

生态环境科学与技术应用丛书

# 环境生物资源 与应用

付保荣 马溪平 张润洁 等编著

Environmental  
Biological  
Resources  
and Applications



化学工业出版社

生态环境科学与技术应用丛书

# 环境生物资源 与应用

付保荣 马溪平 张润洁 等编著

**Environmental  
Biological  
Resources**  
and Applications



化学工业出版社

·北京·

本书从环境监测、环境净化、生态恢复、现代生物技术等几个方面出发,利用国内外研究实例,提出一个环境生物资源学科领域的理论框架,包括环境生物资源的概念、属性、分类、功能,生物多样性保护、环境生物资源开发利用原则等,有助于今后更好地利用生物资源解决环境问题。

本书可供环境科学与工程、生物工程、资源科学与工程等领域的工程技术人员、科研人员和管理人员参考,也可供高等学校相关专业的本科学生、研究生参考使用。

#### 图书在版编目(CIP)数据

环境生物资源与应用/付保荣等编著. —北京:化学工业出版社, 2017. 1

(生态环境科学与技术应用丛书)

ISBN 978-7-122-27245-4

I. ①环… II. ①付… III. ①环境生物学-研究  
IV. ①X17

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第124400号

责任编辑:刘兴春 刘 婧

文字编辑:汲永臻

责任校对:宋 玮

装帧设计:史利平

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:三河市瞰发装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张20½ 字数512千字 2017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: 78.00 元

版权所有 违者必究

# 前言

FOREWORD

随着全球化进程不断加快和生物技术的飞速发展,生物安全形势日益严峻,逐渐成为一个涉及政治、军事、经济、科技、文化和社会等诸多领域的世界性安全与发展的基本问题。我国是世界上生物资源最丰富的国家之一。据专家估算,我国仅 11 种危害较大的农业入侵生物所造成的年经济损失就超过 574 亿元。2003 年以来,严重急性呼吸综合征(SARS)、高致病性禽流感、甲型 H1N1 流感的肆虐,警醒我们更加关注新发传染病带来的安全问题。

随着资源短缺、环境问题的日益严重,以及人们对资源、环境问题的认识不断深入和科学技术水平的不断提高,对具有实际或潜在保护环境、评价环境或净化污染等功能的环境生物资源的研究和合理开发利用越来越受到人们的重视。

本书是在由李铁民、马溪平、付保荣、张利红编著的《环境生物资源》(2003 年)原有框架基础上进一步完善有关章节部分内容,重点增添应用与实例基础。

本书由付保荣、马溪平、张润洁等编著,具体分工如下:第 1 章由付保荣编著;第 2 章由付保荣、张润洁编著;第 3 章、第 4 章由马溪平编著;第 5 章由张利红、张润洁编著;第 6 章由李铁民、付保荣编著;第 7 章由付保荣、张润洁编著;第 8 章由张润洁、付保荣编著。全书最后由付保荣、张润洁统稿,王淑妍、顾春雨校正。

此书的出版不仅得到了辽宁大学许多师生的帮助,还得到了化学工业出版社的大力支持,在此谨表示诚挚的感谢。

由于编著者水平有限,书中难免有不足或疏漏之处,敬请专家和广大读者批评指正。

编著者

2016 年 6 月



## 第1章 绪论 1

1.1 形成的背景 .....	1
1.2 必要性 .....	2
参考文献 .....	4

## 第2章 环境与生物资源 5

2.1 环境 .....	5
2.1.1 环境的概念 .....	5
2.1.2 环境问题 .....	7
2.1.3 环境保护 .....	12
2.1.4 环境科学 .....	18
2.2 资源 .....	21
2.2.1 资源的概念 .....	21
2.2.2 资源的属性 .....	23
2.2.3 资源的分类 .....	24
2.2.4 资源科学 .....	26
2.3 生物资源 .....	29
2.3.1 生物资源的概念 .....	29
2.3.2 生物资源的属性和分类 .....	29
2.3.3 生物资源在环境保护中的作用 .....	31
2.4 环境生物资源 .....	32
2.4.1 环境生物资源的概念和属性 .....	32
2.4.2 环境生物资源的分类 .....	32
2.4.3 环境生物资源的环境功能 .....	32
2.4.4 环境生物资源的研究目的、对象和内容 .....	40
参考文献 .....	41

