



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

生态学

李振基 陈小麟 郑海雷 / 编

(第三版)



科学出版社
www.sciencep.com

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

生态学

(第三版)

李振基 陈小麟 郑海雷 编

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书被列为普通高等教育“十一五”国家级规划教材。全书深入浅出地介绍了生态学的基础理论和应用技术,涵盖了传统的生态学内容,如个体生态学、种群生态学、群落生态学、生态系统生态学、景观生态学等,以及广大读者关注的社会问题,如全球变化、持续发展、清洁生产、生态恢复、生物多样性、生态工程、人类生态、城市生态、农业生态、生态规划、生态安全、生态旅游、环保社团等,旨在提高读者的生态意识。本书形式新颖,图文并茂,在各章以专栏的形式插有精心挑选的内容,并附有学习目的、内容提要、复习题与讨论题、中英文对照的概念与术语、参考读物与网络资源,可谓匠心独运。

本书适合做为高校素质教育以及非生物类学生选修课的教材,也可供关注生态问题的广大读者参考阅读。

图书在版编目(CIP)数据

生态学/李振基,陈小麟,郑海雷编. —3版. —北京:科学出版社,2007
(普通高等教育“十一五”国家级规划教材)
ISBN 978-7-03-019936-2

I. 生… II. ①李…②陈…③郑… III. 生态学-高等学校-教材 IV. Q14

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 140142 号

责任编辑:单冉东 宋立明 / 责任校对:包志虹
责任印制:张克忠 / 封面设计:耕者设计工作室

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

双 青 印 刷 厂 印 刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2000 年 9 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2004 年 8 月第 二 版 印张:21 1/4 插页:2

2007 年 9 月第 三 版 字数:492 000

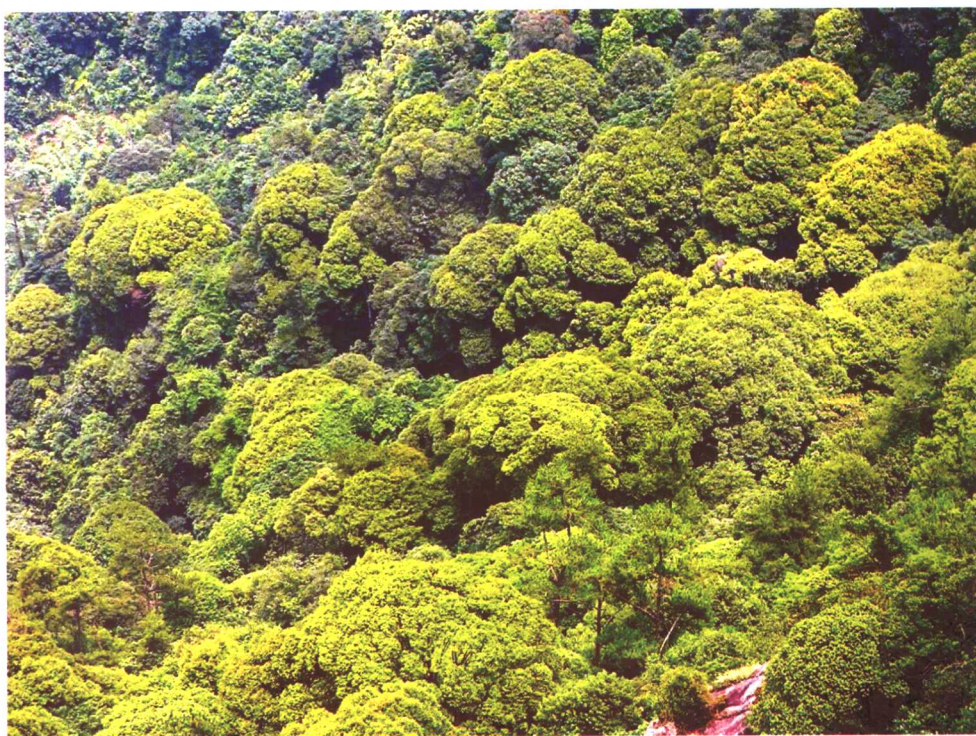
2007 年 9 月第十次印刷 印数:27 001—31 000

定价:28.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换<双青>)



