

SHENGTAI YU HUANJING

普通高校通识教育丛书

# 生态与环境

◇ 施维林 张艳华 孙立夫 编著



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS

浙江大學出版社

施维林 张艳华 孙立夫 编著

X32

7

普通高校通识教育丛书

S H E N G T A I Y U H U A N J I N G

# 生态与环境



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS

浙江大學出版社

## 图书在版编目(CIP)数据

生态与环境 / 施维林, 张艳华, 孙立夫编著. — 杭州:  
浙江大学出版社, 2006.2  
(普通高校通识教育丛书/徐辉等主编)  
ISBN 7-308-04631-1

I. 生... II. ①施...②张...③孙... III. 生态环  
境—环境保护—高等学校—教材 IV. X171.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 008877 号

## 生态与环境

施维林 张艳华 孙立夫 编著

---

责任编辑 陈晓菲  
封面设计 刘依群  
出版发行 浙江大学出版社  
(杭州天目山路 148 号 邮政编码 310028)  
(E-mail: zupress@mail.hz.zj.cn)  
(网址: <http://www.zjupress.com>)  
排 版 浙江大学出版社电脑排版中心  
印 刷 浙江大学印刷厂  
开 本 787mm×960mm 1/16  
印 张 16.75  
字 数 274 千字  
版 印 次 2006 年 2 月第 1 版 2006 年 2 月第 1 次印刷  
书 号 ISBN 7-308-04631-1/X·016  
定 价 22.00 元

---

版权所有 翻印必究 印装差错 负责调换

浙江大学出版社发行部邮购电话 (0571)88072522

## 普通高校通识教育丛书

**总主编** 徐 辉 (浙江师范大学)

林正范 (杭州师范学院)

马大康 (温州师范学院)

费君清 (绍兴文理学院)

姚成荣 (湖州师范学院)

**编 委** 王 辉 (浙江师范大学)

丁金昌 (温州师范学院)

胡璋剑 (湖州师范学院)

陈红儿 (浙江师范大学)

张焕镇 (温州师范学院)

张传峰 (湖州师范学院)

丁东澜 (杭州师范学院)

王建力 (绍兴文理学院)

郑祥福 (浙江师范大学)

颜立成 (杭州师范学院)

沈红卫 (绍兴文理学院)

## 序

高等学校人才培养模式改革涉及的核心课题之一,是构建符合现代社会理念并能体现科技进步水平的教学知识体系。理想的大学教学知识体系应具有时代性、先进性、学术性和適切性,并且具体体现在能够展现上述先进理念与特征的教材体系与课程内容之中。

综观当今世界,高校本科教育越来越重视受教育者的身心素质的培养和基础知识技能的掌握,这已成为高等院校教育教学改革与发展的主要趋势之一。通识教育由于重视科学精神与人文精神的培养,重视人的发展的全面性,重视知识的交叉、广博与综合,因而越来越受到高等院校管理者、教师和学生的重视。尤其在我国的20世纪90年代初以来,高等院校在“文化素质教育”思想的指导下,在本科人才培养模式、课程体系、教材内容、专业建设等方面进行了大量的创新,以纠正长期以来我国本科教学过早专门化和过分专门化的倾向。

浙江师范大学、杭州师范学院、温州师范学院、绍兴文理学院和湖州师范学院是浙江省以教师教育为主要特色的多科性高等院校。多年来,五院校坚持党的教育方针,坚决走改革创新之路,认真落实“育人为本”、“学术强校”的办学理念,大力推广教育部倡导的大学生文化素质教育改革工作,并在办学体制、课程设置、教育科研和研究生培养等方面开展了广泛的校际合作,取得了良好效果。《普通高校通识教育丛书》的出版,旨在发挥五院校的综合学术优势,进一步推动五院校的校际协作和浙江省高等院校本科教学的改革,探索培养更多素质优、知识广、能力强的大学生的有效途径,从而为浙江省高等教育事业发展作出积极的贡献。