3.1	生物监测和环境质量评价 .....	42
3.1.1	环境质量定义及基本内涵 .....	42
3.1.2	生物监测的概念 .....	43
3.1.3	生物监测与评价的特点 .....	43
3.1.4	环境生物资源与生物监测与评价 .....	44
3.2	用于大气环境监测及评价的环境生物资源 .....	45
3.2.1	大气的组成及大气污染 .....	45
3.2.2	大气污染物的种类 .....	47
3.2.3	大气污染物的时空分布 .....	47
3.2.4	大气污染对植物的影响 .....	48
3.2.5	利用植物的伤害症状进行监测与评价 .....	61
3.2.6	利用地衣、苔藓进行监测 .....	67
3.2.7	利用植物群落监测 .....	68
3.2.8	利用微生物监测 .....	69
3.2.9	环境影响评价 .....	72
3.3	用于水体环境监测及评价的环境生物资源 .....	72
3.3.1	水体污染 .....	72
3.3.2	水体的主要污染物 .....	73
3.3.3	环境生物资源与水污染监测 .....	74
3.3.4	水体污染的生物群落监测法 .....	75
3.3.5	细菌学检验监测法 .....	82
3.3.6	水环境质量的评价 .....	84
3.4	用于土壤环境监测及评价的环境生物资源 .....	86
3.4.1	土壤污染的特征 .....	87
3.4.2	土壤污染的来源 .....	87
3.4.3	土壤的自净作用 .....	88
3.4.4	土壤的生物污染 .....	89
3.4.5	土壤污染对生物的影响 .....	90
3.4.6	土壤环境的生物监测与评价 .....	91
	参考文献 .....	95

4.1	用于环境净化的环境生物资源的基本特征和研究内容 .....	97
4.1.1	用于环境净化的微生物资源 .....	97
4.1.2	用于环境净化的原生动物的资源 .....	113
4.1.3	用于环境净化的植物资源 .....	114
4.2	用于大气环境净化的环境生态资源 .....	119

4.2.1	植物资源在防治大气污染中的作用	119
4.2.2	大气污染的生物治理技术	126
4.3	用于水体环境净化的环境生物资源	136
4.3.1	废水生物处理的作用原理	136
4.3.2	废水生物处理的主要工艺类型	138
4.3.3	废水生物处理中的主要生物资源	141
4.4	用于土壤环境净化的环境生物资源	152
4.4.1	生物修复技术的产生和发展	152
4.4.2	土壤污染的生物修复原理	153
4.4.3	用于土壤环境净化的主要环境生物资源	155
4.5	用于污染事故补救的环境生物资源	156
4.5.1	用于污染事故补救的主要环境生物资源	156
4.5.2	污染事故的生物补救技术	157
	参考文献	158

## 第5章 生态恢复中的环境生物资源

160

5.1	生态恢复及生态恢复中的环境生物资源	160
5.1.1	生态恢复的研究概述	160
5.1.2	生态恢复中的环境生物资源	164
5.2	荒漠化生态恢复中的环境生物资源	167
5.2.1	荒漠和荒漠的动物及主要植被	167
5.2.2	荒漠化的定义及类型	168
5.2.3	荒漠化的成因及危害	169
5.2.4	荒漠化生态恢复中的环境生物资源	170
5.2.5	环境生物资源在荒漠化恢复中的应用	173
5.3	草地生态恢复中的环境生物资源	173
5.3.1	草地及草地动物和主要植被	173
5.3.2	草地与环境的关系	174
5.3.3	草地退化原因及其生态恢复的重要意义	174
5.3.4	草地生态恢复的方法	175
5.3.5	草地生态恢复中的环境生物资源	175
5.3.6	环境生物资源在草地生态恢复中的实际应用	176
5.4	矿区废弃地生态恢复中的环境生物资源	177
5.4.1	矿区废弃地的类型及特点	177
5.4.2	矿区废弃地对生态环境的危害	178
5.4.3	矿区废弃地生态恢复的要求	179
5.4.4	矿区废弃地生态恢复的研究与技术	179
5.4.5	矿区废弃地生态恢复的实例	182
5.5	森林生态恢复中的环境生物资源	186
5.5.1	森林及森林动物和主要植被	186

5.5.2	森林生态系统的主要功能	187
5.5.3	森林生态系统的退化及其危害	187
5.5.4	森林生态恢复的研究进展	188
5.5.5	森林生态恢复的方法	188
5.5.6	森林生态恢复的典型实例	189
5.6	湿地生态恢复中的环境生物资源	190
5.6.1	湿地的定义及类型	190
5.6.2	湿地生态系统的特点、作用	190
5.6.3	湿地恢复研究进展	191
5.6.4	湿地生态恢复的基本要求和遵循的原则	192
5.6.5	湿地生态恢复的成功范例	193
	参考文献	193

## 第6章 现代生物技术与环境生物资源开发利用

195

6.1	概述	195
6.1.1	生物技术	195
6.1.2	传统生物技术与现代生物技术	195
6.1.3	现代生物技术与环境生物技术	196
6.1.4	生物技术的发展现状与未来趋势	196
6.1.5	微藻生物技术的现状与产业前景	197
6.2	基因工程与环境生物资源的开发利用	203
6.2.1	基因工程	203
6.2.2	基因工程技术在污染治理中的应用	213
6.2.3	基因工程生物的安全问题	217
6.2.4	分子生物技术环境监测评价中的应用	220
6.3	细胞工程与环境生物资源的开发利用	227
6.3.1	概述	227
6.3.2	微生物细胞工程	230
6.3.3	植物细胞工程	231
6.3.4	细胞工程技术在污染治理中的应用	237
6.4	酶工程与环境生物资源的开发利用	238
6.4.1	酶的发酵生产及分离纯化	238
6.4.2	酶分子的改造	244
6.4.3	固定化技术及酶反应器	247
6.4.4	生物传感器	253
6.5	发酵工程与微生物资源的开发利用	259
6.5.1	概述	259
6.5.2	微生物发酵过程	260
6.5.3	发酵的操作方式	264
6.5.4	发酵设备	269