热带雨林内的附生植物



亚热带常绿阔叶林外貌



山地寒温性针叶林林内结构



新疆天山山地景观



云南白马雪山农田景观



红原草甸草原



杏林湾水烛群落



生态系统中的次级消费者——蓝喉蜂虎



光顾风箱树的斐豹蛱蝶

第三版前言

生态学是研究生物之间及生物与环境之间相互影响、相互作用的科学。凡生命之所至,就有生态学的问题、现象和规律。人类曾一度自诩为主宰地球的力量,但生态学已提醒我们,人类只是地球村中的一员,如果不按生态学规律发展,将遭到大自然的惩罚。可以说,还很少像生态学这样一门科学,在时空尺度上,在自然、社会、经济等方面,与人类的生存有如此密切的联系。生态学已不仅仅是生物科学中揭示生物与环境相互关系的一门分支学科,而且已经成为指导人类行为准则的一门科学。生态学的许多问题不可能单纯依靠生态学工作者来解决,必须通过国家管理部门,必须与广大人民群众相结合,成为人民群众的自觉行动。因此,生态学的真正发展,有赖于全民族、全社会生态意识的提高,尤其是决策和管理人员对生态学的认识,生态学素质教育也已摆上议事日程。

本书在内容取舍上尽量面广而浅显易懂,对于传统的生态学内容尽量加以介绍,但不至于过深,而与重大社会问题有关的一些内容,如全球变化、持续发展、生态恢复、生物多样性、污染生态、人类生态、城市生态、农业生态、生态规划、生态安全、生态旅游、景观生态等,也都尽量用单独章节介绍或穿插在其他内容中。力求内容简明扼要、概念准确,通俗易懂,图文并茂。本书各章附有学习目的、内容提要、中英文对照的概念与术语、复习题与讨论题,每一章都精心挑选了10~20条进一步了解生态学知识,增强生态意识的参考读物与网络资源。本书第一、二版出版以来,受到了许多高校生态学课程和广大读者的青睐,为此,我们在第二版的基础上,参考了近年来国内外出版的孙儒泳主编的《普通生态学》,常杰和葛滢编著的《生态学》,Krebs、Smith兄弟的 *Elements of Ecology*, Molles 的 *Ecology: Concepts and Applications*, 补充各章节供讨论的案例等内容,增加彩色图版,同时增加供教学参考的光盘,方便师生在课堂上就某些社会所关心的问题展开讨论。

书中绪论由李振基撰写;第一章第一至四节,第二章第五、六节,第七章第六节由郑海雷编写;第一章五至七节,第二章三、四节,第四至六章,第七章一、二、四、五、八、九、十节,专栏由李振基编写;第二章一、二节,第三章,第七章三、七节由陈小麟编写;全书由李振基统稿。本书编写过程中得到了厦门大学生态学研究所全体教师的支持,王博和林清贤提供了部分照片,在此深表感谢!

本书从祝廷成和董厚德的《生态系统浅说》、**林鹏**的《植物群落学》、Miller 的 *Environmental Science*、Chapman 和 Reiss 的 *Ecology: Principles and Applications*、郝道猛的《生态学概论》、Mackenzie 等的 *Instant Notes in Ecology* 等书中引用了部分图片,在此,谨向祝廷成、**林鹏**、Miller、Chapman、郝道猛、Mackenzie、Daubenmire、Smith 等表示感谢!

为了使读者扩大知识面，对生态学能有更好的理解，我们从唐锡阳和[马霞]的《环球绿色行》、孙儒泳等的《基础生态学》、[林鹏]的《中国红树林生态系》、Pelt 的《植物之美》、UNEP 的《全球环境展望 3》及网络上引用了许多资料辟为专栏，部分资料由编者作了归纳或改动，在此，我们谨向唐锡阳、[马霞]、孙儒泳、[林鹏]、Pelt、UNEP、郭耕、廖晓义、Krebs、谢焱等表示感谢！

虽然本教材的几位编者都是长期从事生态学教学和科研工作的老师，经验丰富，且三易其稿，但是在编写过程中，缺点和错误在所难免，敬请广大读者指正。

作 者

2007 年 3 月于厦门

第二版序

1992年巴西环境与发展大会是全球环境保护与生态建设的一个重要里程碑,目前,越来越多的人认识到了保护人类生存环境的重要性,各级政府、机构及民间团体也采取有关措施宣传生态学知识,普及生态学意识。生态学发展至今,已不仅仅是研究与揭示生命系统与环境系统相互关系的一门科学,已经成为指导人类行为准则的一门科学。生态学的许多问题不可能单纯依靠生态学工作者来解决,必须通过政府行为,并与广大人民群众相结合,成为人民群众的自觉行动。因此,生态学的真正发展,有赖于全人类、全社会的生态意识,尤其是决策和管理人员生态意识的提高。

