



生态系统与 人类福祉

ECOSYSTEMS AND
HUMAN WELL-BEING

生物多样性综合报告
Biodiversity Synthesis



WORLD
RESOURCES
INSTITUTE

中国环境科学出版社



千年生态系统评估

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT



千年生态系统评估委员会

千年系统评估委员会(MA Board)代表 MA 调查结果的所有使用者

联合主席

ROBERT T. WATSON, 世界银行

首席科学家

A.H. ZAKRI, 联合国大学高等研究院主任

机构代表

SALVATORE ARICO, 联合国教科文组织生态与地球科学部项目官员

PETER BRIDGEWATER, 《拉姆萨尔湿地公约》秘书长

HAMA ABRA DIALLO, 《联合国防治荒漠化公约》执行秘书

ADEL EL-BELTAGY, 国际农业研究咨询小组国际旱地农业研究中心

总干事

MAX FINLAYSON, 《拉姆萨尔湿地公约》科学技术审查小组组长

COLIN GALBRAITH, 《迁徙物种公约》科学委员会主席

ERIKA HAEMS, 联合国基金会

生物多样性高级项目官员

ROBERT HEPWORTH, 《迁徙物种公约》代理执行秘书

OLAV KJØRVEN, 联合国开发计划署能源与环境组主任

KEESTIN LEITNER, 世界卫生组织可持续发展与健康环境司助理

ALFRED OTENG-YEDDAH, 《生物多样性公约》科学、技术和工艺咨询附属机构主席

CHRISTIAN PRIP, 《生物多样性公约》科学、技术和工艺咨询附属机构

主席

MAURO A. RAMOS, 全球环境基金

生物多样性项目干事

THOMAS ROSSWALL, 国际科学联合会 (ICSU) 执行理事

ACHIM STEINER, 世界自然保护联盟 (IUCN) 总干事

HALLDOR THORGEIRSSON, 《联合国气候变化框架公约》联络员

KLAUS TÖPFER, 联合国环境规划署

执行主任

JEFF TSCHIRLEY, 联合国粮农组织环境和自然资源服务、研究、推广和培训部主任

RICCARDO VALENTINI, 《联合国防治荒漠化公约》科学技术委员会主席

HAMDALLAH ZEDAN, 《生物多样性公约》执行秘书

全体成员

FERNANDO ALMEIDA, 巴西可持续发展工商理事会总裁

PHOEBE BARNARD, 南非全球入侵生物项目负责人

GORDANA BELTRAM, 斯洛文尼亚环境与空间规划部副部长

DELMAR BLASCO, 西班牙《拉姆萨尔湿地公约》前秘书长

ANTONY BURGMANS, 荷兰联合利华公司董事长

ESTHER CAMAC-RAMIREZ, 哥斯达黎加原物种信息联合会

(Asociación Ina Ca Vaá de Desarrollo e Información Indígena) 负责人

ANGELA CROPPER, 特立尼达和多巴哥科罗帕尔基金会总裁

PARTHA DASGUPTA, 英国剑桥大学经济政治系教授

JOSÉ MARÍA FIGUERES, Fundación Costa Rica para el Desarrollo Sostenible (哥斯达黎加)

FRED FORTIER, 加拿大原住民生物多样性信息网

MOHAMED H.A. HASSAN, 意大利第三世界科学院执行理事

JONATHAN LASH, 美国世界资源研究所所长

WANGARI MAATHAI, 肯尼亚环境部

副部长

PAUL MARO, 坦桑尼亚 Dar es Salaam 大学地理系教授

HAROLD A. MOONEY, 美国斯坦福大学生态科学系(依据职权)教授

MARINA MOTOVILOVA, 俄罗斯莫斯科地区实验室地理系

M.K. PRASAD, 印度喀拉拉邦民众科学运动环境中心

WALTER V. REID, 马来西亚和美国千年生态系统评估主任

HENRY SCHACHT, 美国通讯科技公司前董事长

PETER JOHAN SCHEI, 挪威弗里德托夫南森研究院院长

ISMAIL SERAGELDIN, 埃及亚历山大图书馆馆长

DAVID SUZUKI, 加拿大戴维斯基基金会主席

M.S. SWAMINATHAN, 印度 MS Swaminathan 研究基金会董事长

JOSÉ GALIZIA TUNDISI, 巴西国际生态研究所所长

AXEL WENBLAD, 瑞典 Skanska AB 环境事务副主席

徐冠华, 中国科技部部长

MUHAMMAD YUNUS, 孟加拉国乡村银行(或葛拉米银行)总经理

千年生态系统评估小组

HAROLD A. MOONEY, 美国斯坦福大学(联合组长)

ANGELA CROPPER, 特立尼达和多巴哥科罗帕尔基金会(联合组长)

DORIS CAPESTRANO, 印度尼西亚国际林业研究中心

STEPHEN R. CARPENTER, 美国威斯康星麦迪逊大学

KANCHAN CHOPRA, 印度经济发展研究院

PARTHA DASGUPTA, 英国剑桥大学

RIK LEEMANS, 荷兰瓦赫宁厄大学

ROBERT M. MAY, 英国牛津大学

PRABHU PINGALI, 联合国粮农组织驻意大利办事处

RASHID HASSAN, 南非比勒陀利亚大学

CRISTIAN SAMPER, 美国史密森国家自然历史博物馆

ROBERT SCHOLES, 南非科学与工业研究会

ROBERT T. WATSON, 世界银行(美国)(依据职权)

A. H. ZAKRI, 联合国大学(日本)(依据职权)

赵士洞, 中国科学院(中国)

主任 MA

WALTER V. REID, 马来西亚和美国千年生态系统评估

编辑委员会主席

JOSÉ SARUKHÁN, 墨西哥国家自治大学(墨西哥)

ANNE WIRTH, 加拿大 Mestor Associates Ltd.

千年生态系统评估

生态系统与人类福祉

生物多样性综合报告

综合报告组联合主席

Anantha Kumar Duraiappah, Shahid Naeem

综合报告组成员

Tundi Agardy, Neville J. Ash, H. David Cooper, Sandra Díaz, Daniel P. Faith,
Georgina Mace, Jeffrey A. McNeely, Harold A. Mooney, Alfred A. Oteng-Yeboah, Henrique
Miguel Pereira, Stephen Polasky, Christian Prip, Walter V. Reid,
Cristián Samper, Peter Johan Schei, Robert Scholes, Frederik Schutyser, Albert van
Jaarsveld

编写小组

千年生态系统评估协调领导作者、主要作者、提供信息者及区域评估协调员

编审

José Sarukhún, Anne Whyte (联合主席) 和千年生态系统评估编审委员会

国家环境保护总局履行《生物多样性公约》办公室组织编译

中文译本审校

万本太 朱广庆 张剑智

赵士洞 解焱



中国环境科学出版社·北京

北京市版权局著作合同登记号

图字：01-2005-5382

Millennium Ecosystem Assessment; Ecosystems and Human Well-being: Synthesis.

Translated from Millennium Ecosystem Assessment: Ecosystem and Human Well-Being Synthesis, published in 2005 by Island Press. All rights in the original work are reserved.

Copyright ©  WORLD
RESOURCES
INSTITUTE

图书在版编目 (CIP) 数据

生态系统与人类福祉 生物多样性综合报告：千年生态系统评估 / 世界资源研究所著；国家环境保护总局履行《生物多样性公约》办公室译. —北京：中国环境科学出版社，2005.9

ISBN 7-80209-215-9

I. 生… II. ①世… ②国… III. ①生物多样性—环境保护—研究报告 ②生态系统—评估—研究报告 IV. ① Q16 ② Q147

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 106002 号

出版发行	中国环境科学出版社 (100062 北京崇文区广渠门内大街 16 号) 网 址： http://www.cesp.cn 电子信箱： zongbianshi@cesp.cn
印 刷	
经 销	各地新华书店
版 次	2005 年 10 月第一版
印 次	2005 年 10 月第一次印刷
开 本	880 × 1230 1/16
印 张	6
字 数	200 千字
定 价	50.00 元

【版权所有，请勿翻印、转载，违者必究】

如有缺页、破损、倒装等印装质量问题，请寄回本社更换

中译本序

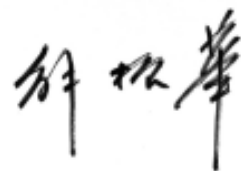
地球的生物资源对人类的经济和社会发展至关重要。目前，越来越多的人认识到，生物多样性是对当代和后代人具有巨大价值的财富，是经济、社会持续、稳定发展的基础。十三年前，经过100多个国家和国际组织的众多有识之士的共同努力，在巴西里约热内卢召开的联合国环境与发展大会上通过了《生物多样性公约》，该公约的基本目标和宗旨即是：保护与可持续利用生物多样性、公平分享利用遗传资源所带来的惠益。

自1992年底中国加入《生物多样性公约》以来，中国政府一直以认真负责的态度积极履行《生物多样性公约》。经国务院批准，建立了跨部门的履约协调机制，成立了由国家环保总局牵头的国家履行《生物多样性公约》工作协调组，成员单位从当初的13个部门发展到今天的22个部门，组织协调了一系列相关政策、规划的制定。2003年国务院又批准成立了由国家环保总局牵头、17个部委组成的生物物种资源保护部际联席会议制度，以加强生物物种资源的保护与管理。在各有关部门和地方政府的支持和努力下，在社会各界的积极配合和参与下，生物多样性保护从一个科学理念正逐步转化为诸多的具体行动，使全国生物多样性保护取得了显著成效。截至2005年8月底，全国共建立各种类型的自然保护区2194个，占国土面积的比例达14.8%，其中国家级自然保护区243个。

当然，中国政府也清醒地认识到，由于全球气候变化、经济快速发展中的资源能源大量消耗、环境污染、不合理地开发建设活动，生态环境退化趋势未能有效遏止，物种濒危灭绝速度加快，外来入侵物种危害加重，生物遗传资源流失问题突出，生物多样性保护面临着更大的挑战。

千年生态系统评估生物多样性综合报告是联合国环境规划署等国际组织实施的千年生态系统评估工作的系列成果之一，是一份关于全球生物多样性

现状与趋势的综合报告。该报告系统分析了生物多样性、生态系统服务与人类福祉的关系，阐述了生物多样性的价值、丧失的原因和趋势，探讨了保护生物多样性并推动人类福祉发展的应对措施。报告中的很多观点和结论是切合实际的、科学的、有远见的，有些实例经验和分析方法都能给我们以借鉴和启示。当前，履行《生物多样性公约》，实现联合国确定的到2010年显著降低生物多样性丧失的速度，是世界各国共同的国际义务和目标，在此进程中，我相信此报告中文版的出版将能对中国的生物多样性保护与持续利用工作发挥积极的作用。

Handwritten signature in black ink, consisting of three characters: 解 振 华.

2005年9月

目 录

前言	ii
序言	iii
读者指南	v
关键信息	vi
给决策者的报告摘要	1
发现 1：过去与将来的生物多样性变化	2
发现 2：生物多样性变化带来的得与失	5
发现 3：生物多样性的价值	6
发现 4：造成生物多样性变化的原因	8
发现 5：为保护生物多样性及推动可持续利用所采取的行动	10
发现 6：显著降低生物多样性丧失速度的前景	14
千年生态系统评估中关于生物多样性的主要问题	17
1. 生物多样性：什么是生物多样性，其存在于何处，以及为什么具有重要意义？	18
2. 为什么生物多样性丧失令人担忧？	30
3. 目前生物多样性丧失的趋势和驱动力是什么？	42
4. 在千年生态系统评估设定的情景中，生物多样性和生态系统服务的未来 将会怎样？	60
5. 怎样的应对措施可以保护生物多样性并改善人类福祉？	69
6. 2010 年前后，降低生物多样性丧失速度的前景是什么？ 对《生物多样性公约》意味着什么？	77
附录 A. 缩略语、简称和图表来源	83
附录 B. 评估报告目录表	85

前言

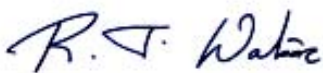
千年生态系统评估旨在评估生态系统的变化对人类福祉的影响，为推动生态系统的保护和可持续利用、促进生态系统对人类福祉的贡献而采取后续行动奠定科学基础。生物多样性对支持生态系统服务具有重要作用。根据《生物多样性公约》及其他国际公约的决议，各国政府为千年生态系统评估提供了支持。千年生态系统评估在联合国的资助下于2001年启动，由理事会进行管理，其成员包括国际机构代表、政府部门、原住民、非政府组织以及企业的代表。在联合国环境规划署的组织协调下，有来自95个国家的1360名科学家参加了评估工作。

本报告综合了4个千年生态系统评估小组（环境和趋势、情景、对策和区域评估）编写的报告中有关生物多样性方面的研究成果。从一开始，千年生态系统评估就致力于通过各种途径首先满足《生物多样性公约》的要求。公约缔约方对千年生态系统评估所开展的、对公约执行情况的评估所做出的贡献表示欢迎。我们鼓励缔约方参与千年生态系统评估的编写工作，并提名由科学、技术和工艺附属咨询机构（SBSTTA）主席及其执行秘书作为代表参与千年生态系统评估委员会。《生物多样性公约》缔约方对评估报告基本章节以及本综合报告提供了审核意见。此外，在2005年2月举行的第10届SBSTTA会议上还递交了本综合报告的倒数第二份草稿，在最后定稿时也考虑了当时对草稿所做的审核意见。应缔约方大会的要求，SBSTTA将在第11届会议上审定千年生态系统评估的最终成果——其中包括这份生物多样性综合报告——以便在缔约方大会上就《生物多样性公约》如何根据评估结果提出的建议来调整自己今后的工作范围。

如果没有全球2000多名作者和评论者的卓越贡献，这份报告将成为空中楼阁。他们为评估工作的进展奉献了自己的知识、创造力、时间和热情。我们在此向准备这份报告的综合报告小组表示感谢，还要向千年生态系统评估小组、协调领导作者、主要作者、信息提供者、编审委员会和审核专家表示感谢，他们对这份报告贡献了自己的一份力量。我们要感谢各机构的鼎力支持，使这些人员能够参与生态系统的评估工作。我们还要感谢千年生态系统评估委员会现在和过去的成员（以及他们的代理人）、千年生态系统评估筹备指导委员会的成员、《生物多样性公约》秘书处的工作人员、千年生态系统评估秘书处的工作人员、实习生以及志愿者对评估工作的贡献。

我们尤其要特别感谢向千年生态系统评估提供重要资金支持的赞助机构：全球环境基金；联合国基金会；大卫-卢西帕克基金会；世界银行；国际农业研究咨询组；联合国环境规划署；中国政府；挪威政府外交部；沙特阿拉伯王国以及瑞典国家生物多样性规划署。如要查询向千年生态系统评估提供资金支持的所有机构和组织名单，可以登录 www.MAweb.org。

我们希望本报告能对所有关心《生物多样性公约》及其目标的人士有所帮助。《生物多样性公约》的目标是保护和可持续利用生物多样性，公平公正地分享利用基因资源所带来的惠益。



Dr. Robert T. Watson
MA 委员会联合主席
首席科学家
世界银行



Dr. A.H. Zakri
MA 委员会联合主席
主任
联合国大学高等研究院

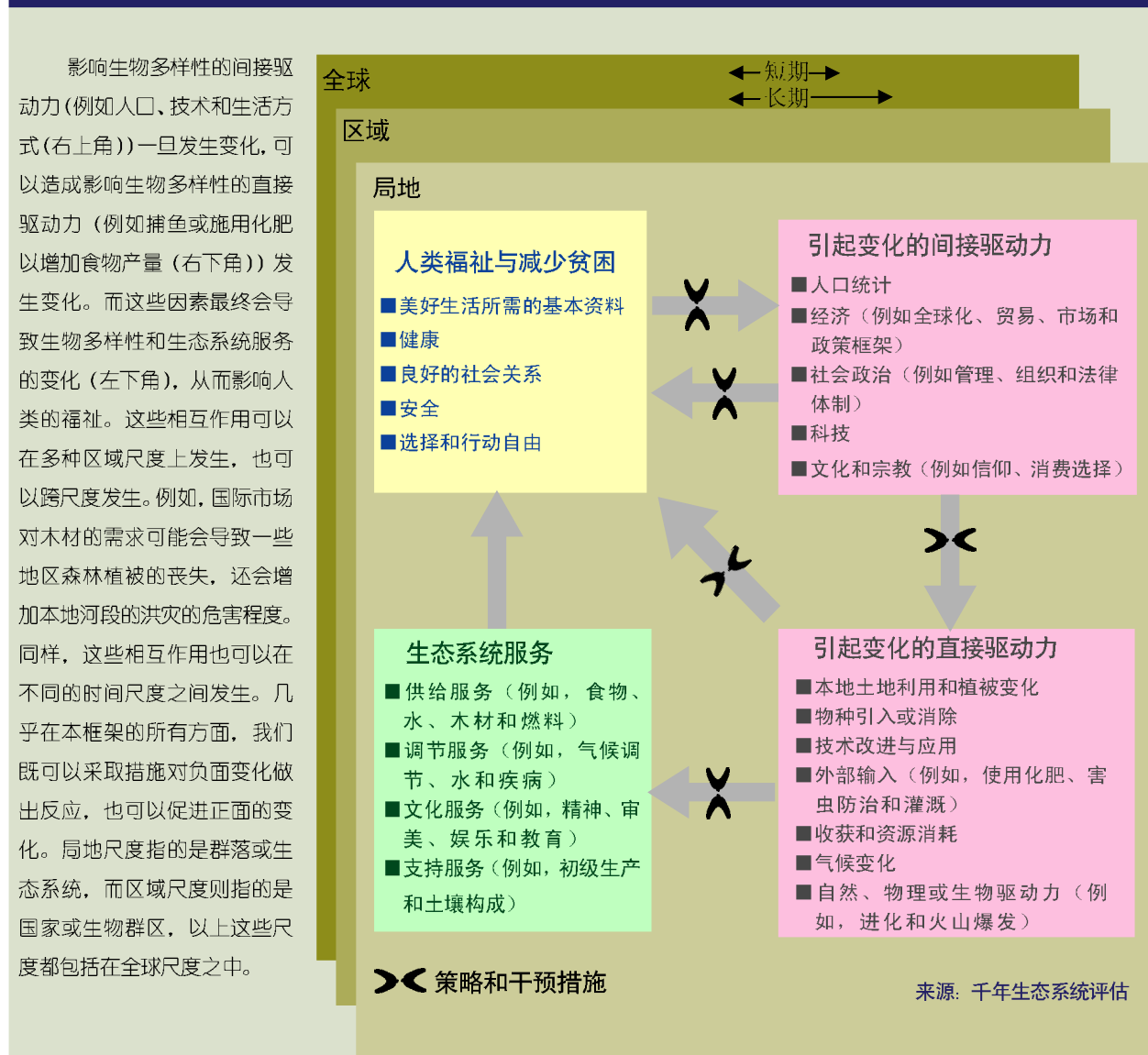


Hamdallah Zedan
执行秘书
《生物多样性公约》

序 言

千年生态系统评估旨在为推动生态系统的保护和可持续利用、促进生态系统对满足人类需求所做的贡献而采取后续行动奠定科学基础。所有生态系统的基础是由植物、动物和微生物组成的动态综合体，因此生物多样性（biological diversity，或缩写为 biodiversity）就成为千年生态系统评估的重要组成部分。千年生态系统评估认为，人类、生物多样性以及生态系统之间存在着相互作用。这就是说，人类生活环境的变化会直接或间接地促使生物多样性和生态系统发生变化，并最终导致生态系统所提供的服务的变化。因此，生物多样性与人类福祉息息相关（见图 A）。千年生态系统评估还认为，其他一些不依赖生物多样性变化的因素也会影响人类的生活环境，而生物多样性同样受到许多与人类无关的自然因素的影响。

图 A 千年生态系统评估关于生物多样性、生态系统服务、人类福祉及其变化驱动力之间相互作用的概念框架



人类福祉是千年生态系统评估关注的焦点，而生物多样性和生态系统也有其内在的价值。人们根据对福祉和内在价值两方面的考虑来做出与生态系统有关的决定。

完整而全面地评估人类与生物多样性之间的相互作用，需要一种多尺度的方法，是因为这种方法能更好地反映决策的多尺度本质，还能对来自特定区域外部的驱动力进行研究，并提供方法用于分析生物多样性、生态系统服务以及区域内的不同地区或不同群体对政策的不同反映所产生的不同影响。因此，千年生态系统评估包括了一个全球评估和 33 个亚全球评估。（见图 B）

图 B 千年生态系统评估亚全球评估

有18个亚全球评估经过批准成为千年生态系统评估的组成部分。这18个亚全球评估并不是要为生态系统或人类福祉的未来提供一个科学样本，评估地点的选择是由评估重要性、采用调查结果的重要性以及资源评估可用性这3个综合因素决定的。因此评估主要用于满足决策者在不同地区进行决策的需求，同时也从亚全球尺度为全球尺度的千年生态系统评估调查结果提供信息和结论，反之亦然。千年生态系统评估也利用了来自其他15个与千年生态系统评估有密切联系的亚全球评估信息，这些亚全球评估均符合上述标准或处于开发的早期阶段。



读者指南

本报告综合了千年生态系统评估全球和亚全球评估中有关生物多样性和人类福祉方面的发现。所有千年生态系统评估的作者和编审都对本报告付出了自己的努力，他们对本材料所依据的基础评估内容做出了巨大贡献。

千年生态系统评估委员会还编写了另外 5 份综合报告以便其他读者使用。这 5 份报告分别是概述、《联合国防治荒漠化公约》、《拉姆萨尔湿地公约》、商业以及健康综合报告。另外，每个千年生态系统评估亚全球评估都将提供报告，以满足本地区读者的需要。4 个千年生态系统评估工作小组的完整技术评估报告将于 2005 年年中由 Island Press 出版。您可以在互联网上获取到所有出版的评估材料，以及技术报告中使用的核心数据和术语，网址为 www.MAweb.org。附录 A 列出了本报告使用的缩略语和简称，还包括一些图表来源的附加信息。在本报告中，“\$”符号表示美元，“吨”为“公吨”。

在本综合报告中，正文圆括号中出现的参考资料主要来源于每个工作小组的完整技术评估报告中的基本内容（评估报告章节目录请参见附录 B）。为方便读者阅读，在最终稿中，我们通常会对技术数据的引用指明章节部分或具体专栏、表格或插图。在本报告出版之前，一些章节子目录的编号在最终审稿期间可能还会有所变化。

报告中使用了一些观察证据、模型结果和研究理论，根据作者的集体意见，在适当的地方使用了下列词语来表示评估结果的不确定性程度：**非常确定**（98% 或以上可能性）、**高确定性**（85%~98% 的可能性）、**中等确定性**（65%~85% 的可能性）、**低确定性**（52%~65% 的可能性）和**非常不确定**（50%~52% 的可能性）。在其他情况下，我们使用定性指标来表示被科学了解的水平：**非常了解**、**了解但不完全**、**有争议性的解释和推测**。

关键信息

- 生物多样性对人类的惠益不仅仅在于其对物质福祉与生计的贡献，而且还包括其对于安全、自愈能力、社会关系、健康以及选择和行动的自由等的贡献。
- 过去 50 年间，由于人类活动所带来的生物多样性的变化比人类历史上任何时期都要快，并且造成生物多样性丧失和引起生态系统服务功能变化的驱动力要么保持稳定、要么长期以来未显现下降迹象、要么强度正在增加。千年生态系统评估设定的 4 种可能的未来情景中，预测生物多样性发生变化的速度将会持续下去或加快。
- 在过去的一个世纪里，很多人从自然生态系统转变为人类主宰的生态系统以及从生物多样性的开发中获益。但同时，取得这些收益的代价越来越大，其表现形式为生物多样性丧失、许多生态系统服务功能下降以及部分群体贫困程度加剧。
- 引起生物多样性丧失和生态系统服务变化最重要的直接驱动力是栖息地变化(如土地利用变化、河道改造或从河流引水、珊瑚礁丧失和由于拖网捕鱼对海底造成的破坏)、气候变化、外来入侵物种、过度开采和污染。
- 通过优化的评估技术和生态系统服务信息显示，尽管许多个人从生物多样性丧失和生态系统变化中受益，但社会为这些变化所承担的代价往往更高。即使在对于效益和代价的了解不全面的情况下，当与生态系统变化有关的代价可能较高或将会造成不可逆转的变化时，我们也应采取预防性措施。
- 为了在生物多样性保护方面取得更大进展，从而进一步改善人类福祉并减轻贫困，就必须加强以保护和可持续利用生物多样性和生态系统服务功能为主要目的的应对措施。但是，仅这样做还不够，还必须要应对造成变化的间接和直接驱动力，并为实施这一整套应对方案创造有利条件。
- 实现千年发展目标的 2015 年目标与 2010 年降低生物多样性丧失速度的目标，看来是可以相互兼顾的，另外，各个国际社会通过的在有关生物多样性、环境可持续性以及发展的目标上也还有许多合作潜能。协调这些目标的实施将有助于它们之间的协同和合作。
- 要实现在 2010 年前显著降低生物多样性丧失速度的目标必须在各个层次上开展前所未有的努力。
- 为保护和可持续利用生物多样性和生态系统，仅有短期目的和目标是不够的。考虑到政治、社会经济和生态系统一般所需的反应时间较长，因此有必要制定长期目的和目标(如 2050 目标)用于指导政策和行动。
- 增强对生物多样性、生态系统功能和生态系统服务的驱动力变化所带来的后果的预测能力，以及完善生物多样性测度手段将有助于各个层面上的决策。
- 科学可以帮助确保应对决策是根据现在掌握的最佳信息而做出的，但生物多样性的未来状况最终将取决于人类社会。

