

环境与你

The Environment and You

◇ [美] Norm Christensen 著

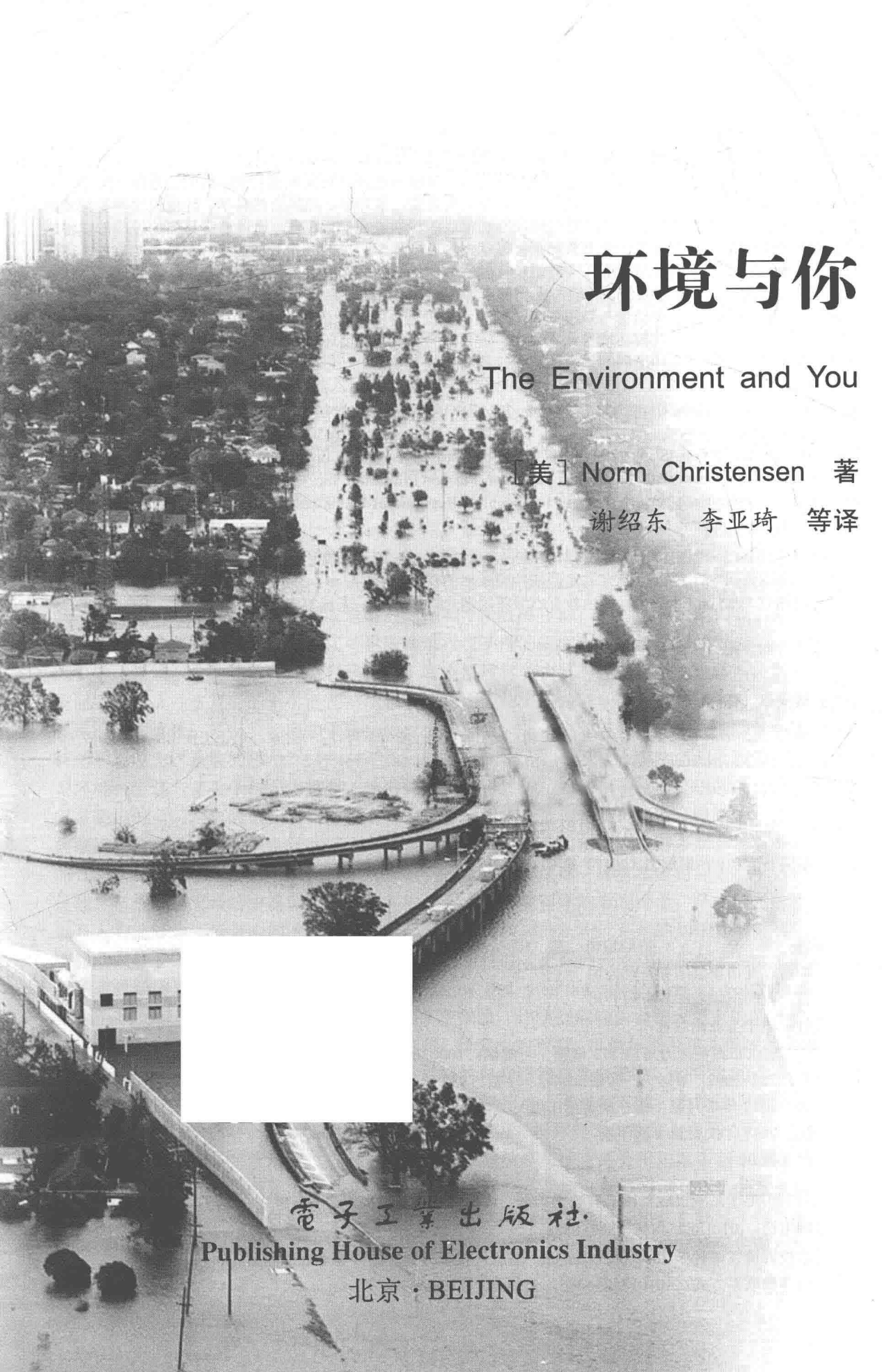
◇ 谢绍东 李亚琦 等译



中国工信出版集团



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

An aerial photograph of a city street that has been completely inundated with floodwater. A large bridge spans the flooded area, and several buildings are visible on the left side. The water is murky and reflects the sky. The overall scene depicts a severe environmental impact, likely due to heavy rainfall or a natural disaster.

环境与你

The Environment and You

〔美〕 Norm Christensen 著

谢绍东 李亚琦 等译

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书通过一系列真实而生动的案例,启发我们认识自己的行为对环境质量的变化以及这种变化反过来对自身身体和健康的影响,启发我们在面对自然环境时应做出的选择和可采取的行动,同时还系统介绍了环境科学知识。本书内容涵盖生态学、生物学、人口学、气候学、地理学、环境自然科学、环境伦理学等领域的经典科学理论体系,对现实的环境问题与解决办法背后的科学道理抽丝剥茧,通过通俗易懂的表现形式将这些科学道理的精髓传递给读者。全书共20章,每章关注环境科学领域的一个具体问题,包括可持续性、环境伦理、能量与环境、生物体与种群、人口增长、生物地球化学循环、气候变化、空气污染、水资源、森林资源、能源与电力、城市生态系统、环境与人类健康等,每章均通过列举真实可靠的科研结果与缜密地分析问题为科学研究得出的每一个结论与做出的每一项预测提供充分的科学依据。

本书不仅可作为高等院校环境专业本科生、研究生的教材,可供环境及相关领域的管理人员、研究人员阅读使用,而且也可作为环境科学领域的科普读物与大众读物。

Simplified Chinese edition Copyright © 2017 by PEARSON EDUCATION ASIA LIMITED and Publishing House of Electronics Industry.