厦门大学教学管理部门十分重视生态学教育,自1997年以来,率先将“生态学”课程列为全校学生素质教育的课程之一,以培养学生的生态学意识和提高他们生态建设的责任感,此举深受同学们的欢迎。课程开设以来,来自哲学、政治、企业管理、国际贸易、英语、中文、国际法、会计学、统计学、旅游、广告、建筑等专业的学生纷纷选课,以熟悉有关概念,掌握有关生态学原理。他们今天是莘莘学子,来日将成为管理部门的决策者或企业创业者,提高他们的生态学意识是这门课的目标之一。

目前,生物、环境、海洋等学科的生态学专业教材已陆续出版,但专业教材对于文史、财经、政法、艺术等学科为主的学生来说都偏深,为此,几位作者着手编著出版了这本《生态学》。生态学作为一门自然科学已发展了100余年,在理论体系、研究技术、研究方法等方面已建立了较为完善的学科框架,从传统的个体生态学、种群生态学、群落生态学、生态系统生态学到景观生态学、全球生态学、恢复生态学、自然保护生态学、生态工程学、污染生态学、农业生态学等,既有基础理论,也有应用科学。该书深入浅出,从传统的生态学内容到与重大社会问题有关的内容,如全球变化、持续发展、清洁生产、生态恢复、生物多样性、生态工程、人类生态、城市生态、农业生态、生态规划、生态安全、生态旅游等,已尽量表达在其内容中。

该书作者从大量资料中选用了有关的图表,做到了图文并茂,并在各章附有学习目的、内容提要、中英文对照的概念与术语、复习题与讨论题,每一章都精心挑选了进一步了解生态学知识,增强生态意识的参考读物与网络资源,可谓匠心独运。

该书可为高等院校素质教育的教材,同时也可供管理和决策部门的人员参考。

林鹏

中国工程院院士

2003年10月

目 录

第三版前言

第二版序

绪论	1
第一章 生态系统	6
第一节 生态系统概论	6
第二节 生态系统的组成和结构	7
第三节 生态系统的功能	14
第四节 生态系统动态与平衡	29
第五节 生态系统类型	34
第六节 生态系统服务	39
第七节 生态系统管理	46
第八节 课堂讨论案例：有关怒江大坝建设的争议节选	49
第二章 生物与环境	65
第一节 环境与生态因子	65
第二节 生物与环境关系的基本原理	67
第三节 生物与光的关系	74
第四节 生物与温度的关系	81
第五节 水分对生物的生态作用	88
第六节 生物与土壤	98
第三章 种群生态学	111
第一节 种群的概念和特征	111
第二节 种群的数量特征与动态变化	112
第三节 种群的空间分布和扩散	124
第四节 种群的行为生态学	126
第五节 种群进化生态学	136
第六节 种间关系	142
第七节 课堂讨论案例：有关东方田鼠大发生的看法节选	159
第四章 群落生态学	166
第一节 生物群落的概念	166
第二节 群落的物种组成	167

第三节	生物群落的结构·····	174
第四节	生物群落的动态·····	175
第五节	地球上的生物群落·····	184
第六节	课堂讨论案例：金光集团的功与过·····	197
第五章	景观生态学·····	204
第一节	景观的概念·····	204
第二节	景观的基本要素·····	205
第三节	景观的结构·····	209
第四节	景观的功能·····	211
第五节	景观规划的应用·····	212
第六章	全球生态学·····	218
第一节	全球生态学的产生与概念·····	218
第二节	全球生态学的基本原理·····	220
第三节	地球系统·····	221
第四节	全球生态学的研究内容·····	222
第七章	应用生态学·····	240
第一节	环境污染与清洁生产·····	240
第二节	生态农业与有机食品·····	254
第三节	生物多样性与保护生物学·····	260
第四节	外来物种与生物入侵·····	268
第五节	生态环境破坏与生态恢复·····	273
第六节	城市化与城市生态学·····	278
第七节	人口增长与人类生态学·····	284
第八节	区域发展与生态规划·····	288
第九节	生态旅游·····	293
第十节	生态安全与可持续发展·····	304
第十一节	非政府组织与生态社会·····	311
主要参考文献 ·····		326
附录	保护环境随手可做的 100 件小事·····	331

