

中国地质大学“十五”规划教材
中国地质大学“211工程”专项资助教材



高等学校教材

环境生态学

程胜高 罗泽娇 曾克峰 主编



化学工业出版社
教材出版中心

中国地质大学“十五”规划教材
中国地质大学“211工程”专项资助教材

高等学校教材

环境生态学

程胜高 罗泽娇 曾克峰 主编

化学工业出版社
教材出版中心
·北京·

(京) 新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

环境生态学/程胜高,罗泽娇,曾克峰主编. —北京:化学工业出版社, 2003.7
高等学校教材
ISBN 7-5025-4513-1

I. 环… II. ①程…②罗…③曾… 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 (2003) 第 039659 号

高等学校教材

环境生态学

程胜高 罗泽娇 曾克峰 主编

责任编辑: 王文峡

责任校对: 陶燕华

封面设计: 蒋艳君

*

化学工业出版社 出版发行
教材出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话: (010) 64982530

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

北京管庄永胜印刷厂印刷

三河市前程装订厂装订

开本 787 毫米×1092 毫米 1/16 印张 17 $\frac{3}{4}$ 字数 433 千字

2003 年 7 月第 1 版 2003 年 7 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-4513-1/G · 1201

定 价: 30.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

内 容 简 介

全书分为 10 章。前 4 章主要介绍环境生态学研究对象、内容、基本原理、组成及功能,阐明了生态系统的物质循环、化学循环及生态平衡,以及自然资源保护与各类生态系统的保护的内容;第 5 章主要介绍生态监测的特点和意义、尺度类型和方法分类;第 6 章主要介绍生态工程的理论和模型;第 7 章主要介绍生态环境建设及水体、大气、固体废物、城市生态环境的调控与措施;后 3 章主要介绍生态影响评价、生态经济规划及西部脆弱生态环境问题。本书还安排了六个环境生态学野外观察和实验,力求理论与实践相结合,反映环境生态学的全貌和国内外最新的研究成果。

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生及研究生教材,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。

前 言

环境生态学是一门新兴的渗透性很强的边缘学科。它是研究在人类干扰条件下，生态系统的内在变化机理、规律和对人类的效应，寻求受损生态系统的恢复、重建及生态保护对策的科学，它既是环境科学的分支，又是生态学的一个分支，是运用生态学的原理，阐明人类对环境的影响及解决环境问题途径的科学。随着当代世界生态环境问题的不断突现，生态环境问题逐渐得到了世界各国的普遍重视。

在环境问题的出现和发展过程中，很多学者发表了有关环境问题的危害、环境和人类的关系以及解决环境问题的途径等方面的论述，这些都对环境生态学的形成和发展起到了促进作用。

环境生态学是高等学校环境科学和环境工程专业的一门重要专业基础课程。根据教学工作需要，结合我们多年的高校教学与科研实践经验，在认真总结国内外环境生态学学科发展的基础上，按照教材所应体现的先进性、系统性和科学性的要求，作者编写了此书。

全书分为10章。各章编写分工如下：前言由程胜高、鱼红霞编写，第一章、第二章、第五章及实验由罗泽娇编写，第三章、第四章由罗泽娇、程胜高编写，第六章、附录一由程胜高、朱昱编写，第七章由程胜高、袁绪英编写，第八章由程胜高、姚维科编写，第九章由程胜高、刘卓编写，第十章、附录二由曾克峰、笕箐与樊友强编写。为了帮助读者更好地掌握各章内容，由曾克峰、程胜高设计、编写了各章的思考题。全书由程胜高统稿。

本书既有一定的理论深度，又有较强的实用性；既适合于高等院校环境工程、环境管理及环境科学等专业本科生及研究生学习，又可作为环境保护干部与工程技术人员岗位专业培训的使用教材，同时也可供广大环保工作者参考阅读。

在编写过程中，张月娥先生与刘胜祥教授对本书初稿审核花费了大量时间和精力，进行了认真的修改与指导，付出了辛勤劳动；化学工业出版社的有关编辑给予了热情的支持和帮助。在此向他们表示感谢。同时，本书编写中参考的大量书籍和文献已在参考文献中列出，在此对它们的作者一并致以衷心的感谢！