The Environment and You, ISBN: 978-0-321-73438-9 by Norm Christensen. Copyright © 2013. All Rights Reserved.

Published by arrangement with the original publisher, Pearson Education, Inc.

This edition is authorized for sale only in the People's Republic of China (excluding the Special Administrative Region of Hong Kong and Macau).

本书中文简体字翻译版由电子工业出版社和 Pearson Education 培训教育出版亚洲有限公司合作出版。未经出版者预先书面许可,不得以任何方式复制或抄袭本书的任何部分。

本书封面贴有 Pearson Education 培生教育出版集团激光防伪标签,无标签者不得销售。

版权贸易合同登记号 图字:01-2014-7569

图书在版编目(CIP)数据

环境与你/(美)诺姆·克里斯腾森(Norm Christensen)著;谢绍东等译. —北京:电子工业出版社,2017.7

书名原文: The Environment and You

ISBN 978-7-121-31293-9

I. ①环… II. ①诺… ②谢… III. ①环境科学 IV. ①X

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第072300号

策划编辑:谭海平

责任编辑:窦昊 特约编辑:薄宇

印刷:三河市华成印务有限公司

装订:三河市华成印务有限公司

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编:100036

开本:787×1092 1/16 印张:34 字数:937千字

版次:2017年7月第1版(原著第1版)

印次:2017年7月第1次印刷

定价:98.00元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010)88254888, 88258888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

本书咨询联系方式:(010)88254466, douhao@phei.com.cn。

译者序

地球是人类共同的家园，环境与资源是人类生存和发展的基本条件。然而，随着现代工业生产与经济的迅速发展，环境污染、气候变化、资源短缺等问题日益突出，环境问题已成为人类普遍关注的全球性问题。实施可持续发展战略与保护人类赖以生存的环境至关重要。1992年6月，联合国在里约热内卢召开的“环境与发展大会”通过了以可持续发展为核心的《里约环境与发展宣言》《21世纪议程》等文件。随后，中国政府编制了《中国21世纪人口、资源、环境与发展白皮书》，首次把可持续发展战略纳入我国经济和社会发展的长远规划。近二十年来，中国的环境保护事业得到了长足发展，这对中国环境教育事业的发展与国民环境素养的提升也提出了更高要求。积极引进国外优秀图书是缩小我国教育事业与国际前沿差距的有效途径之一。为帮助中国读者深刻认识人类活动对环境产生的影响以及吸收西方环境保护的创新理念与解决方案，电子工业出版社引进全球知名图书出版社 Pearson Education 出版的 *The Environment and You* 一书。

译本原著 *The Environment and You* 是杜克大学尼古拉斯环境学院的创办院长、世界知名生态学学者 Norm Christensen 为科学研究与科学传播倾注心血的珍贵成果。该书通过一系列真实而生动的案例启发我们认识自己的行为对环境质量的变化以及这种改变反过来对自身身体和健康的影响，启发我们在面对自然环境时应做出的选择和可采取的行动，同时还系统地为我们介绍了环境科学知识。该书涵盖了一代又一代科学家通过孜孜不倦的研究与实践所构建的生态学、生物学、人口学、气候学、地理学、环境自然科学、环境伦理学等领域的经典科学理论体系，对现实的环境问题与解决办法背后的科学道理抽丝剥茧，并通过通俗易懂的表现形式将这些科学道理的精髓传递给广大读者，帮助我们将知识转化为理解力，架起了一座沟通科学与大众的桥梁。该书对待科学的态度为“系统的思考”（systems thinking），引导我们全面认识事物之间的联系，这对于学习环境科学这一交叉学科尤为重要。该书的写法、见识、思想都有独特与高明之处，在环境问题日益突出的今天，它强调你的日常生活行为的环境效应，强调切实可行的、弹性的、创新的环境问题解决方案，这让我们跃跃欲试，对未来充满希望：每个人都能采取许多对环境具有可持续性的行动来保护环境，提升人类福祉，呵护我们赖以生存的星球。译者希望将原著的丰富内容、先进理念与核心思想带给中国读者，让更多中国读者对环境科学的方方面面、环境问题的来龙去脉以及人类能够为环境带来的改变有更系统的学习和更深刻的认识。充足的知识储备为我们的可持续行动做好了铺垫，也让我们对保护环境的重大责任有了更强烈的意识。正如 Norm Christensen 在原著最后一章所说，“So, do it. But also know that your knowledge brings with it additional responsibilities.”（所以，行动起来吧。但你也应知悉，你学到的知识会带来更大的责任。）