绪 论

一、引子

当我们漫步在厦门街道上时，极目所见的是大榕树、凤凰木、王棕，五老峰分布着相思树林，珍珠湾的沙滩上散落着那厚藤的紫色的花朵，九龙江口的红树林随着潮涨潮落而忽隐忽现，不时可以看到成群结对的白鹭飞来飞去，幸运的话，还可以一睹中华白海豚。而当我们来到北京，尤其是金秋时节，街道旁生长着白桦、银杏、国槐……香山则是红叶的世界，挂着红叶的主要是一种漆树科的黄栌，还有许多槭树、槭树、栎树、鹅耳枥等，它们共同组成了落叶阔叶林。

当我们来到武夷山国家级自然保护区旅游时，可以深切体会到生物多样性之丰富，这里从 19 世纪以来就已闻名于世，有“昆虫世界”、“鸟类天堂”、“研究两栖爬行动物的钥匙”等美称，今天依然如故。从山脚的三港到山顶的黄岗山常绿阔叶林、竹林、针叶林、苔藓矮曲林、山地草甸依次更替，山里头还会见到野猪和毒蛇，不时会从林内惊出一群白鹇，大白鹇照顾着雏鸟往安全的地方连飞带跑而去。而在华南的一些台地和丘陵，短视的行为种上了一片片桉树林，时间一久，林下地面板结，物种稀少。

当你有机会来到非洲荒漠探险时，说不定会遭遇上一场惊心动魄的无蜚蜂群之间捍卫家园的战斗。战斗很有绅士风度（礼仪化），战斗宣布开始后，从每天早晨 6 点多开始，两两相对，从 3m 高的空中相顶，顶到地面，再飞到空中继续战斗，每天相持约 3 小时，如此连续战斗半个月，直到某方服输为止。而有一种鸟为了找到心爱的雌鸟，必须连续多日炫耀其高超的跳舞技能，甚至有“兄弟”陪衬一起表演，待来年“兄弟”要“相亲”时，它再“回报”。

长汀河田在历史上曾经孕育过客家文明，输出过很多木材，而现在山上植被稀疏而矮小，几百年来每逢大雨，山洪暴发，从四周汇流而下，村旁立着的一棵大松树则是历史的见证。来到淮河上游，虽然周边已不再有小型造纸厂，也不再有黑乎乎的污水流入河中，但是，10 多年过去了，一些河中还满是乌黑的沉淀，1994 年的悲剧依然在脑海中浮现。

为什么大榕树能长在南方而不能长在北方？为什么红树林能适应潮涨潮落的海岸潮间带？为什么武夷山自然保护区生物多样性如此丰富？为什么有些桉树林下寸草不生？为什么香山的黄栌叶到秋天会变色？怎么样来解释无蜚蜂等动物的行为？水土流失严重的地方如何进行生态恢复？为什么环境污染如此可怕？这许多问题都可以通过生态学的学习加以了解。

二、生态学的概念

生态学（ecology）一词源于希腊文，oikos 表示住所和栖息地，logos 表示学科，

原意是研究生物栖息环境的科学。生态学可理解为有关生物的管理的科学或创造一个美好的家园的理念。

1866 年,德国生物学家 Haeckel 首次给出了生态学的定义,生态学概念提出以来,已有许多生态学家给生态学下定义,这里我们给出前后 3 个定义。从这几个定义中,我们可以看到生态学的发展历程,可以看出人们对生态学认识的过程。

Haeckel 指出:生态学是研究有机体与其周围环境——包括非生物环境和生物环境的相互作用(交互作用)的科学。

美国著名生态学家 E. P. Odum (1956) 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。他的著作《生态学基础》(1957) 以生态系统为中心,对大学生态学研究和教学有很大的影响,1977 年他因此而荣获了美国生态学的最高荣誉——泰勒生态学奖。

我国著名生态学家马世骏先生认为,生态学是研究生命系统和环境系统相互作用、相互关系的科学。在自然界中,生物个体、群体、群落都可以看成是生命系统,这些生命系统周边的能源、温度、土壤等都是环境系统。

三、生态学的研究对象

生态学是研究以种群、群落和生态系统为中心的宏观生物学。

经典生态学研究的最低层次是有机体(个体),侧重个体从环境中获得资源和资源分配给维持、生殖、修复、保卫等方面的进化和适应对策。

种群是栖息在某一地域中同种个体组成的群体,在群体水平上形成了一系列新的群体的特征,这是个体层次上所没有的。种群生态学在 20 世纪 60 年代以前是动物生态学的主流。