给决策者的报告摘要



2001—2005年进行的千年生态系统评估(MA),目的是评估生态系统变化对人类福祉的影响,并对改善生态系统保护与可持续利用的现有对策及其对人类福祉的贡献进行分析。开展千年生态系统评估是为了响应《生物多样性公约》及其他国际公约(《联合国防治荒漠化公约》、《拉姆萨尔湿地公约》和《迁徙物种公约》等)的各种要求,同时也满足包括商业界、社会民众和原住民在内的其他利益相关者的需求。来自95个国家的约1360名专家组成了4个工作组,开展了一个全球评估及33个亚全球评估。每一个工作组和每一个亚全球评估都编写了详细的技术评估报告。

本报告综合了4个千年生态系统评估工作组有关生物多样性方面的发现。千年生态系统评估将生物多样性定义为各种来源(包括陆地、海洋和其他水生生态系统以及其所构成的生态复合体)的活生物体的变异性。本报告及千年生态系统评估全文中所展示的材料是基于当前知识状况的评估。评估的目的是:

- 提供权威的信息来源;
- 利用知识和信息解决具体的政策问题;
- 阐明在哪些领域科学界已取得广泛的共识,哪些领域仍存在重大的争议;
- 提供在单独研究中可能不明显、在广泛的知识评估中才显现出来的现象与结论。

同生态系统途径(参见CBD第V/6号决定)的含义保持一致,千年生态系统评估认为人类是生态系统中的有机组成部分。也就是说,在人类和生态系统其他组成部分之间存在互动关系,即不断变化的人类活动直接或间接促进生态系统的变化,而生态系统的变化引起人类福祉的变化。同时,独立于环境之外的许多其他因素会改变人类活动,而许多自然因素也会影响生态系统。千年生态系统评估将人类福祉作为评估的重点,同时认识到生物多样性和生态系统也具有内在的价值——其所拥有的,为其自身的,与对其他事物的使用价值无关的价值——人类应该在考虑自身福祉、其他方面的福祉以及在这些内在价值的基础上做出的有关生态系统的决策。

生物多样性可称为“地球上生命的多样性”,这

种多样性对于生态系统功能的发挥必不可少,生态系统是提供生态系统服务的基础,其所提供的生态系统服务最终将影响人类福祉。生物多样性的概念阐述起来虽然很简单,但实际上生物多样性所包括的内容可能很复杂,并需要避免概念上的误区。(参见专栏1)例如,由于生物多样性有许多组成部分——包括所有活生物体(无论植物、动物还是微生物)的多样性,物种与种群内部及物种与种群之间的多样性,以及生态系统的多样性——这些组成部分都可以独立地改变,所以没有一个单一组成部分(无论是基因、物种或生态系统)可以持续地作为总体生物多样性的适当指标。

千年生态系统评估重点放在生态系统与人类福祉之间的联系上,特别是“生态系统服务”——人类从生态系统中获得的惠益,包括提供生活必需品的服务,如食物、水、木材和纤维;调节服务,如调节气候、洪水、疾病、废物和水质;文化服务,如休闲、审美和精神享受;支持服务,如土壤形成、光合作用及营养循环。千年生态系统评估评估了生态系统和生态系统服务发生变化的间接和直接驱动力、所提供服务的现状以及生态系统服务的改变对人类福祉的影响。千年生态系统评估对人类福祉采用了广义的定义,着力研究生态系统变化如何影响人们的收入与物质需求、健康状况、良好的社会关系、安全以及选择与行动的自由。千年生态系统评估设定了4种可能出现的全球情景模式,探讨驱动力、生态系统、生态系统服务功能与人类福祉在未来可能出

专栏1 生物多样性及其丧失——避免概念误区

对于生物多样性概念的几个重要内容的不同诠释，会导致对科学研究成果及其政策意义理解上的混乱。具体来讲，基因、物种或生态系统多样性本身的价值往往同生物多样性某个具体组成部分的价值相混淆。例如，物种多样性本身及其内部很有价值，这是由于不同物种的存在有助于增强生态系统应对环境变化并保持弹性的能力。同时，该多样性的单一组成部分(如某一特殊的粮食作物品种)可能作为生物资源很有价值。生物多样性变化对人类的影响可能既来自于多样性本身的变化，也来自于生物多样性某一特定组成部分的变化。生物多样性这些组成部分的每一方面均值得决策者关注，并且每一方面往往需要其各自的(但是彼此相关的)管理目标及政策。

其次，由于生物多样性是指生物组织(基因、种群、物种和生态系统)在多重尺度上的多样性并可以存在于任何地理尺度上(局地、区域或全球)，通常说明组织的具体层次和关注的尺度很重要。例如，将广泛生长的野草品种引入一个洲(如非洲)将增加该洲的物种多样性(有更多物种存在)，但会减少全球生态系统的多样性(由于广布种的出现，该洲的生态系统在物种构成上将同其他地方的生态系统更加相似)。由于涉及不同层次组织和多重地理尺度，任何单一的指标(如物种多样性)通常都无法较好地反映决策者可能关心的生物多样性的各个方面。

这两个因素在理解生物多样性“丧失”的意义方面很有帮助。为评估实现联合国2010目标方面的进展，《生物多样性公约》将生物多样性丧失定义为“在全球、区域和国家尺度衡量的生物多样性组成部分及其提供产品和服务的潜力的长期或永久性质量或数量的降低”(CBD COP VII/30)。在这一定义下，若生物多样性本身减少(如由于某些物种灭绝)或生物多样性组成部分提供某一服务的潜力减小(如由于不可持续的收获)，均可构成生物多样性丧失。这样即使由于新物种的引入使得物种多样性在某些地区可能实际增加，生物多样性的趋同性——即外来入侵物种在世界范围内的广泛传播——也造成了全球范围的生物多样性丧失(因为世界各地原本不同的物种群体现在变得更为相似)。

现的变化(参见专栏2)。最后，评估探讨了用于管理生态系统服务的各种对策措施的优缺点，并指出既可改善人类福祉又可保护生态系统的具有良好前景的机会。

存在的主要问题

发现1 人类行动正在彻底地并在更大程度上不可逆转地改变着地球上生命的多样性，并且这些变化大多是生物多样性的丧失。生物多样性的的重要组成部分在过去50年中的变化比人类历史上任何时期都更为迅猛。预测和设想的情景模式表明这种变化速度在未来将继续或者加速。

实际上，地球上所有的生态系统由于人类的活动都发生了显著的转变。1950年后的30年间土地开垦为耕地的面积超过1700—1850年间150年的总和。1960—2000年间，水库储水量翻了两番，结果是大型水库内的储水量估计是以往任何时刻河流流量的3~6倍。有充分数据显示，20年间，一些国家(约占红树林总面积的一半)的红树林消失了约35%。在20世纪的最后几十年中，约20%的珊瑚礁遭到破坏，另有20%出现退化。虽然目前生态系统最迅速的变化出现在发展中国家，但工业化国家在历史上也曾经历过类似的变化。

千年生态系统评估所评估的14个生物群区中一半以上有20%~50%已被人类开垦利用，其中温带和地中海森林、温带草原受到的影响最为严重(这些群区的原生栖息地约3/4被耕地取代)⁽¹⁾。在过去50年中，热带和亚热带干旱地区森林的开垦速度最为迅速。

在全球范围内，某些生态系统转化的净速度已开始放慢，不过在某些情况下是由于再也没有多少栖息地可用于进一步开垦。总体来讲，随着适用于农业精耕的有限土地面积的持续减少，在世界上的许多地区进一步扩大耕作面积的可能性正在减少。农业生产率的提高也减少了扩大耕地面积的压力。自1950年以来，在北美、欧洲和中国的耕地面积保持稳定，在欧洲和中国甚至有所减少。前苏联的耕地面积自1960年以来一直在减少。在温

⁽¹⁾ 生物群区代表广泛的栖息地和植被类型，跨生物地理区域，因为生物群区将全球划分为有生态意义的种群和对照种群，因此是评估全球生物多样性和生态系统服务的很有用的单位。在本报告和千年生态系统评估的其他章节中，使用了世界自然基金会根据地域生态区进行生物群区分类所得的14个生物群区(C4.2.2)。

专栏2 千年生态系统评估设定的情景

千年生态系统评估根据对变化驱动力及其相互作用可能存在的不同设想，制定了探讨生态系统和人类福祉的4种未来可能的情景：

全球协同——这一情景展示了一个全球化的社会，注重全球贸易与经济自由化，但对生态系统问题采取了一种被动反应的方式，也采取强有力的措施减轻贫困和不平等并投资于公共利益(如基础设施和教育)。这一情景在4个情景中经济增长幅度最高，而预计2050年的人口数量最低。

实力秩序——这一情景展示了一个区域化和各自为政的世界，关注安全和保护，主要强调区域化市场，很少关注公共利益，对生态系统问题采取被动反应的方式。经济增长率在各情景中最低(尤其是发展中国家)，并且随时间推移，人口增长率最高。

适应组合——在这一情景中，区域流域尺度生态系统是政治和经济活动的中心。当地机构得到加强，地方生态系统管理策略很常见；社会对生态系统管理采取强有力的积极主动的方式。经济增长在最初阶段较低，但随着时间增长，2050年的人口水平同实力秩序几乎一样高。

技术乐园——这一情景展示了一个全球化的世界，强烈依赖于对环境无害的技术，使用得到高度管理并常常是经过改造的生态系统提供生态系统服务，对生态系统管理采取积极方式以避免问题出现。经济增长速度相对较高并将加速，而2050年的人口水平在各情景中居中。

这4种情景并非对未来的预测；制定这些情景的目的是探讨驱动力变化和生态系统服务的不可预见性特

征。虽然所有情景均以当前条件和趋势作为出发点，但没有一个情景代表现状保持不变。

提出这些情景采用了定量模型和定性分析。对某些驱动力(如土地利用变化和碳排放)和生态系统服务功能(取水、食物生产)，使用了得到认证并经同行审议的全球模型进行计算，做出量化预测。对其他驱动力(如技术变化和经济增长速度)、生态系统服务(特别是支持服务和文化服务，如稳固土壤和提供娱乐机会)以及人类福祉指标(如人类健康和社会关系)则采用定性估算。总体来讲，这些情景中使用的定量模型处理了增量变化但未能处理阈值、极端事件的风险或生态系统服务中出现的重大、极大损失或不可逆转的变化所引起的影响。在每个情景中，通过考虑重大但不可预见的生态系统变化的风险和影响，对这些现象进行了定性处理。

这些情景中有3种情景——全球协同、适应组合和技术乐园——对旨在应对可持续发展挑战的政策做出了重大改变。在全球协同情景中，消除了贸易障碍，取消了扭曲性补贴并将重点放在消除贫困和饥饿上。在适应组合中，到2010年，多数国家将GDP的近13%用于教育(相比之下2000年平均为3.5%)，并且会出现多种促进区域团体间技能和知识转让的机构。在技术乐园中，制定的政策为提供或维护生态系统服务的个人和公司提供补偿金。例如，在技术乐园情景中，到2015年，约50%的欧洲农业和10%的北美农业将力求在食物生产和其他生态系统服务的产出之间达成平衡。这一情景下，在开发环境技术用于增加服务的产出、创造替代品和减少负面影响方面出现了重大技术进步。

带和北半球地区，20世纪90年代中森林面积每年约增加300万 hm^2 ，不过这一增长中约40%来自于人工造林。

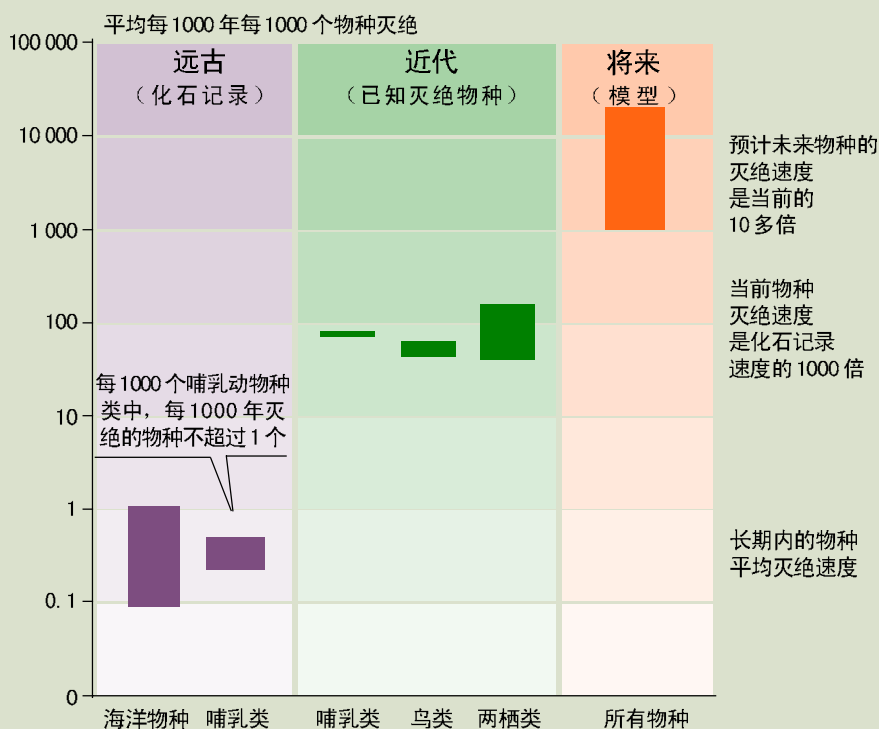
在各不同生物分类群体中，多数物种的种群数量或种类(或二者)均呈减少趋势。研究表明，全球范围内的两栖动物、非洲哺乳动物、耕地上的鸟类、田间的英国蝴蝶、加勒比海和印度太平洋的珊瑚和常见的捕捞鱼类中，多数物种的种群数量呈下降趋势。例外的是在保护地中得到保护的物种、所面临的特定威胁(如过度开发)已被消除了的物种，

以及那些在经过人类活动改造的环境中也易于生长的物种。对海洋和淡水生态系统的研究相对少于对陆地系统的研究，因此我们对整个生物多样性状况的了解还十分不足；对于那些得到较多研究的物种，生物多样性丧失的主要原因是种群灭绝和种群分布受到限制所致。

在过去几百年中，人类造成的物种灭绝速度比地球历史上典型的参照速度增长了1000倍之多。(见图1)在过去100年中，约有100种鸟类、哺乳动物和两栖动物被充分证明为已经灭绝——是参

图1 物种灭绝速度 (改编自 C4 图 4.22)

“远古”的物种灭绝速度是指根据化石记录计算的平均灭绝速度。“近代”的物种灭绝速度是指通过已知灭绝物种(低端估计)或已知灭绝加上“可能已灭绝”物种(高端估计)计算出的灭绝率。“可能已灭绝”的物种是指专家认为这一物种已灭绝,但尚未开展广泛的调查以确认该物种消失。“未来”的物种灭绝速度是指采用各种技术从模型中得出的估计值,这些技术包括物种地区模型、物种向受威胁程度加重的类型转化的速度、与世界自然保护联盟制定的受威胁类型有关的灭绝概率、预计出现的栖息地丧失对目前受栖息地丧失威胁的物种的影响,



来源: 千年生态系统评估

以及物种丧失同能源消费之间的联系。在各“未来”估计中所用的时间框架和物种群体各不相同,但总体上指根据当前受威胁程度预计未来将出现的物种丧失,或根据大致在1970—2050年间发生的栖息地变化预计目前和未来将出现的物种丧失。根据化石记录做出的估计具有**低确定性**。对已知灭绝做出的低端估计为**高度确定性**,而高端估计为**中度确定性**;由模型得出灭绝结论的低端估计为**低确定性**,高端估计为**推测性**。

照速度的100倍以上。若包括未得到充分印证但很可能已出现的灭绝事件,这一速度将高于参照速度1000多倍。

地球上物种的分布正愈加趋同。这里趋同的意思是平均来讲,在地球上位于某一地点的物种系同另一个地点的物种系的差别正在减小。这一趋势由两个因素造成,首先,某些特定地区所特有的物种正在以更高的速度灭绝;第二,物种侵入或被引入新地区的速度很快,并由于贸易增长和交通更为迅捷而继续加快。目前,所记录的物种被引入世界不同地区的速度高于所记录的物种灭绝的速度,从而造成本地多样性异常的、往往是暂时性的增加。趋同现象造成的影响取决于引入物种的攻击性及这些物种所带来的服务(如引入物种用于林业或农

业)或所损害的服务(如丧失原生物种意味着丧失一些选择机会和生物保障)。

根据世界自然保护联盟制定的灭绝危险程度标准,目前在得到充分研究的高等生物类群(哺乳动物、鸟类、两栖动物、针叶林和苏铁)中约10%~50%有灭绝的危险。约12%的鸟类、23%的哺乳动物和25%的针叶林目前有灭绝的危险。此外,32%的两栖动物面临灭绝的危险,但由于数据较为有限,这一数字可能被低估。苏铁(一种类似棕榈的常青植物)受威胁的程度更高(52%)。然而,对于水生(包括海洋和淡水)生物体跟踪研究的程度远低于陆地系统的生物体,这可能掩盖了水生生物体同样严重的灭绝危险(低确定性)。

全球范围内基因多样性、特别是培育物种造成的基因多样性减少。自1960年以来，“绿色革命”使农田和农业系统中的物种内部多样性模式发生了根本性的变化。农业系统的精耕细作，加上植物育种者专业化及全球化的趋同效应，使得农业系统中农作物和家畜的基因多样性显著减少。这种基因多样性的减少降低了培育物种的弹性和适应性。农田中作物基因多样性的丧失，部分由于种苗库中保存的遗传多样性而得到弥补。除培育系统外，已发生的物种灭绝和独特种群的消失（包括具有重要商业价值的海洋鱼类）造成这些物种和种群所含的独特基因多样性的丧失。这种丧失降低了系统的总体健康和适应能力，并使那些种群数量已降低至低水平的物种得到恢复的可能性也相应降低。

千年生态系统评估中所设定的所有情景均预计在21世纪上半叶生态系统的快速开垦将继续下去。预计从现在到2050年，现有草原和林地约10%~20%（低到中度确定性）将被开垦用作其他用途，其原因主要是农业的扩张，其次是城市和基础设施的扩张。千年生态系统评估情景中所预测的栖息地丧失的现象将造成全球范围内的物种灭绝，使物种数量同剩余的栖息地趋于平衡。由于千年生态系统评估设定的情景中预测1970—2050年期间栖息地的丧失现象，预计达成平衡后的植物物种数量将减少约10%~15%（低确定性），但是这一预测值可能被低估了，因为其没有考虑到栖息地丧失之外的压力因素（如气候变化和污染）所造成的物种数量减少。与此类似，丧失河流流量的变化也将造成鱼种的丧失。

为什么生物多样性丧失令人担忧？

发现2 生物多样性直接（通过提供生活必需品、调节功能和文化方面的生态系统服务功能）和间接（通过支持性生态系统服务功能）地提供人类福祉的许多组成成分，包括安全、良好生活的基本原材料、健康、良好的社会关系及选择和行动自由。过去的一个世纪中，许多人在将自然生态系统改造为人类主宰的生态系统和开采生物多样性的活动中受益。但同时，生物多样性丧失和生态系统服务功能的变化使一些人的福祉水平下降，一些社会群体的贫困现象加剧。

人类从造成生物多样性趋同或丧失的诸多活动中获得了相当大的效益。例如，对生物多样性造成很大压力的农业、渔业和林业这3个领域的活动往

往是国家发展战略的主体，所获得的收入可投资于工业化和经济发展之中。今天，农业劳动力大军仍然约占世界人口的22%及世界总劳动力的46%。在工业化国家，利用自然资源对农村地区的生计和经济仍然起着至关重要的作用。同样，对许多物种的有意引入（因为这些物种可带来效益）造成全球生物多样性趋同。另一方面，人类还消灭了一些有害的生物多样性组成部分，如某些病原生物体或害虫。

通过改造生态系统来增强一种服务，由于生态系统内部所存在的此消彼长的均衡效应，通常会使其他服务受到损害。本次评估中审查的24种生态系统服务中只有4种得到加强：作物、牲畜、水产养殖和（近几十年来）碳汇。与此形成对比的是，另外15项服务功能出现退化，包括捕鱼业、木材生产、水供给、废物处理和排毒、水净化、自然灾害防护、调节空气质量、调节区域和当地气候、调节水土流失及许多文化效益（精神、审美、娱乐和其他）。生态系统服务之间的这些得失关系对不同人群产生影响的方式也各不相同。例如，从事水产养殖的农户可能会从增加土壤盐碱度的管理做法中得到物质利益，但因此会造成附近种植粮食的农户稻米减产和食品安全受到威胁。

生态系统服务变化所带来的惠益并没有在公众中得到公正的分配，而从以往来看，生物多样性变化的许多成本和风险并未被纳入到决策过程中。即使造成生物多样性丧失的某些变化（如生态系统简化）具有积极的净经济效益，但许多人往往由于这些变化而受害。特别是对于贫困人口（尤其是在发展中国家农村地区的贫困人口）来说，由于他们直接依赖于生物多样性和生态系统服务，也就更容易受到生物多样性和生态系统服务退化所带来的影响。生物多样性的丧失等同于丧失生物保障或对维持产品和服务流通有重要意义的替代性生物资源。较为富裕的群体往往受生物多样性丧失的影响较小，因为他们有能力购买替代品或将生产和收获转移至其他地区以弥补当地生物多样性丧失的不利影响。例如，当北大西洋的渔业资源枯竭后，欧洲和其他商业性捕鱼者转移到西非海域进行捕捞，但这对依赖鱼类作为廉价蛋白质来源的西非沿海地区人民造成了不利影响。

许多与生物多样性变化有关的代价可能需要较长时间才能显现出来，或可能只有在远离生物多样性发生变化的地方才能显现出来，也可能造成难以经受的临界变化或在稳定性方面出现变化。例如，

有确凿但不完全的证据表明,生物多样性减少会降低生态系统的弹性或生态系统经受干扰后进行恢复的能力。但弹性降低后造成的代价,可能直到多年后在该系统经历重大的干扰并丧失恢复能力之后才会显现出来。同样,在一个地点发生的生物多样性变化可能对其他地点发生影响,例如,在一个地区森林被开垦为农业用地会影响距离开垦发生地很远的下游地区的河流流量。

阈值效应——一个或多个驱动力的渐变性或线性变化会造成系统剧变或非线性变化——这在水生生态系统中常见,并往往同生物多样性变化有关。例如,捕鱼业所造成的压力的持续增长会造成沿海生态系统物种种群数量的突然变化。由于多重驱动力的变化造成系统变化的一例是热带珊瑚礁,由于营养物增加、食草鱼类减少和礁石退化的总体效应造成海藻泛滥。生物多样性变化引起不稳定性的一个例子是在死海引入入侵性、食肉类栉水母——美洲梳状栉水母(一种类似海蜇的动物)——造成26种主要渔业品种迅速消失,并被认为(同其他因素一起)造成了缺氧“死亡”区持续扩大。这一物种后来被引入加斯比安和阿勒尔海,也造成了类似的影响。

生物多样性丧失本身就十分重要,这是因为,生物多样性具有文化价值,许多人赋予生物多样性内在的价值,并且生物多样性还代表了尚未探究的未来可选方案(具有选择价值)。各行各业的人们出于精神、审美、娱乐和其他文化原因而珍视生物多样性。在全球尺度内的物种灭绝也具有特别的重要性,因为物种这种永久的、不可逆转的丧失是人类福祉组成部分的丧失。种群灭绝和栖息地丧失在国家 and 局地尺度尤为重要,因为多数生态系统服务是提供给局地 and 区域一级,并主要取决于物种的类型和相对丰富性。

生物多样性的价值

发现3 经过优化的评估技术和对于生态系统服务的进一步了解告诉我们,虽然许多个人从造成生物多样性丧失和生态系统变化的行动和活动中受益,但社会所承受的代价往往高于这些惠益。即使在我们对于惠益和代价的了解不够完全的情况下,若同生态系统变化有关的代价可能较高或可能带来不可逆转的变化,我们也应采用预防性措施。