本书不仅可作为高等院校环境专业本科生、研究生的教材，可供环境及相关领域的管理人员、研究人员阅读使用，而且也可作为环境科学领域的科普读物与大众读物。本书共20章，每章关注环境科学领域的一个具体问题，包括可持续性、环境伦理、能量与环境、生物体与种群、人口增长、生物地球化学循环、气候变化、空气污染、水资源、森林资源、能源与电力、城市生态系统、环境与人类健康等，每章均通过列举真实可靠的科研结果与缜密地分析问题为科学研究得出的每一个结论与做出的每一项预测提供充分的科学依据。此外，部分章节的“聚焦科学”模块剖析了在环境保护方面具有代表性的科学家提出的科学理念与获得的科研成果，并展示了科学研究应当如何应用于对环境问题的理解当中；“解决之道”模块展示了世界范围内对环境保护做出突出贡献

的个人与团体所实施的创新的解决方案，其践行者包括促进经济发展与环境可持续性的银行、减少温室气体排放的摇滚乐队、婚礼策划者、体育组织、大学，等等。

本书由谢绍东和李亚琦负责与组织书稿的总体设计、翻译、审核和最终定稿，译者团队全体博士和硕士研究生全程参与了书稿的资料准备、翻译与审校等工作。其中，第1章至第5章由李亚琦翻译，第6章至第8章由史芳天翻译，第9章至第11章由李诗瑶翻译，第12章与第13章由吴蓉蓉翻译，第14章至第16章由李晶翻译，第17章至第20章由郝宇放翻译。此外，杨文文、邓媛元参与了书稿资料准备、图字翻译与书稿校订工作，施雨其、周杨、孙佳宁参与了书稿讨论与校订工作。在此，衷心感谢译者团队每位成员在翻译与多次审校中的辛勤工作与努力付出，感谢薄宇对译本出版工作的无私付出与大力支持，同时也感谢电子工业出版社编辑团队对译本出版工作的大力推动与支持。

译者深知由于自己背景知识、专业水平与学术视野有限，对原著的认识高度与深度不够，译文中难免存在诸多错误与不足之处。译者在此诚恳地欢迎广大读者批评指正，我们将根据读者的宝贵意见不断完善译本，为提高译本的质量而不懈努力！

谢绍东 李亚琦
2017年4月 于燕园

编者注：原书图片为彩色印刷。本书部分图片提供在线的彩色版本，读者可扫描二维码，联网下载观看。

前言

变是唯一的不变，这句话广为流传。数十亿年中，地球环境和生物不断变化。数万年中，我们人类不断变化；每一代人使用的技术、价值观和对环境的理解也不断变化。人类使用的技术和增长的人口改变了地球环境，这种改变比过去和现在的任何物种造成的改变都要大。

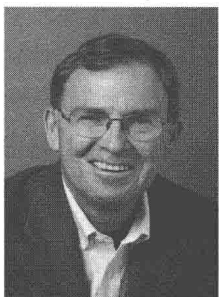
你与你周围的世界目睹了这一不可阻挡的改变过程。过去一个世纪，地球上大多数人的健康水平与福祉显著提升，而我们对地球环境的影响却显著增大。一个世纪以前，全球人口少于 20 亿，而今人口达 70 亿。此外，我们如今的资源使用量和废物产生量均为一个世纪以前的数倍。人类活动对环境产生的影响为我们敲响了警钟：水和石油等资源正在减少；空气污染和水污染已很普遍；地球物种的灭绝率是前工业时期的 10 倍以上；由于人类活动改变了大气化学，地球气候正在变暖。

这些改变威胁了地球生态系统的健康和许多人的福祉，而这会直接影响我们自己。这些改变是不可持续的，但它们并非不可避免。可持续性和生态系统是贯穿本书的重要主题。可持续的行动和改变需要我们对赖以生存的生态系统有深刻认识。的确，生态系统很复杂，但其功能和可持续性的关键要素却很简洁。在一个逐渐城市化和被科技驱动的世界，地球生态系统和人类福祉之间的联系看似微弱，甚至毫无关联。但事实上，二者始终直接相关，这种关联也引起人类重视。

我并未对影响人类生活的多种环境问题带来的严峻挑战轻描淡写，因为我们需要对挑战有一种平衡观。天真的乐观主义不可能激发出人类行动与影响中的巨大改变，悲观主义亦不可。我们能做出改变，也能以一种可持续的方式改变世界，我对此很有信心。你将成为这一改变过程中的一员，我对此深信不疑。这种信心与信念是写这本书的动力，对未来的希望是灵感的来源。

Norm Christensen

作者简介



本书作者诺姆·克里斯腾森 (Norm Christensen), 杜克大学尼古拉斯环境学院生态学教授和创办院长, 于加州州立大学夫勒斯诺分校获学士和硕士学位, 于加州大学圣塔巴巴拉分校获博士学位。诺姆教授曾任职于许多顾问委员会, 包括 1988 年黄石公园大火生态效应的机构间专责小组、太平洋西北部森林管理环境问题委员会、关于生态系统管理科学基础的美国生态学会委员会、美国核废物技术审查委员会; 曾任职于美国自然保育基金、未来资源、环境保护基金和北卡罗来纳大自然保护协会委员会; 他是美国科学促进会会员, 也是美国生态学会前任主席。诺姆教授科研工作的核心主题是由自然与

人为原因引起的生态系统变化, 其研究内容包括草原、灌丛和森林大火的因与果, 人类土地利用与撂荒对生态系统变化与物种保护的影响, 以及全球变暖模式对生态系统变化的影响。