生物群落是栖息在同一地域中的动物、植物和微生物的复合体。当群落由种群组成新的层次结构时,产生了一系列新的群体特征,诸如群落的外貌、结构、动态、多样性、稳定性等。群落生态学是 20 世纪 60 年代以前植物生态学的主体。

生态系统是在同一地域中的生物群落和非生物环境的复合体,20 世纪 60 年代以后,由于世界的人口、环境、资源等威胁人类生存的挑战问题凸现,生态系统研究与管理已成为生态学研究的主流。

生物圈是指地球上的全部生物和一切适合于生物栖息的场所,它包括岩石圈的上层、水圈的全部和大气圈的下层。随着全球性环境问题日益突出,如气候变化、酸雨、臭氧洞、荒漠化、生物多样性减少,全球生态学已应运而生,并成为民众普遍关注的领域。

生态学研究的重点在于生态系统和生物圈中各组成成分之间,尤其是生物与环境、生物与生物之间的相互作用。

四、生态学的基本原理

在生态学的学习过程中,个体、种群、群落、景观以至地球各个层次都遵循一些基本的原理,这些原理,已经深入到许多自然科学学科之中,并被广泛地接受。在以往的生态学著作中,这些原理散见于一些章节中,不利于初学者对生态学的把握,在这里,

我们经过归纳，形成以下 10 条基本原理，希望能对生态学的学习有所帮助。

(1) 系统性原理。生态学中不同层次的研究对象都是生命系统，都具有系统的特征，每一个层次的系统都可以分成不同的子系统来加以研究或理解。如在群落层次，生命系统可以分成生产者、消费者和分解者等子系统，环境系统可以分成能源、气候、土壤等子系统。

(2) 稳定性原理。在一定程度上，每一个层次的生命系统都是稳定的，可以用相关的指标来衡量其稳定性。如在群落层次，稳定的群落内物种多样性丰富，群落小气候稳定，群落的自我调节能力强。

(3) 多样性原理。生命系统的每一个层次都是丰富多彩、参差不齐的，这就意味着多样性。如地球上有多多种多样的景观、生物群落等，一个种群的各个个体也都是不一样的，一个个体的不同构件或不同细胞、组织也都不完全一样，多样性的生命系统是人类生存的基础。多样性程度的高低可以用多样性指数等来衡量。

(4) 耐受性原理。个体以至地球都有其耐受性，在耐受范围内有最适点、较适范围，超过其耐受范围，系统都将崩溃。通过耐受性的研究，可以为生态系统管理服务，可以指导农、林业等多方面的生产。

(5) 动态性原理。变化是永恒的，任何生命系统都有从开始到顶峰到消亡的一个过程，在个体表现为生老病死，在种群表现为不同的增长、波动与崩溃过程，群落也有它的形成和发展，像一个人一样，有婴儿期、幼年期、成年期和老年期。一片裸地，可能是洪水泛滥或新淤积成的湖滩；也可能是火山爆发或极端的严寒所造成。在自然的情况下，最初是没有植物生长的裸地，以后逐步经过植物繁殖体的迁移、定居和团聚等而发展成为一个植物群落。

(6) 反馈原理。各级生命系统与其周边的生命系统或环境系统是密切相关、协同变化的，都存在作用与反作用，并引起自身的加速或相反的变化。如在草原上过量放牧将导致草场的退化，草场的退化反过来作用于载畜量。

(7) 弹性原理。也称为中度扰动原理，与稳定性原理、耐受性原理有点接近，表示外界中度的干扰，可以刺激生态系统的应急机制，在个体水平为锻炼，在种群水平为生态对策，在群落水平表现为生物多样性的增加。而当干扰过于强烈时，系统将因无法恢复而崩溃。

(8) 滞后性原理。生态学中的许多变化过程不一定会马上表现出来，而是在一段时间的“时滞”之后表现出来，如大部分生物种群的增长，受到生育年龄的影响，一头蝗虫或蟑螂经过生育可能增长为几十、几百头，一株杂草到开花、结果以后可能增长为几千、几万株杂草。

