

# 环境生态学

鲁 敏

编著

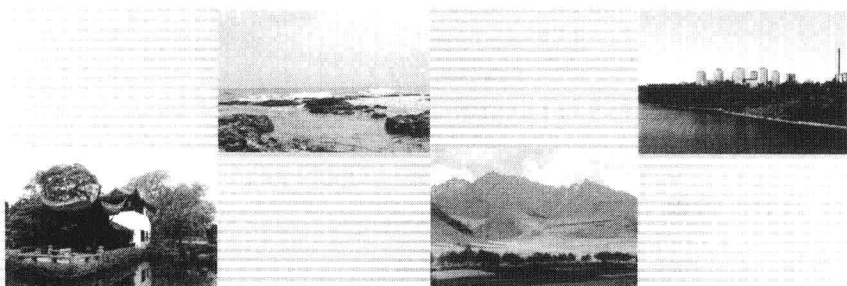
孙友敏 李东和



化学工业出版社

# 环境生态学

鲁 敏 编著  
孙友敏 李东和



化学工业出版社

· 北京 ·

环境生态学是一门新兴的、综合性很强的学科，是生态学与环境科学这两个正在迅速发展的庞大学科体系的交叉学科。

本书共七章，包括绪论、全球性环境问题、生物与环境、生态系统、城市生态学概述、人类干扰与生态恢复、生态环境影响评价等。

本书不仅适合作为高等院校的本科和研究生教材，也可作为园林、生态、环境科学、环境保护、城市规划、建筑、管理方面科技人员的参考用书。

### 图书在版编目 (CIP) 数据

环境生态学/鲁敏，孙友敏，李东和编著. —北京：  
化学工业出版社，2011.9  
ISBN 978-7-122-12288-9

I. 环… II. ①鲁… ②孙… ③李… III. 环境生态学 IV. X171

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 184729 号

---

责任编辑：左晨燕  
责任校对：周梦华

文字编辑：汲永臻  
装帧设计：刘丽华

---

出版发行：化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印刷：北京云浩印刷有限责任公司

装订：三河市宇新装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张 13 $\frac{3}{4}$  字数 339 千字 2012 年 2 月北京第 1 版第 1 次印刷

---

购书咨询：010-64518888(传真：010-64519686) 售后服务：010-64518899

网 址：<http://www.cip.com.cn>

凡购买本书，如有缺损质量问题，本社销售中心负责调换。

---

定 价：36.00 元

版权所有 违者必究

# 前言

## FOREWORD

在全球生态环境不断恶化、城市污染日益严重的今天，环境生态学及其相关知识在城市生态环境建设、园林绿化建设中的重要性已日益突显出来。“生态”是现代城市环境建设的主要任务之一，也是今后人居环境和园林建设发展的主旋律。为此《环境生态学》已成为高等院校园林、生态学和环境工程专业本科和研究生必修的重要专业基础课，是应用性很强、多学科交叉的综合性基础课程；是根据园林学科本科专业和研究生教学计划和教学大纲的要求设置的，并成为园林、生态学和环境工程专业课程体系的重要组成部分。

本书是为了适应当前生态环境建设和园林、建筑、环保、环境艺术设计等专业技术人员及其高等院校教学的迫切需要而撰写的著作。书中理论与实践相结合，既包括了环境生态学的基本知识、基本理论，又有最新的应用技术和研究成果，尤其是在城市植被的生态效应、人类干扰与生态修复及生态规划等方面吸收了编著者近年的研究成果；并且在内容的选择、章节的编排和结构的安排等方面做了一些新的尝试。一方面在介绍生态学基础理论的基础上，重点强调了生态系统的理论及其应用，以利于学生深刻认识和理解受损生态系统的变化规律与修复对策。另一方面，单独介绍了高度人性化的城市生态系统和生态环境影响评价与生态规划的基本理论及其应用，以促使学生更好地把生态学理论运用于园林生产实践，掌握与自然距离最远的城市生态系统管理的基本技能。