6.5.5 发酵工程在净化处理环境污染中的应用 .....	271
参考文献 .....	282

## 第7章 生物多样性与环境生物资源的保护

285

7.1 生物多样性概述 .....	285
7.1.1 生物多样性的定义和组成 .....	285
7.1.2 生物多样性的价值 .....	286
7.2 生物多样性受威胁现状及其原因 .....	288
7.2.1 生物多样性受威胁现状 .....	288
7.2.2 生物多样性丧失的原因 .....	289
7.3 中国生物多样性状况 .....	290
7.3.1 生物多样性资源丰富 .....	290
7.3.2 生物多样性保护形势严峻 .....	291
7.4 生物多样性保护 .....	292
7.4.1 《生物多样性公约》 .....	292
7.4.2 生物多样性保护 .....	294
7.4.3 生物多样性保护在中国 .....	296
7.5 环境生物资源的保护 .....	298
参考文献 .....	305

## 第8章 可持续发展与环境生物资源可持续利用

307

8.1 可持续发展 .....	307
8.1.1 可持续发展战略的由来 .....	307
8.1.2 可持续发展的定义和内涵 .....	309
8.1.3 世界已进入可持续发展的时代 .....	310
8.1.4 中国实施可持续发展战略 .....	313
8.2 环境生物资源可持续利用的基本原则 .....	317
8.2.1 自然资源可持续利用的基本原则 .....	317
8.2.2 环境生物资源可持续利用的基本原则 .....	320
参考文献 .....	320

# 第1章 绪论

随着资源短缺、环境问题的日益严重，以及人们对资源、环境问题的认识不断深入和科学技术水平的不断提高，对具有实际或潜在保护环境、评价环境或净化污染等功能的环境生物资源的研究和合理开发利用越来越受到人们的重视。在论述环境生物资源之前，有必要先概括了解其形成的背景和开发利用的必要性。

## 1.1 形成的背景

资源尤其是自然资源是人类生存和经济发展的基础。人类的生存和经济的发展需要依赖于自然物质和能量的不断供应，而且这种依赖性随着世界人口的增长及人民生活水平的提高日益加强，经济的发展是以自然资源消费量增长为基础的。

人类出现后，在为了生存而与自然界展开的斗争中，运用自己的智慧和劳动，不断地改造自然，创造和改善自己的生存条件。同时，又将经过改造和使用的自然物和各种废弃物还给自然界，使它们又进入自然界参与了物质循环和能量流动过程。其中，有些成分会引起环境质量的下降，影响人类和其他生物的生存和发展，从而产生了环境问题。环境问题可以说自古就有。

在原始社会时期，人从自然环境中取得维持生存的天然资源，以新陈代谢过程与环境进行物质和能量转换。人类向环境索取的物质和向环境排放的废弃物都远不会超过环境的自净能力，人基本上依赖于自然界的恩赐就能满足人类有限的需求。

在工业革命（18世纪60年代蒸汽机的广泛应用为标志）前人类社会生产力尚不发达，人口数量不大（1800年才达到10亿），所以人与自然的矛盾并不明显。随着生产力的发展和人口的迅速增加（1930年达到20亿，仅过了30年，1960年人口就达到30亿），人类开发自然资源的速度和规模急剧增加，人与自然的矛盾逐渐尖锐起来。

环境本身是有一定的自净能力的，但是当废弃物产生量越来越大，超过环境的自净能力时，就会影响环境质量，造成环境污染。工业革命后，尤其是第二次世界大战以后，社会生产力突飞猛进，工业动力的使用猛增，产品种类和产品数量急剧增大，农业开垦的强度和农药使用的数量也迅速扩大，致使许多国家普遍发生了严重的环境污染和生态破坏问题。震惊世界的公害事件接连不断，环境问题更加突出。残酷的现实告诉人们，人类经济水平的提高和物质享受的增加，在很大程度上是以牺牲环境与资源换取得来的。环境污染、生态破坏、资源短缺、酸雨蔓延、全球气候变化、臭氧层出现空洞等，正是由于人类在发展中对自然环境采取了不公允、不友好的态度和做法的结果。而环境与资源作为人类生存和发展的基础和保障，正通过上述种种问题对人类进行着报复。可以毫不夸张地说，人类正遭受着严重环境问题的威胁和危害。这种威胁和危害关系到当今人类的健康、生存与发展，更危及地球的命