尽管本书编写中作者力求做到体系新、内容新、观念新、理论与实际相结合，但由于时间紧迫，编者水平有限，书中不当之处欢迎读者批评指正，以便再版时能使之更臻完善。

程胜高

2002年4月于武汉

目 录

第一章 绪论	1
第一节 环境生态学的研究对象	1
一、生态环境问题	1
二、环境问题的产生与发展	1
三、生态学的产生与发展	4
四、环境生态学的产生与发展	6
第二节 环境生态学的内容	8
一、人为干扰下生态系统内在变化机理和规律	8
二、生态监测	9
三、自然资源的生态保护	9
四、生态环境的调控与对策	9
五、生态经济规划与风险评价	9
思考题	9
参考文献	10
第二章 生态学基本原理	11
第一节 生态因子及其作用规律	11
一、环境与生态因子	11
二、生态因子的作用规律	12
第二节 生物对环境的适应	15
一、生物对光因子的生态适应	15
二、生物对温度因子的生态适应	16
三、生物对水因子的生态适应	19
四、生物对土壤因子的生态适应	21
第三节 种群生态学	24
一、种群的概念及其基本特征	24
二、种群增长规律	26
三、种群动态	28
四、种群调节	29
五、生态入侵	30
六、种间关系	31
七、生态位	33
第四节 群落生态学	34
一、群落的基本概念	34
二、群落的性质	34
三、群落结构的松散性和边界的模糊性	35

四、群落的命名	35
五、群落的基本特征	35
六、群落的结构	37
七、群落的演替	40
思考题	43
参考文献	44
第三章 生态系统与生态平衡	45
第一节 生态系统的基本概念与组成	45
一、生态系统的基本概念	45
二、生态系统的组成与结构	46
第二节 生态系统的基本功能	50
一、生态效率	50
二、生物生产	52
三、生态系统中的能量流动 (energy flow of ecosystem)	55
四、生态系统中的信息及其传递	58
第三节 生态系统中的物质循环	59
一、物质循环的模式	60
二、生物地球化学循环的类型	60
第四节 生态平衡	67
一、生态系统平衡的基本特征	67
二、生态平衡的调节	68
思考题	71
参考文献	71
第四章 自然资源与生态保护	72
第一节 自然资源的保护	72
一、自然资源的含义及其基本特征	72
二、自然资源保护的理论基础	74
三、保护自然资源的主要目标	75
四、自然资源保护的对策	76
五、自然保护区的建设	78
第二节 陆地生态系统保护	82
一、概述	82
二、森林生态系统	82
三、草地生态系统	85
四、荒漠生态系统	88
第三节 水域生态系统保护	89
一、概述	89
二、淡水湿地生态系统	90
三、滨海湿地生态系统	92
四、海洋生态系统	95

第四节 生态示范区的建设	100
一、生态示范区提出的背景	100
二、中国生态示范区建设的概况	100
三、中国生态示范区建设的内容和指标	100
四、中国生态示范区建设的经验与存在的问题	101
思考题	104
参考文献	104
第五章 生态监测	106
第一节 生态监测的概述	106
一、生态监测的概念	106
二、生态监测的特点和意义	106
三、生态监测的基本要求	108
第二节 生态监测分类	108
一、生态监测尺度类型	108
二、生态监测方法分类	109
思考题	117
参考文献	118
第六章 生态工程	119
第一节 生态工程的理论	119
一、生态工程的概念	119
二、生态工程的原理	119
第二节 生态工程的数学模型	129
一、生态工程模型的类型	129
二、生态工程模型的构建步骤	134
三、生态工程的能量系统模型	142
思考题	154
参考文献	155
第七章 生态环境建设与调控	156
第一节 生态环境建设	156
一、中国生态环境建设概况	156
二、生态环境建设的指导思想和奋斗目标	157
三、全国生态环境建设总体布局	158
四、规划优先实施的重点地区和重点工程	160
五、生态环境建设的政策措施	162
第二节 水体生态环境的调控与对策	163
一、水体污染与水体自净	163
二、废水处理的生物方法	165
三、水体富营养化及其生物防治	168
第三节 大气污染的生态对策	169
一、大气污染	169

