动物可猎。

中国古代在人口、人与土地和人与食物的关系上也体现了生态学思想。战国时的商鞅提出:在一个地区土地组成上,城镇道路应占 10%;主张农业人口与非农业人口的比例应为 100:1。荀子也提出应减少工商人口。东汉时的崔寔提出人口合理布局的思想。这些都是城市生态与人口生态的思想萌芽。在国外,一些古老的城市,比如巴黎、伦敦等,17 世纪在设计上就特别注重古典学派思想的应用,把城市和广场构成美丽的图案,构图讲究整体效果等,这实际上是景观生态设计的早期工作。

这一时期由于生态学科本身没有形成,应用生态学也只是零散的一些思想而已,只能算是萌芽阶段,应用生态学的形成是要在生态学诞生后,并且理论上得到一定发展之后才可能实现。

2. 应用生态学形成阶段(1800~1910 年)

进入 19 世纪,各国农林牧渔等业都已比较发达,在生产中,生态学的思想已较为普遍。19 世纪末出版的《草业基础》就是最早的草地生态学专著;18 世纪到 19 世纪初,植物生态学从以植物区系为主要内容的植物地理学转变为以植被为主的植物地理学,注重群落的组成和结构,被叫做“生态植物地理学”,这时由于研究对象多为森林群落,实质上是森林生态学的内容,这一时期主要是 Humboldt 等人的工作。1822 年,丹麦学者 Schouw 提出了森林群落的命名方法,对群落生态学是一大促进。

18 世纪时,欧洲关于人与自然的关系问题存在两种意见:有的人认为人类与自然应该和谐相处,就像中国传统的“天人合一”思想;另一些人则认为人类有权力统治地球上的一切,有权征服和利用它们。后一思想得到了一些西方作家、画家、艺术家等人的赞赏。这一观点一直深刻地影响着人们的思想,直到 19 世纪中叶以后,人们才清醒地认识到保护自然的重要性。1864 年,Marsh 出版了《人和自然》一书,提出了“保护自然、长期利用”的观点。1870 年美国渔业协会成立;1872 年美国鱼类委员会成立;1875 年美国林业协会成立;1872 年美国建立了第一个国家公园——黄石公园(Yellow Stone);1878 年英国议会通过了保护 Epping 森林的法规等。这些都是为了保护自然界的森林、草地及野生动物而诞生的行业管理委员会和法规,可以说此时自然保护生态学和人类生态学已经形成。1917 年,美国生态学会设立了为生态学研究服务的自然保护委员会,1920 年美国国家研究署指定生物和农学部考虑设立自然保护区的问题,使自然保护提高到了新的高度。

1874 年英国成立了旨在保护历史纪念地自然风景区的“国家信托公司”,主要保护土地和古建筑。1898 年又率先成立了“皇家河流污染委员会”,保护自然河流,这已是环境生态学形成的标志。这一时期,英美不少学者在 20 世纪初特别注意公园设计和城市规划,比如美国早期规划师 Olmsted(1822~1903)开创了美国城市规划和公园发展的新时代。在英国, Geddes 把植物学知识应用于城市规划,维持和发展了园林规划的传统。这里涉及了大量的景观规划生态学、旅游生态学等学科内容。1910 年地质学家 Shaler 出版了《人与地球》一书,清楚地表达了 20 世纪初生态学家的信念:人们生活在地球上,他们有权获得一份仅供自己使用的财富(资源),但他们无权挥霍属于他们子孙的财富(资源)。这标志着蛮横利用自然时代的结束,可持续发展生态学思想的形成。

在这一阶段,大部分应用生态学分支学科已经形成,个别分支学科没有形成,但其思想已见雏形。

3. 应用生态学大发展阶段(1910 年至今)

从 20 世纪 20 年代开始,由于人口增长,工业发展,城市化速度加快,人类面临着许多新的问题和挑战,例如,人口问题、环境问题、资源问题、能源问题等,这些都涉及人类的存亡兴衰。上述问题的控制和解决,都要以应用生态学为基础,因而引起社会上对生态学的兴趣与关心。生态学研究不再限于生物学,而且渗透到地学、经济学及农、林、牧、渔、医药卫生、环境保护、城乡建设等各个部门,从而使应用生态学成为举世瞩目的多分支学科。