目前在一些具体地方针对生物多样性变化(如红树林的开垦、湿地排干和砍伐森林)带来的经济价值的变化所开展的若干研究表明,生态系统开垦的总经济成本(包括生态系统服务的市场和非市场价值)非常巨大,有时会超过改造栖息地所带来的效益。尽管如此,若干个案例仍然力促进行生态系统的转化,因为生态系统服务丧失的代价并未计算在内,而私人所得到的利益可观(尽管低于公众的损失),并且有时还因为补贴造成相对成本和效益的扭曲。这些变化往往使多数当地居民失去对原生态系统的所有权。

一个国家的生态系统及其生态系统服务也是一种资本资产,但是通过更好地管理这一资产可获得的效益在常规经济指标中常常难以得到反映。一个国家可以砍伐森林、过度捕捞渔业资源,虽然这是资本资产的损失,但只会显示为国内生产总值的正向增长。若在计算国家财富时考虑到这种“自然资本资产”的减少,那么经济上特别依赖于自然资源的国家的财富将显著下降。例如,在20世纪70年代和80年代一些表面上经济出现正增长的国家实际上资本资产出现了净损失,这实际上会破坏这些国家已取得的任何成果的可持续性。

生态系统出现“意外”所造成的代价可能很高。例如,美国每年花费数亿美元的资金用于控制起初很少造成影响或影响轻微、但后来极具入侵性的外来物种。在近几年中,洪水、火灾和其他极端事件的保费已大幅增长。生态系统变化有时是造成这些极端事件发生频率增加和程度日益严重的重要因素。这种意外事件显示,即使在数据不完全足以计算成本和效益的情况下,也应采用预防性原则来保护生物多样性。

今后,与生物多样性丧失有关的代价和风险预计将会增大,并将主要由贫困人口承担。随着生物多样性及其所提供的生态系统服务减少,生物多样性的边际价值将呈上升趋势。这还会对分配造成影响,但在经济价值的评估研究中不一定能够体现出来,因为贫困人口“付费的意愿”相对较低。生物多样性衰退的多方面影响很大程度上落在贫困人口身上。例如,鱼类种群减少对于手工捕鱼者以及以鱼作为蛋白质重要来源的群体有重大的影响。干旱地区资源出现退化时,最深受其害的也是贫困人口和弱势群体。

目前人类已有能够更为全面地计算生物多样性

和生态系统服务价值的工具。但是，对于某些生态系统服务仍然难以评定其价值，因此多数决策仍是在未详细分析各方面成本、风险和效益的情况下做出的。经济学家一直在极力确定生物多样性和生态系统对人类有价值的各种原因。这些原因包括生态系统直接或间接地支持一些人自身的消费（往往被称之为使用价值），或支持他人或其他物种的消费（往往被称之为非使用价值）。目前已有多种评估方法可用于估计这些不同的价值来源。虽然这些工具存在，但常规做法只评定生态系统提供的生活必需品服务。因为难以直接观察或衡量人们为这些服务付费的意愿——这些服务无法私人拥有或进行交易，多数支持服务、文化服务和调节服务的价值未能得到评定。此外，尽管许多人认识到生物多样性具有内在价值，却无法用常规经济术语进行价值评定。

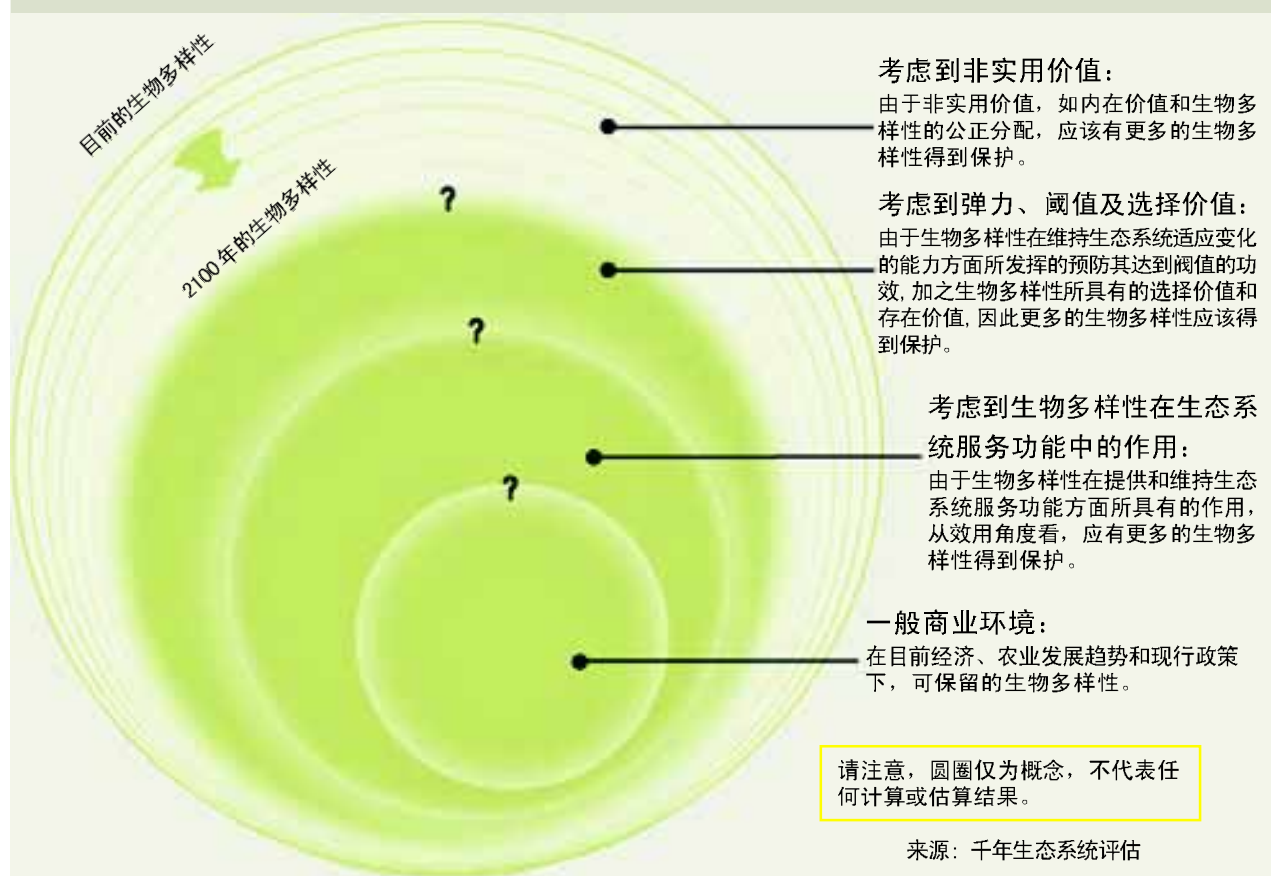
基于对生物多样性具有对人类有用的物质或其

他效益的经济价值的评价，采取措施，从而使保护生物多样性的前景十分巨大。保护生物多样性对于作为特定生物资源的来源、维持不同的生态系统服务、维护生态系统的弹性以及为将来提供对策等具有重要意义。由于生物多样性为人类提供的这些效益在决策和资源管理中还没有得到很好的体现，因此导致目前生物多样性丧失的速度高于考虑到这些效益后应有的速度。（见图2）

但是，完全出于效用目的而保护的生物多样性，能保护下来的总量可能会少于当前生物多样性的现有量（中等确定性）。即使在决策中完全考虑实用效益（如与提供生活必需品和调节生态系统服务有关的效益），地球仍然会丧失生物多样性。其他实用效益往往会同维护更多生物多样性的效益“竞争”，最终权衡的结果是存留下的生物多样性将少于目前生物多样性的现有量。许多为提高生态系统服务产量（如农业）所采取的步骤要

图2 在不同价值框架下，100年后将有多少生物多样性得以存留下来？

图中外圈代表全球生物多样性的当前水平。每一个内圈代表在不同价值框架下的生物多样性水平。问号表示对界限所在位置的不确定性，即代表在不同价值框架下每一圆圈的适当大小。



求简化自然系统，并且要求保护某些可能对保护生物多样性没有价值的生态系统服务（例如单一栽培种植林中的木材）。总之，同仅依赖于不完善和不完整的市场运作相比，考虑到伦理、合理分配和精神需求等因素（图2最外层），可以使更多的生物多样性得到保护。

造成生物多样性丧失的原因及其改变

发现4 造成生物多样性丧失的驱动力和生态系统服务变化的驱动力要么保持稳定（未表现出减少迹象）、要么在增强。

综合起来，在全球范围内，生物多样性和生态系统服务有5个间接驱动力：即人口、经济、社会政治、文化和宗教及科学技术方面的驱动力。虽然自然原因会导致生物多样性和生态系统服务的变化，但目前的变化主要是由于人类活动的间接驱动力引起的。特别是由于人口的增加和人均消费的增长造成对生态系统服务的消费不断增长（以及对化石燃料的使用不断增长），使得对生态系统和生物多样性的压力持续增加。在1950—2000年间，全球经济活动增长了近7倍。在千年生态系统评估设定的情景中，预计到2050年人均GDP增长系数将由1.9增加到4.4。全球人口在过去40年中翻了一番，2000年达到60亿，并且在千年生态系统评估设定的各情景中，预计到2050年人口将增加至81亿~96亿。

全球化的许多进程加强了生态系统服务变化的某些驱动力，同时减弱了其他一些驱动力。在过去50年中，社会政治驱动力出现了重大变化，如中央集权制度的衰落和民主选举的兴起，为环境资源管理的新形式（特别是适应性管理）创造了条件。文化修养会塑造个人的世界观，影响他们对重要事物的判断，如保护意识、消费者偏好，判断哪些行动适当、哪些不适当。科学知识和技术的发展与普及一方面可以增加资源利用的效率，另一方面也提供了对自然资源过度开发的手段。

生物多样性丧失和生态系统服务变化的最重要的直接驱动力包括栖息地变化——如土地利用的变化、对河流进行的物理改造或从河流引水、珊瑚礁消失、拖网捕鱼造成海底受损、气候变化、外来物种入侵、物种过度利用和污染。对于几乎所有这些驱动力和在其中起重要作用的多数生态系

统，驱动力的影响目前都保持稳定或正在增加（见图3）。这些驱动力中的每一个都对21世纪生物多样性有重要的影响。

■ 栖息地改造，特别是开垦用于农业。人工培育系统（即那些至少30%用于耕地、轮作农业、圈养家畜或淡水养殖的地方）目前约占地球地表面积的1/4。在千年生态系统评估设定的情景中，预计到2050年还将有10%~20%的草原和森林被开垦（主要用于农业）。虽然农业的发展和农业生产率的提高成功地提高了一项主要生态系统服务的产量，但是这种成功由于替换了其他生态系统服务而付出了很高的代价，并且代价在继续增加，一方面通过土地面积变化的直接作用，另一方面则是向河流中排放营养物并引水用于灌溉所造成的影响（在全球范围内，估计这种引水灌溉约有15%~35%是不可持续的）（低到中度确定性）。栖息地丧失也发生在沿海和海洋系统中，不过对这种栖息地改造的记录不如对陆地的详细。例如，在海底拖网捕鱼会严重减少海底栖息地的多样性，而破坏性渔业和沿海开发会造成珊瑚礁的丧失。

■ 过度利用（特别是过度捕捞）。对于海洋生态系统，变化最重要的直接驱动力是过度捕捞。人类以鱼类为食并将鱼作为水产养殖饲料的需求将继续增长，其结果是区域海洋渔业资源受到重大而长期的破坏的危险在增加。在世界上多数地区，渔业目标鱼类（包括目标物种和意外捕获物种）的生物量同工业化捕捞前的水平相比减少了90%。世界上商业化海洋渔业品种的约3/4已被利用，其中50%已充分利用，25%已经过度利用。

■ 生物交换。由于贸易和旅行（包括旅游业活动）的增长，入侵性外来物种和病原生物体的传播增加。生物交换的风险增加是全球化不可避免的效应。虽然控制入侵性物种的途径和措施越来越多，如采取检疫措施和船只压舱水排放的新规则，但仍有几个引入途径（特别是引入淡水系统的途径）没有得到充分的管制。

■ 富营养化。自1950年以来，富营养化（人类造成的氮、磷、硫和其他含有营养物的污染物的增长）已成为陆地、淡水和沿海生态系统变化的最重要的驱动力，预计这一驱动力在将来将大幅增长（高确定性）。例如，氮肥合成生产是过去50年中粮食生产显著增产的主要驱动力。人类目前生产的

活性氮（生物可提供）的产量超过了所有自然途径加在一起的产量。通常情况下将活性氮从空中播撒到自然陆地生态系统，特别是温带草原、灌木丛和森林生态系统中会直接导致植物多样性减少；包括河流和其他湿地在内的水体中活性氮含量过高，常常引起内陆水域和沿海地区出现藻类泛滥和富

营养化的状况。磷也存在类似问题，在1960—1990年间，磷的使用量是原来的3倍。今后，养分富集的问题将越来越严重，在发展中国家及亚洲东部和南部尤其如此。只有采取重大措施提高养分利用的效率，加强对富营养化具有缓冲作用的湿地的维护或恢复，这种趋势才能得到缓解。

图3 主要直接驱动力

单元中的颜色表示在过去50~100年中，每一项驱动力对各生物群区的生物多样性迄今为止所产生的影响。箭头表示驱动力对生物多样性影响的趋势。水平箭头表示持续当前的影响程度，斜向和垂直箭头表示发生影响趋势渐强。本图系在千年生态系统评估“现状和趋势工作组”评估报告的不同章节中关于驱动力变化的分析基础上制作并与其保持一致。本图代表全球范围的影响和趋势，具体区域的情况可能有所不同。



■ 人类引起的气候变化。近年来已观察到的气候方面的变化，特别是区域温度升高的趋势已对生物多样性和生态系统造成了重大影响，这些影响包括物种分布、种群数量、繁殖时间或迁徙活动方面的变化，以及病虫害爆发的频率增加。当区域海洋表面温度在一个月中比最热的月份平均温度上升 $0.5\sim 1^{\circ}\text{C}$ ，许多珊瑚礁就会发生严重的（虽然往往部分可逆）白化事件。到21世纪末，气候变化及其影响将成为全球生物多样性丧失和生态系统服务变化的最主要的直接驱动力。

根据气候变化政府间委员会开发的模型预测，到2100年，全球表面平均温度将比工业化前的水平高 $2.0\sim 6.4^{\circ}\text{C}$ ，洪水和干旱灾害增多，并且在1990—2100年间海平面将上升 $8\sim 88\text{cm}$ 。随着气候变化速度的加快以及气候绝对变化的增加，其对生物多样性的影响将在世界范围内加剧。虽然在某些地区的某些生态系统服务可能最初会由于预计出现的气候变化（如温度上升或降雨量增加）而得到加强，从而这些地区可能会从气候的少量变化中获得净收益，但是，随着气候变化加剧，在世界上大多数地区，其对生态系统服务造成的害处可能会大于益处。对比两方面科学依据的结果显示，若全球平均表面温度与工业化前的水平相比高 2°C 以上或变暖的速度超过每10年 0.2°C ，则对全世界的生态系统服务将产生严重的净有害影响（中度确定性）。

预计气候变化将进一步对主要发展目标带来不利影响，这些发展方面的挑战包括提供清洁饮用水、能源服务和食品；维护健康的环境；维护生态系统及其生物多样性和相关的生态产品和服务：

■ 气候变化将加快生物多样性丧失的速度并增加许多物种灭绝的风险，特别是那些由于种群数量低、位于受限制或小片分散的栖息地或由于气候承受范围有限等因素本身已面临风险的物种（中到高度确定性）。

■ 在许多干旱和半干旱地区水的可获取和水质将下降（高度确定性）。

■ 洪水和干旱灾害的风险将增加（高度确定性）。

■ 某些区域的水电发电和生物量产出的稳定性将下降（高度确定性）。

■ 在许多地区，疟疾和登革热等通过传病媒介传播的疾病和霍乱等水传疾病的发病率将增加（中到高度确定性），并且在其他区域由于中暑引发的死亡率上升和营养水平下降的威胁将增

加，同时由于恶劣天气影响造成的伤亡也将增加（高度确定性）。

■ 气候的任何轻微变暖都会引起热带和亚热带的农业减产（中到高度确定性），并对渔业发展产生不利影响。

■ 预计在21世纪中将发生的气候变化很可能在过去一万年中都史无前例，这种变化加上土地利用的变化和非本地或外来物种的传播，可能会限制物种迁移的能力和物种在破碎的栖息地上生存的能力。

可采取哪些措施

发现5 在保护生物多样性并促进其可持续利用方面已采取的许多措施已成功地使生物多样性丧失和趋同的速度低于未采取这些措施情况下的水平。但是，若要取得进一步重大进展将要求在现有举措的基础上，针对生物多样性丧失和生态系统服务退化的直接和间接驱动力采取多种措施。

如果此前社区、非政府组织、政府部门和越来越多的工商企业未能采取行动保护生物多样性、减少生物多样性丧失并支持其可持续利用，那么当前世界上的生物多样性将更少。很多传统文化的做法对在物质或精神方面有重要意义的生物多样性组成部分起到了保护作用。与此类似，若干以社区为基础的资源管理规划把为社区带来效益作为可持续管理的中心目标，在为民众带来了效益的同时，也减缓了生物多样性丧失的速度。各非政府组织、政府和私有部门也进行了大量投资，用于减轻对生物多样性的不利影响、保护受到威胁的生物多样性并以可持续的方式利用生物多样性。

为使生物多样性保护工作取得更大进展，必须要加强旨在保护和可持续利用生物多样性和生态系统服务的对策措施。

以保护为主要目标、已取得部分成功但需进一步加强的对策如下：

■ 保护地。保护地（包括主要用于生物多样性保护和用于进行范围广泛的可持续利用的被保护地区）非常重要，特别是在对主要驱动力变化十分敏感的环境中。如果保护地系统按照生态系统途径进行设计和管理，并充分考虑到生态走廊的重要性和保护地之间的联系（如污染、气候变化和入侵物

种等)以及外部威胁因素,这样的保护地系统就将是成功有效的。但是,在全球和区域尺度内,现有的保护地系统数量不足以保护好生物多样性的全部(或甚至代表性)组成部分。保护地需要更好的选址、设计和管理,以解决诸如代表性不够、区内人类定居造成的影响、非法采集植物和捕获动物、不可持续性旅游、外来入侵物种的影响和易受全球变化影响等问题。尽管在海洋保护地和保护地网络方面有可喜的进展,海洋和淡水生态系统的保护情况仍然要比陆地系统更差。海洋保护地常常是保护和可持续利用之间可实现协同增效的最有力的范例,因为选址适当的保护地可以显著提高附近地区渔业的产量。在所有情况下,需要采纳更为妥善的政策和制度对策以促进在各个层次上公平和公正地分享保护地的成本和效益。

■ **受威胁物种的保护和恢复措施。**目前,在通过更为有效地管理单个物种、实现生物多样性保护和可持续利用方面已开展广泛的工作。虽然采取“以栖息地为基础”保护物种是一种重要的方式,但这种做法并不能取代“以物种为基础”的方式,反之亦然。

■ **基因多样性的异地保护和就地保护。**通过基因库等手段异地保护遗传多样性的效益很大。虽然这方面的技术不断得到改进,但主要的制约因素是确保在异地保护设施中包含足够广泛的基因多样性,并将其保持在公共领域内,例如满足贫困农民的需求。此外,使用更好的异地和就地保护相结合的战略可以取得显著效果,特别是对于在异地条件下难以维护的物种。

■ **生态系统恢复。**生态系统恢复活动目前在许多国家普遍开展,这些活动包括恢复湿地、森林、草原、入海口、珊瑚礁和红树林在内的所有生态系统类型的活动。随着更多生态系统出现退化以及对生态系统服务需求的日益增长,恢复行动成为越来越重要的对策。但是,恢复生态系统的费用一般比保护原生态系统的费用高得多,并且一个系统中的所有生物多样性和服务都得到恢复的情况较为罕见。

以可持续利用为主要目标的应对措施已部分取得成功,但还需进一步加强的对策如下:

■ **为生物多样性和生态系统服务付费并建立市场。**市场机制有助于保护生物多样性的某些方面并支持其可持续利用,如开展生态旅游。在许多国家,税收方面的激励手段、通行权、可交易的开发许可证制度和合同制度(如在上游土地所有者和流域服务的受益者之间签订合同)已越来越常见,并往往在保护土地和生态系统服务方面表现出良好的效果。例如,在1996—2001年间,哥斯达黎加为土地所有者提供了3000万美元的资金用于造林或保护28万hm²森林及其所提供的的环境服务。与此类似,碳市场对碳吸收具有长期的益处,若设计得当,既不损害生物多样性保护活动,还可以为保护提供积极性。虽然这些更多地以市场为主导的做法显示出相当大的潜力,但也面临许多问题,如难以取得所需信息以确保买主确实能够得到他们所付费购买的服务;同时,需要建立保持市场运转的深层机构框架,并确保以公正的方式分配惠益。市场改革的目的是取得更好的效果,在分散决策的情况下,改进市场机制对于可持续利用和保护可能是必需之举。

■ **将生物多样性保护纳入农业、林业和渔业等行业管理措施中。**目前有两种机会存在。首先,更多样化的生产系统与替代的低多样性系统相比往往在生产效率上相同,有的甚至更高。例如,病虫害综合管理可以提高农场的生物多样性,通过减少杀虫剂用量降低成本,并满足对有机农产品不断增长的需求。其次,正如下文所述,促进高强度生产而不是扩大生产规模的战略可增加用于保护的面积。在许多国家正在进行的农业政策改革开始纳入生物多



多样性因素，但是还需采取进一步措施缓解对生物多样性和生态系统服务的有害影响。

■ **当地社区获得惠益。**事实证明，旨在通过确保当地公众从生物多样性的一个或多个组成部分中受益（如用某个物种生产的产品或生态旅游）来提高保护生物多样性的积极性的策略实施起来很困难。只有这些策略能够同时激励当地社区作出同生物多样性总体保护目标一致的管理决定时，它们才能取得最大成功。然而，即使有机会同时保护生物多样性和当地社区利益，当地社区往往还是能够从导致生物多样性丧失的活动中得到更多的经济利益。总体来讲，利用生物多样性增加收入的行动可以成为保护的动机，但若缺少适当的良性环境也会造成破坏，这种良性环境包括适当的资源权以及获取信息和利益相关者的参与。

应对保护和可持续利用双重目标、并有待进一步加强的综合性对策如下：

■ **加强多边环境协议之间及环境协议同其他国际经济和社会法规制度之间的协调。**国际协议对于处理同生态系统有关的跨国问题都很关注，但是众多障碍削弱了这些协议目前的效果。大多数双边和多边环境条约中的目标和机制的局限性以及专业性使其不能应对更为广泛的生态系统服务和人类福祉的问题。目前正在采取措施加强这些条约间的协调，这将有助于拓宽这些条约的重点关注范围。但是，在多边环境协议和政治性更强的国际法律机制（如经济和贸易协议）之间也需要开展协调，以确保协议间不会出现目标重叠的现象。

■ **公众意识、宣传和教育。**开展教育和宣传活动为公众提供了信息，从而使人们的偏好向有利于生物多样性保护的方面转变，并改善生物多样性保护对策的实施。对公众和决策者进行更好的宣传和教育是实现环境公约的目标、可持续发展（包括约翰内斯堡行动计划）和更为广泛的可持续管理自然资源的基础。虽然人们充分认识到宣传和教育的重要性，但是，为切实开展实际工作提供人力和财政资源仍然是当前持续面临的一个障碍。

■ **评估生态系统变化对人类福祉影响方面的人力资源和机构能力需要加强，并在评估的基础上采取行动。**目前，虽然许多国家开展农业、林业和渔业管理的技术能力仍很有限，但是仍远强于对这些行业以外的生态系统服务开展有效管理的能力。

■ **加强不同部门制定的对策间的协调统一。**在

许多国家，农业、渔业和林业管理中的生物多样性问题分属于不同部委的职责范围。为了鼓励可持续利用和保护生物多样性，这些部委需要建立一种机制，鼓励并推动跨部门政策的制定工作。

然而，如果不妥善处理好造成生态系统变化的其他直接和间接驱动力并建立有利的环境，以保护生物多样性或可持续利用生物多样性为主要目标的许多对策将是不可持续或效果不明显的。例如，保护地的可持续性将受到人类引起的气候变化的严重威胁。同样，如果对生态系统服务的需求持续增长，对生态系统服务的管理就不可能在全球持续下去。另外还需要创造有利条件，确定以生物多样性为重点的行動的有效性和实施程度。

为创造这些有利条件，往往特别需要对机构和环境管制框架进行变革。现有的体制在最初设计时都没有考虑到生物多样性丧失和生态系统服务退化所带来的威胁。这些体制也不利于管理共享的资源，而这正是许多生态系统服务的特点之一。所有权和获取资源的问题、参与决策权和某些资源使用类型或对排放废物的监管都会对生态系统管理的可持续性产生重大影响，并且是决定在生态系统的变化中谁获益、谁受损的根本因素。腐败是有效管理生态系统的—个主要障碍，也是由于监管和问责制度不力而滋生的。此外，多边机构设立的限制条件（如结构调整规划）也成为有效管理生态系统服务的障碍。