二、大气污染物·····	169
三、绿色植物对大气污染物的净化作用·····	170
第四节 固体废物的生态对策·····	174
一、固体废物的定义、种类及来源·····	174
二、固体废物的处理和利用·····	175
第五节 城市生态环境的调控与措施·····	178
一、城市生态环境系统调控的基本原理·····	178
二、城市生态环境系统调控目标·····	180
三、城市生态调控的手段和方法——生态系统工程·····	181
思考题·····	182
参考文献·····	182
第八章 生态影响评价 ·····	184
第一节 概述·····	184
一、评价工作等级的划分·····	184
二、评价范围·····	185
三、评价标准·····	185
四、工程调查与分析·····	186
五、生态影响识别和评价因子的筛选·····	187
第二节 生态环境调查与现状评价·····	187
一、生态环境状况调查·····	187
二、生态现状评价·····	188
三、生态环境影响预测·····	189
四、常用生态影响评价方法·····	190
第三节 各类开发项目生态影响评价要点·····	192
一、水利工程项目·····	192
二、矿产开采工程项目·····	193
三、交通运输建设项目·····	194
四、土地开发利用建设项目·····	194
五、森林开采·····	195
六、旅游资源开发建设·····	196
七、海洋和海岸带开发建设·····	196
第四节 生态风险评价·····	197
一、生态风险基本概念·····	197
二、生态风险产生的原因·····	197
三、生态风险评价的基本要素·····	199
四、生态风险评价的理论基础·····	200
五、生态风险评价的方法·····	202
六、生态风险评价的步骤·····	203
七、生态风险评价的技术关键·····	205
第五节 生态环境保护措施与替代方案·····	205

一、生态环境保护措施的基本要求	205
二、生态环境保护措施与对策	206
思考题	208
参考文献	208
第九章 生态经济规划	209
第一节 概述	209
一、生态经济规划的提出与发展	209
二、生态经济规划编制的指导思想及其遵循的基本原则	211
第二节 编制生态经济规划的程序和方法	213
一、规划编制的程序	213
二、规划编制的方法	215
第三节 生态经济规划目标和结构框架	215
一、目标确定	215
二、生态经济规划的基本内容	216
三、生态经济发展规划的结构框架	218
思考题	222
参考文献	222
第十章 中国西部脆弱生态环境保护	223
第一节 西部大开发的意义及战略框架	223
一、西部大开发的背景和意义	223
二、西部大开发的战略框架	223
第二节 脆弱生态环境的成因、类型分布及特性	224
一、脆弱生态环境的界定	224
二、脆弱生态环境的成因	224
三、脆弱生态环境的类型和分布	227
四、脆弱生态环境的特性及其各类型区的脆弱特征	229
第三节 脆弱生态环境演变规律	233
一、脆弱生态环境的一般演变规律	233
二、土地沙化机理及其荒漠化过程	234
第四节 西部脆弱生态环境综合整治措施与对策	237
一、脆弱生态环境整治的必要性、可能性及原则	237
二、脆弱生态环境治理的措施	238
三、主要脆弱类型的整治技术和措施	239
四、中国脆弱生态环境综合整治模式	243
思考题	246
参考文献	246
环境生态学野外观察和实验	247
实验一 植被密度的测定	247
实验二 植被盖度的估计	248
实验三 生物多样性的测定——以林地树木为例	250

实验四 水分条件和植物——叶细胞渗透势的测定·····	254
实验五 生物污染分析样品的采集与制备·····	255
实验六 高等植物标本的采集与制作·····	257
参考文献·····	258
附录 ·····	259
附录一 《生态县、生态市、生态省建设指标（试行）》·····	259
生态县建设指标（试行）·····	259
生态市建设指标（试行）·····	261
生态省建设指标（试行）·····	262
附录二 生态建设指标解释·····	264
一、生态县建设指标·····	264
二、生态市建设指标·····	269
三、生态省建设指标·····	271