诺姆教授的大学本科教育工作, 尤其是基础层面的教育工作, 是他杜克大学经历的重要组成部分。他曾两次获得校级卓越本科教育奖。他在杜克大学环境科学与政策的本科生项目发展中贡献很大, 也为这一项目教授了 15 年以上的基础课程。本书在很大程度上是诺姆教授为科研付出的珍贵成果, 也是他为了将学生与环境紧密联系在一起而倾注热情的珍贵成果。

主要译者简介



谢绍东, 北京大学环境科学与工程学院教授, 分别获四川师范大学理学学士、哈尔滨工业大学工学硕士和清华大学工学博士学位。一直从事城市与区域大气污染成因、来源与控制及区域大气污染环境规划与战略环境影响评价研究, 讲授大气污染控制工程课程。在机动车排放污染控制、大气污染排放源清单、酸沉降影响与控制、环境空气质量监测布点优化、大气污染成因来源与控制等领域取得了创新成果。针对北京大气污染控制开展了长期研究, 为北京空气质量改善提供了基础数据和技术支撑, 2014 年获首都环境保护先进个人。先后获得

国家科技进步二等奖 1 项和省部级科技进步一、二等奖共 8 项。

目 录

第 1 章 环境、可持续性与科学	1
1.1 环境与可持续性	3
1.2 生态系统	6
1.3 生态系统功能的原理	9
1.4 可持续地行动	12
1.5 不确定性、科学与系统的思考	15
1.6 可持续性科学	18
本章小结	22
第 2 章 环境伦理学、环境经济学与环境政策	23
2.1 人与自然观点的改变	25
2.2 环境伦理学	29
2.3 环境与市场	32
2.4 生态系统估价	36
2.5 环境政策：决策与行动	40
2.6 美国的环境法律与政策	43
2.7 国际环境法律与政策	46
本章小结	48
第 3 章 环境自然科学	49
3.1 环境中的化学	51
3.2 生命中的有机化学	55
3.3 能量与环境	58
3.4 贯穿始终的地球	63
3.5 地球结构	64
3.6 地球上的大气	68
3.7 地球的能量收支、天气与气候	72
本章小结	75
第 4 章 生物体与种群——生态学与进化论	76
4.1 细胞——生命的基本单元	78
4.2 生物体的生长与繁殖	80
4.3 种群增长	82
4.4 种群增长的限制	86
4.5 进化与自然选择	90
4.6 物种的进化	94
4.7 生物的分级	96
本章小结	98
第 5 章 人口增长	99
5.1 人口增长历史	101
5.2 全球人口增长的变化	105
5.3 预测人口增长	111
5.4 资源利用与人口的可持续性	113
5.5 控制人口增长	118
本章小结	121
第 6 章 生态群落	122
6.1 共享资源之争	124
6.2 草食、肉食和寄生	127
6.3 互利共生与偏利共生	131
6.4 生态群落中的能量流动	133
6.5 干扰和群落变化	138
本章小结	144
第 7 章 生态系统生态学	145
7.1 生态系统生态学和生物地球化学	148
7.2 岩石循环	150
7.3 水循环	151
7.4 碳循环	153
7.5 氮循环	158
7.6 磷循环	160
7.7 硫循环	162
7.8 生物地球化学循环的动力学	164
本章小结	166
第 8 章 气候变化	167
8.1 长期气候模式	169
8.2 测量全球变暖	174
8.3 全球变暖的成因	177
8.4 全球变暖的影响	181
8.5 预测全球变暖	184
8.6 减缓全球变暖	187
8.7 适应全球变暖	192

8.8 缓解与适应政策.....	193	13.2 农业生态系统.....	325
本章小结.....	197	13.3 农作物的生长.....	328
第9章 空气质量.....	198	13.4 土地资源管理.....	331
9.1 空气质量与空气污染.....	200	13.5 水与农业.....	336
9.2 对流层中的污染.....	204	13.6 家畜.....	339
9.3 平流层中的污染.....	209	13.7 基因资源管理.....	342
9.4 室内空气污染.....	211	13.8 竞争者和害虫管理.....	347
9.5 空气污染的政策与法律.....	216	13.9 食物生态学.....	351
本章小结.....	219	13.10 未来的食物.....	354
第10章 陆生生物地理学.....	220	本章小结.....	358
10.1 陆生生物群系与气候.....	223	第14章 森林.....	359
10.2 热带生物群系.....	227	14.1 森林的价值.....	362
10.3 温带生物群系.....	231	14.2 森林生长.....	366
10.4 极地生物群系.....	237	14.3 森林采伐.....	370
10.5 沙漠.....	240	14.4 森林退化.....	374
10.6 山脉与海岸线.....	242	14.5 定义可持续森林管理.....	376
本章小结.....	245	14.6 可持续森林——一个全球愿景.....	378
第11章 生物多样性.....	246	本章小结.....	381
11.1 生物多样性的定义.....	248	第15章 不可再生的能源与电力.....	382
11.2 生物多样性的重要性.....	252	15.1 能源的生产与消耗.....	385
11.3 生物多样性的全球模式.....	255	15.2 电力——发电、分配与使用.....	387
11.4 群落间生物多样性的差异.....	258	15.3 煤.....	391
11.5 生物多样性面临的威胁.....	262	15.4 石油.....	395
11.6 保护生物多样性的策略.....	267	15.5 天然气.....	400
11.7 美国保护生物多样性的政策.....	272	15.6 核能.....	402
11.8 保护生物多样性的国际政策.....	276	本章小结.....	407
本章小结.....	279	第16章 可再生能源与能源节约.....	408
第12章 水.....	280	16.1 可再生能源概述.....	410
12.1 世界水资源.....	282	16.2 水能.....	412
12.2 河流.....	286	16.3 风能.....	416
12.3 湖泊和池塘.....	291	16.4 太阳能.....	419
12.4 地下水.....	295	16.5 生物质能.....	424
12.5 湿地.....	297	16.6 地热能.....	429
12.6 河口.....	302	16.7 海洋能.....	431
12.7 海洋.....	305	16.8 能源节约.....	433
12.8 保护水资源的策略.....	311	16.9 可持续能源——经济与政策.....	436
12.9 保护水资源的政策与法律.....	315	本章小结.....	438
本章小结.....	317	第17章 城市生态系统.....	439
第13章 农业与食品生态学.....	318	17.1 城市化.....	441
13.1 农业的起源与历史.....	321	17.2 城市生态系统.....	444