运和人类的前途。

经验教训促进了人类的严肃思考。人类从 20 世纪中叶开始了一场新的觉醒，那就是对环境问题的认识。环境问题是由于人类对环境的不正确态度所造成，也就只能依靠改变人类对环境的态度来解决。环境科学技术在新形势下应运而生且不断发展进步，主要包括为加深对生态环境本质认识的各项科学和技术，为防治环境问题的出现及危害的各项科学和技术，以及为保护环境所采取的政治、法律、经济、行政、教育的各项专门知识和手段。20 世纪史中必然会记录下 20 世纪 60 年代以来的一系列环境保护重大事件，其中最突出的是联合国召开的两次大会：1972 年在瑞典斯德哥尔摩召开的人类环境会议和 1992 年在巴西里约热内卢召开的环境与发展大会。两次大会的主要成果是明确了保护环境必须成为全人类的一致行动，保护环境主要应改变发展的模式，将经济发展与保护环境协调起来，走可持续发展的道路。1972 年 6 月 5 日，联合国在瑞典首都斯德哥尔摩召开了有 110 多个国家参加的人类首次环境大会，通过了《人类环境宣言》和《人类环境行动计划》，成立了联合国环境规划署，并将每年的 6 月 5 日定为“世界环境日”。在巴西里约热内卢召开的环境与发展大会通过了关于环境与发展《里约热内卢宣言》和《21 世纪行动议程》，154 个国家签署了《气候变化框架公约》，148 个国家签署了《保护生物多样性公约》。大会还通过了有关森林保护的非法律性文件《关于森林问题的政府声明》。

资源科学随着近二三十年来资源、环境问题日趋尖锐，也日益受到重视。它通过对资源开发后效的研究，反复认识人类与资源、资源与环境的作用关系，以此来调整资源开发方案、寻求有利于人类生存和经济持续、稳定增长的发展途径。

生物资源是人类生存和发展的重要物质基础，可以说人类的发展史就是认识和利用生物资源的历史。当今世界普遍关注的能源消耗、资源枯竭、人口膨胀、粮食短缺、环境退化、生态失调六大危机都与生物资源的合理利用与保护有着直接或间接的关系，生物资源中那些具有实际或潜在保护环境、评价环境或净化污染等功能的环境生物资源也越来越受到人们的重视。在环境科学和资源科学不断发展和完善的今天，环境生物资源的研究和合理开发利用已成为必然趋势和焦点。

## 1.2 必要性

生物资源所特有的属性和现状及环境生物资源所具有的实际或潜在美化环境、净化污染和保护环境等作用决定了加强其研究和合理开发利用的必要性。

生物资源所特有的属性是再生性和可解体性。再生性是指通过自然更新和人为繁殖不断扩大，生物资源在开发利用到一定程度或阈值内，其数量和质量能够再生和恢复，即开发利用得当，使生物资源在利用中得到保护，可以取之不尽，用之不竭，长期为人类提供福利。反之，不顾自然界生态平衡，片面地、错误地、超过阈值地开发利用就可能遭到破坏，乃至消耗殆尽。可解体性是指当生物种群的个体受人类的干扰和自然灾害等影响而减少到一定数量时，该种群的遗传基因便有丧失的危险，从而导致物种的灭绝。物种是不可能再造的。在地球生命进化的大部分时间里，物种的灭绝速度和形成速度是大致相等的。由于地质变化和自然大灾难，生物经历了 5 次自然大灭绝。6500 万年前恐龙灭绝以来，全球的物种灭绝速度在加快，尤其近 400 年以来，随着全球农业、医药和工业中生物资源的利用日甚，全球物种多样性正以空前的速度丧失。由于人类活动，生物正经历第 6 次大灭绝。据世界物种保护

协会和世界野生生物基金会等组织发表报告称,现在地球上每8种已知植物中已有一种面临灭绝的危机,全球大约有3.4万种植物物种处于灭绝的边缘。物种是基因的载体,每个物种都是一个基因库。物种多样性的丧失,必然导致遗传基因多样性的危机。生物圈是一个相互关联的功能整体。一种物种的灭绝,人类损失的不仅仅是一个物种,连带的损失还包括这个物种所能提供的各种物理的、生化的功能,从而导致生态系统的失衡,危及多个物种的生存。生物多样性危机是物种濒危、灭绝及与之相关联的遗传基因多样性衰减、灭绝,生态系统破坏、解体的系统危机。

生物资源中的植物作为生态系统的生产者是生物链的起点,具有直接利用并转化太阳能的特殊功能。植被具有保持水土,调节气候的作用,能影响水、土、气候等资源的形成与演变,植被中的森林在涵养水源,保持水土,调节气候,净化空气,消除噪声等方面的作用尤为突出。净化水源只是森林生态系统的众多功能中的一种。我们先来看一个具体的例子,说明单是这项功能所提供的价值。卡茨基尔森林地区是纽约市重要的饮用水源地,但是由于当地住宅和工业的发展,自然植被受到破坏,水质恶化。如果通过兴建一座足够大的饮用水净化厂来解决纽约市的供水问题,则需工程投资约80亿美元,每年的运营费用约3亿美元。这样,今后20年这笔开支将达到140亿美元。如果通过生态恢复技术恢复该水源地的自然植被,借助森林的自净化作用来解决纽约市饮用水供应问题,则只需投资20亿美元。这样不仅节省了兴建净化水工厂所需的80亿美元,而且也无需每年投入3亿美元的净水厂运营费用。今后20年将可为纳税人节省120亿美元,而且这种近乎“一劳永逸”的生态工程可以让纽约市民永享清泉甘冽。为“千年生态系统评估”工作的沃尔特·里德指出:美国有3400个社区近6000万的人口,依赖国家森林提供饮用水。估计这一服务的价值每年为37亿美元,其价值就超过当地每年砍伐林木的收益。