全书共七章，包括绪论、全球性环境问题、生物与环境、生态系统、城市生态学概述、人类干扰与生态系统、生态环境影响评价与生态规划。

本书不仅适合作为高等院校的本科和研究生教材，也可作为园林、生态、环境科学、环境保护、城市规划、建筑、管理等方面科技人员的参考用书。

在此书写作过程中，园林专业的李成、程正渭、布凤琴、冯兰东老师也参与了部分工作，宁静、刘振芳、裴翡翠、刘国恒、王菲、刘顺藤等同志也做了许多工作，在此一并致谢。

环境生态学是一个系统庞大、内容繁杂，涉及面十分广泛的综合学科，由于作者经验和学识水平所限，书中的疏漏之处在所难免，希望得到各方面的批评指正。

编著者

2011年8月

# 目 录

## CONTENTS

|                    |    |
|--------------------|----|
| 第一章 绪论             | 1  |
| 第一节 人类与环境          | 1  |
| 一、人类社会的发展及其对环境的影响  | 1  |
| 二、环境问题的本质及其启示      | 5  |
| 第二节 环境生态学的内容、任务与发展 | 6  |
| 一、环境生态学的定义         | 6  |
| 二、环境生态学的研究内容和方法    | 7  |
| 三、环境生态学与相关学科的关系    | 8  |
| 四、环境生态学的学科任务和发展趋势  | 9  |
| 第二章 全球性环境问题        | 12 |
| 第一节 全球气候变化及防治对策    | 12 |
| 一、全球气候变化趋势         | 12 |
| 二、全球气候变暖的原因和后果     | 13 |
| 三、控制全球变暖的对策        | 15 |
| 第二节 臭氧层的破坏及防治对策    | 16 |
| 一、臭氧层破坏与臭氧空洞       | 16 |
| 二、臭氧层破坏的原因和后果      | 17 |
| 三、拯救臭氧层的措施         | 19 |
| 第三节 酸沉降及防治对策       | 20 |
| 一、酸雨的发现及其发展        | 20 |
| 二、酸雨形成的原因          | 21 |
| 三、酸雨的危害            | 22 |
| 四、防治酸雨的综合措施        | 23 |
| 第四节 土地荒漠化及其防治      | 24 |
| 一、荒漠化的现状和发展趋势      | 24 |
| 二、土壤荒漠化形成的原因       | 27 |

|                        |        |
|------------------------|--------|
| 三、土壤荒漠化带来的后果 .....     | 29     |
| 四、荒漠化防治措施 .....        | 30     |
| 第五节 中国的环境问题 .....      | 33     |
| 一、地理因素分析 .....         | 33     |
| 二、资源相对贫乏、分布不均 .....    | 33     |
| 三、生态环境问题 .....         | 36     |
| 四、环境污染严重 .....         | 37     |
| <br>第三章 生物与环境 .....    | <br>39 |
| 第一节 生物及其进化 .....       | 39     |
| 一、生物的起源 .....          | 39     |
| 二、生物的进化 .....          | 40     |
| 第二节 环境的概念及分类 .....     | 41     |
| 一、环境的概念 .....          | 41     |
| 二、环境的类型 .....          | 41     |
| 三、环境的基本功能和特性 .....     | 45     |
| 四、环境因子和生态因子 .....      | 46     |
| 第三节 生态因子的生态作用 .....    | 47     |
| 一、光因子的生态作用 .....       | 47     |
| 二、温度因子的生态作用及生物适应 ..... | 51     |
| 三、水因子的生态作用及生物适应 .....  | 55     |
| 四、大气因子的生态作用 .....      | 59     |
| 五、土壤因子的生态作用及生物适应 ..... | 61     |
| 第四节 生态因子作用的基本规律 .....  | 65     |
| 一、生态因子作用的一般规律 .....    | 65     |
| 二、生态因子的限制作用 .....      | 66     |
| <br>第四章 生态系统 .....     | <br>68 |
| 第一节 生态系统的概念 .....      | 68     |
| 一、生态系统的概念 .....        | 68     |
| 二、生态系统的分类 .....        | 70     |
| 第二节 生态系统的组成和结构 .....   | 70     |
| 一、生态系统的组成要素 .....      | 70     |
| 二、生态系统的结构 .....        | 71     |
| 第三节 生态系统的基本功能 .....    | 71     |
| 一、生态系统的物质生产 .....      | 72     |
| 二、生态系统的能量流动 .....      | 72     |
| 三、生态系统的物质循环 .....      | 77     |

|                               |            |
|-------------------------------|------------|
| 四、生态系统的信息传递 .....             | 82         |
| <b>第四节 主要的自然生态系统类型 .....</b>  | <b>83</b>  |
| 一、森林生态系统 .....                | 83         |
| 二、草原生态系统 .....                | 85         |
| 三、荒漠生态系统 .....                | 86         |
| 四、湿地生态系统 .....                | 87         |
| 五、河流生态系统 .....                | 89         |
| 六、海洋生态系统 .....                | 90         |
| <b>第五节 生态系统的平衡 .....</b>      | <b>91</b>  |
| 一、生态平衡的概念 .....               | 91         |
| 二、生态平衡的标志 .....               | 92         |
| 三、导致生态平衡失调的原因 .....           | 93         |
| 四、生态学的一般规律 .....              | 94         |
| 五、生态平衡的保持 .....               | 96         |
| <b>第五章 城市生态学概述 .....</b>      | <b>98</b>  |
| <b>第一节 城市生态系统的结构与功能 .....</b> | <b>98</b>  |
| 一、城市生态学的概念 .....              | 98         |
| 二、城市生态系统的结构 .....             | 98         |
| 三、城市生态系统的功能 .....             | 103        |
| <b>第二节 城市生态系统的特征 .....</b>    | <b>109</b> |
| 一、城市生态系统区别于自然生态系统的基本特征 .....  | 109        |
| 二、城市生态系统的人工化特性 .....          | 110        |
| 三、城市生态系统的不完整性 .....           | 111        |
| 四、城市生态系统的高度开放性 .....          | 112        |
| 五、城市生态系统的高“质量性” .....         | 113        |
| 六、城市生态系统的复杂性 .....            | 113        |
| 七、城市生态系统的脆弱性 .....            | 114        |
| <b>第三节 城市环境 .....</b>         | <b>115</b> |
| 一、城市环境的组成 .....               | 115        |
| 二、城市环境效应 .....                | 116        |
| 三、城市环境容量 .....                | 120        |
| 四、城市环境问题 .....                | 121        |
| 五、形成城市环境问题的主要原因 .....         | 122        |
| <b>第四节 城市植被的生态效应 .....</b>    | <b>123</b> |
| 一、城市绿化的降温增湿效应 .....           | 124        |
| 二、城市绿化的碳氧平衡效应 .....           | 124        |
| 三、城市绿化、净化和美化的环境效应 .....       | 125        |