17.3 城市土地利用	450	第 19 章 环境与人类健康	490
17.4 城市规划	454	19.1 公共健康导论	493
17.5 城市交通	457	19.2 环境中的物理危害	496
17.6 城市生物多样性	459	19.3 环境中的化学危害	501
17.7 可持续策略下的城市	464	19.4 环境中的生物危害	508
本章小结	468	19.5 环境变化与人体健康	515
第 18 章 废弃物管理	469	本章小结	519
18.1 废水	471	第 20 章 环境与你	521
18.2 固体废物	474	20.1 未来会怎样?	522
18.3 危险废物、电子废物与放射性 废物	482	20.2 可持续的生活	528
18.4 产品生命周期管理	486	20.3 环境领导力	531
本章小结	489	本章小结	534

第 7 章 环境、可持续性与科学



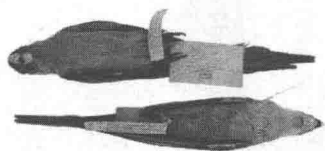
地球之日，希望之日

我们能改变目前环境恶化的趋势吗？

每年4月22日，全世界的人们会聚集在各大公园或大学的露天剧场来庆祝世界地球日。这一天世界各地会举办大型的音乐盛会或活动来鼓励人们进行废物再利用或打扫马路及河道等。几乎每次聚会，演讲者都会警示人们，指出人类活动威胁地球的生命保障系统。他们提出，按照当前的状况，我们赖以生存的生态系统将不能维持下去。下面，就让我们听听其中的一些演讲，你会听到下面这些讲述。

生物多样性出现危机！动植物物种正在迅速消失（图1.1）。一些物种的消失是由于生境被破坏；还有一些物种的消失，如鱼类，是过度捕捞造成的；而另一些物种的消失则是受到环境污染或气候变化的威胁。一些生物学家预测，如果按当前趋势发展下去，一个世纪以后，地球上三分之一的物种将会灭绝。物种灭绝将会影响到每一个人，绝非仅仅是鸟类观察家和大自然的热爱者。生物多样性是影响生态系统为人类提供生存资源能力的关键因素。

我们的生命离不开它！在接下来的24小时中，你将呼吸15000次到30000次。即使在乡村，你的肺也将暴露在含有烟粒子和数百种潜在有毒物质的污染物中。如果你住在大城市，污染物暴露量将比在乡村高10~20倍。据世界卫生组织估计，空气污染每年将导致240万人死亡（图1.2）。



▲图1.1 灭绝已久的物种 曾经在美国东南部非常常见的卡罗来纳长尾鹦鹉，现在却只能看博物馆中的标本。但它仅仅是过去200年里从地球生态系统中彻底灭绝的数百种物种之一。



►图1.2 大城市中的空气污染 在这样的一天，一名普通的上海市民将吸入将近一大匙的有毒烟粒子。

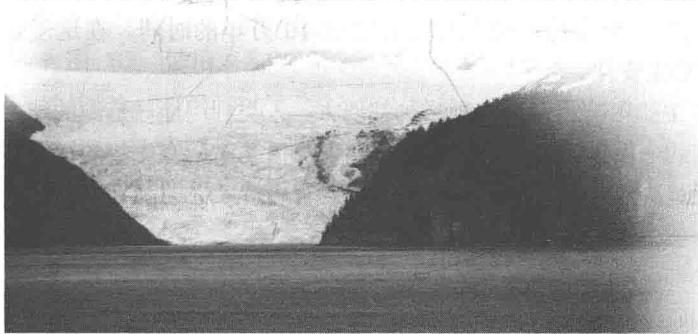
地球正变得越来越热！大气中二氧化碳含量的增加量已超过30%，这使地球大气层的平均温度上升近1℃。人类活动，煤、石油和天然气的燃烧，以及森林的砍伐和燃烧，是导致大气中二氧化碳浓度上升的直接原因。地球变暖导致冰川融化、海平面上升，并改变陆地及海洋生态系统（图1.3）。随着人类继续砍伐森林并燃烧越来越多的化石燃料，这一情况不断恶化。

敌人恰恰是我们自己！在过去75年中，全球人口增长了将近3倍，人类对自然资源的使用量则增加了将近20倍（图1.4）。通过农业、林业、渔业及土地开发，人类用掉了地球上绿色植物所提供能源总量的近三分之一。一半以上的地表水通过大坝及河道为人类所用。世界上最富有的人对这些资源的使用率远远高于其他人。如果地球上70亿人每人的用水量与一名美国普通市民的用水量相当，那么至少5个地球才能养活他们。而且据预测，到2050年，全球人口将超过90亿。