在这一阶段的早期,为了保护自然资源,各国资源调查工作迅速展开,英国成立了“植物调查委员会”、“皇家鸟类保护协会”等,对植被资源和鸟类资源进行大规模的调查研究。1911 年 Tansley 主编出版了《英伦三岛植被》,是植被资源生态学的经典之作。在美国,以 Clements 及其学生们为主的研究人员对北美植被进行大规模调查研究,Clements(1916)出版了《植物演替:植被发展分析》一书,对北美植被进行了较详细的记叙。著名动物生态学家 Shelford,在调查研究了大量的动物群落、动物资源的基础上,出版了《温带美洲的动物群落》(1913)一书。英国著名学者 Elton,在调查基础上,于 1927 年出版《动物生态学》一书,记叙了大量动物资源。在 1943 年他又出版了鼠类资源专著《田鼠、家鼠和旅鼠》。20 世纪 30 年代以后,尤其是第二次世界大战以后,世界范围内的自然资源调查迅速展开,各国都进行了普查工作,同时结合自然保护运动的兴起,许多国家都设立了自然保护委员会,并开始建立自然保护区。

在第二次世界大战尚未结束的时候,英国生态学会就成立了自然保护专业委员会,该委员会在 1945 年提议建立一系列国家级自然保护区。1949 年,“英国皇家自然保护管理委员会”成立,著名生态学家 Tansley 任主席。1959 年经该委员会批准的自然保护区已达 84 个,保护区面积已达 5.4 万 hm^2 。1976 年,自然保护区已达 153 个,保护区面积 12.1 万 hm^2 。在美国,生态学会一直很关注自然保护区工作,并直接资助这项事业,Shelford 为此做了大量工作。1946 年,Shelford 组织成立了“生态学家联盟”,1950 年改名“自然保护组织”,同年发表的报告,列出了美国和加拿大自然保护区一览表,有约 600 个保护区。到 1978 年,受该委员会赞助的研究项目已达到 2000 余个。自然保护区数已增加到 700 余个,保护区面积达 1.2 亿 hm^2 ,是世界上保护区面积最大的地区。在英美等发达国家和联合国的推动下,20 世纪 50 年代以后,全球性自然保护运动迅速发展,各国政府都十分重视这一活动,相继在自己的国土上建立自然保护区。目前,全世界已有自然保护区 6000 多个,保护区面积约 55 908 万 hm^2 ,自然保护运动的迅速发展是应用生态学大发展的一个重要标志。

20 世纪 30 年代以后,由于工业大发展,造成环境污染问题十分突出,国际上频频出现环境事故,世界上许多地区的大气环境、河流、水域受到不同程度的污染。农药的出现起初使农民的收益大增,但到 50~60 年代,杀虫剂带来的环境问题也显现出来。1962 年,美国学者 Carson 出版了《寂静的春天》一书,使人们清醒地认识到人类对环境的污染最终影响人类自己,向人类敲响了警钟。这促使不少学者进行环境生态研究,

促使各国政府大力治理污染,改善环境。由此,60年代,全球性环境运动迅速展开,环境生态学也成为一门重要的应用生态学分支学科。

美国生态学会早在20世纪40年代就成立了“应用委员会”,第二次世界大战后他们就成立了“核辐射后果委员会”,开始了核辐射对环境和人类健康影响的研究。50年代,委员会就批评政府在政治层次上对环境问题极不重视。

20世纪60年代后期起,国际上出现了关心人类环境的高潮,美国生态学会应用委员会提出了“关于被遗弃土地的报告”(1967)和“环境规划问题报告”(1975),自然保护组织还提出了“农业保护问题报告”(1977)等。此时,大众和传媒对应用生态学极为重视,认为生态学应加入“公众利益”和“政治学”成分,因为环境问题是国家安全的一个重要方面。1970年,美国政府就成立了“环境保护局”,统一协调和管理生态系统及评价环境质量。1972年联合国在斯德哥尔摩召开了有114个国家代表参加的“人类环境会议”。此后,许多国家都加强了环境问题的研究和治理,制定了不少有关环境问题的法规。在工业上提倡清洁生产工艺,到80年代初,发达国家的污染环境问题已基本得到解决。但对发展中国家来讲,环境问题至今仍未彻底解决,它与国家经济发展水平有密切关系。环境保护运动的兴起和发展也是应用生态学大发展的标志之一。