|                       |     |
|-----------------------|-----|
| 第五节 城市生态建设调控          | 126 |
| 一、生态城市是城市建设追求的目标      | 126 |
| 二、生态系统的调控             | 129 |
| 第六章 人类干扰与生态系统         | 132 |
| 第一节 干扰及其对生态系统的影响      | 132 |
| 一、干扰的概念和类型            | 132 |
| 二、人类干扰的主要形式及后果        | 138 |
| 三、退化生态系统的类型与特征        | 139 |
| 四、我国退化生态系统的现状         | 142 |
| 第二节 环境污染及其防治          | 143 |
| 一、大气污染及生态防治           | 144 |
| 二、水体污染及生态防治           | 148 |
| 三、土壤污染及生态防治           | 152 |
| 四、固体废弃物及其防治           | 154 |
| 五、噪声污染及防治             | 157 |
| 第三节 生态监测技术            | 160 |
| 一、生态监测的概念和特点          | 160 |
| 二、生态监测的方法             | 162 |
| 第四节 退化生态系统的修复         | 165 |
| 一、生态恢复与恢复生态学          | 165 |
| 二、退化生态系统的修复原则         | 170 |
| 三、退化生态系统修复的目标和程序      | 170 |
| 四、退化生态系统修复的途径和措施      | 172 |
| 五、生态恢复的时间与评价标准        | 174 |
| 第五节 自然保护区的建设          | 175 |
| 一、自然保护区的意义            | 175 |
| 二、我国自然保护区的现状          | 176 |
| 三、森林自然保护的内容与管理原则      | 177 |
| 四、自然保护区的森林经营          | 179 |
| 第七章 生态环境影响评价与生态规划     | 180 |
| 第一节 生态环境影响评价的概念       | 180 |
| 一、生态环境影响评价的概念         | 180 |
| 二、环境影响评价与生态环境影响评价的区别  | 181 |
| 三、环境质量评价与生态环境影响评价的区别  | 182 |
| 第二节 生态环境影响评价的程序、内容与方法 | 182 |
| 一、生态环境影响评价的程序         | 182 |

|                       |            |
|-----------------------|------------|
| 二、生态环境影响评价的内容·····    | 183        |
| 三、生态环境影响评价的方法·····    | 186        |
| 四、生态风险评价·····         | 189        |
| 五、城市生态环境影响评价·····     | 192        |
| <b>第三节 生态规划</b> ····· | <b>193</b> |
| 一、生态规划的概念与特点·····     | 194        |
| 二、生态规划的原则·····        | 195        |
| 三、生态规划的步骤和内容·····     | 196        |
| 四、生态规划的方法·····        | 201        |
| 五、生态绿地系统规划·····       | 202        |
| 六、环境规划·····           | 203        |
| 七、景观生态规划·····         | 204        |
| 八、城市生态规划·····         | 209        |
| <b>参考文献</b> ·····     | <b>211</b> |

# 第一章

## 绪论

### 第一节 人类与环境

#### 一、人类社会的发展及其对环境的影响

自人类诞生之日起就一直存在着人与自然之间的对立统一关系。人类的进化和社会的发展一方面依赖于自然环境，另一方面改变着地球的自然演化过程。伴随着人类的文明和社会的进步，环境问题——这个目前已成为影响和困扰人类生存发展的全球性问题，逐步产生并不断演变。人类自身进化与社会发展对环境的影响，可划分四个阶段，即适应自然缓慢进化阶段、生态破坏阶段、区域性的环境污染与生态破坏并存阶段、全球性的环境污染与生态破坏并存阶段。

##### （一）适应自然缓慢进化阶段

人类大约起源于 6000 万年前，是生活在热带森林中栖居地面捕食昆虫的哺乳动物 (J. P. Kimmins, 1987)。当时的环境有利于这些林下动物向各种树栖灵长动物的演变，然而完成这一演变大约经历了 3000 多万年。树栖生活促进了这些动物的体力和智力的发展。此后，在漫长的历史进程中，由于热带环境的变化，一部分树栖灵长动物又返回了地面，重新适应地面新环境的种种挑战，如灾害侵袭、生活资源短缺以及来自其他食肉动物的生存威胁等。地面环境的各种挑战，迫使它们发展工具（包括火），加强群体合作，而且发展智力去克服困难，从而逐渐学会利用石器和火，学会成群捕猎以及采集植物性食物。地面的新环境促使其体力和智力的进一步发展。原始人类正是经历这一过程而缓慢进化来的。根据人类学的最新研究成果，人科动物大约出现在 700 万年前，人属动物大约起源于 250 万年前，现代人的进化活动可能发生在距今 50 万年前至 3.4 万年前。大约在 1.2 万年前，人类已经能够制造矛、弓、箭等工具。人类的祖先从能够两足行走开始制造工具，历经了 500 多万年的时间。从动物界分化出来的原始人类所经历的几百万年的进化发展历程，可称为原始文明或渔猎文明。在原始文明的早期，人类解决食物不足的途径是随季节变动或随被捕杀动物的迁