一些人认为世界地球日的悲伤色彩过于浓重而对相关活动不予理会。一些人认为不存在任何问题，即使有充足的证据证明地球正处于危机。还有一些人承认危机确实存在，但他们认为悲观的想法会滋长自满：“既然预订了泰坦尼克号的航程，为什么不订头等舱呢？”

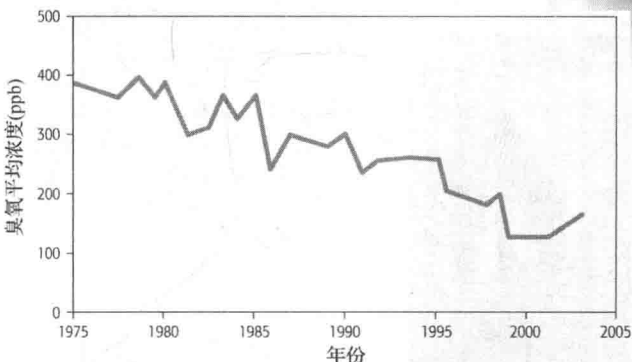
仍有许多理由让我们满怀希望！我们正面对着严峻的环境挑战。天真的乐观主义——满怀希望认为一切都会变好——完全不是应对这些挑战的合适做法。然而，我们仍有许多理由满怀希望。国家法律和国际公约开始保护濒危物种。人类每年为制止生境丧失和恢复濒危物种付出越来越多的

努力。在许多地方，空气污染及水污染问题已得到解决；在世界上的一些大城市，由于新政策的实施与新技术的应用，空气质量有所改善（图 1.5）。目前，全球变暖已成为国际上公认的严峻挑战，世界上大多数国家都在努力实施各种政策来控制全球变暖。



◀图 1.3 全球性的灾难
地球上 80%左右的冰川正在消融，融水注入海洋使得海平面上升。

▶图 1.4 人口增长 自 1900 年以来，地球上的人口增长了将近 600%。如今，每个人的资源与能源消耗量远高于一个世纪以前。



◀图 1.5 更加轻松地呼吸 在过去的 30 年，一些像洛杉矶这样的大城市实施了一系列法规并提高了机动车的尾气排放技术，使得臭氧等空气污染物的浓度稳步下降，空气质量有所改善。

来源：美国环保局

尽管人口仍在持续增长，但在过去的 40 年里，人口的增长率下降了 40%以上。有充足的证据表明，保护自然资源和增加可再生能源的使用能够在很大程度上减轻人类活动对地球生态系统造成的影响；我们的生活质量也并不会因此而下降。

在 2050 年的世界地球日，我们将看见怎样的景象？我们有理由相信，过去 40 年间我们所目睹的不利环境变化趋势将会减缓甚至扭转。正如捷克诗人及领袖瓦茨拉夫·哈维尔所说的：“希望，不是确信有些事情一定会好起来，而是坚信无论结果如何，有些事情总是有意义的。”希望激励行动，这并非出于对成功的把握，而是坚信不行动一定会失败。

要想行动取得成功，首先必须对地球生态系统的基本原理有更加深入的理解，这能帮助我们做出更明智的决定来指导政策和行动的实施，造福一代又一代的人。在希望的激励下，我们能够实现这些目标。这是本章的中心思想，也是整本书的中心思想。

1.1 环境与可持续性

我们用环境一词来描述你所处的地方和周围的一切。科学家对此有更加专业的定义：环境是决定生物个体或群体生长与生存的所有物理、化学、生物因素与过程的集合。构成我们所处环

境的一长串因素包括呼吸的气体和为我们提供营养与从我们这里获得营养的许多生命形式。环境科学是研究环境方方面面的科学。

生态学是环境科学的一个分支学科，它侧重于研究与环境相关的生物的丰富度及分布情况。地球环境维持生物体生存至少已有 38 亿年，而支持人类生存也有超过 10 万年的时间。在这漫长的时间内，地球环境与生物群体一直在发生变化。

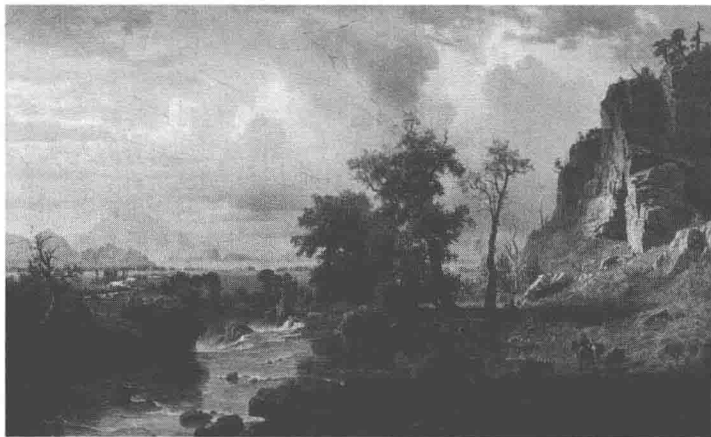
在地球漫长的历史中，人类对环境产生的影响比任何一种物种都要大。人类利用地球资源的能力是影响人口增长的一个主要因素。在过去的一个世纪，我们开始明白，人类活动对所有生物的福祉有重要影响，特别是对人类本身。这一认识是决定人类的活动和行为是否具有可持续性的基础。