在20世纪20~30年代,人们对环境、生态、资源等问题的根源尚认识不清,并没有认识到人类本身是引起这些问题的根本因素,也没有看到生态环境研究对经济、社会的重大意义。虽然“人类生态学”一词当时已出现,但没有实质生态内容。1938年,Alihan出版了一本《社会生态学》著作,用了一些竞争原理研究社会问题。1940年,美国生态学会发起了一个“人类生态学专题讨论”,1955年美国生态学会成立了“人类生态学委员会”,1957年该委员会召开了“人类生态学专题”讨论会,明确提出了“控制人口密度”、“用生态知识重新认识人类行为和文化问题”等思想,并对犹太-基督思想中的“生态破坏性”进行了批评。从1960年开始,生态学家更多地关注社会问题,而社会学家、经济学家也同时更关注生态、环境和资源问题,因此交叉性很强的应用生态学分支学科:人口生态学、经济生态学、文化生态学等相继出现并逐渐成熟,在社会发展中起到越来越大的作用,这也是应用生态学大发展的标志之一。

1972年,一些英国生态学家回顾了世界经济增长和环境污染变化,发表了《生存的蓝图》研究报告,提出了“稳定社会”(stable society)的概念,认为目前社会的发展不会达到稳定社会的目标。同年,罗马俱乐部(Rome Club)发表了《增长的极限》(*Limits to Growth*)一书,认为应改变目前的生长趋势,并建立长远的持续的生态上和经济上稳定的条件,使每个人有平等的机会实现他个人的潜力,这是现代社会应追求的。这里已初步显现持续发展的思想。1987年,联合国环境与发展委员会(The World Commission on Environment and Development)出版了《我们共同的未来》(*Our Common Future*)一书,该书是由Brundtland夫人领导的联合国“环境与发展委员会”的一份报告,又称《Brundtland报告》。该书中明确提出了“持续发展”的定义,标志着持续发展生态学的诞生和兴起。随后世界自然保护联盟(IUCN)、联合国环境规划署(UNEP)和世界自然基金会(WWF)于1991年发表了《关心地球:一项持续生存的战略》。1992年联合国在巴西里约热内卢举行了“环境与发展大会”(UNCED),有183个国家代表团,70多个国际组织的代表参加了会议,其中有102位国家元首或政府首脑亲自出席。大会发表了

《21 世纪议程》(Agenda 21), 提出了缓解环境伤害, 走可持续发展道路的纲领、目标和措施。此后, 可持续发展生态学研究迅速遍及全球各地, 专著论文大幅增加, 大部分国家政府均接受了“可持续发展”战略。可持续发展生态学现在仍处于研究高峰, 也是应用生态学发展的重要标志。

自 20 世纪 70 年代后期起, 人类又面临着许多新的环境和生态问题, 比如, 全球变化导致气候变暖、海平面升高、生命带的北界大幅北移; 工业气体排放导致大气臭氧层破坏; 气候变化导致干旱、洪涝等灾害频繁发生; 人类活动导致森林破坏、森林面积大幅度减少, 草地大面积退化, 生物多样性减少, 土地沙漠化扩展, 沙尘暴屡屡出现, 河流干涸, 水资源告急等。这些问题的解决, 都要以应用生态学为基础, 因此, 可以说, 应用生态学现在仍在高速发展的阶段。

在应用生态学大发展阶段, 不少国家的生态学会成立了应用生态学委员会, 开展了应用生态研究。1964 年英国生态学会出版了《应用生态学杂志》(*Journal of Applied Ecology*)、1991 年美国生态学会出版《生态应用》(*Ecological Applications*)杂志、中国生态学会也出版了《应用生态学报》, 另外, 20 世纪 80~90 年代国际上还出版了各种应用生态学分支学科专门杂志, 比如《城市生态》(*Urban Ecology*)、《保护生物学》(*Conservation Biology*)、《恢复生态学》(*Restoration Ecology*)、《森林生态和管理》(*Forest Ecology and Management*)、《环境管理杂志》(*Journal of Environmental Management*)、《应用植被科学》(*Applied Vegetation Science*)、《生态工程》(*Ecological Engineering*)、《经济生态学》(*Economic Ecology*)等。现在每年有大量的应用生态学论文发表, 应用生态学是目前生态学中最有生命力的研究领域之一, 并且在未来生态学发展中占有主导性地位。

第三节 应用生态学理论框架与研究方法

一、应用生态学理论框架

应用生态学的理论基础是生态学理论, 主要包括个体生态学理论、种群生态学理论、群落生态学理论、生态系统生态学理论、景观生态学理论和数学生态学理论。应用生态学的研究对象主要是各类不同的生态系统, 因此, 其对生态学理论也有所偏重, 其主要理论框架如图 1-3 所示。