针对直接和间接驱动力，寻求建立对生物多样性和生态系统服务具有特别重要意义的有利环境的对策如下：

■ **取消鼓励过度利用生态系统服务的补贴（并在可能情况下将这些补贴转而用于支付非市场化的生态系统服务）。**2001—2003年，经济合作与发展组织（经合组织）国家付给农业的补贴平均每年超过3240亿美元，占2000年全球农产品总值的1/3。这些补贴中相当一部分是生产补贴，导致了生产过剩、减少了发展中国家农业的利润并鼓励过度使用化肥和杀虫剂。渔业补贴也造成了同样的问题，2002年经合组织国家用于渔业的补贴约为62亿美元，占渔业生产总产值的约20%。经合组织以外的许多国家也有不合理的投入和生产补贴。

虽然取消这些不当的补贴会产生净效益，但并非没有成本。一些从生产补贴中受益的人群（或者通过补贴形成的低价产品或作为补贴的直接接受



者)是贫困人口,取消补贴会损害他们的利益。对这些群体需要建立补偿机制。此外,在经合组织国家内部取消补贴还需同时采取措施,以最大程度地减少对发展中国家生态系统服务的不利影响。但是主要的挑战仍然是目前的经济制度从根本上依赖于经济增长,而无视对自然资源的影响。

■ 农业的可持续高强度化。在21世纪相当长的时间里,农业发展将继续是生物多样性丧失的主要驱动力之一。在农业扩张继续对生物多样性造成巨大威胁的地区,技术的发展、评估和普及可以持续提高粮食单产,而不会造成过度用水或使用肥料或杀虫剂等有害作用,从而显著减轻生物多样性的压力。在许多情况下,合理的技术已经存在,可以推广应用,但是各国缺少获得和使用这些技术的财政资源和机构能力。在农业已经占统治地位的地区,维护这些地区内的生物多样性是总体生物多样性保护工作的重要组成部分,而且若管理得当,还可以通过生物多样性提供的生态系统服务(如虫害控制、授粉、土壤肥力、保护水道避免发生水土流失和去除多余养分等)提高农业的生产率和可持续性。

■ 减缓并适应气候变化。由于能源供给、能源需求和废物管理等部门多方面的技术改良,使得显著减少温室气体净排在技术上成为可能。减少预计的排放量将需要制定和实施支持性制度和政策,克服将这些技术推广到市场的障碍以及增加公有和私有部门对技术研究、开发及转让的资金支持。鉴于气候系统中的惯性作用,还需采取行动促使生物多样性和生态系统适应气候变化,以缓解其所带来的不利影响。这可能包括建立生

态走廊或生态网络。

■ 改变不可持续的消费模式。消费生态系统服务和不可再生资源对生物多样性和生态系统有直接和间接的影响。总消费由人均消费、人口和资源利用效率决定。减缓生物多样性丧失要求降低这些因素的综合影响。

■ 减缓富营养化在全球的增长[即使在作物产量受到缺少肥料的限制的地区(如非洲亚撒哈拉沙漠地区)增加肥料施用的情况下]。以合理的成本减少营养物污染的技术早已存在,但是需要采取新政策使这些技术能够在足够的规模上实施,从而减缓并最终扭转富营养化增加的趋势。

■ 矫正市场失效状况,将导致生态系统服务退化的外部环境因素纳入内部成本。由于许多生态系统服务未在市场上进行交易,所以市场未能提供有利于这些服务的高效分配和可持续利用的正确信号。此外,目前许多负面的影响和管理生态系统服务的成本由他人承担,因此也未被管理该服务的行业决定考虑进去。在具有支持性机制的国家,市场工具可以更有效地纠正一些市场失效状况并将外部因素纳入内部成本,特别是在提供生活必需品的生态系统服务方面。除上文提到的建立生态系统服务新市场和为生态系统服务付费外,其他具有良好前景的各种经济手段或市场方法包括:对具有“外部成本”的活动收取税费或使用费、削减污染物排污权交易,以及允许消费者通过市场表达自己偏好的机制(如许可制度)。

■ 将生物多样性保护和发展规划结合在一起。例如,在许多发展中国家,如果将保护地、恢复生态学 and 生态系统服务市场等对策在国家发展战略或扶贫战略中体现出来,这些对策取得机会就会更大。同时,发展规划若考虑到现行计划及保护和可持续利用生物多样性的优先性则将更为有效。

■ 增加政府和私有部门在影响生态系统的决策中实施的透明度和责任制,包括让利益相关者进一步参与决策。通过公众参与决策而制定的法律、政策、机制和市场可能更为有效并更公平。利

益相关者的参与还有助于决策进程，因为这种参与使各方可以更好地了解决策对生态系统的影响和生态系统的脆弱性及与转变相关的成本和效益的分布，并确定在具体情况下更广泛的对策措施。而且利益相关者参与和决策透明可以加强问责制和减少腐败现象。

■ 将科学发现和数据提供给全社会。了解（从而评估）、保护和可持续利用并公正地分享一个地区生物多样性所带来的惠益的一个主要障碍，是研究国家生物状况的人力和机构能力有限。墨西哥的CONABIO动议和哥斯达黎加的INBio动议提供了成功的国家模式，将基本生物分类信息转化为生物多样性知识，用于生物多样性保护政策以及有关生态系统和生物多样性的其他政策并用于教育和经济发展。

《生物多样性公约》和其他公约中通过的生态系统途径为评估生物多样性和生态系统服务及评估和执行可能的对策提供了重要的框架。《生物多样性公约》将生态系统途径作为综合管理土地、水和生物资源、促进以公正的途径开展保护和可持续利用的战略。应用生态系统途径意味着重点强调生态系统内的功能性关系和进程、关注从生态系统服务中得到的惠益的分配、使用适应性管理方法、需要在不同尺度上开展管理行动并开展部门间的合作。其他的一些既定做法（如可持续森林管理、综合流域管理及综合海洋和沿海区域管理）同生态系统途径是一致的，并支持在各不同行业或生物群区中应用生态系统途径。

千年生态系统评估的发现有力地支持了生态系统途径的作用，因为这一途径很适合于将在生态系统管理中存在的各种得失纳入考虑范畴以及在部门间协调和在不同尺度上进行管理的需要。生态系统途径还为设计和执行一整套必要的对策提供了框架，这些对策包括从直接满足保护和可持续利用生物多样性的需要到针对影响生态系统的其他间接和直接驱动力而采取的行动。

到2010年降低生物多样性丧失速度的目标及《生物多样性公约》的意义

发现6 实现2010年在各个层次上显著降低生物多样性丧失速度的目标需要前所未有的努力。

预计多数生物多样性丧失的直接驱动力在不远的未来将保持不变或将增加，这一事实显示了减缓生物多样性丧失速度这一挑战的难度。此外，自然和人类机构制度的惯性效应会造成时效的滞后，即从采取行动到行动对生物多样性和生态系统的作用显现出来之间可能需要长达数年、数十年甚至数百年的时间。制定保护和可持续利用生物多样性的未来目标、目的和干预手段将需要在测度生物多样性所使用的方法上取得重大进展，并要考虑到主要驱动力的重要性、自然和人类机构系统的惯性以及同其他社会目标的矛盾和协同。

对于某些地区的某些生物多样性组成部分或某些指标，《生物多样性公约》通过的几个2010子目标有可能实现。例如，栖息地丧失（这是陆地生态系统生物多样性丧失的主要原因）的总体速度目前在某些地区正在减缓。但这不一定等同于所有物种丧失速度减慢，这是因为物种数量和栖息地面积之间关系的性质、物种灭绝同栖息地消失之间达成平衡可能需要几十年或几百年的时间，且造成物种丧失的其他因素（如气候变化、养分污染和物种入侵等）预计将增长。虽然栖息地丧失的速度在温带地区正在缓慢降低，但预计在热带地区将继续加快。与此同时，如果对生物多样性有特别重要性的地区在保护地内或通过其他保护机制得到保护，并且采取积极措施保护濒危物种，那么目标栖息地和目标物种的生物多样性丧失速度就有望降低。

在实现千年发展目标的2015子目标和降低生物多样性丧失速度之间需要达成平衡和协同，若单独解决则难以实现各个目标，但是若采取综合性方式则可以部分实现这些目标。由于生物多样性是提供生态系统服务的基础，而生态系统服务影响着人类福祉，要长期可持续地实现千年发展目标，需要把控制生物多样性丧失作为千年发展目标7（确保环境可持续性）进行实施。在实现2015年千年发展目标短期目标和2010年减缓生物多样性丧失速度之间既存在协作，也存在需要平衡的关系。例如，改进农村道路网（这是减少饥饿战略中常见的内容）可能会加速生物多样性丧失的速度（包括直接造成栖息地分割和间接促进了不可持续地采伐丛林等）。

此外，千年生态系统评估设定的情景显示，在未来50年内，能够较好地实现扶贫、减少饥饿和健康目标的未来发展途径，也表现出相对较高

的栖息地丧失速度和相关的物种丧失速度（见图4）。这并不意味着生物多样性丧失本身有利于减轻贫困，相反，它表明许多以创收为目的的经济开发活动若没有将生物多样性和有关的生态系统服务的价值考虑进去，就可能对生物多样性产生不利影响。为了减缓由于扶贫活动所造成的生物多样性丧失速度，应优先保护对贫困人口和脆弱群体的福祉有特别重要意义的生物多样性。实现2010目标的

努力将有助于实现千年发展目标7。

仅有短期目的和目标是不够的。考虑到人类政治和社会经济制度及生态系统的典型反应时间较长，需制定长期目的和目标（如2050年目标），以指导政策和行动。生物多样性的不同驱动力和生物多样性不同组成部分在惯性作用上的差异，使我们难以在一个时间框架内制定各个目的和目标。对于某些驱动力（如特定物种的过度收获），时间滞后

图4 4种千年生态系统评估设定的情景下生物多样性同人类福祉之间的得失权衡

两个采用积极环境管理方式的情景（技术乐园和适应组合）出现的生物多样性丧失最少。对生物多样性有最为不利影响（栖息地丧失及物种灭绝率高）的情景同时对人类福祉的影响也最为不利（实力秩序）。对人类福利有相对较为积极影响的情景（全球协同）对生物多样性的不利影响居第二位。



相对较短，而对于其他因素（如富营养化和气候变化），时间滞后就长得多。同样，对于生物多样性的某些组成部分（如种群），许多物种种群的反应滞后时间可以用几年或几十年来衡量，而对于其他组成部分（如种群），滞后时间则可能需以数百年来衡量。因此，具有短期时间框架的情景可能没有顾及生物多样性对人类福祉的长期效益。此外，虽然可以采取行动减少驱动力及其对生物多样性的影响，但有些变化是不可避免的，因此适应这种变化将越来越成为对策措施的重要组成部分。

更准确地预测驱动力对生物多样性、生态系统运转和生态系统服务的影响，并改进生物多样性的测度指标，将对在各个层次上制定决策有所帮助。需要建立和使用模型，以便更好地利用观察数据确定生物多样性的发展趋势和状况。需要进一步减少起关键作用的不确定因素，包括那些与生物多样性变化、生态系统功能和生态系统服务有关的阈值方面的不确定性。现有的生物多样性指标有助于让人们了解生物多样性的发展趋势并强调其对人类

福祉的重要性。但采取进一步措施（特别是那些满足利益相关者需求的措施）将有助于宣传、设定合适的目标、处理生物多样性保护和其他目标之间的冲突和平衡，并找出优化对策的方法。由于生物多样性具有多重组成部分和价值，基本上没有单独的一种措施可以满足所有需求。

生物多样性各种可能的未来就掌握在当今人类和决策者手中，这些不同的未来对于当代人类和子孙后代的福祉有着完全不同的意义。2100年的世界有可能还存在相当高的生物多样性，也可能变得相对趋同、出现相对较低的多样性。科学有助于人们了解这些不同未来的成本和效益，并找出可实现这些未来（加上风险和阈值）的途径，在没有足够信息预测替代行动的后果的情况下，科学还可以确定可能的产出范围。因此，科学有助于确保在可获得的最佳信息的基础上做出社会决策。但是，最终还是在有关生物多样性水平的这个问题上必须由人类社会来作出选择。

千年生态系统评估中 关于生物多样性的主要问题



1. 生物多样性：什么是生物多样性，其存在于何处，以及为什么具有重要意义？ 18
2. 为什么生物多样性丧失令人担忧？ 30
3. 目前生物多样性丧失的趋势和驱动力是什么？ 42
4. 在千年生态系统评估设定的情景下，生物多样性和生态系统服务的未来将会怎样？ 60
5. 怎样的应对措施可以保护生物多样性并改善人类福祉？ 69
6. 2010年前后，降低生物多样性丧失速率的前景是什么？对《生物多样性公约》意味着什么？ 77

1. 生物多样性：什么是生物多样性，其存在于何处，以及为什么具有重要意义？

- 生物多样性是指所有来源的活生物体之间的变异性，这些来源包括陆地、海洋和其他水生生态系统及其所构成的生态综合体；生物多样性包括物种内、物种间的多样性和生态系统的多样性。
- 生物多样性是生态系统服务多样化的基础，这种多样性对于人类福祉具有重要意义。
- 生物多样性对人工生态系统的和自然生态系统都具有重要意义。
- 人类制定的、能影响生物多样性的决策，关系到人类自身及其他生物的福祉。

什么是生物多样性？

生物多样性是生态系统服务的基础，与人类福祉密切相关。在所有的地球特征中，覆盖其表面及海域的生物层最复杂、活跃和富于变化，没有其他任何一种特征能够在人为作用下产生如此巨大的变化。这个生物层，即生物圈，通过无数植物、动物、微生物共同的代谢活动，以物理和化学的形式与大气层、地层和水圈构成一个完整的环境体系，包括人类在内的无数物种都生存在这个体系中。地球近代史上曾有过的适于吸入的空气、可饮用的水源、肥沃的土壤、高产的农田、富饶的海域、适宜的气候以及其他的生态系统服务（见专栏1；也可参见主要问题2），都充分显示了生物体的作用。后来，人类大规模干预生物圈，也对人类福祉造成了极大的影响。而且这种影响的性质——积极的或消极的——完全由人类干预的力量来决定（CF2）。

生物多样性的定义

生物多样性的定义是指“所有来源的活生物体之间的变异性，这些来源主要包括陆地、海洋和其他水生生态系统及其所构成的生态综合体；生物多样性包括物种内、物种间的多样性和生态系统的多样性”。这一定义的重要性在于它能引起人们对生物多样性许多方面的关注。它清楚地表明，每个生物区都具备物种多样性、生态多样性和基因多样性；生物多样性各个方面随时间和空间改变的方式是生物多样性的重要特征。因此，只有从多维角度评估生物多样性，才能洞察生物多样性变化与生态系统功能及生态系统服务的变化之间的关系（CF2）。

生物多样性包括人工生态系统和自然生态系统。有时，生物多样性被认为仅仅是自然生态系统（如荒野、自然保护区或国家公园）的相关特征，这是不正确的。人工生态系统，耕地、农场、农田、水产作业区、牧场，甚至城市公园及城市生态系统都存在生物多样性问题。目前，仅农业生态系统就占地球表面的24%，因此，对于任何与生物多样性或生态系统有关的决策来说，保护这些大的人工系统的生物多样性是十分重要的（C26.1）。

生物多样性的测定：物种丰度与指标

尽管有许多工具和数据来源，但仍很难对生物多样性进行精确的量化。不过，如要有效地了解具体地区的生物多样性、生物多样性随时空条件的变化情况、导致这些变化的驱动力、这些变化对生态系统和人类福祉造成的后果以及可以采取的应对措施，就要精确地对生物多样性进行量化。理想情况下，为掌握全球和区域生物多样性的现状及发展趋势，人们有必要按分类学（如物种数量）、功能特征（如豆类等固氮植物与非固氮植物等生态类型）以及物种之间影响彼此发展和功能的交互作用[如捕食、寄生关系、竞争、促进（如授粉）及这些交互作用对生态系统的影响强度]，来对所有生物体的丰度进行跨空间和时间的度量。对生物多样性的剧变进行评估则更加重要，而不能仅仅对在某个时间点和空间点来进行评估。但是，由于缺少数据，目前无法做到非常准确。即使对于生物多样性的分类组成来说，信息是最好的，但分类多样性的实际范围和变化仍有相当大的不确定性（C4）。

生物多样性有许多度量方法，物种丰度（指定区域内的物种数量）是一种单一但重要的度量方法，对于评估生物多样性的现状具有重要作用——但这种度量方法必须与其他的相结合才能全面掌握生物多样性。由于生物多样性的多学科性，使生物多样性的度量面临相当大的困难，因此往往采用大量替代或代用手段，其中包括具体类群的物种丰度、独特的植物功能类群的数量（如草、非禾本草本植物、灌木或树），或土壤微生物DNA抽样中特定基因序列的多样性。基于物种或其他分类单元的生物多样性度量很少能够掌握生物多样性，如可

变性、功能、数量及分布等的主要特征（通过它们才能了解生物多样性的作用）。（见专栏 1.2）

生态指标是科学的体系结构，可以通过量化数据测度生物多样性、生态系统状况、服务功能或变化的驱动力，但任何一种生态指标都不可能全面涵盖生物多样性的所有方面（C2.2.4）。（见专栏 1.3）生态指标是监测、评估和决策制定的重要依据，主要目的是快速方便地向决策者传达信息。虽然同为指标，但像GDP这样的经济指标却具有更大的影响力，决策者们对这些经济指标的认识也非常清楚。某些环境指标，如全球平均温度和大气二氧化碳浓度等，用于测量人为因素对全球气候的影响，已逐渐得到广泛认可。生态指标很大程度上是在相同理论的基础上建立的，因此存在着正面和负面的影响（C2.2.4）。（见专栏 1.4）

生物多样性存在于何处？

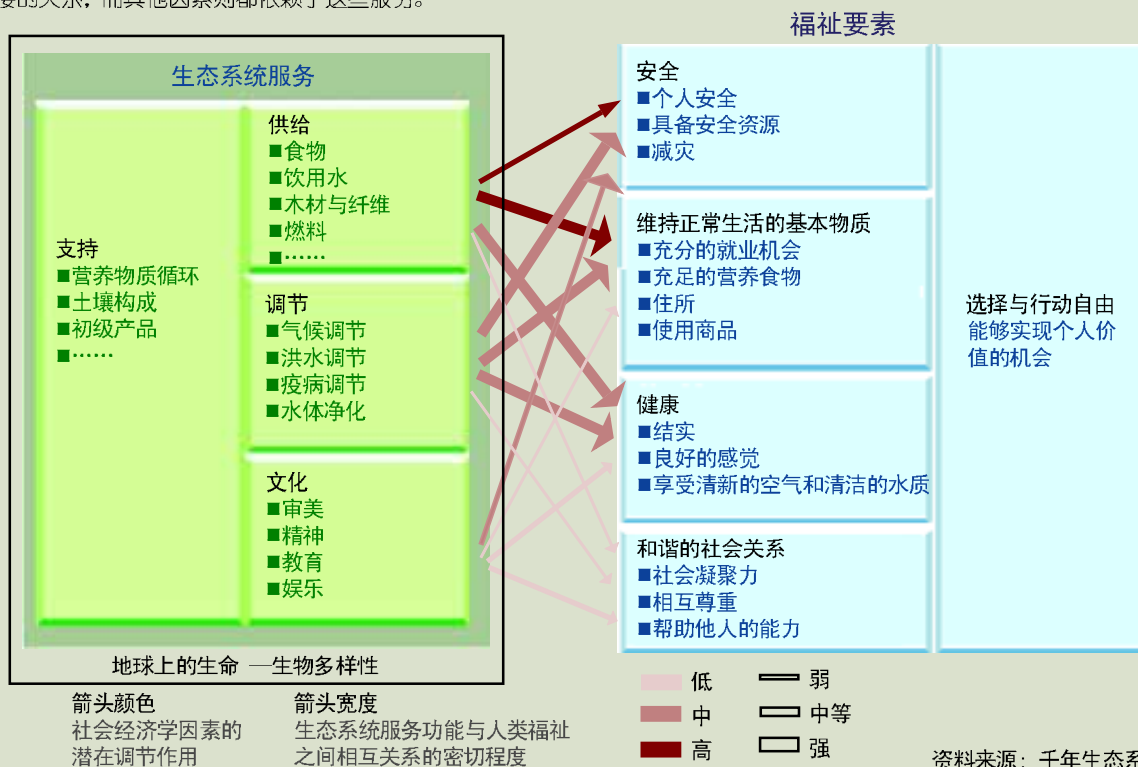
生物多样性在地球表面上无处不在，甚至存

在于每一滴水中。由于大部分生物很微小（<5cm）、分布稀疏、存活期短、善于伪装或像微生物那样很难用肉眼分辨，因此，地球上无处不在的生命很少受到应有的重视（CF2）。

由于生物多样性在分类、功能、营养、基因及其他方面很少被量化，因此很难记录生物多样性的空间格局。即使在了解最多的生物多样性方面——分类学上的多样性的知识仍不全面，而且极大地倾向于对物种层次、大型动物群、温带系统以及人们常使用的组分等方面的了解。（见图 1.1）这种状况造成人类在认知上存在显著的空白，特别是在热带生态系统、海洋及淡水生物、植物、无脊椎动物、微生物及地下生物方面。基于以上原因，地球物种总数估计在 500 万~3000 万之间。即使不考虑地球物种实际存在的数量，可以肯定的是，经过正式鉴定的 170 万~200 万个物种显然只是地球物种中很小的一部分。（要想扭转这种物种估算严重不足的状况，亟需更完整全面的生物普查信息）（C4）。

专栏 1.1 生物多样性、生态系统服务与人类福祉之间的关系

生物多样性是生态系统的基础，通过其本身所具有的服务功能影响人类福祉。生态系统的这些服务包括供给服务，如提供食物、水、木材、纤维；调节服务，如气候、洪水、疫病、废物及水质的调节；文化服务，如休闲、审美及精神享受；支持功能，如土壤构成、光合作用和营养循环（CF-2）。千年生态系统评估认为，人类福祉应具备五大条件：正常生活所需的基本物质、健康、和谐的社会关系、安全和自主选择权。人类福祉受多方面因素的影响，其中许多与生态系统服务有直接或间接的关系，而其他因素则都依赖于这些服务。



生物多样性的空间格局：热点地区、生物群区⁽¹⁾、生物地理界、生态系统及生态区。

虽然目前掌握的数据不足以全面观测生物多样性及其分布状况，但利用大量模型和工具，决策者可以了解陆地与海洋生态系统的大致状况。从全球记录情况看，北温带地区往往有许多物种空间分布的可用数据，一些种群（如鸟类、哺乳动物、爬行动物、植物、蝴蝶和蜻蜓）还有相当完好的记录材料。生物地理原则（如物种丰度随纬度、温度、盐分和水深成梯度变化）或评估指标可以作为生物编目的补充。全球和地区物种丰度图为生物多样性分布提供了重要依据，其中部分丰度图已在生物多样性千年评估报告的“现状与发展趋势及情景”一章

中做了介绍（C4，S10）。

大部分肉眼可见的生物都分布在范围较小但相对集中的地理区域内，形成高生物多样性和特有分布中心，这种现象常常集中在被隔离或地形多变的地区（岛屿、山脉和半岛）。从物种角度看，全球陆地生物多样性大部分都集中在地球上很小的区域内，主要是热带。即使对于较大型的更具活动能力的物种，如陆地脊椎动物，其中1/3以上也只分布在不足1000km²的范围内。相反，由于数量大、分布广、地区物种群集程度较低，使当地或地区的微生物的多样性与其在全球大范围的多样性较为类似（C4.2.3）。

专栏 1.2 测度和评估生物多样性：不只是物种丰度

生物多样性的度量很难涵盖其各个方面，包括最常用的度量方法——物种丰度——也不例外。物种丰度可以作为其他难以量化因素的重要替代度量，但它也存在一些与强调物种有关的局限性。首先，物种的构成往往很难定义。其次，虽然物种数量与生态系统功能之间有密切关系，但这些关系存在着很大的可变性。第三，虽然物种在分类上可能很相似（如属于同一个属），但生态特点却可能完全不同。最后，物种数量存在很大的差别，对于大部分生物群落来说，占支配地位的种极少，大部分属于稀有种。

只简单计算生态系统中的物种种数，则没有考虑每一物种的变化及其对于生态系统属性的影响。就每一物种而言，对生态系统评估和监测更具价值的是其各种特性而不是分类。这些特性包括对遗传和生态的变异性的测度、分布及其在生态过程中的作用、动态变化、营养级位置及功能特征。