徙而迁移,大多数狩猎者和采集者都以小群聚(不超过50人)的方式生活。在热带部落,妇女采集提供的食物约为50%~80%,这些部落为母系氏族社会;而在高纬度地带,食物的来源以狩猎和捕鱼为主,这些地区的部落为父系氏族社会(蔡运龙,2000)。在原始文明的后期,人类制造工具的能力有了提高,学会了使用类似矛、弓、箭等的捕猎器具,猎获成功率提高,食物随之改善,人口数量明显增加。与早期阶段相比,原始人类对自然环境的影响增大了,产生的环境效应现象是许多大型哺乳动物急剧消亡。如由于具有较高捕食技术的猿人的存在,北美71%的大型哺乳动物种类在短时间内就绝迹了(Martin.1966,1967)。这种现象大约出现在距今3万年至1万年前的这段时间,也就是所谓的世界性的“更新世超消亡”(Pleistocene overkill)。这种情况导致了猎物减少,引起食物短缺,也诱使人类开始新的进化。在大约1.5万年前,许多原始人被迫由渔猎为主的生活方式回到早期栖居林地时以采收为主的类人猿的生活习惯,但因此很快出现了家禽养殖和稻麦的栽培和耕种(J. P. Kimmins, 1987)。农业文明开始萌芽并逐渐发展。

在漫长的原始文明阶段,人类尚属于“自然界中的人”。人类与自然的关系是为生存而对自然的适应。自然界在原始人类眼中是神秘的主宰,他们无力与饥饿、野兽的侵扰、危害以及各种自然灾害和疾病相抗争。原始人类支配、开发和利用自然资源的能力极其有限,其行为对自然生态系统的恢复能力和功能没有影响。

## (二) 生态破坏阶段

这一阶段是从距今约1万年前开始的。那时人类社会逐渐由原始文明进入农业文明,成为了人类社会过程中的重大转折。农业文明的形成始于生产工具的发展,随着人类采集和捕猎的能力进一步提高,人类学会了挑选野生植物栽种在居所附近,用以维持一年的生计;对捕获的吃剩余的动物采用喂养、驯服的方式进行处理,供长期使用。这是早期农业和牧业的雏形。距今约7000年前,金属被发明并得以使用,真正意义上的农业才产生。

金属犁和畜力的应用,使土地翻耕成为可能,作物产量得以提高,农业生产迅速发展,农业也开始向草原区扩展,人类文明中心的转移开始出现(蔡运龙,2000)。大约在6000年前的新石器时代,标志现代文明的文字出现;大约3000多年前,青铜器被发明并使用。劳动工具的改善和使用,使人类对地球表层的改造和控制能力增强,土地不断被开垦,开发利用自然的能力提高。对自然资源的利用以及家畜家禽和农作物的生产,为人类提供了可靠的食物供给,使人类从单纯的“生物进化”发展到所谓的“文化进步”。此后的数千年中,出现在黄河、底格里斯河—幼发拉底河、印度河和尼罗河等大河流域的世界文明古国,就是农业文明发展的典范。农业文明的发展推动了人类社会的进步,使食物的供给增多且趋于稳定,人口有了更快的增长,农业促进了私有制的形成,还促进了城镇的发展并形成了商品交流等贸易中心,这一阶段是“自然界人化过程”的进一步发展。和原始文明相比,人类已由采集者和狩猎者那种“自然界中的人”,进化为地方性的农户、牧民或城市居民,成为有能力“与自然对抗的人”。但是,原始农业的形成和发展,对环境的影响是明显的。人口的增长,增大了对人口集聚地周围的粮食、燃料、建筑材料的需求,而私有制的形成,更加剧了对自然资源的掠夺。人们砍伐掉更多的森林,开垦出更多的土地,这却造成村镇周围生存环境的破坏和生态系统的退化,导致了某些物种的灭绝。这种影响的后果是深刻的,有些人口群居地区产生了生态系统平衡的失调,甚至导致生态系统的崩溃。因此,有学者认为,农业文明是人类对生物圈的第一次重大冲击(余谋昌,1997)。许多文明中心衰落的主要原因,

正是环境的严重破坏和资源的日渐枯竭。如中美洲的玛雅文明、中亚丝绸之路等古文明的消亡,与人类对植被的严重破坏有直接联系;苏美尔文明的陨落,则与植被的缺乏以及农业生产中的过度灌溉所导致的生态后果有关;中华民族文明摇篮的黄河流域,也是在封建农业社会掠夺性的开发生产过程中,由于大规模毁林垦荒,造成了遍地千沟万壑,处处荒山秃岭。

人口、社会、经济与资源和环境的协调发展问题,在农业文明发展过程中已经存在并日渐明显。农业文明阶段,人类对环境影响的广度和深度与原始文明时期有了本质的区别。但是,这种影响主要发生在人口集中分布的地区,这时出现的环境问题主要是生态破坏问题。