1.1.1 可持续性活动的定义

我们对可持续性的理解随时间变化而变化。

可持续性环境科学的核心概念，但什么是可持续呢？在过去的 150 年，我们以不同的方式对它有了认识。

150 年前，人类对自然资源（如野生动植物及渔场）的利用，很大程度上由其生活需求或感官上的需求决定。那时，地球的森林资源取之不尽，野生动植物也很丰富（图 1.6），河流、湖泊和沿海水域有大量的鱼类资源。毫无疑问，当时的环境有能力为人类提供足够的资源，同时吸收与处理人类产生的废物。



◀图 1.6 边境 美国画家艾伯特·比尔兹塔德的这幅作品所描绘的一望无际的荒野，正是 19 世纪美国地貌的典型写照。

现在为什么不能了？150 年前，世界人口只有 10 亿，美国的人口更是小于 7500 万。而如今，地球上的人口已经达到 70 亿，美国的人口也超过 3 亿。

随着人口的增长和人类对资源需求的增长，资源的供给量开始下降。在 1920 到 1940 年间，环境方面的研究大幅度增加。随着新知识的获取，资源管理者开始认识到调整资源供需关系的必要性。

在林业中，可持续性包括收获木材后树木的种植和再生，以及保护树木免遭虫害和大火的措施政策；在渔业中，可持续性意味着建立合理的捕捞限制，以及对河流、湖泊进行保护。这些行动都有利于维持资源的供给。

到 1950 年，世界人口达到 25 亿，美国人口达到 1.52 亿。随着人类对资源需求的增长，人与自然的矛盾激增。例如在美国，住房需求的增加使得人类对木材的需求增加，而这些木材来自国家森林。同时，将森林资源用于娱乐、供养野生生物及保护水资源等方面的公共利益需求也有所增加。人们对森林资源应该优先使用于哪个方面产生了分歧。为了保障森林资源的可持续性，管

理政策的制定应当认识到人类对环境及资源的不同需求（图 1.7）。相关的政策也应当强调由于人类对资源的不同需求而产生的冲突。例如，在美国国家森林的管理中，与木材商业管理、清洁水的供应及物种保护相联系的价值观经常发生冲突。

►图 1.7 使用太多？第二次世界大战以来，美国人口迅速增长，人们对公共土地需求的增长带来了木材资源及其他生态系统服务（如牧草、娱乐及水资源保护）需求的增长。



▲图 1.8 可持续发展是对未来的承诺 1987 年的联合国可持续发展委员会由挪威首相布伦特兰夫人主持。



联合国可持续发展委员会在 1987 年的报告《我们共同的未来》中声明，“从最基本的层面来说，可持续意味着既能满足当代人的需求，又不影响后代人满足其需求的能力”（图 1.8）。这一声明将具有时代意义的重要元素加入到了我们对可持续性的认识中——可持续管理必须放眼于未来。

联合国可持续发展委员会致力于维护人类福祉。人类福祉是一个多层面的概念，包括生命的基本需求（如食物和住所）、良好的健康状况、稳定的社会及个人自由等。该报告指出，保证人类福祉的必要因素随着时代的变迁不断变化。因此，可持续性并非维持现状，而是保持能够适应以下三种重要变化的能力。

1. 世界在改变

地球环境不断变化，有时处于规律性的日变化与季节变化的循环中，有时则以更为复杂的形式变化着。环境的改变不可避免，这种改变也是必需的。

2. 我们在改变

人类世世代代不断发展，并利用不断进步的科技来获取和利用自然资源。人类将自己对环境与资源的认识一代代传递下去，导致人类对生态系统产品与服务的需求不断变化；与此同时，我们对这些产品与服务的价值观也在不断变化。

3. 我们在改变世界

除了人类，没有任何生物能够对环境产生如此大的改变。人类通过各种技术，如火和农业，使人口不断增加并改变了世界。不断增加的人口进一步扩大了人类对环境的影响（图 1.9），而科技的应用更是对环境带来了前所未有的改变。

如今，我们正处在一个史无前例的时期。地球从未承载过如此多的人类，人类福祉也达到前所未有的高度。我们应当对前人怀有感恩之心，是他们的努力让我们得以满足目前的各种需求，如农业技术的进步、国家森林与国家公园的建立等。然而，我们也应当认清，前人的行动让自然资源变得匮乏。在很多地区，落后的农业生产方式使土壤肥力发生了不可逆转的降低；过度开发使原本广袤的原始森林只剩下零星几片。



◀图 1.9 一个变化的世界 本图是地球的晚间合成卫星图像。试想一下，一个世纪以前这是怎样的景象呢？而下一个世纪又会发生怎样的变化呢？图中亮点的变化反映了地球生态系统、人类价值观和科技，以及人类对环境影响的变化。