不过，人们实际上对许多物种的变异性、动态变化、营养级位置和功能特性了解的很少。因此，根据分类或遗传信息采用替

代、代用或相关指示测量生物多样性是必要的，也是很实用的方法。

基于物种或分类的多样性测度方法常被忽略的重要属性包括：

■ **丰富性**——反映某类物种的数量。对于大部分供给服务来说（如提供食物、饮用水、木材），丰富的数量比存在一系列遗传变异、物种或生态系统类型更重要。

■ **变异性**——指时空条变化条件下不同类型的数量。从了解一个种群的持续性的角度看，一个物种不同变种或类型的数量或每一种群中个体之间遗传组成的变异比物种种数更有意义。

■ **分布**——反映生物多样性数量或变异的环境。对于大部分目的来说，分布与数量是紧密相关的，因此一般情况下统称为数量。不过，数量并不足以提供服务：地点，特别是对于需要它的人的可获得性，往往比生物多样性构成的绝对量或生物量更重要。

最后，变异性和数量的重要性会很不同，这取决于被度量的生物多样性水平。（参见下表）

等级	变异性的的重要性	数量与分布的重要性
基因	生产的适应性变异能力及其对环境变化、病原体等变化的弹性	当地抵抗力与弹性
数量	不同种群保存当地适应性	当地生态系统的供给与调节服务，食物、饮用水
物种	适应性变异的最终存储地，代表了选择价值	通过物种共存，提高了生物群区与生态系统的交互作用
生态系统	不同生态系统提供多样化的作用	提供的生态服务数量与质量取决于分布与地点

⁽¹⁾ 生物群区代表广泛的栖息地和植被类型，跨生物地理区域，因为生物群区将全球划分为有生态学含义的可以比较的分类，因此是评估全球生物多样性和生态系统服务的很有用的单位。在本报告和千年生态系统评估的其他章节中，使用了世界自然基金会根据地城生态区进行生物群区分类所得的14个生物群区。（C4.2.2）

生物群区及生物地理界显示了功能多样性分布的大范围情况。功能多样性（一生物群落中独立于分类多样性的不同生态功能的变异性）表现了与地理和气候相关联的格局（如湿地、森林、草原、河口等典型生态区）（见图 1.2），在生物群区内再分为更小的生态系统和生态区（见图 1.3）。它们可以提供有关预计的功能多样性以及其相关联内容的分布随环境条件变化而变化的最高尺度的估计值。

专栏 1.3 生态指标与生物多样性

美国国家研究理事会确定了三类生态指标，但没有任何一种能够充分评估生物多样性的所有方面：

- 生态系统范围与状态（如土地覆盖与土地利用）表明生态系统的覆盖范围及其生态特性。
- 生态资本，进一步分为生物原材料（如总的物种丰度）及非生物原材料（如土壤营养物质），表明提供服务的资源可用量。
- 生态功能（如湖泊营养级状况）度量生态系统性能。

因此，要特别注意不要将生态指标用于它们无法代表的方面，特别是在评估生物多样性时尤其如此。例如，生物原材料生态资本度量了特定地区的物种种数及其变异（C2.2.4）。这看起来与生物多样性有关，但它仅度量了分类多样性。因此，这个指标不一定掌握了对生态系统服务供给具有重要意义的生物多样性的许多重要方面。

最常用的生态指标——总的物种丰度（TSR）存在的问题是，它只是部分地显示了生态系统服务，无法区分物种对于变化的敏感程度和恢复能力，也不能区分对生态系统具有重要作用的物种（传粉者，分解者）以及作用较小的物种。也就是说，所有物种都具有同等的重要性，这样会导致生物区差别很大的地区具有同样的分值。而且，总的物种丰度值取决于定义的测量地区，因为测量地区有大有小。最后，总的物种丰度不能区分本地与非本地物种，后者包括外来的、引入的或入侵的物种，而这些物种经常起着破坏生态系统的服务功能的作用。由于人为活动造成生态系统退化的地区，因为外来物种或杂草物种的增加可能暂时提高物种丰度，但这和生物多样性增长没有关系（C2.2.4）。

由于生态指标的局限性使它不能作为判断生物多样性是否充足的指标，因此亟需根据生物多样性的各种重要因素，努力开发更多与生物多样性价值方面相符的生物多样性指标。除了基于分类或种群的测度的多样性指标外，很少有人研究能够全面测度生物多样性的指标（C4.5.1），尽管可以从“主要问题6”和C4.5.2中看到为“2010年生物多样性目标”设定的更多的指标。

生物多样性的时间格局：物种灭绝和生物多样性丧失的参照速度

由于人们对生物多样性随时间变化格局的认知很少，只能很粗略地估算物种灭亡的参照速度或者物种随地质年代的灭绝速度。除了过去1000年，全球生物多样性在经历人类大部分历史期间保持相对不变外，生命的历史发生了相当大的变化。物种灭绝的参照速度估计大约为每年每百万物种中的0.1~1.0种。对灭绝速度的大部分测量源自对化石记录中物种寿命长短的估算：时间范围大约为50万~130万年，也可能是20万~160万年。这些数据可能低估了物种灭绝的参照速度，因为它们大部分都来自化石记录中大量且普遍存在的类群的数据（C4.4.2）。关于目前的灭绝速度将在“主要问题3”中讨论。

自然系统的变化动态与人类对这些变化做出的反应之间存在不协调现象。这种失调是由于生态反应滞后、社会经济体系与生态体系之间信息反馈的复杂性，以及难以预测变化阈值造成的。多种影响（特别是多种混合影响上再增加气候变化的影响）会造成生态系统功能达到阈值，或生态系统功能发生快速而显著的变化，虽然从长时间看，环境压力的增加很小且相对稳定。要了解这种阈值需要依靠长期记录，但一般情况下，往往缺少这样的记录，或由于监测不够频繁、周期不当或过于区域化而很难为分析预测阈值提供必要的的数据（C28，S3.3.1）。

专栏 1.4 有效的生态指标的标准

有效的生态指标应：

- 提供重要生态过程变化的信息。
- 足够敏感能够检测到重要的变化，但也不要太敏感以至被自然的变异性现象掩盖。
- 能检测相应的时空范围内的变化，而不被变量所干扰。
- 基于其被应用的系统的易理解且普遍接受的概念模型。
- 基于可靠数据，这些数据可以被用于评估趋势，而且数据是在相对简单的过程中被收集的。
- 基于现有监测系统的指标。
- 容易被决策者理解。

不同系统之间的转变可能会给生物多样性、生态系统服务功能和人类福祉带来快速而显著的变化。水生生态系统往往由于温度状况达到相对极限和过度利用而出现这种系统变化（C19.2.1, C18）。有些系统变化是不可恢复的，例如珊瑚礁生态系统突然遭受急剧变化，从以珊瑚为主的珊瑚礁变成以藻类为主的珊瑚礁（C19.5）。其触发因素往往是由于过剩的营养导致富营养化，使食草鱼类数量下降，破坏了珊瑚礁与藻类的生态平衡。当超过富营养化与食草类生物这两种生态过程的阈值后（可以是上限或下限），转变就迅速发生（可能是几个月内），导致生态系统（尽管是稳定的）生产力下降，生物多样性降低。这种情况会使人类福祉受到影响，不仅减少了食物供应量，降低了珊瑚礁相关产业的收入（如潜水以及观赏鱼收集等），而且增加了沿海岸线的防护成本（海藻礁往往会降低暴雨防御能力，使海岸线受到侵蚀，海水倒灌土地）（C19.3）。牙买加、加勒比及印度太平洋地区的珊瑚礁都曾经有过这方面的记录（C19, S3.3.1）。

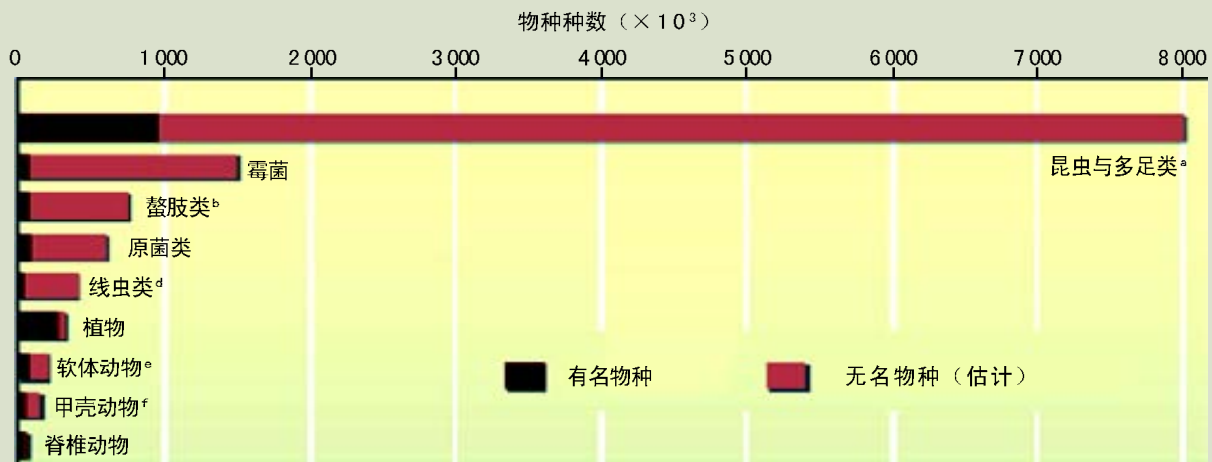
入侵物种的引入也是造成生态系统结构、功能和服务多样性发生显著变化的诱因之一。例如，黑海食肉类栉水母（*Mnemiopsis leidyi*，一种类似于水母的动物）的引入，使这一地区主要渔业鱼类减少了26种，而且与缺氧“死亡区”的形成有关系（同时也受其他因素的影响）（C19.2.1）。

生物多样性与生态系统服务之间的关系

生物多样性在提供支持、供应、调节和文化等生态系统服务中发挥着重要作用。生态系统的这些服务功能是人类福祉必不可少的条件。然而，目前很少有研究把生物多样性变化和对影响人类福祉变化的生态系统变化联系起来。保护为纽约市提供饮用水的凯茨基尔斯（Catskills）水域就是这方面的一个实例，通过保护生态系统为该项目带来了几十亿美元的无形效益。我们需要开展进一步的工作来论证生物多样性、调节和支持服务与人类福祉之间的联系，需要证明这些生物多样性所具有的重要、却往往被忽视的价值（C4,C7,C11）。

对于生态系统服务，物种组成具有与物种丰度相同或者更加重要的作用。生态系统的功能及其服务，在给定的时期内，受到最丰富物种的特点（而不是物种种数）的巨大影响。物种对于生态系统功能的重要作用是由其特征及相对多度决定的。例如，优势物种或数量最多的植物物种特征，如存活期、形状大小、吸收碳化物后转化为营养物质的速度、落叶降解效果或树木密度等，往往决定了生态系统对物质和能量的处理能力。因此，对于维护生态系统服务功能来说，重要的是保护或恢复生物群落的组成，而不是简单地提高物种的种数（C11.2.1, C11.3）。

图 1.1 估计已经定名的真核细胞物种的比例与数量
估计真核细胞物种的总物种数量（C4.2.3）



a 多足类：蜈蚣和千足虫

b 蜘蛛纲动物

c 藻类、粘土霉菌、变形虫和其他单细胞生物（细菌除外）

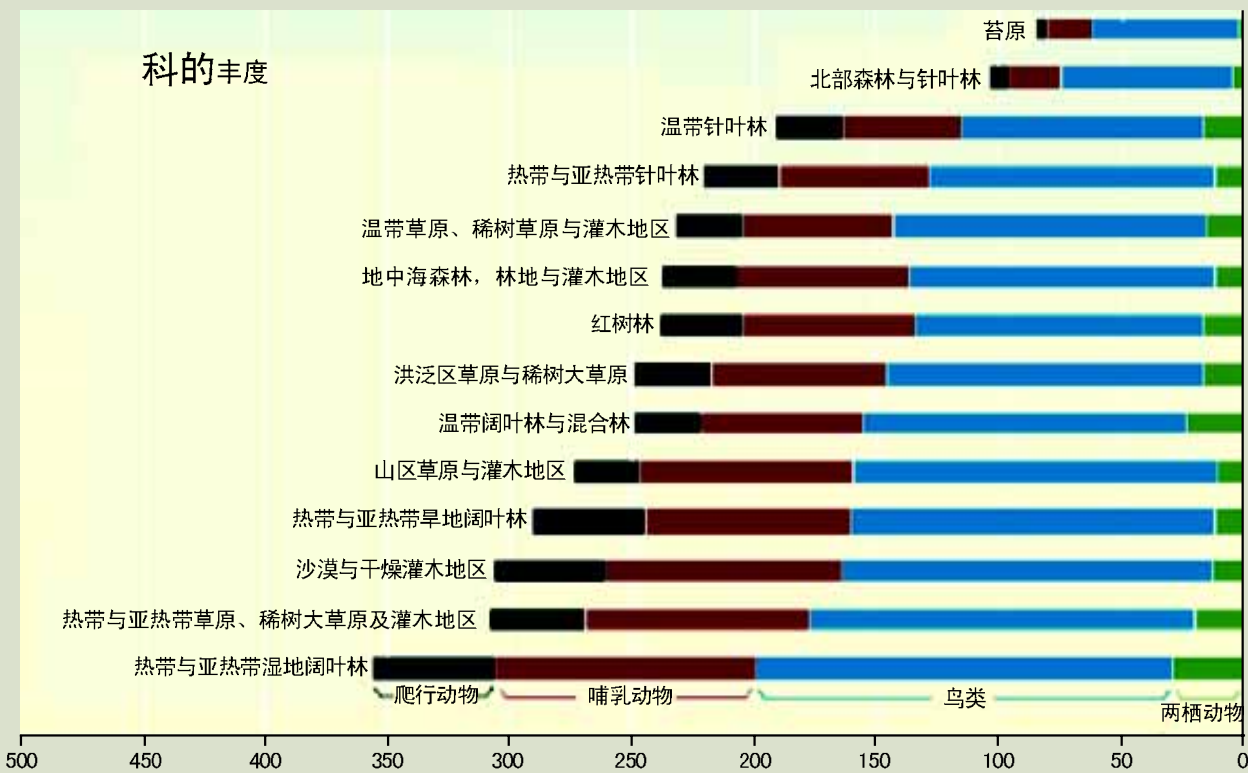
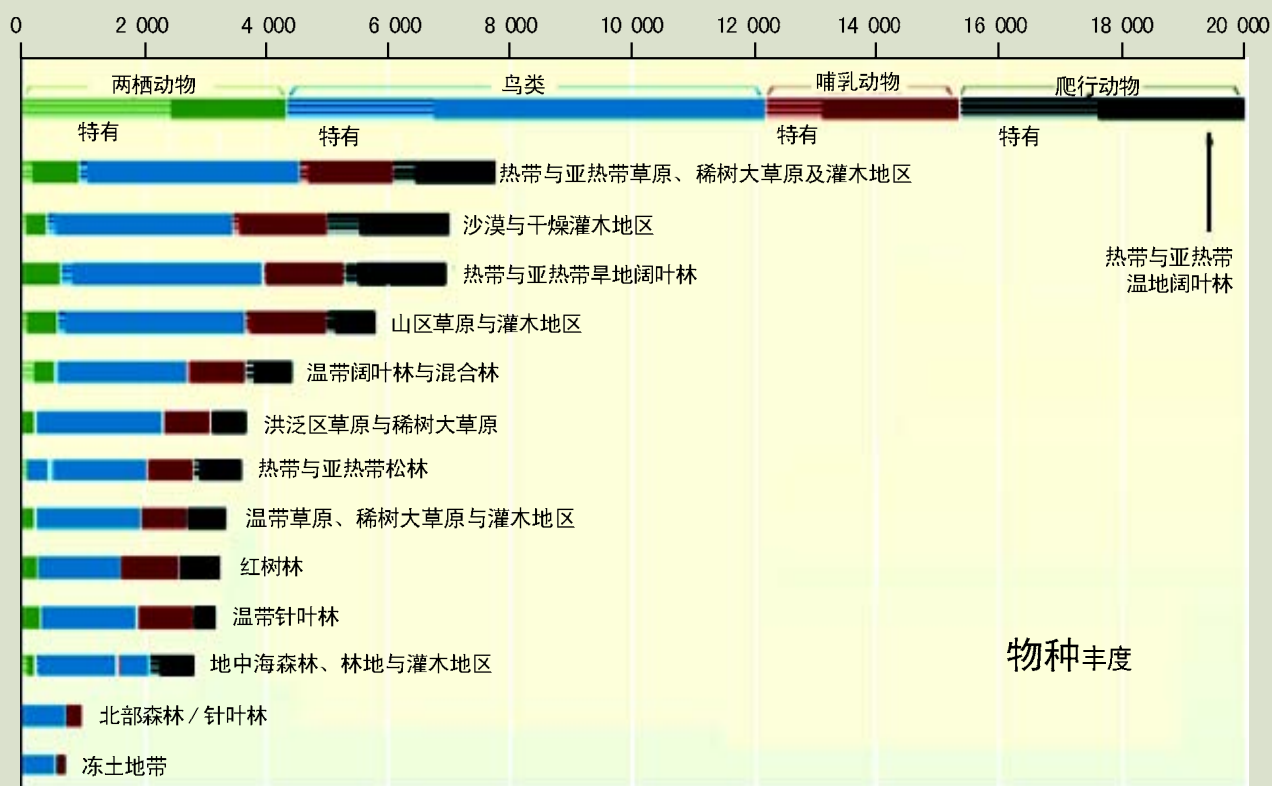
d 蛔虫

e 蜗牛、蛤、鱿鱼、章鱼及其同类

f 藤壶、挠足虫、螃蟹、龙虾、磷虾及其同类

资料来源：千年生态系统评估

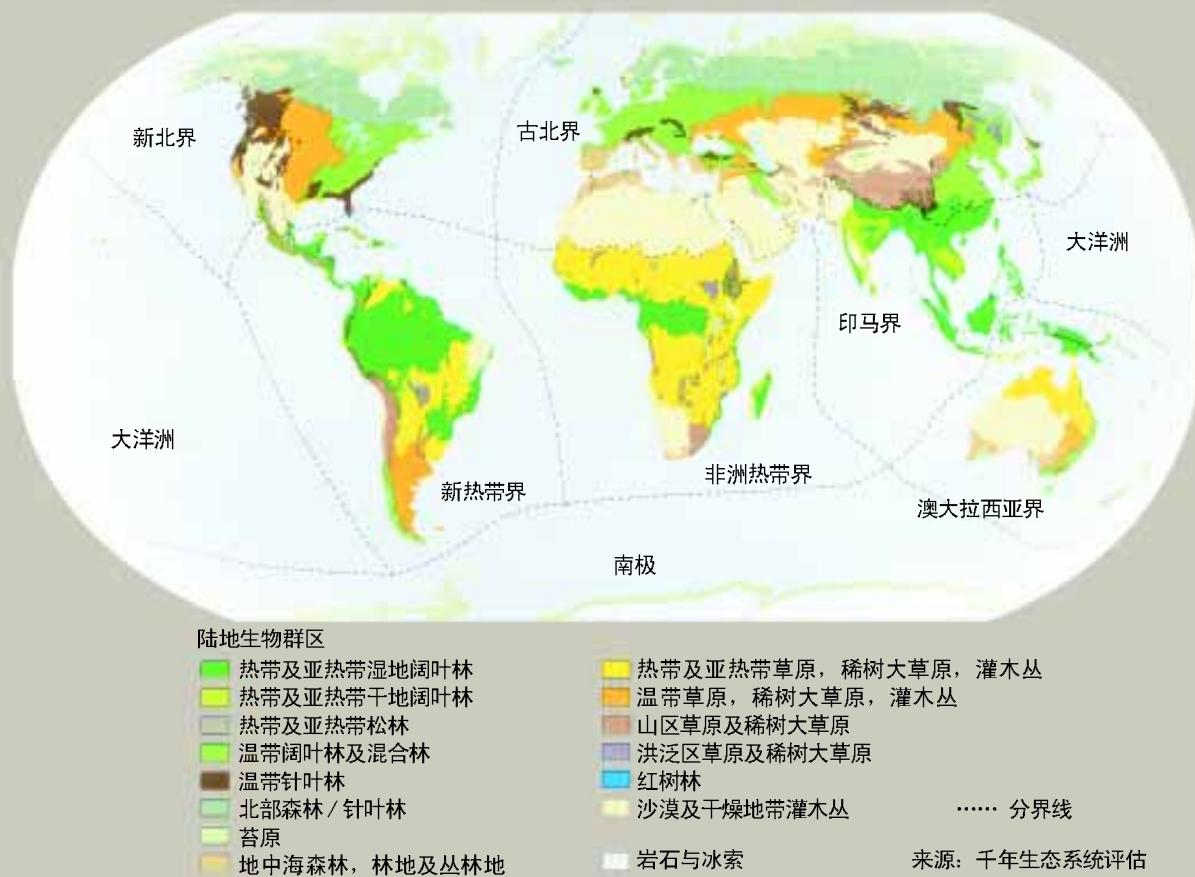
图 1.2 世界 14 个陆生生物群区在物种丰度、科的丰度和特有物种丰度方面的比较 (C4 图 4.7)



资料来源: 千年生态系统评估

图 1.3 千年生态系统评估采用的世界 8 个生物地理界及 14 个生物群区 (C4 图 C4.3)

生物地理界为较大的空间区域，其中的生态系统拥有共同的生态进化史。8 个陆地生物地理界可与各大陆大致对应。尽管在调查的范围内，相似生态系统（如热带潮湿森林）具有大致相同的生态过程及主要的植被类型，但各生物地理界各自的物种构成却明显不同。在生物地理界水平评估生物多样性是十分重要的，因为界反映了足够的变化程度的变异性，面临的不同的变化驱动力，而且缓解或管理这些变化驱动力可选择的措施也可能不同。陆地生物地理界很好地反映了淡水环境下生物多样性的格局，而对海洋生物地理界掌握的情况则不多，而且大部分未作划分（C4.2.1）。



局地物种种群的灭绝或功能丧失，或者种群减少到一定程度，不再支持相应的生态系统功能时，会严重影响生态系统的服务。与物种全球性灭绝（一物种的所有个体在整个分布范围内消失）相比，局地灭绝（即一物种在局地消失）和功能丧失（一物种下降到一定程度，在生态系统功能不再具有重要作用）很少引起关注。而生态系统功能及其服务的丧失，发生在物种全球灭绝之前很长时间。通常，当生物多样性的变化直接或间接地将局地生态系统功能降低到超过某一极限后，生态系统服务的丧失会持续相当长的时间（C11）。

物种间生物相互作用的变化（掠食、寄生、竞争和促进作用）会给生态系统过程造成不成比

例、不可恢复的，并且常常是负面的改变。除了直接的交互作用外（如掠食、寄生、竞争或促进等），维护生态系统过程还取决于间接交互作用。例如，捕食者捕食优势物种，使优势物种减少，才使弱势物种能够共存。与生态系统服务有重要因果关系的交互作用包括授粉、植物与土壤群落之间的关系（包括菌根真菌类与固氮微生物）、植物与食草动物以及种子传播者之间的关系、改变栖息环境的生物体之间的交互作用（如能建池塘的河狸，增加火灾发生频率的草丛），以及涉及两个物种以上的间接交互作用（如食肉动物、寄生虫或病原体控制着食草动物的数量，从而避免过度食用植物或藻类植物）（C11.3.2）。

生态系统的许多变化是由于生态系统中迁走或引入的生物体破坏了生物之间的交互作用或生态过程所造成的。由于物种交互作用的网络和生态系统过程之间联系的网络十分复杂，因此很难预测迁走现有物种和引入新物种的影响（C11）。（参见表1.1）

与陆生及水生群落一样，海洋生态系统中起主要交互作用的关键物种的数量下降也影响到生态系统过程和生态系统服务的供应。例如，维持某些动物与藻类植物之间重要的平衡关系，直接决定着珊瑚礁及其可提供的生态系统服务。作为地球上最丰富的群落之一，珊瑚礁维护着庞大的基因和生物多样性资源。珊瑚礁具备很强的生态系统服务功能，如为鱼类提供建造栖息地、哺育和繁殖的场所；为缺少养分的环境提供养分，固定碳、氮；缓冲海浪冲击以及稳定海岸沉积物等。珊瑚礁的总体经济价值及其服务功能的经济效益估计可达到几千亿美元。然而，所有珊瑚礁都依赖于一种重要的生物交互作用：即与海藻共生。气候和海洋的剧烈变化，破坏了珊瑚礁与海藻的共生关系（C11.4.2）。

支持服务

生物多样性对陆地生态系统中的主要生态系统过程具有非常重要的影响，如生物量的产出、养分及水循环、土壤形成与水土保持等，所有这些条件都为生态系统服务提供了有力的保证（高确定性）。生物多样性与生态系统支持服务能力之间的关系取决于物种组成、相对多度、功能多样性，乃至取决于分类多样性。如果生物多样性的多个方面下降到很低的水平，尤其在生态系统营养级和功能多样化方面得不到保证，将会降低生态系统的支持服务功能及稳定性（CF2，专栏11）。（参见图1.4）