(9) 转换性原理。一些生态学的对象看似消失，然而却不知不觉地进行了转换，如森林砍伐消失以后，其影响至少表现在生物多样性的减少、水土流失、区域气候的变化等方面。

(10) 尺度原理。读者应该充分理解同一类的生态系统可能有着悬殊的大小差别，如巨杉高达 100m，而其脚下的其他植物则可以忽略不计。因此，理解地球必须放眼全球，理解热带雨林应该在 100m 的尺度，而理解草甸可以在 10m 的尺度，理解地衣群落可以在 0.1m 的尺度；也因此，各级生态系统可能相套，如在一个森林群落中，还套着

许多小的蚂蚁群落等。某个动物是个体，而在其体内却有杆菌群落等。

五、生态学的使命

生态学是一门独立的学科，有其自己的理论和方法，有其自己的任务和目的。其中心任务就是研究生物与环境之间相互关系的规律，一是生物个体与环境之间的生态关系；二是种群的数量、格局及其进化规律；三是生物群落与环境的生态关系；四是人类扰动情况下，景观的变化规律；五是地球系统的各组分之间的关系等。

当今世界，人口增加，环境污染，自然资源枯竭等问题，危及生命世界的存亡。为了拯救资源，合理开发利用；为了治理污染，保护环境，赋予生态学的使命就是利用生态学原理揭示生物和环境之间正常或失常的关系。为此，1971年联合国成立了“人与生物圈”的协作研究机构，提出了宏大的国际科研协作计划，为了合理开发和利用生物资源，维护和改善自然环境，提供科学理论，寻求最有效的手段。20世纪90年代以来生态系统管理思想与方法已逐步形成，为我们认识自然，按自然规律进行可持续发展提供了新的思路。

由于本书作为素质教育的教材，主要面向高校文科、理科、工科等专业的学生，因此在内容取舍、重点等方面与生物学和生态学专业的教材稍有所不同。

在本书中，字里行间都希望能融入一种生态意识、生态责任，希望所有读者在读后都能从不同的角度、在各自的行业关心全球环境、关心人类的环境、关心生态系统的健康、关心我们共同的家园。

自20世纪70年代以来由于人口增长，环境压力加大，国内外已出台许多与野生动植物贸易、生物多样性保护、环境保护等相关的条约和法律法规。环境与资源保护法方向的读者不仅应该了解相关的法律法规，还要了解为什么许多物种濒临灭绝？有哪一些物种濒临灭绝？某地打着招商引资的旗号引进了污染企业后，引起了相关的诉讼，应该如何处理？某装修市场销售了污染环境的装修材料，影响了消费者的健康，应该如何维护消费者的权益？

20世纪90年代以来，我国的生态示范区、生态农业县等如雨后春笋般涌现，有机食品、绿色食品、安全食品等的概念与内涵有何区别？相关行业的领导、公务员应该对生态农业、有机农业、生态规划等方面加以了解。

很可能你是旅游专业的学生，毕业后将到某地进行生态旅游规划，也可能你正要去某地踏青，也可能读者现在正在着手进行生态旅游的规划，但可曾想过，当你头脑发热，要公路通过峡谷，索道爬上山顶，宾馆盖在天池边，这些都正在糟蹋着当地的生态旅游资源！相关的领导、管理人员、从业人员都应该对新一轮的生态旅游有所了解。

很可能你正在进出口贸易部门工作，你可曾想过，包装箱的木材中可能有一种肉眼几乎看不见的线虫可以让大江南北的松林毁于一旦；很可能你热衷于速生树种或园林树种的引种，你可曾想过，当年从中国将板栗引去北美，跟着过去的一种真菌已经将美国东部大片的北美栗消灭干净；你可能很喜欢野味，你可曾想过，许多从山区捕来的野生动物，其体内的寄生虫或病毒可能带给你意想不到的疾病；很可能你欣赏自己在转基因方面所取得的成绩，你可曾想过，虽然转基因病毒可能可以控制欧洲家鼠的鼠害，但是这种病毒一旦逃逸出来，可能导致许多本土物种的灾难，转基因大豆种植将带来的生物

多样性减少、丰富的大豆资源受到威胁、食物链崩溃、人体健康因素等一系列的生态安全问题……

当高高的烟囱向天空排放着烟尘，当一家一户安装上空调，当许多家庭拥有汽车，当一座座大坝在兴起，当大面积热带雨林正在遭受砍伐，与此相关的每一个人都在不知不觉中破坏着我们的地球，我们每一个人都有义务减少对全球变化的“贡献”。