第一章

绪 论

第一节 环境生态学的研究对象

一、生态环境问题

随着全球人口激增和人类生活水平的日益提高,人类与生态环境间的矛盾也日益突出。全球生态环境的破坏已经威胁着全人类的生存。例如,中国的水、空气、噪声、固体废物等污染问题突出,全国七大水系 1/3 以上的河段达不到使用功能要求,近一半的城市河段污染严重,大部分湖泊富营养化突出,近岸海域污染呈加重趋势;相当多的城市空气质量超标,酸雨区面积占国土面积的 30%;城市垃圾年产生量 $1.4 \times 10^8 \text{t}$,无害化处理率较低。此外,生态恶化的趋势未得到有效遏制,水土流失、荒漠化、沙尘暴等生态问题严重。生态安全已经向人们敲响了警钟(中国环境报,2001 年)。

环境问题,是指人类为其自身生存和发展,在利用和改造自然界的过程中,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。按照从引起环境问题的根源来划分,环境问题分两类:其一是由自然力引起的原生环境问题,称为第一环境问题,主要指地震、洪涝、飓风、海啸、火山爆发等自然灾害问题。目前人类的技术水平和抵御能力还很薄弱,难以战胜这类环境问题;其二是由人类活动引起的次生环境问题,又称第二环境问题。

第一类环境问题即自然灾害的形成,主要是自然力作用的结果,是不以人们的意志为转移的,无法避免的客观事实。但是,人为的作用可以加速或延缓灾害的发生,加大或减轻灾害的发生而完全控制其影响尚不可能,但尽量预防减缓灾害的发生则是力所能及的。

第二类环境问题又细分为生态破坏和环境污染两类,前者指的是不合理开发和利用自然资源,超出环境承载力,使生态环境质量恶化或自然资源枯竭的现象;后者指的是由于人口激增、城市化和工农业高速发展引起的有害物质对大气、水质、土壤和动物、植物的污染,并达到了致害的程度。严重的污染又称为环境破坏。环境污染和生态破坏同源但性质不一样,解决方法也不尽相同,是互相影响的两类环境问题。

二、环境问题的产生与发展

纵观人类发展历史,环境问题随着人类社会的出现而出现、发展而发展。环境质量的恶化是渐变的。毋庸置疑,自有人类以来就产生和存在着环境问题。人类产生之后,人类的生存环境虽然一方面像人类产生前一样受到太阳活动、地球内部运动、生物分布和气候等因素的影响不断变化,但另一方面人类一经产生,即作为环境的对立物而存在。人在变革自然中发展自己,从而使环境变化越来越多地打上人类活动的印记。环境是人类的物质基础,人类改造环境,产生的新环境又反作用于人类。

1. 原始时代——人类利用环境的蒙昧阶段

该时期从总体上讲,人类基本受环境的主宰,依赖于环境,处于次要的和从属的地位。由于认识水平和生产力极其低下,人类只能在狭窄的范围内和孤立的地点上发展着。原始人类使用木器、石器和骨器等工具直接从大自然中获取生活资料,因而表现出对自然的直接依赖关系。他们的生活方式和生活习惯都建立在周围自然环境所提供的物质条件基础之上,主要依靠直接采集天然植物和渔猎维持群体的生存和繁衍。当过度采集和狩猎对某些物种的数量和生存造成一定的破坏后,特定的自然环境满足不了人们的生活需要时,就通过迁徙来解决,人类的生活资料很少有自己创造的。因此,人类活动的结果并未给自然环境带来危害。即是有,如过度的捕猎导致某些动物量的减少等,依靠自然界自身固有的再生能力也完全可以自发调节,未对系统造成破坏。即产生的环境问题是局部的、暂时的,大多数破坏并没有影响到自然系统的恢复能力和正常功能。