徐 辉

2005年5月于浙师大初阳湖畔

# 目 录

## 第一篇 生态学基本理论

|                    |    |
|--------------------|----|
| 第 1 章 绪 论          | 3  |
| 1.1 生态学的定义         | 3  |
| 1.2 生态学的发展历程       | 4  |
| 1.3 生态学研究的对象、内容和目的 | 8  |
| 1.4 生态学的研究方法       | 10 |
| 第 2 章 生物与环境        | 11 |
| 2.1 生物种的概念         | 11 |
| 2.2 环境与生态因子        | 12 |
| 2.3 生物与环境关系的基本原理   | 15 |
| 2.4 生物与光的关系        | 20 |
| 2.5 生物与温度的关系       | 25 |
| 2.6 生物与水分的关系       | 28 |
| 2.7 生物与土壤的关系       | 31 |
| 第 3 章 种群生态学        | 33 |
| 3.1 种群的概念和特征       | 33 |
| 3.2 种群的数量和结构       | 34 |
| 3.3 种群内部的社会关系      | 43 |
| 3.4 种群的空间分布和扩散     | 49 |
| 3.5 种间关系           | 50 |
| 3.6 种群进化生态学        | 59 |
| 3.7 种群的数量波动和调节     | 65 |

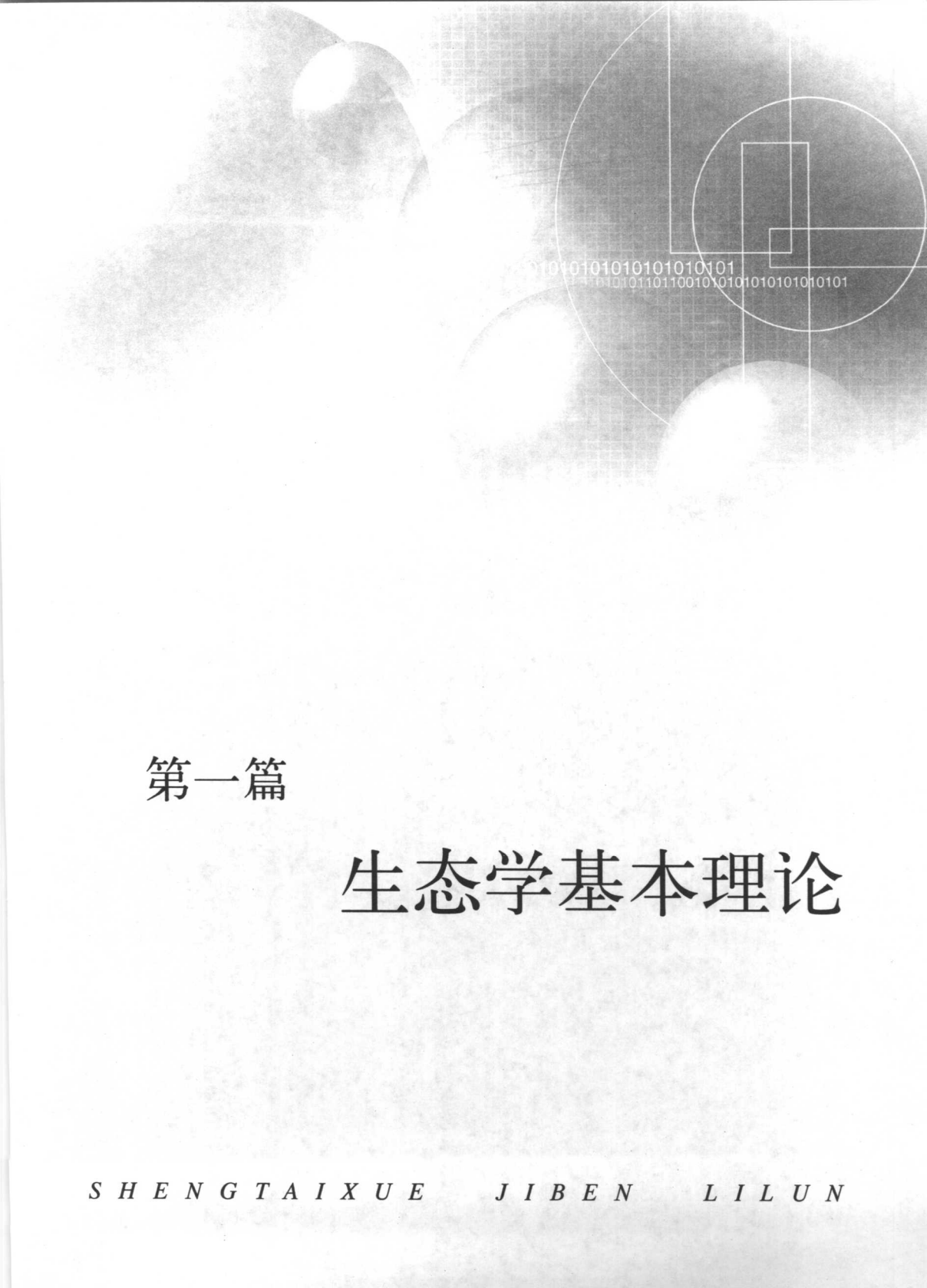
|                          |     |
|--------------------------|-----|
| 第4章 群落生态学 .....          | 67  |
| 4.1 生物群落的概念 .....        | 67  |
| 4.2 群落的物种组成 .....        | 69  |
| 4.3 生物群落的外貌和结构 .....     | 80  |
| 4.4 生物群落的动态 .....        | 84  |
| 4.5 植物群落分布规律 .....       | 91  |
| 第5章 生态系统生态学 .....        | 94  |
| 5.1 生态系统的基本概念和特点 .....   | 94  |
| 5.2 生态系统的初级生产和次级生产 ..... | 100 |
| 5.3 生态系统中的分解 .....       | 107 |
| 5.4 生态系统的能量流动 .....      | 111 |
| 5.5 生态系统的物质循环 .....      | 114 |
| 5.6 自然生态系统分类 .....       | 130 |
| 第6章 景观生态学理论与进展 .....     | 155 |
| 6.1 景观内涵与景观生态学进展 .....   | 155 |
| 6.2 景观生态学理论与核心概念框架 ..... | 157 |