地区与地区之间生态系统过程的差异，主要受气候、可用资源、干扰及其他外界因素的影响，而与物种多度的差别关系不大（高确定性）。在自然生态系统中，非生物及土地利用驱动力对于生态系统服务的影响，通常比对物种丰度的影响更重要。在生物多样性降到很低水平的实验生态系统中，植物生产、养分保持、对物种入侵和疾病的抵抗力往往会随物种种数的增加而提高。但是，在自然生态系统中，物种丰度的直接影响通常不如气候、可用资源或干扰变化的影响大。（C11.3）

即使生物多样性丧失只对生态系统功能造成很小的短期影响，这种丧失也会降低生态系统对环

境变化的调节能力（即生态系统稳定性或恢复能力，抵抗能力及生物保障能力）（高确定性）。生物多样性多个组分的丧失，特别是在景观水平的功能多样性和生态系统多样性的下降，将导致生态系统稳定性降低（高确定性）。尽管在很大程度上，生态系统稳定性取决于主要物种的特征（如寿命、生长速度、重建策略），物种多度的降低也会影响生态系统功能的长期保持。有证据显示，许多当地物种，包括那些数量少的物种，在发生物理和生态环境变化时（如温度、病原体发生突变的情况下），发挥着“保障”生态过程使其具有一定缓冲能力的作用（C11.3.2）。干旱、洪水及其他生态系统灾难引发的社会冲突和人道主义危机表明，生态系统的稳定性对于人类福祉具有非常重要的影响，包括健康、安全、和谐的社会关系、自主选择权等（C6；见主要问题2）。

调节服务

抵御物种入侵

在自然及半自然生态系统环境下，保护当地物种的种数、种类及相对多度可以在很大范围内提高抵御外来物种入侵的能力（中等确定性）。尽管物种丰富的地区（如生物多样性热点地区）往往比物种贫乏的地区更易受到物种入侵，但在既定的栖息地，保护自然物种库可以明显提高非本地物种的入侵。一些来自几个海洋生态系统的研究结果也证实了这点，本地物种丰度下降与入侵物种的存活率和覆盖百分比增加有关（C11.3.1，C11.4.1）。

授粉

传粉是植物生态系统保持服务功能的必要条件，然而，传粉者的多样性在世界范围内都不断下降（中等确定性）。许多水果和蔬菜需要授粉，因此生态系统授粉服务对于人类食物组成中的大量维生素和矿物质的生产是十分重要的。尽管没有在大尺度上进行评估，但记录显示，在一些更小的范围内，包括哺乳动物（如狐猴、蝙蝠等）和鸟类（如蜂鸟、太阳鸟）、英国和德国的大黄蜂、美国及部分欧洲国家的蜜蜂以及欧洲的蝴蝶数量正在减少。造成这种下降的原因是多方面的，但栖息地的破坏和滥用杀虫剂是最重要的因素。全球各地每年授粉带来的经济价值存在很大差别，但都达到上千亿美元（C11.3.2，专栏C11.2）。

表 1.1 复杂的交互作用形成的生态异常

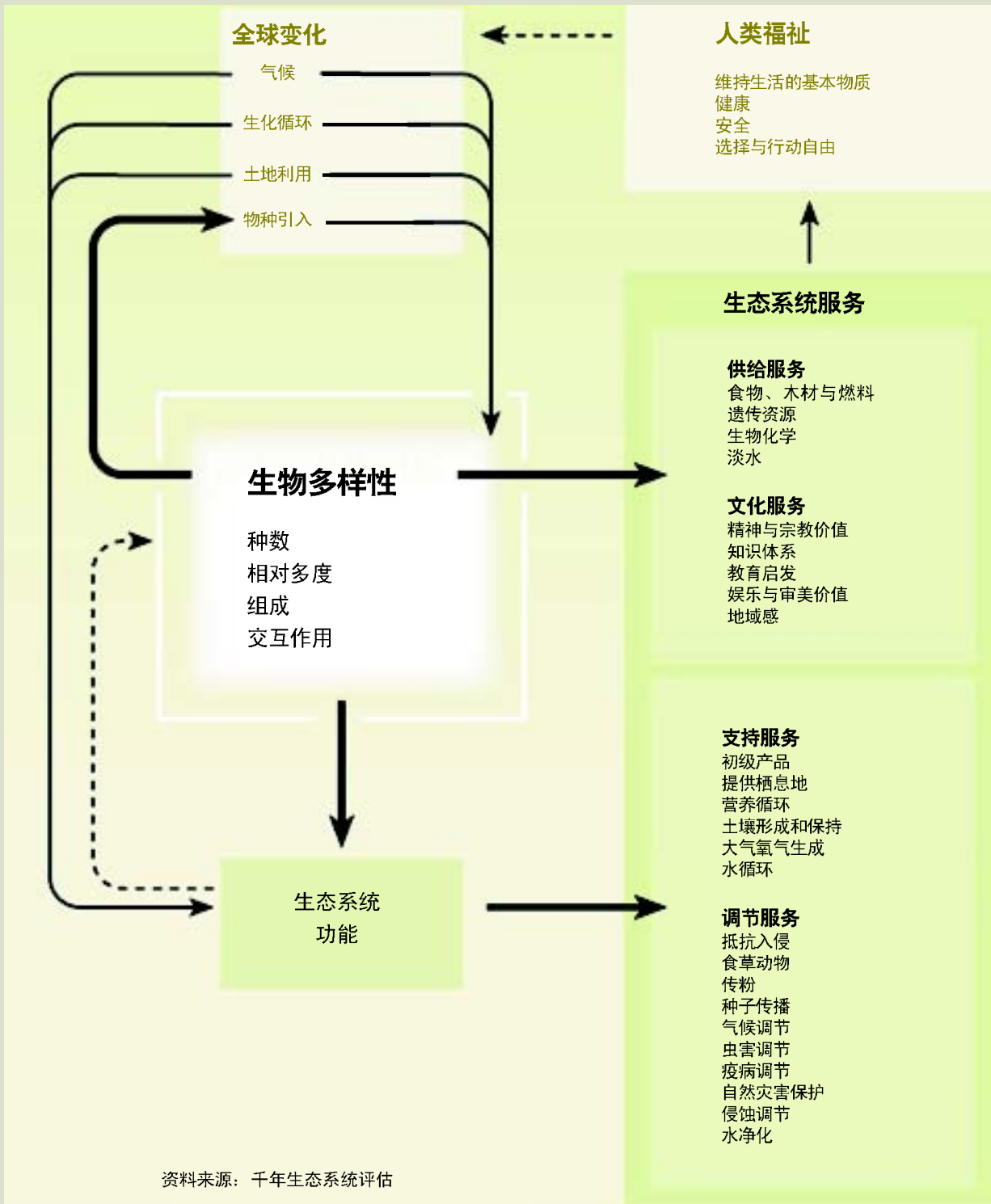
有意或无意引入或迁走物种往往使陆地、淡水及海洋生态系统发生意想不到的变化。在所有情况下，群落及生态系统的变化都是三个或三个以上的物种之间间接交互作用的结果（C11，表 11.2）。

案例研究	交互作用的特征	对生态系统服务的影响
简介		
顶级食肉动物		
新西兰渔业引入棕色鲑鱼用于钓鱼	营养顶级，捕食者通过减少食草动物，增加了初级生产者	负面—增加富营养化
巴拿马加通湖引入鲈鱼 (<i>Cichla ocellaris</i>)	营养顶级，顶级捕食者减少了天敌对蚊子幼虫的控制	负面—对疟疾携带者的控制降低
西班牙巴利阿里群岛引入松貂 (<i>Martes martes</i>)	捕食以果实为生的蜥蜴（主要的种子传播者）	负面—一部分岛屿原生蜥蜴的灭绝造成食果类蜥蜴多样性下降。松貂代替食果类生物使优势灌木 (<i>Cneorum tricoccon</i>) 分布发生变化
中间捕食类动物		
用卵寄生生物 (<i>Anastatus kashmirensis</i>) 控制毒蛾幼虫 (<i>Lymantria dispar</i>)	寄生生物（以寄存体为生的寄生生物）	负面—破坏了对虫害生物的控制；对其他本地虫害控制的寄生生物构成威胁
向稻田引入食蚊鱼 (<i>Gambusia</i> 与 <i>Lepomis</i>) 捕食蚊子	中间捕食性动物（成年鱼以幼鱼及蚊子幼虫为食）	与目标相反—对疫病携带者的控制降低（蚊子）
中间被捕食动物		
加拿大湖泊用于提高鱼产量的糠虾 (<i>Mysis relicta</i>)	捕食动物消耗了共享的被捕食的浮游动物	与目标相反—降低了鲑鱼产量
显然的竞争者		
新西兰斯图尔特岛老鼠 (<i>Rattus</i> spp) 和猫	老鼠使猫的密度增加，从而增加对不能飞的濒危八哥 (<i>Strigops habroptilus</i>) 的捕食	负面—降低了多样性
食草动物		
北美五大湖斑贻贝 (<i>Dreissena polymorpha</i>)	斑贻贝减少了浮游植物，与本地双壳类生物竞争	负面—降低了多样性 正面—提高了水质
互惠共生生物		
夏威夷用家八哥 (<i>Acridotheres tristis</i>) 控制甘蔗田虫害	八哥帮助外来木质杂草马缨丹 (<i>Lantana camara</i>) 的蔓延	负面—马缨丹属 (<i>Lantana</i>) 植物的入侵形成了高密度的多刺灌木丛，农作物产量和草原载畜量下降，增加了火灾风险，改变了本地鸟类的栖息地。

<p>生物系统工程</p>	<p>亚马逊热带森林蚯蚓 (<i>Pontoscolex corethrurus</i>) 被带到草原生态环境</p> <p>用C4多年生草种 (<i>Schizachyrium condensatum</i>, <i>Melinis minutiflora</i>)改善夏威夷草原环境</p> <p>夏威夷固氮的火树 (<i>Myrica faya</i>)</p>	<p>显著降低了土壤孔隙度和气体交换能力</p> <p>增加了地表燃料, 燃料分布和易燃性</p> <p>增加了新形成的贫氮火山岩土壤中的含氮量</p>	<p>负面一降低了土壤微生物的多样性, 增加了土壤甲烷气体的排放</p> <p>负面一提高了火灾发生频率, 影响了对火敏感的植物, 降低了植物多样性, 导致外来易燃物种在过火地区的进一步入侵</p> <p>负面一增加了肥力, 促进了其他外来物种入侵, 降低了本地 <i>Metrosideros</i> 树的再生, 改变了演替格局</p>
<p>减少 / 收获</p>			
<p>顶级食肉动物</p>	<p>加拿大湖有选择地收获食鱼类鱼</p> <p>加利福尼亚南部近乎灭绝性地捕获水獭 (<i>Enhydra lutris</i>)</p> <p>污染导致森林土壤线虫类的捕食动物减少</p>	<p>食鱼类鱼促进了水蚤 (<i>Daphnia</i>) 的繁殖, 从而有效地抑制了初级 (海藻) 生产</p> <p>顶级营养效应使海带产量下降, 并影响到依存于海带的生物群落</p> <p>重金属积累减少了食线虫的捕食动物, 食草性线虫类动物增加</p>	<p>负面一从以食鱼类为主的净碳阱转变为以食浮游生物为主的净碳源湖泊</p> <p>负面一海带栖息地使用者的生物多样性丧失</p> <p>负面一破坏了森林土壤食物链: 地下食草类动物增加; 森林生产能力下降</p>
<p>中间捕食动物</p>	<p>加利福尼亚南部丛林狼 (<i>Canis latrans</i>) 数量下降</p> <p>阿拉斯加过度捕猎海豹和海狮</p>	<p>浣熊 (<i>Procyon lotor</i>) 和野猫的数量增加</p> <p>导致捕食性鲸类的食谱发生改变, 增加了对水獭的捕食</p>	<p>负面一威胁本地鸟类种群</p> <p>负面一与其他恢复计划冲突; 为恢复海带林生态系统而再次引入水獭遭到失败</p>
<p>关键捕食动物</p>	<p>在肯尼亚珊瑚礁中捕获热带鱼类 (<i>Balistapus</i>)</p>	<p>热带鱼类下降使海胆数量增加, 与食草鱼类竞争</p>	<p>负面一增加了珊瑚底层的生物侵蚀; 降低了碳酸钙的沉积</p>
<p>食草动物</p>	<p>美国圣克鲁斯群岛有意清除牛羊, 恢复生态系统</p> <p>加勒比海过度捕捞使食草鱼类、捕食性鱼类及鱼类生物量下降</p>	<p>自上而下的控制, 释放外来植物物种</p> <p>缺少食草鱼类使大型海藻过度生长, 对珊瑚礁构成威胁</p>	<p>与目标相反一外来禾本草本植物和非禾本草本植物疯长, 本地植物物种恢复很有限</p> <p>负面一珊瑚礁面积由 52% 下降到 3%, 大型海藻生长面积由 4% 提高到 92%</p>
<p>生物系统工程</p>	<p>人为去除外来怪柳 (<i>Tamariscus</i> sp.), 恢复地中海荒漠的河岸生存环境。</p>	<p>已经建立很长时间的怪柳取代了河岸植被, 作为一些濒危鸟类栖息地。</p>	<p>与目标相反一降低了生物多样性; 河岸栖息地发生结构性变化</p>

图 1.4 生物多样性、生态系统功能与生态系统服务 (C11 图 11.1)

生物多样性即是对全球变化驱动力影响的反应，也是影响生态系统过程和服务及人类福祉的因素。实箭头表示这些关系 (C11 强调的重点)。



气候调节

生物多样性能够影响局地、地区及全球的气候。因此，对生物多样性有影响的土地利用和土地覆盖的变化会影响气候。植物的功能多样性，跨景观的栖息地的类型和分布，是生物多样性的重要组成部分。这些会影响陆地生态系统对碳的吸收能力、反射率（陆地表面向空间反射的太阳辐射）、水分蒸发、温度和火的特征。这些情况会对气候产生影响，特别是在景观、生态系统或生物群落尺度上。例如，森林的水分蒸发量高于像草原这样的其他生态系统，因为树木扎根较深、树叶面积大。因此森林具有湿润大气的作用，形成下风区生态系统的水分的来源。例如，亚马逊河流域，60%的降雨量来自上风区生态系统的水分蒸发。（C11.3.3）

除了栖息地内的生物多样性，一景观的栖息地多样性也会跨多重尺度地对气候产生额外的影响。比相邻地区反射率低，地表温度高的景观水平的斑块（方圆大于10km）可以在该斑块上部形成上升的暖气流（垂直对流）。这种热气流与从相邻地区来的冷湿气流进行交换（水平对流）。气候模型显示，这些景观水平效应会显著改变当地的气候。例如，在澳大利亚西部，当地石楠植被被麦田取代后，增加了该地区的反射率。导致空气上升到暗色的（更多地吸收光照，因此更温暖）石楠区上空，将麦田的湿空气转移到石楠地。其净效应是增加了石楠地10%的降水量，减少了农田地区30%的降水量（C13.3.3）。

生物多样性的某些组成部分会影响碳固定，因此造林、森林恢复、减少砍伐和种植薪炭林等都对碳引起的气候变化起着非常重要的缓解作用（高确定性）。生物多样性主要通过影响物种从大气中吸收碳的量（同化）以及向大气排放碳的量（降解、燃烧）的特性影响碳的固定。在这方面，植物生长速度特别重要，它决定着碳的输入量及木质，从而提高碳的固定，因为木本植物相对于较小的草本植物碳含量高、生存期长，而且腐烂速度比较慢。植物物种还通过降解和对干扰的影响强烈影响碳的流失。植物特性还可能影响干扰因素，如火灾、风倒和人类收获，这些破坏力会暂时将森林由累积碳变为释放碳（C11.3.3）。

海洋生物多样性主要通过改变生物地球化学循

环和碳固定影响气候调节能力。海洋以其巨大的量以及与陆地生物圈的联系改变生物过程中几乎每一种物质的循环。当然，人类对碳和氮循环的影响也特别显著。生物泵将海面的碳转移到深水和沉淀物中，生物多样性会影响生物泵的这种效能。某些通过海洋光合作用吸收的碳，经食物链转移给食草鱼类，以排泄和死细胞的形式沉积到深海。这种营养级转移的效率和碳固定规模与物种多样性和浮游生物群落的构成有极其重要的关系。（C11.4.3）

病虫害及污染控制

维护对许多国家的粮食安全、农村家庭收入和国家收入有益的有害生物天敌控制服务与生物多样性有着十分密切的依赖关系。减少地表和地下食草动物以及微生物病原体的攻击、提高与杂草的竞争力，可提高农业生态系统产品的产量。不过，对于多样性不高的农业生态系统来说，增加相关生物多样性可提高生物控制水平，降低对杀虫剂的依赖及相关成本。不仅如此，生物多样性高的农业还具有文化和审美价值，可减少单一栽培方式下灌溉、施肥、杀虫剂、除草剂等许多附加成本。（C11.3.4，专栏C11.3及C11.4）

海洋微生物群落具有重要的解毒服务功能，但人类对生物多样性如何影响它们还不是很清楚。我们不知道必须要多少物种才能提供解毒服务，可能主要依靠一个或若干个物种提供这类服务功能。有些海洋生物体具有过滤水的生态系统服务功能，能够减少富营养化的影响。例如，美国弗吉尼亚州切萨皮克湾（Chesapeake Bay）曾一度富产的美洲牡蛎数量现已大幅下降，同时下降的还有它们所提供的过滤水的生态系统服务功能。类似切萨皮克这样的地区重新引入大量具有过滤功能的牡蛎，有助于改善水质。有些海洋微生物可以降低石油泄露出的浮油中的有毒的碳氢化合物，通过有氧过程使其变成碳和水。海洋生态系统的这种服务目前受到造成缺氧现象的营养物污染的威胁（C11.4.4）。

2. 为什么生物多样性丧失令人担忧？

■ 生物多样性对生态系统服务和人类福祉非常重要。生物多样性不仅包括物质福利和生活资料的供应，而且还包括安全、弹性、社会关系、健康以及自由和选择的机会。过去的一个世纪，许多人通过将自然生态系统改造为人类主宰的生态系统和利用生物多样性的活动中受益。但同时，生物多样性的丧失和生态系统服务功能的相关变化使一些人的福祉水平下降，一些社会群体被推向了贫困边缘。

生物多样性、生态系统服务和人类福祉的各个组成部分之间的主要联系

千年生态系统评估认为生物多样性及其提供的生态系统服务是决定人类福祉的重要媒介和组成要素。千年生态系统评估的发现非常确切地证明，生物多样性丧失和不断恶化的生态系统服务会直接或间接地引起不断恶化的健康问题、更高的食品风险、日益增加的脆弱性、更低的物质财富、不断恶化的社会关系和更少的选择和行动自由。

食品安全

生物多样性在许多农业社区得到了直接应用，面对日益增加的生态系统不确定性、冲击和意外，生物多样性可以作为增加灵活性、分散或减少风险的安全保障及应对措施。这种生物“安全网”的可行性增加了一些本地社区应对外部经济和生态混乱、冲击或意外的安全性和弹性（C6.2.2, C8.2）。在一个商品价格比预期变动更加标准的环境中，贫困人口的经济权利正日益变得不确定。当经济权利不足以在市场上购买足够的营养品时，利用基于生态系统的食品安全网络，可以提供一种重要的保护措施（C 8.1, C 6.7）。

以本土植物为基础的应对机制对最容易受到影响的人来说尤其重要，因为他们几乎得不到正式的工作、土地或市场机会（C6）。例如，对肯尼亚和坦桑尼亚两处干旱地区进行的调查表明，当收成一无所获或必须偿还意外费用（比如医院账单）时，本地社区就会利用野生本土植物作为替代食物来源（见表 2.1）。

生物多样性提高食品安全的另一个途径是采用保持和利用农业生物多样性的耕种经验。生物多样性对保持农业生产至关重要。国内作物的野生亲缘植物可以产生基因变异，这种基因变异对解决害虫和病原体的爆发以及新的环境压力具有决定性的作用。许多农业社区把增加的本土多样性视为其农业系统长期生产和生存的关键因素。例如，现在已经证明，在同一块稻田中混合种植多种水稻可以降低害虫和病原体带来的损失，增加水稻的产量。

脆弱性

在过去几十年里，由于自然灾害而使全世界人类遭受的痛苦和经济损失正在逐步增加。红树林和珊瑚礁都是生物多样性的丰富源泉，也是非常好的抵御洪水和暴风雨的自然缓冲物。红树林和珊瑚礁遭到破坏或覆盖面积减少，增加了沿海地区洪水泛滥的严重性。洪水对人类的影响比其他所有自然灾害或科技灾害对人类影响的总和还要大（平均每年有 1.4 亿人受到影响）。在过去 40 年里，发生“大规模”灾难的次数增加了 4 倍，而其造成的经济损失却增加了 10 倍。20 世纪 90 年代期间，人文发展指数（HDI）较低的国家经历了大约 20% 的灾害事件，报告有 50% 以上的死亡率，但只有 5% 的经济损失。而人文发展指数较高的国家则占总经济损失的 50% 以上，死亡率则低于 2%（C6, R11, C16）。

从各种亚全球评估中得出的共同结论表明，生活在农村地区的人重视并努力提高生态系统的变异性和多样性，并将其作为一种应对冲击和意外的风险管理策略（SG11）。他们维护生态系统服务功能的多样性，并对减少他们选择机会的解决方法提出质疑。亚全球评估结果认为，物种、食物和地表的多样性可以发挥“储蓄银行”的作用，农村社区利用它来应对各种变化，以确保持续的生活资料（见秘鲁、葡萄牙、哥斯达黎加和印度的亚全球评估）。

表 2.1 肯尼亚和坦桑尼亚地区依赖本地植物的住户比例（C6 表 6.4）

利用本地野生植物的活动	住户比例（%） 肯尼亚地区	住户比例（%） 坦桑尼亚地区
全部利用	94	94
食物利用	69	54
非食物利用	40	42

健康

健康的一个重要组成部分是均衡的饮食。在不同的时期，约有 7000 种植物和几百种动物被人类当作食物。一些本土和传统社区目前消耗的动植物达 200 多种。野生食物来源对贫困人口和无地者显得尤其重要，因为它们可以提供略微均衡的饮食（C6,C8.2.2）。世界范围内对海洋渔业的过度利用，以及热带许多地区对灌木丛的过度采伐，导致人们获取野生动物蛋白的可能性越来越少，并在许多国家对人类福祉造成了严重的后果（C4.3.4）。

人类健康，尤其是接触多种传染性疾病的风险大小，可能取决于对自然生态系统生物多样性的维护。另一方面，野生物种的多样性维持着会传染给人类的病原体的多样性。但是，证据表明，更高的野生生物多样性可以减少许多野生生物病原体传染给人类的机会。由于对自然生态系统生物完整性的维护，似乎已经使莱姆关节炎（最好的研究病例）的扩散几率大大减少（C11, C14）。

能源安全

在发展中国家，木材提供的能量占所消耗能源的一半以上。即使在瑞典和美国这样的工业国家，木材提供的能量也分别占总能量消耗的 17% 和 3%。在非洲的一些国家，如坦桑尼亚、乌干达和卢旺达，这个比例占到 80%（SG-SAfMA）。在农村地区，有 95% 的木材以柴火的形式被消耗掉；而在市区，则有 85% 的木材以木炭的形式被消耗掉。在人口密度较大并且无法获得可代替和可支付能源的地区，则出现木材燃料短缺现象。赞比亚的一些人口密度超过全国平均值（每公里 13.7 人）的省份，对木材的需求已经超过了本地供应量。在这些地区，由于缺乏房间取暖、烹饪食物和烧水的资源，人们很容易生病，并出现营养不良现象。在农村贫困地区的妇女和儿童是最容易受到木材燃料缺乏影响的群体。他们必须走很远去寻找木柴，因此只有很少的时间来管理田间农作物和到学校学习（C9.4）。

清洁用水的供应

热带雨林的持续丧失以及水域的破坏降低了家庭和农业用水的质量和利用率。纯净饮用水的利用是世界十几个大城市共同关注的一个问题（C 27）。一个最好的证明案例是，纽约市采取措施保护凯茨

基尔斯（Catskills）流域的完整性，以确保能够向 900 万人持续提供纯净饮用水。保护生态系统被证明是比建造和管理淡水过滤工厂更节省成本的方式。通过保护流域的生态完整，纽约市的开支减少了 60 亿~80 亿美元（C7,R17）。

社会关系

许多文化将精神和生态系统的宗教价值或其组成部分（如树、山、小河或小树林）联系在一起（C17）。因此这些组成部分丧失或遭到破坏就会损害社会关系——例如，阻止人们举行宗教或社会仪式活动（参见专栏 2.1）。生态系统因为其美学、娱乐或精神价值而受到高度重视，对生态系统的破坏可能破坏社会关系，主要表现为：减少共享经验的联系价值，引发对因破坏生态系统而受益的群体的憎恨（S11,SG10）。