2. 农业时代——人类改造环境的初级阶段

此阶段,人类与环境的关系产生了初步对抗,出现了相互竞争和相互制约的局面,产生了环境衰退(degradation)问题。新石器时代,出现了原始的农业和畜牧业,铜制工具特别是铁制工具的出现,大大加快了农业的发展,这就是人类历史上影响深远的第一次社会分工,也是人类与环境关系发展的一个重要阶段。农业和畜牧业的产生和发展,地球上第一次出现了人工生态环境,人们开垦农田,开发水利,种植作物,建筑城镇,部分自然植被转变为人工植被,在自然景观的基础上又出现了体现人类创造性的人文景观。人类由简单地利用自然生物资源,扩大到利用土地、水力等资源,由被动地利用环境资源,发展到能动地改造环境资源。随着人口数量的增加和金属生产工具的广泛使用,大大拓展了农业的规模。广大的森林、草原、山地被开垦,种植业、畜牧业、手工业逐渐在世界的几大区域发达起来。人类在与自然的对抗中取得了一个又一个的成功,人类改造大自然取得了伟大胜利、创造了灿烂的古代文明。古埃及文明、古巴比伦文明、古印度文明、古中国文明、古希腊文明以及中美洲的玛雅文化等。农牧业的变革和发展大大增加了人类物质生活资料的丰富性和稳定性,大大提高了人类物质文化生活水平,并加快了人类自身的生产,改变了人口的组成和结构,增加了人口的数量,提高了人口的质量。同时也明显地改变了周围的生态环境,改变了生物群落的组成、结构和分布状况,把自然生态系统转变为以种植、蓄养为特征的人工生态系统。人类由于科学技术和认识水平的限制,对自然规律和人与环境的关系尚缺乏科学的理解,盲目的行动往往不自觉地加重对生态环境的损害。这个时代所产生的环境问题,使人类的发展越来越多地干扰了环境自身合乎规律的循环。环境发生衰退,表现在以下几个方面。

① 森林、草原的大面积破坏。种植业、畜牧业和房屋建造,需要大量的耕地、木材,人们大规模地砍伐森林,开垦草原,大量破坏自然植被,造成水土流失,土壤肥力减退,良田面积缩小。

② 局部气候变坏,部分土地沙漠化。原始植被的破坏影响了自然环境中物质、能量特别是水的正常循环,引发了一系列自然生态环境的变化,如气候变得恶劣,局部地区雨水减少,土地由于干旱而逐渐变为沙漠。

③ 土地盐渍化。部分地区农田长期灌溉,土壤的盐分增加,地下水位升高,天长地久,土壤逐渐盐渍化,肥力大大减退。

④ 农业的发展,人口的增长和聚集,城镇的增多和增大,超量的生活废物也造成了一定程度的环境污染。特别是繁华的都市,由于生活设施的落后,公共卫生是一个重要

问题。

3. 工业时代——人类统治环境的时代

在此期间,环境污染(pollution)产生和加剧。18世纪兴起的产业革命,开始了机器大工业迅速发展的进程。蒸汽机等动力机器的使用,大大提高了社会生产力,增强了人们改造环境的能力。19世纪下半叶之后,随着电力的广泛应用,人们的生产活动更加深入、更大规模地改变着地球环境。特别是自20世纪40年代开始,原子能、电子计算机、空间技术等科学技术的发展,使人们掌握了无穷的“魔法”,推动了社会生产力日新月异的变化。人们不仅以各种方法利用自然生态环境,而且大规模地利用矿物、水、大气和其他自然资源。人类取得了征服自然、改造环境的一个又一个胜利,在整个地球上建成了以人类为中心的庞大的人工生态体系。人们尽可能在所有的范围内为所欲为,从陆地到海洋,从地球到太空,处处都有人类活动的印记,人的力量和地位得到确认。工业化现代化创造了前所未有的人类文明,极大地提高了人们的物质生活和精神生活水平。征服自然的胜利和对自然界认识的深化,加快了对自然的索取,轻视自然、主宰自然,奴役和支配自然成了众多经营者的行为哲学。人类逐渐摆脱了受自然主宰和奴役的地位,而成为自然的主人。“人定胜天”、“人类中心论”成为天人关系的主导理论。