## 第二篇 生态与环境

|                          |     |
|--------------------------|-----|
| 第7章 全球变化及其对人类社会的影响 ..... | 167 |
| 7.1 温室效应 .....           | 167 |
| 7.2 臭氧层问题 .....          | 169 |
| 7.3 酸雨 .....             | 171 |
| 7.4 “厄尔尼诺”现象 .....       | 173 |
| 第8章 人口生态学 .....          | 175 |
| 8.1 人口的数量动态 .....        | 175 |
| 8.2 人口的空间动态 .....        | 179 |
| 8.3 环境的人口容量 .....        | 180 |

|                               |                            |            |
|-------------------------------|----------------------------|------------|
| 8.4                           | 人类种群的发展趋势 .....            | 182        |
| 8.5                           | 人口增长对生态环境的影响 .....         | 183        |
| 8.6                           | 人类生态系统 .....               | 184        |
| 8.7                           | 人类生态系统的可持续发展 .....         | 186        |
| <b>第9章</b>                    | <b>生物多样性及其保护 .....</b>     | <b>188</b> |
| 9.1                           | 生物多样性概念 .....              | 188        |
| 9.2                           | 生物多样性保护的意義和价值 .....        | 189        |
| 9.3                           | 生物多样性受威胁的现状及其原因 .....      | 191        |
| 9.4                           | 全球和中国的生物多样性概况 .....        | 194        |
| 9.5                           | 生物多样性保护和持续利用 .....         | 195        |
| <b>第10章</b>                   | <b>环境污染防治的生态对策 .....</b>   | <b>201</b> |
| 10.1                          | 环境污染的概念及其防治措施 .....        | 201        |
| 10.2                          | 水体污染与废水处理的对策 .....         | 202        |
| 10.3                          | 大气污染及其防治 .....             | 205        |
| 10.4                          | 土壤的污染及其防治 .....            | 208        |
| 10.5                          | 固体废物的处理与资源化 .....          | 211        |
| <br><b>第三篇 环境保护与可持续发展</b><br> |                            |            |
| <b>第11章</b>                   | <b>荒漠化、土壤侵蚀与生态恢复 .....</b> | <b>217</b> |
| 11.1                          | 荒漠化 .....                  | 217        |
| 11.2                          | 土壤侵蚀(水土流失) .....           | 219        |
| 11.3                          | 生态恢复 .....                 | 221        |
| <b>第12章</b>                   | <b>生物入侵与生物安全 .....</b>     | <b>231</b> |
| 12.1                          | 生物入侵和外来种的概念 .....          | 231        |
| 12.2                          | 生物入侵的危害 .....              | 232        |
| 12.3                          | 生物入侵的过程和影响外来种入侵的因素 .....   | 237        |
| 12.4                          | 生态安全和外来种的综合管理 .....        | 240        |
| 12.5                          | 转基因生物的安全性问题 .....          | 241        |

|                         |     |
|-------------------------|-----|
| 第 13 章 环境保护与可持续发展 ..... | 248 |
| 13.1 环境保护 .....         | 248 |
| 13.2 可持续发展 .....        | 250 |
| 主要参考文献 .....            | 257 |

The background of the cover features a complex, abstract design. On the left, there are soft, organic, cloud-like shapes in shades of gray. On the right, there is a more geometric and technical design. It includes a large circle, a square, and a crosshair-like structure. Within these geometric shapes, there are binary code sequences (0s and 1s) and a grid pattern. The overall aesthetic is a blend of natural and technological themes.

## 第一篇

# 生态学基本理论

S H E N G T A I X U E      J I B E N      L I L U N



# 第 1 章

## 绪 论

---

### 1.1 生态学的定义

生态学(ecology)是研究有机体与其周围环境相互关系的科学。环境包括非生物环境和生物环境,非生物环境是指光、温、水、营养物等理化因素,生物环境是指同种和异种的其他有机体。这是海克尔(Haeckel)于1869年总结的定义。显然,他所强调的是相互关系或相互作用(interaction),即有机体与非生物环境的相互作用以及有机体之间的相互作用。有机体之间的相互作用包括同种有机体之间的种内相互作用和异种有机体之间的种间相互作用,前者如种内竞争,后者如种间竞争、捕食、寄生和共生等。

海克尔所赋予生态学的定义外延很广,引起了许多学者的争议。一些著名生态学家也赋予生态学以下一些定义;例如:英国生态学家查尔斯·艾尔顿(Charles Elton)在最早的一本《动物生态学》(1927)中,把生态学定义为“科学的自然历史”;苏联生态学家卡什卡洛夫(Кашкаров)认为,生态学研究应该包括生物的形态、生理和行为上的适应性;澳大利亚生态学家安德鲁阿瑟(Andrewartha)在其著作《动物的分布与多度》(1954)中表明,生态学是研究有机体的分布和多度的科学;瑞典植物生态学家沃明(Warming)在其著作《以植物生态地理为基础的植物分布学》(1895)中提出,植物生态学是研究“影响植物生活的外在因子及其对植物的……影响;地球上所出现的植物群落……及其决定因子……”;法国的布朗·布朗克(Braun-Blanquet)在《植物社会学》(1932)中则把植物生态学称为植物社会学,认为它是一门研究植物群落的科学。