专栏 2.1 生物多样性退化产生的社会后果（SG-SAfMA）

南非阿玛科萨人（AmaXhosa）的基本生活需求可以从生态系统服务中得到满足，这些服务包括：燃用木材、药用植物、建筑材料、培育物种、食物补充和经济价值物种。当问到当地居民他们和自然环境的关系时，一位当地人说：“我完全依赖于环境，我需要的任何东西都来自这个环境”，“它（环境）永远都是重要的，因为如果你从环境中得到某样东西，就会使你热爱这个环境”。

如果周围环境健康的发展，被调查者往往表现出积极的情感和健康状态：“如果环境健康发展，我的身体和精神也会快乐”。在描述人们对健康环境所拥有的心情时，一位被调查者说：“人们喜欢这样的环境。他们真的非常喜欢它，这样的一种环境让他们感到非常自在。”此外，被调查者还形容他们走在灌木林中的平和感觉以及他们如何到自然环境中去祈祷。

阿玛科萨人的信仰和传统对指导资源的利用与管理 and 鼓励以地区为中心的价值发挥着重要作用。他们的祖先是其宇宙哲学的核心，因此科萨人的身份确认是以发扬祖先传统、举行宗教仪式为基础的。大部分被调查者认为，发扬传统，从而能和祖先沟通，是一个科萨人的价值所在。

有些场所和物种对举行宗教仪式、维系和祖先的关系是必不可少的。当被调查者被问到如果这些场所遭到破坏将会发生什么事情时，他们回答说：“这意味着祖先将会无家可归”，“那种情况不能发生在这个村庄，因为我们的健康完全依赖这些场所的存在”，“这意味着我们的文化已经灭亡”。

选择和行动自由

千年生态系统评估中，选择和行动自由指的是个人可以控制发生的事情，并能实现其价值（CF3）。生物多样性的丧失通常意味着选择机会的丧失。当地渔民把红树林作为当地鱼类种群的繁殖地。红树林的丧失会转变成丧失对当地鱼类资源的控制，以及渔民祖祖辈辈所追求和重视的生计的丧失。另一个例子是多样性农业系统。这些系统通常会比单一式经济作物带来的效益少，但由于多样性可以分散风险，农民也得到了一些权利。基因型、群、物种、功能类型和空间地块的多样性大大减少了害虫和病原体对作物的负面影响，使农业地区可以种植应对未来环境挑战的作物，并增加作物对气候变化和市场波动的弹性（C11）。

选择机会的另一个方面与未来有关。在一些情况下，多样性丧失是不可逆转的。为子孙后代维持多样性的价值（即选择的价值）具有十分重要的意义（CF6，C2）。有选择的可能而不管是否会被真正利用的概念是人类福祉自由方面的一个基本组成部分。然而，众所周知，用金钱来衡量选择自由的价值是非常困难的。我们只能以子孙后代的需要和愿望为前提，虽然其中一些愿望可能与目前这代人的愿望迥然不同。

良好生活和可持续性生活所需的基本资料

生物多样性可以直接提供给个人为获得收入和确保可持续生活资料所必需的各种物品——植物、动物和微生物。此外，生物多样性还可以通过其所提供的生态系统服务功能来改善生活方式：农业劳动力人口目前约占世界总人口的22%，占世界总劳动力人口的46%（C26.5.1）。例如，苹果是印度喜马拉雅地区的主要经济作物，占家庭总收入的60%~80%（SG3）。除此之外，该地区的蜜蜂资源也非常丰富，蜜蜂对田间作物和野生植物的授粉起着非常重要的作用，因此可以提高生产力，维持生态系统功能。20世纪80年代早期，市场对特定苹果品种的需求使农民拔掉了需要授粉的苹果，开始种植新型不育栽培苹果品种。授粉植物种群也受到过度使用农药的负面影响。其结果是苹果整体产量减少，许多天然授粉物种开始灭绝（SG3）。

基于自然的旅游（“生态旅游”）是世界上发展速度最快的旅游类型之一。生态旅游在一些国家是极其重要的经济组成部分，也是许多农业

地区的潜在收入来源（C17.2.6）。2000年，生态旅游为南非带来的总收入估计为36亿美元，约占其旅游总收入的50%（SG-SAfMA）。2000年，博茨瓦纳、肯尼亚、纳米比亚、南非、坦桑尼亚、乌干达和津巴布韦等国家一年内从生态旅游中获得超过1亿美元的收入。坦桑尼亚的旅游业收入占本国国内生产总值的30%。

生物多样性还有助于一系列其他行业的发展，其中包括制药业、化妆品行业和园艺。市场趋势随相关行业和国家的不同而存在很大差别，但在未来几十年里，许多生物资源开发活动和收入将有望增加（C10）。目前的经济形势表明，制药生物开发将会得到更广泛的应用，尤其是在采用进化和生态学知识的新方法之后。

生物多样性丧失可以使当地和国家付出巨大的代价。例如，20世纪90年代早期，纽芬兰鳕鱼渔业的崩溃就造成几万人失业，在收入扶持和再培训方面造成至少20亿美元的损失。最近有证据表明，从物种种类和数量两个方面保护当地生物群落的完整性，对维持植物和动物的生产力、土壤肥力以及它们在面临环境变化时的稳定性起着关键作用（C11）。千年生态系统评估葡萄牙亚全球评估委员会的最新估计表明，国家环境开支正在以每年3%的比率增长，目前已占到国内生产总值的0.7%（SG-葡萄牙）。

生物多样性、生态系统服务和人类福祉之间的平衡

当社会有多个目标时（许多目标取决于生物多样性、生态系统服务和福祉的众多组成部分），我们必须为在这些竞争目标之间取得平衡做出艰难抉择。从长期来看，丧失的生态系统服务对人类的价值可能会大大超过那些改造活动所带来的短期经济利益。例如，斯里兰卡砍伐热带森林来发展农业，最初减少了适合在森林生活的携带疟疾的蚊子的栖息地。但是，不久以后，其他带菌生物又占领了变化后的栖息地，结果造成疟疾的再次爆发（SG3）。

生物多样性和生态系统发生的许多变化可以增加特定生态系统服务的产出，比如食物生产。本次评估中审查的24种生态系统服务中只有4种得到提高：作物、牲畜、水产养殖和（近几十年来）碳吸收。15项其他服务功能出现退化（参见表2.2）。退化的服务功能包括捕渔业、木材生产、水供给、废物处理和解毒、水净化、自然灾（下接第37页）

专栏 2.2 2000 年左右人类利用生态系统服务以及生态系统功能增强或退化的趋势（参见 37 页图注）

服务功能	次等级	人类利用 ^a	增强或退化 ^b	注释	千年生态系统评估章节
供给服务					
食物	作物	▲	▲	食物供应的增长速度高于人口的增长速度。主要增长来自每单位面积产量的增加，同时还有农田面积的扩大。仍然持续低生产力的地区，以及更快的农业面积扩张，例如撒哈拉以南的非洲地区和拉丁美洲的部分地区。	C8.2
	家畜	▲	▲	在一些地区，用于家畜饲养的区域显著增加，但主要增长来源是更高强度、更受限制的鸡、猪和牛的养殖。	C7
	捕鱼	▼	▼	20 世纪 80 年代之前，海洋渔业捕捞呈增长趋势，其后出现衰退。目前，有 1/4 的海洋鱼类资源被过度利用或者出现严重衰竭现象。淡水鱼类资源也一样，因此人类对鱼类资源的利用也呈衰退趋势，其原因不是需求减少，而是供应减少。	C18 C8.2.2 C19
	水产养殖	▲	▼	在过去的 50 年里，水产业成为全球重要的食物来源，2000 年占鱼类总产量的 27%。把鱼类作为水产养殖物种的饲料增加了捕鱼业的额外负担。	C8 表 8.4
	野生动植物产品	NA	▼	一般说来，由于全球自然栖息地受到的压力不断增加，而且野外种群以不可持续的水平被食用，尤其是被贫困人口食用，因此作为食物来源的供给正日渐衰退。	C8.3.1
纤维	木材	▲	+/-	在过去 40 年里，全球木材生产量增加了 60%。种植园提供的圆木产量日益增加，2000 年占全球总额的 35%。在工业时代期间，大约有 40% 的林区消失，而且森林在许多地区继续消失，造成这些地区的生态系统服务出现衰退。近几十年，一些温带国家正在逐步恢复森林，使这些地区的生态系统服务（比起更低的基准线）得到了改善。	C9.ES C21.1
	棉花、纤维、丝绸	+/-	+/-	在过去 40 年里，棉花和丝制品的产量分别增加了一倍和两倍。其他农业纤维的产量则出现了下滑趋势。	C9.ES
	燃料	+/-	▼	全球燃料消耗在 20 世纪 90 年代似乎已达到高峰，而现在则认为正处于下降趋势，但在一些地区仍然是家用燃料的主要来源。	C9.ES
基因资源		▲	▼	尽管分子遗传学和生物技术可以提供量化和扩大这些作物基因多样性的工具，传统作物育种仍然是主要依靠范围相对狭小的农作物物种的种质。基因资源的利用与基于生物技术的新产业之间的关系越来越密切。由于传统作物栽培物种的消失（部分原因在于采用现代农耕经验，引入新的作物物种）和物种的灭绝，基因资源正在逐步消失。	C26.2.1 (下转第 34 页)

专栏 2.2 2000 年左右人类利用生态系统服务以及生态系统服务功能增强或退化的趋势（参见 37 页图注）（续）

服务功能	次等级	人类利用 ^a	增强或退化 ^b	注释	千年生态系统评估章节
生物药剂、天然药品以及医药品		▲	▼	对生物药剂和新药品的需求日益增加，但新的合成技术要和天然产品竞争来满足需求。许多其他天然产品（化妆品、个人护理、生物治疗、生物监控、生态恢复）的使用也正在增加。物种灭绝和药用植物的过度采集缩小了这些资源的可利用率。	C10
观赏资源		NA	NA		
淡水		▲	▼	人类对生态系统的改造（例如，建造水库）使一部分大陆的河水流量变得稳定，使人类有更多的淡水可以利用，但在干旱地区，由于地表水蒸发和灌溉，也丧失了大量的淡水。流域管理和植被变化也会影响季节性径流。全球可能有 5%~25% 的淡水利用超过长期的获得量，需要通过工程调水或透支地下水进行补充。有 15%~35% 的灌溉用水超过了供应量。河流中的淡水可以通过水力发电以电能形式提供服务。修建水库没有改变能源量，却可以使人们更容易地获得能源。1960—2000 年期间，水力发电装机容量翻了一番。世界许多被污染的地区，污染和生物多样性丧失成为现代内陆水域系统的显著特点。	C7
调节服务					
空气质量调节		▲	▼	工业时代以来，大气净化污染物的能力就略有下降，但不超过 10%。生态系统对这种变化的净贡献作用目前还未知。生态系统也是对对流层臭氧、氨、氮氧化物、二氧化硫、微粒和甲烷的转化系统，但这些转化系统发生的变化却没有被评估过。	C13.ES
气候调节	全球	▲	▲	19 世纪和 20 世纪初，全球平均来讲，陆地生态系统是二氧化碳的净来源，大约到 20 世纪中叶某个时期，则变成为二氧化碳的净吸收器。由于漫反射系数的增加，历史（1775 年到现在）土地覆盖的变化的生物物理效应是在全球范围起冷却作用，在那段时期的大部分时间里，部分抵消了从土地覆盖变化排放的二氧化碳所带来的热效应。	C13.ES
	地区和当地	▲	▼	土地覆盖的变化给地区和当地气候带来了正面和负面的影响，但负面影响占多数。例如，热带地区森林滥伐和土壤沙漠化导致了当地降雨量的减少。	C13.3 C11.3
水资源管理		▲	+/-	生态系统变化对径流、洪水和蓄水层补给的时间和规模的影响取决于所在的生态系统及对生态系统所做的改造。	C7.4.4

服务功能	次等级	人类利用 ^a	增强或退化 ^b	注释	千年生态系统评估章节
水土流失控制		▲	▼	尽管北美和拉丁美洲地区的农民正逐步采用适当的减少水土流失的土壤保护措施,如最少耕作法,但土地利用和作物/土壤管理措施还是加剧了土壤的退化和侵蚀。	C26
水净化和废物处理		▲	▼	在过去20年里,尽管多数工业国家中地表水的病原体和有机污染已经大大减少,但全球的水质还是呈下降趋势。在过去30年里,水中硝酸盐浓度迅速增加。生态系统净化这些废物的能力非常有限,这一点被有关内陆流域污染的大多数报告所证实。湿地的丧失更进一步降低了生态系统过滤和降解废物的能力。	C7.2.5 C19
疾病控制		▲	+/-	尽管栖息地的重要变化可以增加或减少某种传染病的风险,但与发展有关的生态系统改造往往增加了当地传染病的影响范围。	C14
病虫害控制		▲	▼	在许多农业区,利用天敌防治害虫已被使用农药所代替。使用农药本身降低了农业生态系统控制害虫的能力。在其他系统中,通过综合治理害虫,利用天敌防治害虫正得到应用和加强。含有抗虫基因的作物也可以减少对有毒合成农药的需求。	C11.3
污染		▲	▼ ^c	有 确定但不完全 的证据表明,全球传粉媒介动物的数量正在减少。在各个大陆至少有一个地区/国家报告过传粉媒介动物减少的趋势(南极洲除外,因为这里没有传粉媒介)。传粉媒介数量的减少很少导致完全无法结籽或结果,而更普遍的是导致种子减少或者降低果实的存活能力或质量。专门的传粉媒介数量的减少已经直接影响了一些稀有植物的繁殖能力。	C11 专栏11.2
自然灾害管理		▲	▼	人们不断占用易受极端事件影响的地区和位置,从而加剧了人们受自然灾害影响的脆弱性。这种趋势以及生态系统应对极端事件的缓冲能力的下降,造成全球人类生命的持续重大损失,并使由自然灾害带来的经济损失迅速上升。	C16 C19
文化服务					
文化多样性		NA	NA		(下接第36页)

表 2.2 2000 年左右人类利用生态系统服务以及生态系统服务功能增强或退化的趋势（参加 37 页图注）（续）

服务功能	次等级	人类利用 ^a	增强或退化 ^b	注释	千年生态系统评估章节
精神和宗教价值		▲	▼	最近宗教神山和其他受保护地区的数目出现下降趋势。重要生态系统特征的丧失（与宗教相关的物种或森林），再加上社会和经济的变化，会减弱人们从生态系统中所获得的精神利益。另一方面，在一些情况下（例如，生态系统特征给人类带来重大威胁的地方），一些特征的丧失可能会增加对保留下来的部分的珍惜。	C17.2.3
知识体系		NA	NA		
教育价值		NA	NA		
灵感		NA	NA		
审美价值		▲	▼	随着城市化的不断发展，对具有审美意义且令人赏心悦目的自然景观的需求也不断增加。可以满足这种需求的地区在数量和质量上都已呈现衰退趋势。可供城市居民使用和接近的自然区域的减少可能会对公众健康和经济发展产生严重的不利影响。	C17.2.5
社会关系		NA	NA		
地域感		NA	NA		
文化遗产价值		NA	NA		
娱乐和生态旅游		▲	+/-	对娱乐性景观利用的需求在日益增加，一些地区也按照满足这种需求来管理，这反映了文化价值和观念的变化。但是，许多景观（例如珊瑚礁）的自然特性由于被作为娱乐资源而出现退化现象。	C17.2.6 C19
支持服务					
土壤形成		+	+		
光合作用		+	+		
初级生产		+	+	包括干旱地区、森林和栽培系统在内的一些全球生态评估体系表明，1981—2000年间的净初级生产力（NPP）出现增长趋势。但在全球范围，伴随着这种趋势，与气候变化相关的高度季节性和年度内变异也在发生。	C22.2.1

服务功能	次等级	人类利用 ^a	增强或退化 ^b	注释	千年生态系统评估章节
支持服务(续)					
营养循环		十	十	近几十年, 营养循环出现了大规模的变化, 主要是由于来自化肥、牲畜粪便、人类粪便以及生物燃料燃烧所形成的多余的营养。由于限制营养物质转移的生物缓冲系统遭到严重破坏, 营养物质从陆地转移到了水生系统, 内陆水域和沿海生态系统越来越受到富营养化作用的影响。	C12 S7
水循环		十	十	人类通过改变河流的结构、从河流中抽取河水, 以及最近由于气候变化, 使水循环发生了重大的改变。	C7

^a对于供给服务来说, 如果人们对服务(例如消费更多食物)的消费增加, 人们的使用量也就增加; 对于调节服务和文化服务来说, 如果受服务影响的人数增加, 人们的使用也就增加。其时间范围一般为过去的50年, 尽管发展趋势在这段时期内已发生变化, 但指标反映的是最新的趋势。

^b对于供给服务来说, 我们定义的“增强”指的是通过接受服务(例如扩大农业)地区的变化而产生的增效服务产出。对于调节服务和文化服务来说, “增强”指的是服务功能中的变化, 这种变化可以为人们带来更大的好处(例如通过根除大家都知道的能传染疾病的带菌者, 可以提高疾病控制服务)。调节和支持服务的退化意味着从服务中得到的惠益将会减少, 这种减少的原因或是服务功能发生变化(例如红树林丧失降低了生态系统防范暴风雨的能力), 或是人类对服务功能施加的压力超过了它的极限(例如过度污染超过了生态系统维护水质的能力)。对于文化服务来说, “退化”指的是可以减少生态系统文化效益(娱乐、审美、精神等)的生态系统特征发生的变化。其时间范围一般为过去的50年, 尽管发展趋势在这段时期内已发生变化, 但指标反映的是最新的趋势。

^c低等到中等确定性。所有其他趋势为中等到高确定性。

图注:

▲ = 增加 (“人类利用”) 或提高 (“增强或退化”)

▼ = 减少 (“人类利用”) 或退化 (“增强或退化”)

+/- = 混合 (在过去50年里增加和减少趋势, 或一些因素/生物带呈增加趋势而其他因素/生物带则呈降低趋势)

NA = 在千年生态系统评估中没有进行评估。在一些情况下, 某种服务功能根本没有在千年生态系统评估中得到解决(例如观赏资源); 而在其他情况下, 某种服务包括在千年生态系统评估中, 但掌握的资料和数据无法对人类利用服务的方式或这服务的现状进行评估。

十 = 根据定义, “人类利用”和“增强或退化”范畴不适用支持服务, 因为这些服务不能直接被人类利用(如果间接影响包括在内, 它们的价值或效益将被重复计算)。支持服务的变化会影响供给、文化或调节服务, 它们可以被人类利用, 也可能出现增强或退化。

害防护、调节空气质量、调节区域和当地气候、调节水土流失及许多文化效益(精神、审美、娱乐和其他生态系统效益)。一般来说, 改变生态系统来提高一种服务必然以生态系统提供的其他服务为代价。例如, 尽管农业扩大和产量增加是重要生态系统服务能力增强的一个成功典范, 但在和其他生态系统服务的平衡方面, 这种成功表现出其代价日益昂贵, 这些代价主要通过对土地覆盖变化的直接影

响、引水灌溉和营养物质流入河流带来的后果来表现。从全球范围来说, 估计大约有15%~35%的灌溉引水是不可持续的(低到中等不确定性)。生态系统服务功能之间的平衡所造成的影响会在不同方面影响人们的生活。例如, 从事水产养殖的农户可能会从增加土壤盐碱度的管理做法中得到物质利益, 却会因此造成附近种植粮食的农户稻米减产和食品安全受到威胁。

借助于定量和定性价值，对生物多样性和生态系统服务的得失均衡分析可以帮助决策者在存在冲突的目标中做出明智的选择 (R17)。(如图2.1所示) 这样的分析可以制定能够带来有效成果的管理策略，而这些策略不可能只改善一个目标而不削弱另一个目标。第二，它可以显示现有决策的无效程度，帮助确定改善现状的机会。第三，一旦达到最佳效率，它能够阐释各个目标之间存在的得失均衡的本质。

生物多样性和生态系统服务对人类福祉的价值

在提供人类所依赖的生态系统服务时，生物多样性和自然过程的重要性没有被包括在金融市场的范畴中。与在市场上买卖的商品不同，许多生态系统服务没有市场或者没有显而易见的价格。然而，没有价格并不意味着没有价值。一个重要的非市场价值评估研究团体现在可以评估一些生态系统服务，包括评估纯净饮用水、娱乐或商业收获物种。物种的存在价值、内在价值和其他“非使用”价值，给那些试图评估保护生物多样性和自然过程的总价值的人士提出了更大的挑战。生态系统是动态和复杂的，人类的偏好也会随时间的改变而改变，这些事实使评估自然系统的工作变得更加困难。不可逆转

的行为(如物种灭绝)和不确定性两个因素结合在一起，导致选择价值的上升(例如，在不确定性得到解决之前，维持灵活性和选择机会的价值)。尽管合理评估选择价值在理论上非常清楚，但在实践中却非常困难(C2.3)。能够更量化地评估自然系统所带来的效益，将为生物多样性的保护提供更大的动力，同时还能更透明地了解效益分配的公平性。

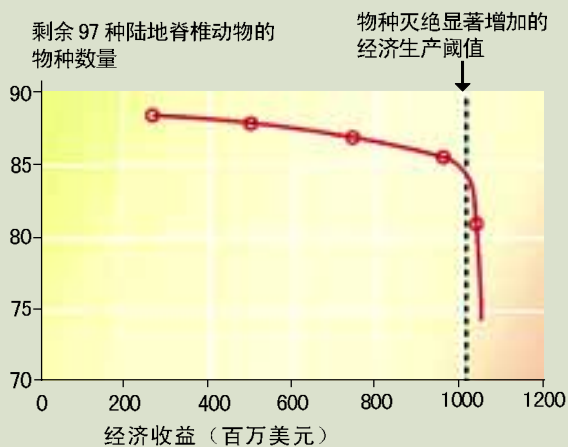
保护生物多样性和自然系统的个人价值和社会价值大不相同。生物多样性和生态系统服务的个人应用价值通常会忽略资源保护的“外部”利益，一般情况下，这些利益在社会中会自然增长。例如，农民可能会从高强度利用土地的过程中获得利益，但通常情况下却不会承担由于养分流失、农药渗入地下或地表水而造成的后果，也不会承担当地物种失去栖息地的后果。如果不采取激励措施使个人决策者重视资源保护所带来的更大的社会效益，那么他们的决策将往往导致资源得不到充分保护(C5.4)。

与某一地区的直接经济价值相比，生物多样性资源保护的间接价值是非常重要的(见专栏2.2)。对当前某些特定地区生物多样性变化的经济研究(例如红树林的改造、珊瑚礁的破坏和森林的全部砍伐)表明，生态系统改造的代价通常是非常巨大的，有时甚至超出了栖息地改造所获得的利益。尽管如此，在这些情况下，由于失去的生态系统服务的价值——生物多样性资源保护的间接价值——并没有内部成本化，因此导致了更多的改造活动。在其他情况下，经济补贴扭曲了相关的成本和收益关系，成为破坏生物多样性的驱动力(C5)。

许多生态系统服务功能的损耗和退化标志着资产的损失，这种损失在传统经济发展或人类福祉增长指标中很少得到体现(C2.3.5)。一个国家可以采伐该国的森林，最大限度地利用其渔业资源，但这仅仅表现为国内生产总值的正增益，尽管资产也出现损失。(国内生产总值可以衡量资源利用的经济效益，但不能反映资产的损耗。)此外，使用生态系统服务的人可以免费享用这些服务(例如，蓄水层中的淡水以及把大气作为污染物吸收器)，但标准经济衡量方法无法反映生态系统的退化。当这些天然资产被考虑进国民财富衡量方法中时，它们就会在很大程度上改变国家的资产负债表，改变依靠自然资源的经济。例如，20世纪70年代和80年代，一些从表面上看出现正增长的国家实际上也出现了资产的净损失，大大损坏了他们已经取得增益的可持续性。

图 2.1 物种持续性和经济收益的效益边际分析

以美国俄勒冈州威廉米提盆地的景观为例，生产能力显示了物种持续性和经济收益之间的各种组合方式。图中数字显示的是在盆地发现的97种陆地脊椎动物的情况，以及农业和林业生产的经济效益。每块地可以分别划分为生物保护区、农业和林业。土地利用方式决定了农业和林业生产的经济收益值和栖息地格局。对于每种物种来说，其持续性取决于适宜栖息地的范围和格局(R17)。



资料来源：千年生态系统评估

专栏 2.2 生态系统转化的经济成本和效益 (C5 专栏 5.2)

对不同的管理模式下的生态系统总体经济价值进行比较的研究相对较少。图中表示的是对生态系统总体经济价值进行的一些比较的结果。在每种情况下,都把可持续管理实践的经济总价值与生态系统被改造的管理模式或非持续性实践进行了比较,更持久地管理生态系统的效益超过改造生态系统所带来的效益,即使个人效益(即从进入市场的服务获得的实际货币收入)倾向于生态系统被改造或不可持续的管理。这些研究与人们的认识是一致的,即市场没有和生态系统服务联系在一起导致了更多的生态系统被改造。但这种发现并不适合所有的地区。例如,在主要农耕区或市区,生态系统的改造价值往往超过原始生态系统的经济总价值(尽管即使在人口稠密的市区,保持一些“绿色空间”的经济总价值比发展这些地区的价值要大)(C5)。