但是,工业化正像一把双刃利剑,在人类取得成功的同时,也带来了各种各样的环境问题。人类生态系统产生了畸形发展的趋向:一面是人类财富的巨大增长,另一面却是环境质量的严重恶化和退化。环境质量的恶化过程可以分为三个阶段,即环境污染发生期、环境污染加剧期和环境污染泛滥期。

(1) 环境污染发生期(18世纪末~19世纪末)

从18世纪下半叶,经过19世纪,到20世纪初,首先是英国,而后是欧洲一些国家、美国、日本相继实现了产业革命。蒸汽机的使用和推广,由此而推动的炼铁业、机器制造业和采矿业迅速发展为标志,人类进入了蒸汽机时代,或称之为第一次产业革命。这是人类发展历程上的一次重要转折,许多国家在这个时期由农业社会过渡到了工业社会,生产力得到空前的发展。

第一次产业革命从纺织工业开始,以建立煤炭、钢铁、采矿、化工等重工业而告完成。这一时期工业发展对环境所造成的污染主要是以煤烟尘、二氧化硫造成的大气污染以及冶炼、制碱造成的水质污染等。如英国作家约翰·伊凡林(John Evelyn, 1620~1706年)的著作《驱逐烟气》中对伦敦烟雾描述为:“地狱般阴森的煤烟,从家庭的烟囱和啤酒厂以及石灰窑等地冒出来,伦敦犹如西西里岛的埃特纳火山,好像是火与冶炼之神的法庭,恰似在地狱旁边一样……”。

(2) 环境污染加剧期(20世纪初~20世纪40年代)

19世纪中叶以后,电机的产生、电能的利用以及汽车和飞机的相继问世,形成了第二次产业革命,人类进入了电气时代。不过电力并不是第一能源,它还需要以第一能源为基础。石油成了这一时期“工业的血液”,石油的广泛应用给环境带来了新的污染,而污染范围之大、程度之深,都是前所未有的。主要表现在以下几个方面。

① 汽车污染 汽车是现代文明的一个标志,但它的蓬勃兴起也只有100年的历史。汽车污染,首先是汽车尾气的污染,其最严重的危害是生成“光化学烟雾”,如最先出现在美国的“洛杉矶烟雾事件”。光化学烟雾不仅毒害了居民的健康,而且对植物的危害也很严重。此外,汽车排气中的二氧化硫、一氧化碳和铅的化合物毒性也不小;汽车的噪声、振动以及

汽车扬起的灰尘也是污染城市环境不可忽视的因素。

② 石油化学工业的污染 石油化学工业是一种现代化的工业,企业的规模较大,多数是大型联合企业。联合企业的废气、废水、废渣中往往含有几百以至几千种有毒的化学污染物,对环境造成严重的污染。

传统污染的进一步加剧。这个时期,煤的消耗量也在逐渐上升,煤烟尘和二氧化硫的污染也与日俱增。如 1930 年比利时的马斯河谷烟雾事件。

(3) 环境污染泛滥期 (20 世纪 50 年代以后)

这一时期,传统的煤炭、石油、油品造成的污染急剧增加,同时又出现了新的污染,如放射性污染、农药等有机合成物质污染等。

(4) 当代人类与环境的关系——向可持续发展过渡

20 世纪 60 年代后,首先是西方工业发达国家的人民群众发出了“保护环境、防治污染”的强烈呼声,各界人士纷纷走向街头,要求本国政府采取有效措施治理日益严重的环境污染,掀起了声势浩大的“环境运动”。大众的参与促使联合国制定了保护人类生存环境的一系列计划,并逐步付诸实施。各国政府环境保护机构相继成立。“只有一个地球”,“人是自然的一员”,“保护全球生态环境是全人类的共同责任”,成为世界各国人民的共识。于是“在不危害后代人满足的前提下,寻求满足我们当代人需要和愿望”的持续发展的新观念已被普遍接受。