20 世纪 60~70 年代,动物生态学和植物生态学趋向融合,生态系统

的研究日益受到重视,并与系统理论交叉。在环境、人口、资源等世界性问题的影响下,生态学的研究重心转向生态系统。在这种情况下,又有一些学者对生态学提出了新的定义,例如美国生态学家奥德姆(E. Odum)提出的定义是:生态学是研究生态系统的结构和功能的科学。他的著名教科书《生态学基础》与以前的著作相比有很大区别,它以生态系统为中心,对大学生态学教学和研究有很大的影响,他本人因此而获得1977年美国生态学的最高荣誉——泰勒生态学奖。

20世纪80年代,我国著名生态学家马世骏提出:“生态学是研究生命系统和环境系统相互关系的科学。”他同时提出了社会—经济—自然复合生态系统的概念。

生态学家普遍认为,生态学是研究生物与环境之间相互关系及其作用机理的科学。可见生态学的不同定义代表了其不同发展阶段,并且每一阶段都有其具有代表性的重要教科书或著作。应该指出的是,1869年海克尔提出的含义广泛的生态学定义仍是迄今为止最被广泛采用的定义。

## 1.2 生态学的发展历程

恩格斯说,科学的发生和发展一开始就是由生产所决定的。生态学根据其形成和发展特点大致可以分为以下三个时期。

### 1.2.1 生态学建立的前期(公元16世纪以前)

随着现代人的诞生,人类开始逐渐积累有关生态学方面的知识。在人类文明的早期,人类为了生存就必须懂得怎样选择能够躲避风雨和猛兽的居住场所,必须了解捕鱼狩猎的手段和野生动植物的习性,这些经验和知识是生态学知识积累的重要源泉。从公元前5世纪到公元16世纪的欧洲文艺复兴时期是生态学思想的萌芽期,在一些中外古籍中记载了不少有关生态学的知识。在中国,如《诗经》(公元前5世纪)中记载有“维鹄有巢,维鸠居之”,描述的是鸠巢的寄生现象;北魏贾思勰撰写的《齐民要术》和明代李时珍编撰的《本草纲目》等著作,都为生态学知识的积累提供了宝贵的资料。还有一些著名的成语和谚语也都体现了生态学的理念,如“螳螂捕蝉,黄雀在后”、“大鱼吃小鱼,小鱼吃虾米”等反映了生态系统中食物链的原理。在欧洲,亚里士多德(Aristotle,公元前384~前322年)按栖息地把动物分为陆栖和水栖两大类,还按食性将它们分为肉食、

草食、杂食及特殊食性四类;亚里士多德的学生西奥弗雷特斯(Theophrastus,公元前370~前285年)在其著作中,根据植物与环境的关系将不同树木类型加以区分,并注意到了植物色泽变化是植物适应环境的结果。因此,他被认为是有史以来的第一位生态学家。

### 1.2.2 生态学的成长期(17世纪至20世纪50年代)

#### 萌芽期

进入17世纪以后,随着人类社会经济的发展,生态学也步入了它的成长期。在此期间曾被推举为第一位现代化学家的波义耳(Boyle)的工作是动物生理生态学的开端的重要标志;雷莫尔(Reaumur)1735年发表了6卷昆虫生态学资料,这些研究被认为是对积温与昆虫发育生理的研究的开创;布丰(Buffon)在1749~1769年间提出的“生物变异基于环境的影响”原理对近代动态生物学的发展具有重要的影响。

#### 成长期

从18世纪末、19世纪初开始,生态学的研究进入了一个崭新的阶段,在这一时期,出现了许多代表人物和代表作,如马尔萨斯(Malthus)于1798年发表了著名的《人口论》;洪堡德(Humboldt)于1807年出版了《植物地理学知识》;著名的利比希(Liebig)“植物最小因子定律”(1840)的发表以及达尔文(Darwin)的《物种起源》(1859)问世;海克尔于1869年第一次提出生态学的定义;斯洛德(Schröter)1896年首次提出了个体生态学(Autoecology)及群体生态学(Synecology)的概念;沃明则于1895年发表其划时代的巨著《以植物生态地理为基础的植物分布学》,即1909年被译为中文的《植物生态学》一书,等等。这一时期也是个体生态学与群体生态学的研究时期。