日本林业界对森林的综合效益进行量化分析的结果显示,20世纪90年代后半期,日本森林木材蓄积总量为34.83亿立方米,木材价值3.5万亿日元,而森林的生态与社会效益(涵养水源、水土保持、净化空气与水、保护生物多样性、休闲娱乐、文化审美等)为39.2万亿日元。森林的林业经济效益与生态效益、社会效益之间比例为1:11.2。另有报道称,根据日本专家测算。森林的木材生产效益和环境价值的比例大致为(1:6)~(1:20),取其中位数,约为1:13。

植被破坏是生态环境破坏的最典型特征之一。植被的破坏不仅极大地影响了该地区的自然景观,而且由此带来了一系列的严重后果,如生态系统恶化、环境质量下降、水土流失、土地沙化以及自然灾害加剧,进而可能引起土壤荒漠化,土壤的荒漠化又加剧了水土流失,以及形成生态环境的恶性循环。植被破坏是导致水土流失并最终形成土壤荒漠化的重要根源。一百多年前,恩格斯曾警告人们:“不要过分陶醉于我们对自然界的胜利”。他以美索不达米亚、希腊、小亚细亚等的毁林开荒的历史教训为例,指出:“对于每一次这样的胜利,自然界都报复了我们。”由于人们对生物资源不同程度地实行了掠夺性的经营方式,破坏了生态环境,致使资源衰退,形成了生态环境的恶性循环,使水土流失越来越严重,沙漠化面积增加,草原退化速度加快,森林资源、渔业资源和部分地区的耕地土壤肥力明显衰退。

环境监测作为了解环境状况和污染程度,为环境科研、污染治理和环境管理提供科学依据的手段和工具,在环境保护中发挥着巨大的作用。利用现代仪器和手段对污染物进行准确定量的理化分析,是环境监测的常规方法。但是,随着对环境污染影响研究的不断深入,污染的生物学效应和人群健康影响受到更多的重视,人们逐渐认识到单一地依赖理化监测难以

反映出污染物对生物体及生态系统影响的综合效应，不能对污染影响做出综合评价。因此，利用生物对环境污染进行监测，从不同层次上分析污染危害程度，为环境评价、污染预报和污染物危险性提供依据，受到越来越多的关注并应用到实际的污染监测和预报中。

2008年6月，辽宁省政务公开办、省环保局联合发布，该省大伙房水库将“聘”引自日本的清鳞鱼当水质监督员。这套用清鳞鱼监测水质的系统由中国科学院开发，2008年9月至10月，在大伙房水库的四个关键点位“上岗”。这也是我国第一座应用此项技术监测水质的水库。清鳞鱼属于生物手段监测水质的标准鱼种，这种鱼敏感的体质能够比较精细地反映出水质的细微变化，再通过配套的仪器分析小鱼行为及生存状况，可了解水质优劣，得出水质结论。该系统还有报警装置，会根据情况的严重程度发出不同级别的报警。报警一共有两种级别，A级报警说明水质问题比较轻，小鱼一般出现游动缓慢等情况。B类报警则表明水质问题严重不能饮用，小鱼可能出现群体“翻白”或者死亡现象。

在治理环境污染的过程中，由于环境污染物一般来讲性质相对稳定，难于用物理或化学的方法将其进行无害化的处理，于是人们采用生物修复的方法来解决这一问题。与物理、化学处理技术相比，采用生物修复技术具有投资费用省，对环境影响小，能有效降低污染物浓度，适用于在其他技术难以应用的场地等优点。随着科学技术特别是生物技术的不断提高和发展，生物修复在环境污染治理中的作用越来越明显和突出。生物技术能从种类繁多，数量惊人的微生物中，筛选到人们所需要的微生物菌株以及按照人们的意愿构建新的具有特殊本领的遗传工程微生物高效菌、超级菌，从而在治理环境污染的过程中，实现对污染物的减量、无害化、资源化。应用微生物工程及生物技术，我们可以做到污染土壤的生物修复，污水的生物净化，减轻、消除化学农药污染，研制出高效、持久、无污染的生物农药，消除农膜造成的白色污染等。