### (三) 区域性的环境污染与生态破坏并存阶段

这一阶段始于17世纪中叶现代工业文明的出现。世界上工业文明是人类社会发展中最重要的文明进化之一,其出现的标志是蒸汽机的广泛应用,它推动了炼铁业、制造业和采矿业的迅速兴起,引发了人类社会的第一次产业革命。到19世纪30年代,电力作为新的能源逐步取代蒸汽动力而占据统治地位,一系列新兴工业在电力的推动下逐步诞生,奠定了此后科学技术突飞猛进发展的基础。工业革命使社会生产力得到空前发展,人口快速增长,城市规模迅速扩大,人类利用和改造自然的能力显著提高,对自然资源的需求剧增,“自然界的人化”过程加速。但在这一时期,煤炭是工业和交通的主要能源。一些工业发达的城市和工矿区,烟囱林立,工业企业排放的废弃物使大气、水源受到污染,工业垃圾堆积如山,城市环境日趋恶化,环境污染问题十分突出。如在英国伦敦,1873年12月、1880年1月、1882年2月、1891年12月和1892年2月,先后多次发生煤烟污染事件,夺去上千人的生命。泰晤士河水从1850年起因污染导致水生物绝迹。在美国,田纳西州一个山沟里的戈斯镇,由于附近炼铜厂产生的废气,使周围山上的林木枯萎而变成秃山,排放的污水使附近河流鱼虾绝迹,每当雨季来临,洪水泛滥,居住环境恶化,使当地居民纷纷离去,最终迫使铜厂倒闭,城镇也变为废墟。

工业污染的出现和逐渐加剧是这一阶段的新问题。它与生态破坏构成了这一时期环境的突出问题。与农业文明相比,这一阶段人类对自然环境开发利用的程度和范围明显扩大了。但随之而来的在生产消费过程中排放的废弃物,已不像农业文明时期那样,可以较快地为生态系统所净化和利用。工业生产与消费所产生的“三废”,剧烈打破了一定范围的生态系统平衡,给人类健康带来危害。然而,这一时期的环境问题,就其影响的范围看,主要发生在工业发达国家,因此是局部或区域性的。

### (四) 全球性的环境污染与生态破坏并存阶段

这一阶段从20世纪初开始孕育,到20世纪50年代以后呈不断爆发的态势。20世纪以来,科学技术的飞速发展,特别是两次世界大战,刺激了许多工业及技术的出现和发展。电力、石油、化学工业和机器制造等行业在世界经济中逐渐占据了主导地位,人类社会出现了前所未有的繁荣与发展。人类可以大规模地开发利用森林、大面积地开采地下石油;可以行走于太空;可以利用核能源并不断试验武器;可以合成大量自然界不存在且无法分解的化学物质……人类对自然资源利用和开发的广度和深度达到了前所未有的程度。

但是,在社会繁荣与物质文明的背后,伴随的却是环境的严重污染和生态破坏规模的扩大和程度的加深。人类对能源和自然资源需求和消耗的加剧,导致有毒有害物质的种类和数量剧增,人类与自然的距离也愈来愈远。到20世纪50年代以后,积累已久的环境公害事件不断发生,引起世界震惊。如发生在50年代的伦敦“烟雾事件”、日本“水俣病事件”、

美国“腊芙运河污染案”等；发生在 80 年代的墨西哥油库爆炸事件、印度博帕尔农药泄漏事件、前苏联切尔诺贝利核电站泄漏事件、莱茵河污染及多起海上油轮漏油事件等，都导致突发性的大面积的严重污染事故。事实上，20 世纪 60 年代前后，世界各国的大气、水体、土壤、噪声及放射性等污染和生态环境破坏都达到了十分严重的程度。到 20 世纪 80 年代，科学家逐步认识和证实了一些全球性的生态破坏问题，如气候变化、臭氧空洞、酸雨及生物多样性锐减以及土壤侵蚀与沙漠化、草场退化等。这些突发性的大范围的环境污染和全球性的生态破坏已经严重威胁到全人类的生存和发展。这一阶段出现的环境问题，无论其影响的范围、危害的严重程度还是治理的难度，都与前三个阶段有了本质的不同。环境问题已成为包括发展中国家在内的全人类关注的世界性问题。

综上所述，尽管人类社会的发展历程是人类不断战胜自然、社会不断进步并日趋文明的过程，但同时也是环境污染日益加重的过程。在这一过程中，人类从本质上同任何别的生物一样，依赖于现存的物理和生物环境并受其影响和制约，环境提供人类的必需资源和能源，人类对自然的开发和利用是必然的，因此环境问题的产生也有其必然性。但是，追踪人类社会的发展历程，社会文明如果不能和生态文明同步发展，人类生存、发展与环境保护三者之间的关系如果不能协调统一，那么在物质文明的同时，也将导致全球性的环境污染和生态破坏，直接威胁人类自身的生存。人类社会的整个发展过程对环境的影响，可采用表 1-1、表 1-2 做简要地概括。