#### 巩固和发展期

进入20世纪,生态学具有重要影响的成就有:种群增长模型、Lotka-Volterra竞争和捕食模型、Logistic方程以及生物地理群落(biogeocenose)概念、生态系统中生物按营养水平分级的方法等。动植物生态学并行发展,出版了不少生态学著作和教科书。在动物研究方面,如詹宁斯(Jennings)的《无脊椎动物的行为》(1906);谢尔福德(Shelford)的《温带美洲的动物群落》(1913);阿当斯(Adams)的《动物生态学研究指南》(1913);艾利(Alle)的《动物生态学原理》(1949)等,被认为是动物生态学进入成熟

期的重要标志。在植物研究方面,由于自然条件、植物区系、植被性质以及开发利用程度的差异,也使植物生态学在研究方法、研究重点方面存在着较大差异,在这一时期形成了四个著名的生态学派:①北欧学派。以瑞典和挪威为主,代表人物是瑞典的多-瑞兹(Du-Rietz),代表作为《近代植物社会学方法论基础》。②法瑞学派。以瑞士苏黎世大学和法国蒙彼利埃大学为中心,代表人物是法国的布朗-布朗克,代表作为《植物社会学》。1935年以后,北欧学派和法瑞学派合流,统称为西欧学派或大陆学派。③英美学派。代表人物是英国的坦斯利(Tansley)和美国的克列门茨(Clements),代表作是《不列颠群岛的植被》和《植物生态学》,“演替”、“顶级”、“生态系统”和“生态平衡”等学术概念都是由这个学派首先提出的,该学派又被称为动态学派。④苏联学派。代表人物苏卡乔夫(Сукачев),代表作是苏联生态学家集体撰写的《苏联植被》。

此外,在这一时期英国(1913)、美国(1916)等还相继成立了生态学会,创办了生态学刊物《生态学杂志》(1913)、《生态学》(1920)、《生态学专刊》(1931)及《动物生态学杂志》(1932)等。

### 1.2.3 现代生态学发展时期(20世纪60年代至今)

20世纪60年代以来,生态学进入现代发展阶段。这一方面是生态学自身理论积累和相关手段提高的结果;另一方面与社会需求有着密切的关系。

进入20世纪末,近代数学、物理、化学和工程技术开始向生态学渗透,特别是电子计算机、高精度高速分析测定技术、高分辨率的遥感仪器和地理信息系统(GIS)等技术的成熟,有力地促进了生态学向实验科学的方向发展。而且,由于人类对生物圈的生物地球化学循环的干扰不断加剧,人与环境之间的矛盾日益突出,全世界面临着人口爆炸、资源短缺、能源危机、粮食不足、环境污染加剧等重大问题的挑战,这些问题的凸显都对生态学发展起到了极大的刺激作用。现代生态学的主要发展趋势为:

#### 生态系统生态学的研究成为主流

除了世界各地对生态系统结构和功能的研究外,一系列的国际性研究计划,如1971年联合国教科文组织发起的研究全球主要生态系统的结构、功能和生物生产力的“人与生物圈计划”(MAB);国际科学联合会(ICSU)组织的倡导保护人类居住环境的“国际生物学计划”(IBP,1964~

1974);以及目前正在开展的“国际地圈生物圈计划”(IGBP)等,都极大地促进了生态系统的研究。

### 在现代生态学中,动物生态学和植物生态学已经融合在一起

奥德姆的《生态学基础》(1953)一书开创了以生态系统为骨干的体系,把动物生态学、植物生态学统一起来;哈珀(Harper)的《植物种群生态学》(1977)标志着一直十分薄弱的植物种群生态学研究获得了很大突破,从而促进了与动物种群生态学的进一步融合。