无数的经验和事实也告诉了人们，单纯地发展经济，带来了资源损毁、生态破坏和环境恶化等一系列严重后果；而孤立地保护资源，由于缺乏经济技术实力的支持，既阻碍经济的发展，又未能遏止生态环境继续恶化。因此，我们必须将经济的发展与资源的开发利用协调起来。只有合理开发和利用自然资源，才能保证经济的持续发展。

生物资源所特有的属性和现状及环境生物资源所具有的实际或潜在保护环境、评价环境或净化污染等作用决定了加强其研究和合理开发利用的必要性。环境生物资源是在生物学、生态学等学科基础上，伴随着环境科学、资源科学等学科的逐步形成与完善而发展形成的一个新的分支学科。

## 参考文献

- [1] 李铁民等编著. 环境生物资源 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2003.
- [2] 何晓鸥. 地球正在经历第六次物种大灭绝? [J]. 科学大观园, 2011 (3): 64-65.
- [3] 程晓玲. 雾灵山野生植物资源价值评估 [D]. 北京: 北京林业大学, 2007.

## 2.1 环境

### 2.1.1 环境的概念

#### 2.1.1.1 人类及其生存环境的形成

人类及其生存环境不是从来就有的，它的形成经历了一个漫长的发展过程。在地球的原始地理环境刚刚形成的时候，地球上没有生物，当然更没有人，只有原子、分子的化学和物理运动。在大约 35 亿年前，地球水域中溶解的无机物，由于太阳紫外线的辐射，在地球内部的内能及来自太阳的外能共同作用下，转变为有机物。简单的有机物还不是有生命的物质，从简单的有机物转化为有生命的物质，需要一系列的条件，其中原始的海洋是重要的一环。大气中的有机物随降水进入海洋，地壳上的有机物和无机盐随地面径流进入海洋，它们在海水中发生频繁的接触和密切的联系。在这种情况下，简单的有机物就发展成多分子的有机物，并且逐步变成能够不断自我更新、自我再生的物质，这是从无生命到有生命的一次飞跃。原始生命是在水中形成的，也是在水中发展的。在无机物转化为有机物的过程中，太阳的紫外线曾经起过有益的作用，但是，在原始生命形成以后，紫外线却起着严重的伤害作用，在这里，水体对原始生命起着保护作用。

在距今大约 35 亿年以前，原始生命就已经在海水中产生，但是，在大约长达 30 亿年的时间里，生命始终局限在海水中。没有海水的保护，生命在当时就难以避免强烈的紫外线的伤害，因此，尽管原始绿色植物在距今 30 亿年前就已在海水中产生，绿色植物在距今 6 亿年前就已经在海洋中占优势，但这时的陆地仍然是一片焦黄。

绿色植物的出现为生命登陆创造了前提条件，因为绿色植物在光合作用中所产生的游离氧的积累，终于导致大气中出现臭氧，并在高空中形成臭氧层。臭氧是由三个氧原子组成的氧分子，能够有效地吸收紫外线，因而对地面上的生物起保护作用。高空臭氧层的出现意味着陆上生物的生命有了保障，这样，绿色植物就在距今 4 亿年前登陆成功。首先登陆的是陆生孢子植物，此后，陆地上就出现了一片繁荣的景象：在植物方面，依次出现裸子植物和被子植物；在动物方面，依次出现两栖动物、爬行动物和哺乳动物，它们进而发展成为地球的生物圈。生物圈形成以后，自然界仍然在发展变化，到今天，100 多万种动物和 30 多万种植物组成了瑰丽多彩的生物世界。

哺乳动物的出现及森林、草原的繁茂为古人类的诞生创造了条件，人类作为一个物种从其他动物中分化出来，已有千万年以上的历史。根据对旧世纪猿猴与猿（包括人）DNA 的研究得知，约在 2600 万年前长臂猿从猿类中分化出来；约在 1800 万年前，猩猩从猿类中分化出来；约在 1200 万年前，人从大猩猩、黑猩猩中进化出来，这与根据化石材料研究的结