表 1-1 人类人口的增长

| 时期          | 估计人口<br>/100 万 | 人口翻一番所需要<br>的时间/年 | 人口依次增加 10 亿所需要的<br>时间和出现的年份                                                                                                |
|-------------|----------------|-------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 公元前 100 万年  | 0.125          | 3.5 万             | 第一个 10 亿需 2 万~500 万年;1800 年                                                                                                |
| 公元前 3.5 万年  | 3              | 3.5 万             |                                                                                                                            |
| 公元前 8000 年  | 8              | 5500              |                                                                                                                            |
| 公元前 后       | 300            | 1700              |                                                                                                                            |
| 公元 1400 年   | 400            | 1700              |                                                                                                                            |
| 公元 1650 年   | 545            | 230               |                                                                                                                            |
| 公元 1750 年   | 800            | 139               | 第二个 10 亿需 130 年;1930 年<br>第三个 10 亿需 30 年;1960 年<br>第四个 10 亿需 15 年;1975 年<br>第五个 10 亿需 12 年;1987 年<br>第六个 10 亿需 11 年;1998 年 |
| 公元 1850 年   | 1300           | 116               |                                                                                                                            |
| 公元 1950 年   | 2500           | 41                |                                                                                                                            |
| 公元 1977 年   | 4200           | 35                |                                                                                                                            |
| 公元 1984 年   | 4750           | 39                |                                                                                                                            |
| 公元 2000 年   | 6200           |                   |                                                                                                                            |
| 预计公元 2025 年 | 8279           |                   |                                                                                                                            |

表 1-2 人类文明形式的特征

| 形式   | 采猎文明               | 农业文明              | 工业文明      | 后工业文明 |
|------|--------------------|-------------------|-----------|-------|
| 时段   | 公元前 200 万~公元前 1 万年 | 公元前 1 万~公元 1700 年 | 1700 年~今天 | 今天~   |
| 社会结构 | 个体/部落              | 乡村/民族             | 城市/国家     | 宇宙/全球 |
| 活动范围 | 孤立                 | 区域                | 洲际/大区     | 全球    |
| 经济形式 | 个体延续               | 自给型               | 商品型       | 持续型   |
| 能源特征 | 火、人力               | 畜力                | 化石燃料      | 信息    |
| 人地关系 | 依附自然               | 靠天吃饭              | 改天换地      | 人地和谐  |

注：本表引自王军，1997。

## 二、环境问题的本质及其启示

### （一）环境问题的内涵与本质

对环境问题内涵的认识有一个逐步深化的过程。二三十年前，人们将环境污染造成的公害等同于环境问题。但是，近年来随着全球性生态环境问题及一些重大污染事件的出现，人们发现一些原来视为是自然力引起的自然灾害事件，如地震、水灾、旱灾、风灾，包括一些先天性地方病，都与人类的生产、生活活动有直接或间接的关系，尤其是自然灾害发生频率的激增，也与人类对环境的破坏密切相关。因此，现在因自然灾害导致的环境问题和因人类生产生活引起的环境问题已很难截然分开了。

所谓环境问题，是指人类为其自身的生存和发展，在利用和改造自然界的进程中，对自然环境的破坏或污染所产生的危害人类生存的各种不利的负反馈效应。环境问题的本质是人类的生产和生活活动所产生的直接或间接影响，而导致其所在的生态系统失去平衡。

究其原因，环境问题可分为两大类：一类是不合理地开发和利用资源而对自然环境造成破坏，以及由此产生的各种生态效应，也就是通常所说生态破坏问题。如大面积砍伐森林，造成水土流失；过度放牧、垦殖造成草原沙漠化加剧；过度地采用地下水导致地层下沉和水源枯竭；有毒化学物质的排放引起的疫病；核试验导致海啸以及生物多样性减少等。这些都是由于人类活动超出了环境的承受能力，导致资源枯竭和生态系统的退化或崩溃。另一类是指因工农业生产和人类活动所排放的废弃物而造成的污染，即环境污染问题。就某一地区而言，环境问题可能以以上两类问题中的某一类为主，但是在更多地区却是此两类问题的并存。

### （二）环境问题的启示

环境问题的出现和发展促使人类不得不反思自身的活动及其带来的环境效应，重新思考自然与人类的关系。有观点认为，环境问题的产生是经济高速增长或科学技术发展带来的结果；也有观点认为是人口快速增长的结果。这些观点虽有其正确性，但都有其片面性。事实上，当今世界存在的各种环境问题，是人类社会发展的产物，也只能在社会发展的进程中予以解决。

#### 1. 环境是人类生存发展的基本条件，这是环境自身的功能所决定的

环境提供人类生存的空间和生存所需要的能源与资源。无论农业文明还是工业文明，人类的生产、生活活动都是以环境资源作为基本的物质基础。人类对环境问题严峻性的认识，很大程度源于对某些资源日趋枯竭的危机感。因此，人类社会要进步，科学技术要发展，对自然资源的开发利用是无可非议的。但应该认识到的是，在开发利用自然资源时，应遵循自然环境形成、发展、变化的内在机制，保护原有的环境功能和各种生态关系，科学合理地扩大其功能，实现人与自然的和谐。