尽管人类的平均福祉很高，但福祉的个人差异非常巨大。在美国这样的发达国家，洁净水资源的获取被认为理所应当。同时，由于营养过剩，肥胖的人也随处可见。然而，世界上超过五分之一的人无法获得洁净的饮用水，并且处于营养不良的状态。这一差异使得联合国和各国领导人认识到，应该扩宽可持续性的定义，将公平的概念纳入其中。在这样的背景下，可持续性意味着以一种公平及平等的方式满足当代人的需求，又不影响后代人满足其需求。这一概念将贯穿本书。然而，学者和决策者对“公平及平等”的构成并未达成一致。

可持续性的这一定义是否过于注重人类呢？如果你觉得是，那么请记住，地球环境在人类出现之前已自我维持了数十亿年。假如人类明天消失，地球环境最终会从我们对其造成的影响中恢复过来。所以，可持续性事实上是人类活动及其对人类福祉造成的影响。我们能够从全书中读出，人类对待地球生物及环境的方式将很大程度上决定我们的现在和未来。

回顾过去，我们能够吸取很多教训，帮助我们为下一代创造一个可持续发展的世界。然而，在很多重要的方面，这个“下一代”与以前的每一代完全不同。就目前所有的迹象来看，这包括将近 90 亿的人口。我们很难想象他们将使用怎样的技术、对未来有怎样的期望。如果我们目前对资源的管理能够做到真正的可持续，那么我们一定有能力满足后代的需求。接下来介绍的生态系统的概念为定义可持续性及其行动提供了基础。

1.2 生态系统

我们应用生态系统的概念来描述构成环境的所有因素与过程。生态系统包括所有生物及其在特定区域内的物理与化学环境，其中，生态系统中的物质和能量流动影响着生物在其中的分布和丰度。生态系统为人类提供着不可或缺的资源的功能。如今，人类活动几乎影响着地球上所有的生态系统，往往使其功能下降，并对人类福祉造成威胁。

1.2.1 生态系统的功能与完整性

生态系统的概念结合了生物体及其环境。

生态系统结合了生物群体及其物理、化学环境，它们作为一个完整的生态单元运作。一片森林或一个湖泊都是生态系统的例子。

生态系统包括生物相及其无生命的环境。生态系统的无生命的特征，如气候，决定了其中生物体的分布与丰度。同时，生态系统中生物体的活动能够改变与塑造环境。例如，树木的生长需要深层土壤；而随着它们的生长，枯枝落叶增加了土壤的肥力，同时，根系穿透岩石裂缝加速了土壤的形成。

生态系统的各部分通过物质和能量的流动相互联系。物质和能量在生物体与环境之间流动时得到转换。生态学家把物质和能量的流动及影响生物体分布和丰度的过程称为生态系统功能。

生态系统完整性。生态系统是一个由生物因素、非生物因素及其相互联系构成的集合系统(图 1.10)。生态系统完整性是指调节生态系统功能的相互作用的网络。生态学家经常将生态系统的功能完整性比作一个完整的生物体。例如,人体的各种组织及器官合作完成生命必需的呼吸、消化等功能。类似地,生态系统中的微生物、植物、动物及非生物因素通过各种方式相互作用,以此来决定整个生态系统中物质与能量的流动。



◀图 1.10 完整的系统 生态系统包括生物体及其非生物的环境,依赖于物质和能量的流入和流出。

正如单个的生物体,生态系统具有适应环境干扰和变化的能力,这一能力依赖于其完整的系统本质。严重的干扰,如飓风和大火,会很大程度地改变生态系统中的物种与功能。生态系统接下来会经历一系列的改变和恢复,生态学家认为这一过程与个体生物的生长发育类似。

然而,在一个非常重要的方面,将生态系统比作生物体的比喻不甚准确。单个生物体与周围环境的边界是很明显的。例如,皮肤是人与周围环境之间一道很好的屏障。然而,生态系统的边界不易描述。生态系统的边界一般由其研究者或管理者定义,具有较大的主观性。

生态学家研究许多大小不同的生态系统。研究的单元可能大到一片森林或流域,整个大陆甚至整个地球。然而,生态系统的概念也可适用于小尺度系统,如一杯酸奶或一段腐败的圆木(图 1.11)。

通常,在排除人类影响的基础上研究或描述生态系统。对生态系统基本功能感兴趣的生态学家会选择人类影响非常小的野生区域进行研究。然而,现如今,人类对生态系统的影响几乎无处不在。在过去一个世纪,全球人口从刚超过 10 亿增长到将近 70 亿。文化与技术方面的改变,如交通方式、能源利用及城市发展等,极大地刺激了我们对资源的需求。因此,人类对地球生态系统影响的增加程度远远超出人口的增长倍数。

1.2.2 生态系统服务

生态系统提供人类赖以生存的资源 and 过程。

生态系统服务是指生态系统提供的大量资源和过程,人类福祉依赖于生态系统服务。生态系统服务可分为四类:供给、调节、文化及支持服务。

供给服务是指生态系统为人类提供食物、水及可供呼吸的空气等资源的作用。人类具有显著改变(通常是简化)生态系统以增加其资源供给的能力。例如,一片由草原改造而成的玉米地为人类提供大量的食物,但其供养的物种数量远小于曾经的草原。

调节服务是指生态系统控制气候、水的流动、污染物的吸收等重要条件及过程的方式。这些服务是生态系统完整性及自我调节本质的体现。

文化服务是指生态系统提供的精神及娱乐方面的益处。游览大峡谷、约塞米蒂峡谷,或仅仅在家附近的小树林里安静地散步,都是在享受生态系统提供的文化服务。