三、生态学的产生与发展

1. 定义

生态一词由希腊文“oikos”衍生而来,是住所、房子、家庭的意思;“logos”是研究、学科的意思。生态学“ecology”就是研究关于居住环境的科学。

生态学概念最早由德国动物学家海克尔(E. Hackel)于 1866 年提出,把“研究有机体与周围环境相互关系的科学”命名为生态学。直到 1910 年第三届国际植物学会才正式承认 ecology,并为 E. Odum (1953~1983 年)所发展,定义生态学为“研究生态系统结构和功能的科学”。中国学者马世骏(1979 年)下定义为“研究生命系统和环境系统相互关系的科学”。由此可见,现代生态学已经发展成把“生物与环境作为一个综合统一体系”来加以研究,也就是研究生命系统与环境系统之间相互作用规律及其机理,这就是所谓的生态系统,它是当前生态学研究的核心。总之,生态学是研究生物及环境间相互关系及其作用机理的科学。

2. 生态学的产生和发展过程

(1) 生态学建立前期(公元前 2 世纪~公元 16 世纪)

即萌芽时期。有关生态学的见解和描述散见于自然本体论和一般生态学的著作。中国著名的思想家荀况(约公元前 313~公元前 230)在《天论》中写到,“天行有常,不为尧存,不为桀亡。应之以治则吉,应之以乱则凶”。他认为自然界是有规律的,不以帝王的意志为转移;按照自然规律办事,就能得到预想的结果,反之则得不到好结果等。在欧洲, Aristotle (384~322 年, B. C.) 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。

(2) 建立和成长期(公元 16 世纪~20 世纪初)

即生态学诞生时期。1670 年,化学家鲍尔 R. Boyle 发表了低气压对动物效应的实验成

果,标志动物生理生态学的开端;达尔文(C. Darwin) 1859年发表《物种起源》,系统地深化了对生物与环境相互关系的认识,为生态学的萌芽和发展奠定了基础。1859年, Saint Hilaire 首创 ethology, 以表示有机体与环境关系的科学; 1866年, E. Hackel 首次提出生态学定义; 丹麦植物学家 F. Warming 于 1895 年发表《以植物生态地理为基础的植物分布学》, 1909 年改版英文版《植物生态学》(Ecology of Plants); 1898 年波恩大学教授 A. F. W. 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就, 被公认为生态学的经典著作, 标志着生态学作为一门生物学的分支科学的诞生。

(3) 生态学的巩固时期 (20 世纪初~20 世纪 50 年代)

动植物生态学并行发展, 发表了不少生态学著作与教科书。1935 年美国 A. G. Tansley 著作“普通植物生态学”和“不列颠群岛的植被”, 首创“生态系统”(ecosystem) 和“生态平衡”, 论述了生物与环境之间形成一个不可分割的相互关联和影响的整体; 1942 年 Linderman 提出生态系统生物按营养水平分级的分法, 对能量金字塔及生物量等概念有积极发展。

(4) 现代生态学时期 (20 世纪 60 年代~现在)

这时的生态学研究方法重心, 已从强调归纳经验的方法转向历史的系统方法, 通过生态系统的研究, 在进化生态学与系统分析方面取得了成果。主要趋势如下。

① 生态系统生态学成为生态学发展的主流 1964~1974 年, 是生态系统大规模研究开始的标志; 世界科协提出国际生物学计划 (IBP), 97 个国家参加, 美国就投入 2700 万美元; 1970 年, 人与生物圈时期, 联合国教科文组织主持成立了“人与生物圈委员会”(MAB), 近百个国家加入。发展到今天, 其发展趋势表现为: 研究生态系统的结构和功能、生态系统的动态管理、海洋和淡水生态系统等方面。

② 系统分析与生态学结合发展了系统生态学 这主要表现在一系列有关系统生态学发展的专著问世, 如 1971 年, Patten 的《生态学中的系统分析与模拟》; 1975 年, Smith 的《生态学模型》; 1983 年, H. T. Odum 的《系统生态学引论》等著作的问世, 标志着系统生态学的形成和发展。系统生态学就是应用系统分析方法从事生态系统结构与功能动态的研究, 并建立生态模型。内容包括系统测量、系统分析、系统描述、系统模拟和系统最优化。