#### 2. 环境问题是人类社会历史发展的“伴生”产物

环境问题从本质上说是人类社会进步和发展进程的积累，是社会历史发展的一个“伴生”产物。这是由人类的生存需要这一前提所决定的。在人类社会历史发展过程中，人口增长有其自身的规律，经济发展和科学技术进步同样成为必然。人类要生存要发展，首先要保证种族延续，种族延续所需要的生活条件和必需的物质，都只能从生活的环境中获得。因此，为了扩大耕地面积，就不得不砍伐森林；进行工业生产，也不可避免地产生废弃物而进入环

境。这些都不可避免地对环境产生影响。人类是地球上影响环境的主要生物力量，是一个由来已久的事实，人类对环境的影响不是简单就可以排除的。因此，各种环境问题的出现和发展并非人类的本意，环境问题是生产力发展、社会进步、人口增长的必然产物。单单依靠控制人口的增长，或仅靠牺牲经济发展和阻滞科技进步来解决环境问题的观点都是不全面也不现实的。人类解决环境问题只能通过利用科学技术的发展这把“双刃剑”，通过协调经济发展和环境保护的关系来实现。

### 3. 人类是环境不可分割的一部分

环境生态系统是一个相互联系，相互制约的统一体。人类如果过度开发和利用自然资源，就引起生态系统平衡的破坏；过量排放污染物质，能引起各类生态系统结构受损、功能衰退；局部生态环境的恶化，可产生环境负效应的叠加，甚至导致全球性的环境问题。这些都是环境生态系统中的连锁反应关系。因此，人类对环境的态度和行为方式，是制约环境问题发展的关键所在。人类与环境之间的对立统一关系揭示出，各类环境问题的产生，虽然有人类对环境变化的客观规律认识不够的因素，但更多的原因还在于“人是自然界主宰者”这种观念指导下违背自然规律的行为而导致的后果。树立“人类也是自然界成员”的新观念，视人类与其他生物一样是整个环境密不可分、相互依存的一部分，走人与自然和谐的发展道路，才是人类正确和明智的选择。

应该说，人类从没有像现在这样清醒和迫切地追求人与自然的和谐。如果说 20 世纪 60 年代，卡尔逊的《寂静的春天》吹响了环境问题的警号，1972 年斯德哥尔摩通过的《人类环境宣言》，标志着人类共同挑战严峻的全球性环境问题的开始，那么从 1987 年“世界环境与发展委员会”（WCED）提交了《我们共同的未来》，到 1992 年里约热内卢的《环境与发展》大会，人类对环境的观念和对发展的认识有了进一步的深化，做到人与自然和谐的唯一正确选择，就是走可持续发展道路，这已成为人类的共识和 21 世纪世界各国的发展主题。

## 第二节 环境生态学的内容、任务与发展

### 一、环境生态学的定义

环境生态学是一门新兴的、综合性很强的学科，是伴随着全球性环境问题的产生而出现并发展起来的。它是生态学与环境科学这两个正在迅速发展的庞大学科体系的交叉学科，但又不同于生态学和环境科学。与环境生态学相关的学科数目众多，涉及自然科学、社会科学、经济学等领域。环境生态学目前还处在迅速发展和完善的阶段。

环境生态学的理论基础是生态学，是由生态学分支而来的。在环境生态学发展的初期，其研究的重点是环境污染问题，认为它主要研究“污染物在以人类为中心的各个生态系统中的扩散、分配和富集过程的消长规律，以便对环境质量做出科学评价”（王翔亭等，1983）。涉及环境的生态学原理与规律、环境污染的综合治理、自然资源的保护与利用、废弃物的能源化和资源化技术等。但是进一步发展表明，人为干扰下出现的环境问题不仅仅是污染问题，而是由一个干扰源诱发的“生态环境问题效应链”，生态系统是这个效应链上各种问题进行转化和放大的载体。不断恶化的生态环境，既有生态破坏问题，也有环境污染问题。如过度放牧，引起土壤侵蚀和沙漠化，导致沙进人退；农药的过多使用，必然污染水体、土

壤, 污染植物的组织和果实, 进而危害其他生物乃至人类。因此, 环境生态学, 是以生态学的基本原理为理论基础, 结合系统科学、物理学、化学、仪器分析、环境科学等学科的研究成果, 研究人为干扰下生态系统内在的变化机制和规律及其对人类的反效应, 寻求受损生态系统恢复、重建和保护对策的一门科学。它兼具基础科学与应用科学的双重属性, 要阐明的是人及其他生物与受人干扰的环境之间相互作用的关系与规律和解决环境问题的生态途径, 旨在寻求资源永续利用, 经济、环境和人类社会和谐发展的可持续发展的道路。

## 二、环境生态学的研究内容和方法

### (一) 环境生态学的研究内容

环境生态学的内容和学科体系目前尚在不断发展之中, 但多数人认为, 其研究内容除了涉及经典生态学的基本理论外, 还包括以下几个主要方面。

#### 1. 人为干扰下生态系统内在变化的机制和规律

研究自然生态系统在受到人为干扰后, 产生的一系列反应和变化。包括干扰在生态系统内不同组分间的相互作用规律; 干扰产生的生态效应以及对人类及其他生物的影响。如各种污染物在各类生态系统中的行为变化规律和危害的症状、规律、机理和近期与远期的生物效应等。