果基本是一致的。现在发现最早的人科化石属于腊玛古猿，它们大约生活在距今 700 万~1400 万年前。从形态特征来看，它们已从猿系统分化出来，推测已具有初步直立行走的能力，可能已会使用天然工具谋生，它们或其相似类型大概是从猿到人过渡阶段早期的代表。其次是南方古猿，它们大约生活在距今 100 万~500 万年以前，其中一些进步类型发展成能制造工具的早期猿人，即真人 (AM) 的出现，这大约是在 300 万年以前。人类的诞生使地表环境的发展进入了一个高级的、在人类的参与和推动下发展的新阶段——人类与其生存环境辩证发展的新阶段。人类是物质运动的产物，是地球的地表环境发展到一定阶段的产物，环境是人类生存与发展的物质基础，所以人类与其生存环境是统一的。人与动物有本质的不同，人通过他所做出的改变来使自然界为自己的目的服务，来支配自然界，但是正如恩格斯在“自然辩证法”中所说的：“我们不要过分陶醉于我们对自然界的胜利。对于每一次这样的胜利，自然界都报复了我们。每一次胜利，在第一步确实都取得了我们预期的结果，但是在第二步和第三步却有了完全不同的、出乎意料的影响，常常把第一个结果又取消了”。因而人类与其生存环境又有对立的一面，人类与环境这种既对立又统一的关系表现在整个“人类-环境”系统的发展过程中。人类用自己的劳动来利用和改造环境，把自然环境转变为新的生存环境，而新的生存环境又反作用于人类等。在这一反复曲折的过程中，人类在改造客观世界的同时，也改造人类自己。这不仅表现在生理方面，而且也表现在智力方面。这充分说明，人类由于伟大的劳动，摆脱了生物规律的一般制约，进入了社会发展阶段，从而给自然界打下了人类活动的烙印，并相应地在地表环境又形成了一个新的智能团或技术团。我们今天赖以生存的环境，就是这样由简单到复杂，由低级到高级发展而来的，它既不是单纯由自然因素，也不是单纯由社会因素构成的，而是在自然因素的基础上，经过人工改造加工形成的。它凝聚着自然因素和社会因素的交互作用，体现着人类利用和改造自然的性质和水平，影响人类的生产和生活，关系着人类的生存和发展。

#### 2.1.1.2 环境的概念

从哲学的角度，环境是与某一中心或主体相对的客体。当中心或主体不同的时候，相应的客体即环境的含义也有所不同，它因中心事物的不同而不同，随中心事物的变化而变化。环境一词的英语 environment 来自法语 envirommer，意为“环绕”或“包围”。

对于环境科学来说，中心事物是人，环境主要是指人类的生存环境，是人类进行生产和生活活动的场所，是人类生存和发展的物质基础。它的涵义可以概括为：“作用在‘人’这一中心客体上的，一切外界事物和力量的总和”。这句话中的一切，既包括了自然因素，也包括了社会和经济因素。人类生存在自然环境里，也生存在技术化、社会化的人文环境中，这些都是环境的重要组成部分。以人类为中心来看待环境的观点叫作“人类中心主义 (anthropocentrism)”。它与以生物为中心的环境观，以及与以生物和非生物为中心的环境观有着重大的区别，不同的观点人们对环境的态度和行为会产生重要的影响。

在实际工作中，人们往往从工作需要出发给环境做出定义。例如，在《中华人民共和国环境保护法》(2015 年 1 月 1 日) 中明确指出：“本法所称环境，是指影响人类生存和发展的各种天然的和经过人工改造的自然因素的总体，包括大气、水、海洋、土地、矿藏、森林、草原、湿地、野生生物、自然遗迹、人文遗迹、自然保护区、风景名胜、城市和乡村等”。由此可见，法律明确规定的环境只是“自然因素的总体”。这段话有两层含义，其中环境保护法所指的“自然因素的总体”有 2 个约束条件：a. 包括各种天然的和经过人工改造

的；b. 并不泛指人类周围的所有自然因素（整个太阳系的、甚至整个银河系的），而是指对人类的生存和发展有明显影响的自然因素的总体，并用枚举的方法罗列出环境保护的对象。又如，在环境管理体系标准 ISO 14001 中对环境的定义是“组织活动的外部存在，包括空气、水、土地、自然资源、植物、动物、人，以及它们之间的相互关系”。在这一意义上，外部存在从组织内部延伸到全球系统。这里的组织是指具有自身职能和行政管理的公司、集团公司、商场、企业、政府机构和社团，或是上述单位的部分或结合体。

随着人类社会的发展，环境概念也在发展。有人根据月球引力对海水潮汐影响的事实，提出月球能否视为人类的生存环境？我们的回答是：现阶段没有把月球视为人类的生存环境，任何一个国家的环境保护法也没有把月球规定为人类的生存环境，因为它对人类的生存和发展影响太小了。但是，随着宇宙航行和空间科学的发展，总有一天人类不但要在月球上建立空间实验站，还要开发利用月球上的自然资源，使地球上的人类频繁往来于月球和地球之间。到那时，月球当然就会成为人类生存环境的重要组成部分。所以，我们要用发展的辩证的观点来认识环境。

## 2.1.2 环境问题

环境科学与环境保护所研究的环境问题主要不是自然灾害问题（原生或第一环境），而是人为因素所引起的环境问题（次生或第二环境问题）。这种人为环境问题一般可分为两类：一是不合理开发利用自然资源，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；二是人口激增、城市化和工农业高速发展引起的环境污染和破坏。总之，是人类经济社会发展与环境的关系不协调所引起的问题，因此，环境问题的本质是经济问题。