③ 群落生态学有明显的发展 群落生态学(研究生物群落与其生存环境之间相互作用关系及其规律的学科)发展到这个时期, 已经发展到用数学方法描述其结构(数量生态学), 并进而探讨群落结构形成机理; 发展趋势是群落类型学和地区性植被研究, 群落的结构和组织学; 种间相互作用和协同进化的研究; 群落的演替研究等方面。

④ 现代生态学向宏观和微观两极发展, 宏观是主流 经典生态学以动植物种(个体)、种群、群落为主要研究对象, 学科上主要发展了生理生态学、动物行为学、种群生态学与群落生态学。现代生态学的研究对象已在宏观方向上扩展到生态系统、景观与全球研究, 如景观生态学、全球生态学等, 趋势以景观的结构和功能研究、景观的层次性和尺度研究、生物对地球的理化环境的稳定和恶化作用机理研究及全球模型研究; 宏观表现在生物个体、种群、群落系统的发展; 微观领域主要体现在生理生态、分子生态学等。可见, 生态学的研究层次已囊括了分子、基因、个体直到整个生物圈与全球。

⑤ 应用生态学迅速发展, 焦点集中在全球可持续发展战略方面 生态学与当代国际上

出现的若干重大问题相结合,形成许多应用生态学分支,如污染生态学、保护生态学、生态毒理学、生物监察、环境生态学、经济生态学、生态工程、人类生态学、农业生态学、城市生态学等。

⑥ 生态学研究方法的发展 在传统生态学的研究中,生态学着重研究对象的描述,所用的方法、仪器都很简单,20世纪40年代R. Bracher(1934年)在《生态学野外研究》一书中介绍了“一只生态学工具箱”,小小的工具箱中的设备就是当时生态学计量的所有全部仪器。在现代生态学研究已广泛使用野外自动电子仪器(测定光合、呼吸、蒸腾、水分状况、叶面积、生物量及微环境);同位素示踪(测定物质转移与物质循环等);稳定同位素(用于生物进化、物质循环、全球变化等);遥感与地理信息系统(用于时空现象的定量、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)等技术,支持了现代生态学的发展。系统理论与系统分析的引入,使生态系统的研究得到长足发展,产生了系统生态学。电子计算机的迅速发展与应用,解决了生态系统中非线性关系的困难,促进了生态系统建模与系统生态学的发展。

3. 生态学的分支学科

① 按照研究生物类别为对象将生态学分为生物生态学、人类生态学、动物生态学、植物生态学、微生物生态学等;

② 按照环境性质将生态学划分为湖沼生态学、海洋生态学、岛屿生态学、山地生态学等;

③ 按照研究范围及其复杂程度将生态学分为个体生态学(生理生态学)、种群生态学、群落生态学、生态系统生态学等;

④ 按照生态学基础研究方向,生态学分为系统生态学、数学生态学、自然生态-社会经济系统及都市生态学、生态经济学、地理生态学、化学生态学等;

⑤ 按照生态学的应用方向,将生态学分为农业生态学、资源生态学、工业生态学、环境生态学等。

四、环境生态学的产生与发展

环境生态学是生态学的应用学科之一,环境生态学(environmental ecology)是研究人为干扰下,生态系统内在的变化机理、规律和对人类的反作用,寻求受损生态系统恢复、重建和保护对策的科学。即运用生态学理论,阐明人与环境间的相互作用关系及解决环境问题的生态途径。所以,环境生态学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以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。其解决的是环境污染和生态破坏这两类环境问题的学科。

1. 环境生态学的产生及现状

从20世纪40年代起,人类开始大量生产和使用六六六、DDT等剧毒杀虫剂以提高粮食产量,到了50年代,这些有机氯化物被广泛使用在生产和生活中。这些剧毒物的确在短期内起到了杀虫的效果,粮食产量得到了空前的提高。然而,这些剧毒物的制造者和使用者们却全然没有想到,这些用于杀死害虫的毒物会对环境及人类贻害无穷。1962年美国海洋生物学家R. 卡尔逊(Rachel Carson)的《寂静的春天》中描述了杀虫剂污染给环境带来严重危害的景象,用生态学的原理分析了这些化学杀虫剂对人类赖以生存的生态系统带来的危