#### 2. 生态系统受损程度的判断

即运用物理、化学、生态学和系统理论的方法, 研究受损后的生态系统在结构和功能上的特征和变化机理与规律, 做出受损生态系统被危害程度的判断, 有助于人们准确进行环境质量的量化评价, 预测环境变化的趋势, 为治理环境和进行环境保护提供必要的依据。生态学判断是基于大量的生态监测信息, 因此还要研究生态监测的理论、方法和手段, 以及适宜各种环境条件的监测与评价的现代手段或方法。

#### 3. 生态系统的功能和保护

各类生态系统被破坏后产生的生态效应是不同的。环境生态学就是要研究各类生态系统受损后的危害效应和方式, 以及这些效应对区域生态环境和社会发展的影响、受损生态系统的恢复、重建的措施和环境污染综合防治的基本理论等。

#### 4. 解决环境问题的生态学对策

研究资源合理利用的生态学规律, 协调人类与自然环境的关系, 使自然资源达到永续利用; 研究采取适当的生态学对策并辅之以其他方法或工程技术来改善环境质量的途径, 如各种废物的处理和资源化的生态工程技术等; 还要研究恢复和重建受损的生态系统的方法以及对生态系统实施科学的管理途径等。

综上所述, 维护生物圈的正常功能, 改善人类生存环境, 使两者之间协调发展, 是环境生态学的根本目的。运用生态学理论, 保护和合理利用自然资源, 治理污染和被破坏的生态环境, 恢复和重建受损的生态系统, 实现保护环境与发展经济的协调, 以满足人类生存发展需要, 是环境生态学研究内容的核心。

### (二) 环境生态学的研究方法

环境生态学发展到现阶段, 已形成了一套系统的研究方法, 主要包括以下三种。

(1) 现场调查和现场实验 对人为干预的环境引起的各种生物效应, 进行现场直接调查和现场实验, 通过指示生物、群落变化和各种生物指数的分析, 从宏观上研究环境中各种人

为干扰因素对环境和其他生物或生态系统产生影响的基本规律。

(2) 室内实验 通过各种实验手段,如人工熏气、生物测试、毒性试验和回避试验等,从微观上研究污染物质和人为干扰下的环境对生物产生的毒害作用及其机理。

(3) 生态模拟 利用数学模型、小宇宙模拟生态系统的行为和特点,预测人类活动对生态系统可能造成的影响或危害。

### 三、环境生态学与相关学科的关系

#### (一) 与生态学的关系

生态学(ecology)是研究生物与周围环境之间相互关系的科学。这里生物包括动物、植物、微生物以及人类本身,即包括从生物分子、基因、细胞、个体、种群、群落、生态系统、景观直至生物圈的不同的生物系统。环境是指生物周围包括岩石圈、大气圈、水圈在内的无机环境以及生物环境、人类社会以及因人类活动所导致的环境问题在内的各部分所共同构成的环境系统。

环境生态学与生态学的差异主要是:①环境生态学是生态学原理在环境科学中的应用,强调的是应用性,而生态学是一门基础性科学,它涉及的面较广,注重的是问题的普遍性和一般性规律;②虽然环境生态学和生态学的实验手段均采用室内和室外相结合的方法,但前者以室内为主,后者以野外为主;③生态学为生物学下面的一个二级学科,而环境生态学则为生态学下面的一个分支学科。

#### (二) 与环境科学的关系

环境科学是在20世纪50年代后,由于环境问题的出现而诞生和发展的新兴学科,它研究人类周围的空气、土地、水、能源、矿物质、生物和辐射等各种环境因素与人类之间的关系,以及人类活动对这些环境要素的影响,其核心是研究人类活动所引起的环境质量的变化以及保护和改进环境质量。

环境生态学与环境科学的差异在于:①环境科学是研究人类活动引起的环境变化以及对整个生命活动影响的科学,而环境生态学研究的是人为干扰下的环境对生态系统的影响;②虽然环境科学和环境生态学对环境污染的综合治理都包括环境工程技术、生物措施和污染源的控制,但前者以环境工程技术为主,而后者以生物措施为主;③环境科学的研究对象是人类与环境系统的关系,其核心问题是人与环境质量,而环境生态学研究的是人为干扰对环境以及整个生态系统(以生物为主)的影响。

#### (三) 与其他学科的关系

生态学是发展十分迅速的学科,已形成了庞大的分支体系。与环境生态学密切联系的包括恢复生态学、人类生态学、环境经济学、污染生态学、社会生态学、生态经济学等。其中,恢复生态学是与环境生态学联系最为密切的一个分支。恢复生态学是研究生态系统退化的原因、退化生态系统的恢复与重建技术和方法、退化生态系统的变化过程与机制的科学,它侧重于研究生态系统恢复与重建的技术,属于技术科学的范畴。环境生态学和恢复生态学在研究内容上有很多交叉,但它更侧重于生态系统的恢复机制和理论以及生态监测与评价等方面的研究。

人类生态学、环境经济学和污染生态学的研究范畴,在很大程度上和环境生态学有相同之处。人类生态学着重研究人与生物圈、人与环境和自然的协调关系,着眼于人类生态系