### 2.1.2.1 环境问题的由来与发展

从人类开始诞生就存在着人与环境的对立统一关系，就出现了环境问题。从古至今随着人类社会的发展，环境问题也在发展变化，大体上经历了4个阶段。

#### (1) 环境问题萌芽阶段（工业革命以前）

人类在诞生以后很长的岁月里，只是天然食物的采集者和捕食者，人类对环境的影响不大。那时“生产”对自然环境的依赖十分突出，人类主要是以生活活动、以新陈代谢过程与环境进行物质交换和能量转换，主要是利用环境，而很少有意识地改造环境。如果说那时也发生“环境问题”的话，那主要是由于人口的自然增长和盲目的乱采乱捕、滥用资源，因而造成生活资源缺乏引起饥荒。为了解除这种环境威胁，人类就被迫学会吃一切可以吃的东西，以扩大和丰富自己的食谱，或是被迫扩大自己的生活领域，学会适应在新的环境中生活的本领。随后，人类学会了培育植物和驯化动物，开始了农业和畜牧业，这在生活发展史上是一次大革命。随着农业和畜牧业的发展，人类改造环境的作用也越来越明显地显示出来，但与此同时也发生了相应的环境问题。如大量砍伐森林、破坏草原，刀耕火种、盲目开荒，往往引起严重水土流失，水旱灾害频繁和沙漠化；又如兴修水利，不合理灌溉，往往引起土壤的盐渍化、沼泽化，以及引起某些传染病的流行。巴比伦的衰落和楼兰古国的消失皆是由于不合理灌溉和兴修水利而引起的生态破坏。在工业革命以前虽然已出现了城市化和手工业作坊（或工场），但工业生产并不发达，由此引起的环境污染问题并不突出。

#### (2) 环境问题的恶化阶段（工业革命至20世纪50年代）

随着生产力的发展在18世纪60年代至19世纪中叶，生产发展史上出现了又一次伟大

的革命——工业革命。它使建立在个人才能、技术和经验之上的小生产被建立在科学技术成果之上的大生产所替代，大幅度地提高了劳动生产率，增强了人类利用和改造环境的能力，大规模地改变了环境的组成和结构，从而也改变了环境中的物质循环系统，扩大了人类的活动领域，但与此同时也带来了新的环境问题。一些工业发达的城市和工矿区的工业企业排出大量废物污染了环境，使污染事件不断发生，如 1873 年 12 月、1880 年 1 月、1882 年 2 月、1891 年 12 月、1892 年 2 月英国伦敦多次发生可怕的有毒烟雾事件；19 世纪后期，日本足尾铜矿区排出的废水污染了大片农田；1930 年 12 月比利时马斯河谷工业区由于工厂排出有害气体，在逆温条件下造成了严重的大气污染事件。如果说农业生产主要是生活资料的生产，它在生产和消费中所排放的“废”是可以纳入物质的生物循环，能迅速净化、重复利用的话，那么工业生产除生产生活资料外，它大规模地进行生产资料的生产，把大量深埋地下的矿物资源开采出来，加工利用投入环境之中，许多工业产品在生产和消费过程中排放的“三废”都是生物和人类所不熟悉，难以降解、同化和忍受的。总之，由于蒸汽机的发明和广泛使用，大工业日益发展的生产力有了很大的提高，环境问题也随之发展且逐步恶化。

### (3) 环境问题的第一次高潮 (20 世纪 50~80 年代)

20 世纪 50 年代以后，环境问题更加突出，震惊世界的公害事件接连不断，1952 年 12 月的伦敦烟雾事件，1953~1956 年日本的水俣病事件，1961 年的四日市哮喘病事件，1955~1972 年的骨痛病事件等，在 20 世纪 50~60 年代形成了环境问题的第一次高潮。这主要是由于下列因素造成的：首先是人口迅猛增加，都市化的速度加快。刚进入 20 世纪时世界人口为 16 亿，至 1950 年增至 25 亿，20 世纪 50 年代之后，1950~1968 年，仅 18 年就由 25 亿增加到 35 亿，而后，人口由 35 亿增至 45 亿只用了 12 年 (1968~1980 年) (见表 2-1)。1900 年拥有 70 万以上人口的城市，全世界有 299 座，到 1951 年迅速增到 879 座，其中百万人以上的大城市，约有 69 座。在许多发达国家中，有半数人口住在城市。其二是工业不断集中和扩大，能源的消耗增大。1900 年世界能源消耗量还不到  $10 \times 10^8 \text{t}$  标煤，至 1950 年就猛增至  $25 \times 10^8 \text{t}$  标煤；到 1956 年石油的消耗量也猛增至  $6 \times 10^8 \text{t}$ ，在能源中所占的比例加大，又增加了新污染，到 1975 年达  $55 \times 10^8 \text{t}$  标煤 (见表 2-2)。大工业的迅速发展逐渐形成大的工业地带，而当时人们的环境意识还很薄弱，第一次环境问题高潮的出现是必然的。

表 2-1 世界人口增长过程

世界总人口/亿	年份	每增加 10 亿人口所需时间
10	1804 年	人类出现~1804 年
20	1927 年	123 年
30	1960 年	33 年
40	1974 年	14 年
50	1987 年	13 年
60	1999 年	12 年
70	2011 年	12 年
80	2025 年	14 年(预计)
90	2050 年	25 年(预计)

注：资料引自蓝文艺·环境行政管理学·北京：中国环境科学出版社，2004。