### 系统理论在生态学中得到了广泛运用

继系统论、控制论和信息论之后,新的系统科学理论——系统自组织理论,如耗散结构理论、突变论和协同论、非线性理论等,都被引入生态学的研究。系统科学与生态学结合,用系统分析的方法研究生态系统,建立生态模型,并预测系统的变化,这些都要借助于电子计算机来完成,如史密斯(Smith)的《生态学模型》(1975),乔根森(Jorgensen)的《应用于环境管理的生态学模型》(1983)等。

### 从描述性科学走向实验科学

生态学长期以来被看作一门描述性科学,除了个体与环境间可以做某些定量的实验外,群体与环境的复杂关系难以进行定量研究。近年来,随着科学技术的发展以及各种电子仪器、遥感、精密测试仪器和电子计算机的发展,已经使定量研究成为可能,并形成了数量生态学分支学科。实验生态学还体现在几个热点学科领域,即生理生态学、行为生态学、化学生态学等。

### 研究对象继续向宏观和微观两个方向发展

在宏观领域,已从生态系统扩展到景观生态学和全球生态学;在微观领域,分子生态学的兴起和发展是20世纪末生态学发展最重要的特征之一,以分子遗传为标志,研究和解决生态学和进化中的问题。DNA技术的发展,包括应用限制性内切酶、DNA印迹法、克隆与测序技术、聚合酶链式反应(PCR)等大大提高了分子遗传测定的灵敏度,扩展了其使用范围,并将获得的遗传多样性时空变化模式与其机制联系起来,特别是直接估计野生条件下的繁殖成效及其变化,使分子生态学得到蓬勃发展。

### 应用生态学迅速发展

虽然,生态学研究从一开始就有服务社会实践的功能,但早期的生态

学基本上只是提出了一些观点。通过近一个世纪的努力,应用生态学这一学科已经为研究复杂的自然现象建立起生态学的概念、方法和理论。自 20 世纪 60 年代以来,生态学已经引起各国公众和政府的关注,人口危机、能源危机、粮食危机、资源危机,特别是生态环境危机,使生态学被视为解决这些危机的科学基础。自此,生态学就面临着两个发展方向:既从复杂的自然环境关系中逐步完善和发展生态学的理论和方法,同时根据其理论和原则,又对许多实际问题提供专门指导,解决现实和未来的生态环境危机。据此,应用生态学迎来了蓬勃发展的时期。

许多人预言,21 世纪的生物学将是在对生命活动的本质统一认识下的真正的“统一生物学”(general biology),21 世纪将是生物学的世纪,人类将树立崭新的生命观。作为生物学两极之一的生态学,必将在新生命观和新价值观中起到十分重要的作用。

## 1.3 生态学研究对象、内容和目的

### 1.3.1 生态学研究对象

生态学是研究生物与环境、生物和生物之间相互关系的一门生物学的基础分支学科。生物学各分支学科的关系,就像是切多层蛋糕,水平切法表示把生物学按研究的生命现象的各个方面加以划分,如生理学、形态学、遗传学、进化论等各有其特殊研究对象。垂直切法则按系统分类,把生物学划分为动物学、植物学、微生物学等学科。可见,生态学不仅是生物学的基础分支学科之一,也是每一门分类学科的重要组成部分。

### 1.3.2 生态学的内容

经典的生态学研究是以种群、群落和生态系统为中心开展的,属于宏观生物学范畴。现代生物学可以把研究对象划分为大小不同的组织层次。生态学的研究主要是个体、种群、群落和生态系统的层次,但是,完整的生态学层次应该分为:分子生态学、个体生态学、种群生态学、群落生态学、生态系统生态学、景观生态学。近年来,也有人将量子生态学和宇宙生态学分别加入到这个层次结构的最前面和最后面。