■ 将热带雨林改造成小规模农业用地或种植园(喀麦隆山脉,喀麦隆)。对5个地点的研究表明,维持森林的合理采伐可以带来社会效益(非木材林产品、控制沉积和防洪)和全球效益(碳储存和买卖特权、遗产和存在价值),每公顷为3400美元。将森林改造成小规模农业用地获得了大约每公顷2000美元的私有效益(食品生产)。在4个研究地点,将森林改造成油椰子和橡胶种植园每公顷需要1000美元的平均净成本(负面效益)。在这些案例中,由于市场不健全,因此只认识到经济作物的私人效益。

■ 将红树林改造成水产养殖区(泰国)。尽管改造成水产养殖区在短期内对私人效益具有重要意义,但如果把外部成本计算在内,情况就会有所不同。在原始生态系统和退化生态

系统中,碳固定的全球效益是类似的。然而,与原始红树林有关的社会效益(包括木材、木炭、非木材林产品、近海渔业和暴风雨防护),在改造后几乎降为零。把所有可衡量的商品和服务加在一起,与虾养殖业的经济总价值(大约每公顷200美元)相比,原始红树林的经济总价值最低为1000美元,最高可达到36000美元。

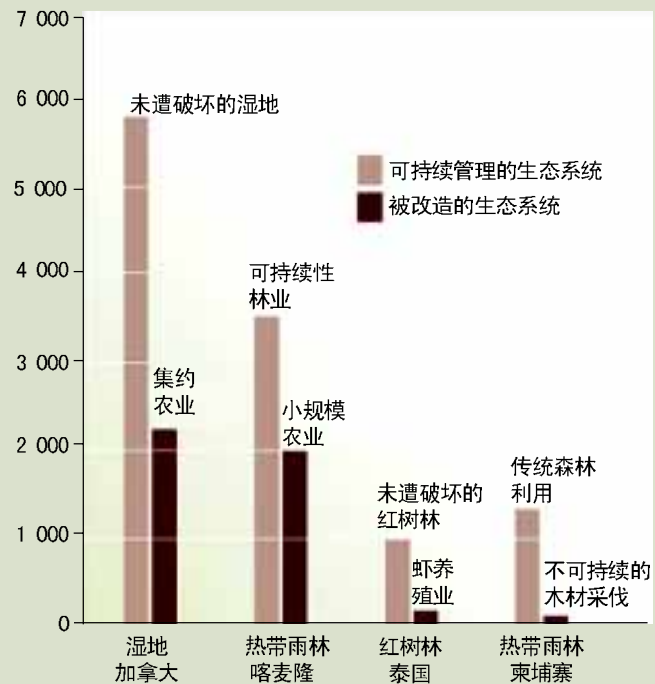
■ 从淡水沼泽地引水用于发展农业(加拿大)。在加拿大一个生产力最高的农业区,从淡水沼泽地引水带来了净私有效益(很大一部分来自于充足的排水津贴)。然而,保护沼泽地的社会效益(来自可持续的狩猎、垂钓和诱捕)大大超过了农业利润。结果,综合考虑所有三种类型的沼泽,经济总价值平均为每公顷5800美元,

而改造后的湿地经济总价值则为每公顷2400美元。

■ 利用森林作为商业木材的来源(柬埔寨)。利用林区作为临时性农田区、非木材林产品(包括燃料、藤条和竹子、野生动植物、锦葵坚果和药材)来源以及生态和环境功能区(例如,流域、生物多样性和碳储存)可提供每公顷1300~4500美元的经济总价值(每公顷的环境服务占590美元,非木材林产品占700~3900美元)。但与不可持续的木材采伐相关的私人效益超过了非木材林产品的私人效益。木材采伐的效益为每公顷400~1700美元,但除去丧失的生态系统服务后,总效益为每公顷150~1100美元,大大少于更持久利用的经济总价值。

不同的管理做法所产生的经济效益

净现值/(美元/hm²)



资料来源:千年生态系统评估

生物多样性丧失和生态系统变化的分配效应

生物多样性的应用、变化和丧失提高了许多社会群体和个人的福祉；然而，对生态系统变化具有低适应能力的人群（主要是贫困人口）已经成为最大的输家，并在货币贫困、短期贫困、相对贫困方面出现了最大程度的加重（C5, C6, R17）。见专栏 2.3 关于各种贫困类型的描述。

许多社区依赖大量的生物产品以保障他们的物质需要。此外，政府向特权群体转让生态系统服务（木材、渔业和矿业）的所有权或使用权，也排除了本地社区使用这些生态系统服务的可能性（R8）。确保使用生物产品的货币收益得到公平分配的规定是主要关注的问题。即使在已经有公平分配的规定时，这些规定的实施还会遇到由于薄弱和效率低下的机构所带来的阻碍（C10）。

专栏 2.3 贫困的概念和度量

相对贫困 是指根据社会标准所定义的清苦生活状态。它是与那些被社会认为不贫困的人比较后确定出的结果。贫困因此被看成是缺少平等机会，它基于对贫困的主观度量。

贫困程度 是一种衡量贫困人口的平均收入与某一贫困线之间收入差距的指标，它反映了贫困人口到底有多贫困，并给出了使所有贫困人口达到贫困线水平所需的资源量。

短期贫困 的特点是短期内缺少水或食物，通常都是季节性的。

货币贫困 表现为收入或货币资源不足。像每日美元指数或国家贫困线等大部分指标都是用这些术语来定义的。

全方位贫困 被设想为一组无法再简化的贫困，不能用收入不足来充分体现。它将把福祉的各个基本组成部分融入到一个综合衡量标准（如人类贫困指数）中。

其他一些贫困特征通常被用于文学作品中，例如农村贫困和城市贫困、极度贫困（或赤贫）、女性贫困（表明性别歧视）、食物定量配给贫困线（带有卡路里收入弹性）等。此外，其他指标，如FGT (Foster, Greer, and Thorbecke) 或Sen指标（这些指标综合了影响范围和贫困程度）也得到了广泛应用。因此，个人所遭受的贫困类型会因为生物多样性和生态系统服务丧失的不同速度和程度，以及丧失的暂时性和永久性而有所不同。

从以往来看，由于对生物产品和生态系统服务的需求日益增长，贫困人口丧失了获得这些服务的机会。沿海栖息地经常被挪作他用，通常用于建造养殖池塘或如小河虾和鲑鱼这些高价值物种的培育基地。尽管这些地区仍被用来生产食物，但当地居民往往被迫离开他们的渔场，而且生产的鱼通常不再用于本地消费，而是用于出口。沿海居民再也得不到廉价的蛋白质或者收入来源（C18）。虾养殖业的发展取代了当地渔民，而他们无法进入资金和技术密集的虾养殖场（SG3）。如果当地社区（尤其是贫困人口和地位低下者生活的社区）能够参与，成为生物多样性获取、使用和管理的合作伙伴，则食品安全和整体福祉要好许多。

社会公平结构的变化也会给生态系统服务带来影响。资源可获得性的不同也可以用来解释，为什么一些人生活在环境资源丰富的地区而在人类福祉方面却处于较低的地位。例如，越南经济自由化造就了一个企业家阶层，很明显他们拥有更大的获取资产的权利，而比较贫困的渔民则不能从事已经得到发展的资产和技术密集型虾养殖业。此外，由于虾养殖业规模扩大所带来的生态变化降低了生态系统支持传统鱼类资源的能力，从而进一步使不平等状况加剧（SG3.7）。

生物产品国际贸易的增长使许多社会群体和个人的福祉得到提高，尤其是在市场和贸易规则发展良好的国家，以及发展中国家可以获得生物产品的人们。然而，有许多群体还没有从这种贸易中受益。一些居住在生物多样性丰富地区附近的人们的福祉出现了下降而不是上升趋势。这样的例子包括许多依赖于这些产品和生态服务来实现其福祉的原住民和当地社区。监督利益公平分配的组织机构薄弱和效率低下，是造成在国家和当地利益分配不公平的主要因素。此外，结构调整计划使贫苦人口进一步陷入赤贫，迫使许多人在别无选择的情况下进一步向生态系统服务施加更大压力（R17）。

社会团体或个人之间为获得和使用生物产品和生态系统服务进行竞争，所造成的冲突导致一些群体的福祉水平下降，而另一些群体的福祉水平提高。有时，不同社会群体在如何使用和分享生态系统服务和生物产品方面存在着冲突。尽管许多冲突已经通过合作得到解决，但一个群体把自己的偏好施加给另一个群体的现象仍然非常普遍，这可能造成一个群体为提高福祉而以牺牲其他群体的福祉

为代价。例如，如果山地社区将森林开垦为农业用地，他们可能会降低下游的水质。当生态系统变化通过这种非常复杂的相互依赖结构与人类福祉变化联系在一起时，就会出现受害者和受益者，使一些群体的福祉得到改善，而另外一些群体则下降（C6）。专栏 2.4 说明了智利矿业部门和当地社区之间的冲突。

一些国家、社会团体或个人（尤其是社会地位低下者）受生物多样性和生物系统变化影响更为严重的一个主要原因是他们能够采取的补救或替代方法有限。当水质变坏时，富人拥有足够的财力购买私用滤水器或者进口瓶装纯净水，而穷人却买不起。同样，发展中国家的市区居民更容易获得清洁能源（例如电），因为他们使用电网非常方便，而农村社区的选择机会却相对较少。贫困的农民往往无法选择现代方法来替代由生物多样性提供的服务，因为他们支付不起这些替代方法。同时，有些服务的替代方法可能是不可持续的，可能对环境 and 人类健康产生负面影响。例如，依赖持久毒性农药来控制虫害会对耕种体系和与耕种体系有关的生态系统的服务供给产生负面影响（C.26.2）。许多工业国家都拥有种子库，以应对作物遗传多样性的快速丧失，使植物育种者更容易得到现有的遗传多样性。除了国际农业研究咨询小组在发展中国家建立的种子库网络外，对许多发展中国家来说，由于电力供应不可靠、燃料价格昂贵，以及能力有限，建立这样的种子库可能会很困难。

基于具体地点的或微观水平的数据和非宏观水平或综合性的数据可以提供更多有用的信息，以帮助确定受生物多样性和生态系统变化影响的贫困群体。大部分关于贫困状况的统计数据都是综合性的。这些统计结果有时可能会隐瞒传统定义上的“富裕”地区或省份内存在的贫困状况。因此，使用综合数据来理解或建立生物多样性丧失、生态系统变化与人类福祉之间的联系可能具有很大的误导性（C5）。

专栏 2.4 智利矿业部门和当地社区之间的冲突

智利阿塔卡玛沙漠盐湖是位于世界上最干燥沙漠中的盐性湿地，地表水非常有限。目前主要受关注的问题是地下水过度使用和开采的可持续性范围。该地区的经济活动包括采矿业、农业和旅游业，所有这一切都要依靠可利用水的质量和数量。阿塔卡玛沙漠盐湖锂的储量占世界总储量的 40% 以上，采矿业提供的就业机会占本地就业机会的 12%，所创造的价值占地区 GDP 的 2/3。采矿业用掉该地区 65% 的水。旅游业是第二大就业和收入来源，旅游设施也需要淡水。当地社区则依靠水来维持农业和畜牧业的发展。当与采矿公司进行竞价时，大多数的农民没有足够的财力来购买用水权。因此，水资源短缺引发了竞争用户之间关于使用权和所有权的主要冲突（SG. SDM）。

3. 目前生物多样性丧失的趋势和驱动力是什么？

- 通过多项生物多样性观测发现，目前的丧失速度比过去超出几个数量级，同时没有证据表明丧失速度将会减慢。
- 由于土地利用变化、气候变化、物种入侵、过度利用和污染的影响，生物多样性正在迅速衰退。这些是由人口、经济、社会政治、文化、技术方面的以及其他间接驱动力造成的。
- 这些驱动力在不同的生态系统和地区具有不同的重要性，目前的趋势表明生物多样性将持续丧失。

最近和目前的生物多样性趋势

通过多项生物多样性观测发现，目前的丧失速度比过去超出几个数量级，同时没有证据表明丧失速度将会减慢。从大范围来说，所有的生物地理界和生态系统（生物群区）中，所有适于栖息的地区都发现有生物多样性衰退的现象。在深入研究的物种类群中，生物的灭绝速度非常高而且还在不断增加（中等确定程度），并且当地种群和栖息地经常被发现处于衰退趋势（C4）。

事实上，人类活动已经使所有地球生态系统发生了很大的变化。1950年后的30年间，土地开垦为耕地的面积超过1700—1850年间150年的总和（C26）。1960—2000年间，水库储水量翻了两番（C7.2.4），结果是大型水库内的储水量估计是河流中流动水量的3~6倍（C7.3.2）。有充分数据

显示，过去20年来，一些国家的红树林消失了约35%（约占红树林总面积的一半）（C19.2.1）。在20世纪的最后几十年中，约20%的珊瑚礁遭到破坏，另有20%出现退化现象（C19.2.1）。尽管目前生态系统最迅速的变化发生在发展中国家，但工业化国家在历史上也曾经历过类似的变化。

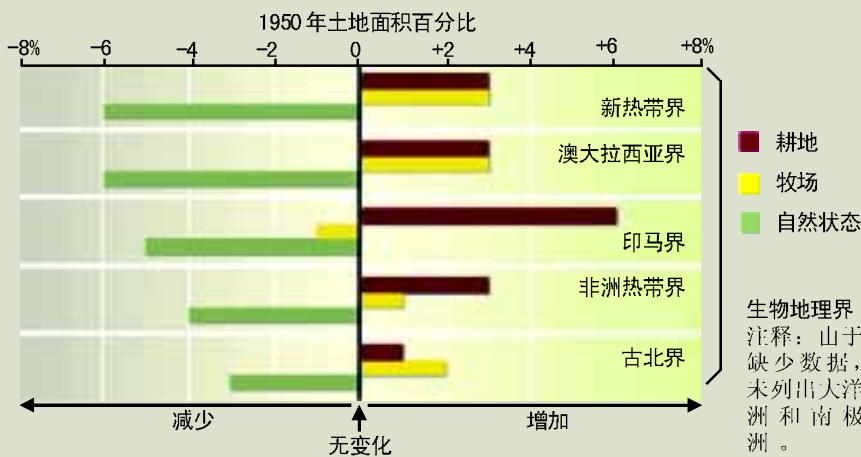
在20世纪的最后50年中，改造速度最快的生物群区是温带、热带以及洪泛区草原和热带干旱森林（1950—1990年间消失的比例超过14%）（C4.4.3）。在过去20年里，陆地生态系统发生快速变化的地区包括（C28.2）：

- 亚马逊盆地和东南亚（森林采伐和农田扩张）；
- 亚洲（干旱地区土地退化）；
- 孟加拉国、印度河谷、中东和中亚部分地区、东非五大湖地区。

将栖息地改造成农业用地影响了所有的生物地理界。到1950年，所有地理分布区（大洋洲和南极洲除外）中至少有1/4的地区被改造成其他用地（C4.4.4），印马界几乎有一半的自然栖息地被改造。从1950—1990年的40年里几乎所有生物地理界都有栖息地被改造的现象（参见图3.1）。新北界和古北界北温带地区目前的农业和城市化非常发达；然而，在过去40年里，新北界的耕地和草原数量保持稳定，只有古北界出现了小幅增长。为了保证持续的食物生产，以满足不断增长的人口需要，在这些地区采用集约化农业实践降低了粗放化农业用地量，实现了平衡（C8，C26）。在热带地区，将土地开垦为农业用地的速度在印马界非常高，而在新热带界和非洲热带界则相对适中。这些地区农田的大幅度增加出现在20世纪50年代。澳大利亚界的耕种和城市化程度相对较低，但在过去的40年里也以与新热带界相同的速度在增加。

图 3.1 分别在自然状态或在耕种和放牧状态下的生物地理界土地面积的百分比变化（1950—1990）

由于缺少数据未列出两个生物地理界：大洋洲和南极洲。在新北区，处于耕种和放牧状态下的土地数量保持稳定，自1950年以来植被没有出现净变化。



资料来源：千年生态系统评估

保持稳定，只有古北界出现了小幅增长。为了保证持续的食物生产，以满足不断增长的人口需要，在这些地区采用集约化农业实践降低了粗放化农业用地量，实现了平衡（C8，C26）。在热带地区，将土地开垦为农业用地的速度在印马界非常高，而在新热带界和非洲热带界则相对适中。这些地区农田的大幅度增加出现在20世纪50年代。澳大利亚界的耕种和城市化程度相对较低，但在过去的40年里也以与新热带界相同的速度在增加。

大多数生物群区都发生了很大的改变。14 个全球生物群区中有 9 个群区的 20%~50% 被开垦为农田。尽管 1950 年以前，温带草原、温带阔叶林和地中海森林有 55% 以上的面积被改造，但从 1950—1990 年间热带干旱森林仍是受耕种影响最为严重的地区。受耕种影响最小的生物群区包括沙漠、北方针叶林和苔原（见图 3.2）。尽管耕地可以提供许多供给服务（例如粮食、水果和肉类），而栖息地开垦为耕地通常会导致当地生物多样性的减少（C4.4.3）。

在过去至少一个世纪里，人类改造生物群区的速度在各生物群区之间基本保持不变。例如，到 1950 年为止，北方针叶林的原生栖息地植被损失甚少，之后的丧失速度仅增加了非常小的比例。相比之下，到 1950 年为止，温带草原生物群区丧失了将近 70% 的原生植被，其后，又丧失了 15.4%。但有两个生物群区例外：地中海森林和温带阔叶林。到 1950 年为止，这两个生物群区失去了大部

分原生栖息地，但其后其丧失不到 2.5%。这些生物群区包含许多世界最著名的城市和最广阔的周边农业发展区（例如，欧洲、美国、地中海盆地和中国）。到 1950 年为止，这些生物群区中最适合耕种的农业用地都已被人类开垦了（C4.4.3）。

在过去几百年里，人类可能以 3 个数量级的速度加速了物种的灭绝（有部分事实为依据）。这种估计只有部分事实为依据是因为：未被描述过的物种种群灭绝程度还未知；许多已描述物种的情况也知之甚少；很难证实珍稀物种的最后灭绝时间；受威胁过程和最后灭绝之间存在灭绝延迟。然而，根据过去 100 年里所记录的已知物种的灭绝情况得出的最确定信息表明，物种的灭绝速度比化石记录的物种灭绝速度高出约 100 倍（C4.4.2）。其他较间接的评估（其中有一些指的是未来几百年里要灭绝的物种）认为，灭绝速度比化石记录的灭绝速度高 1000 到 10000 倍。（见图 3.3）

图 3.2 1950 年之前原生栖息地丧失和 1950—1990 年期间原生栖息地进一步丧失之间的关系（C4 图 4.26）

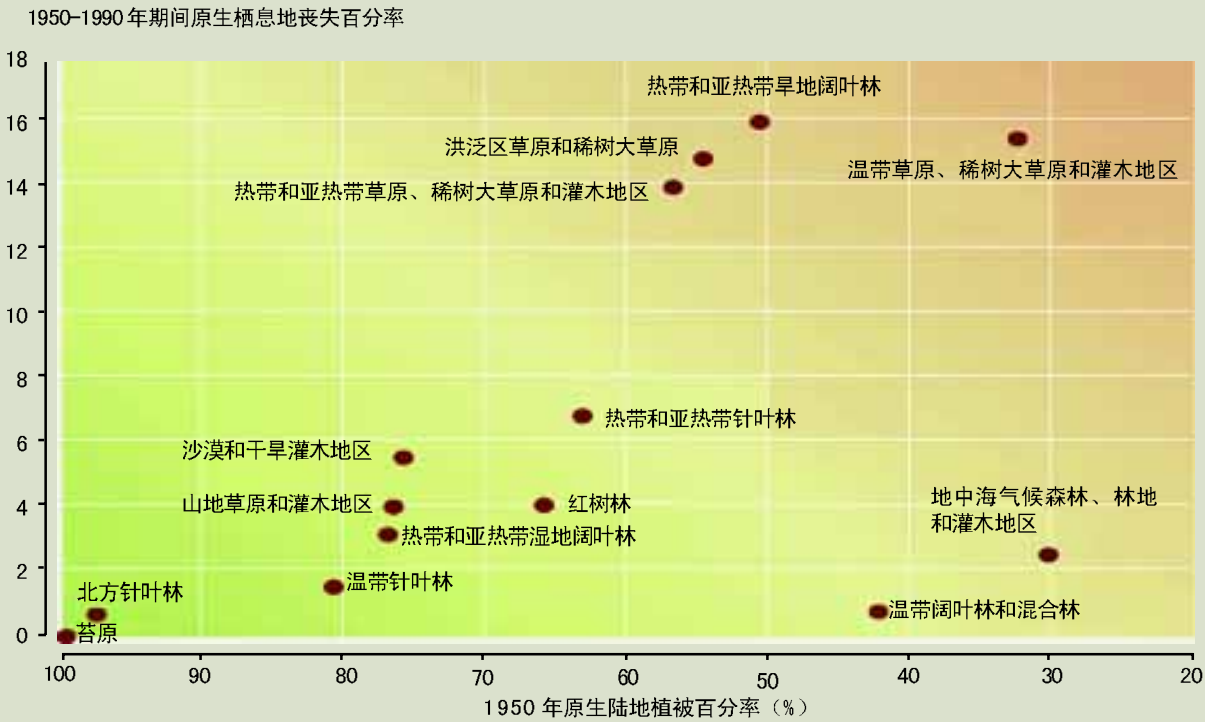
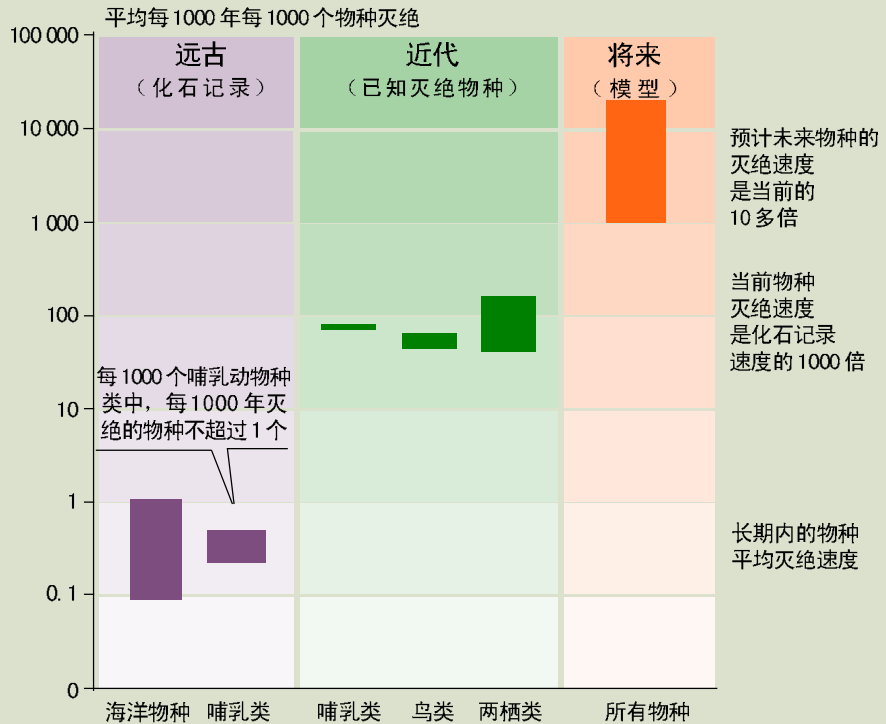


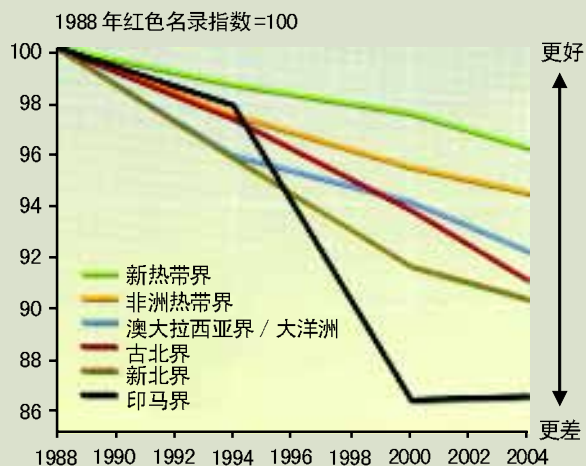
图 3.3 物种灭绝速度 (改编自 C4 图 4.22)

“远古”的物种灭绝速度是指根据化石记录计算的平均灭绝速度。“近代”的物种灭绝速度是指通过已知灭绝物种(低端估计)或已知灭绝加上“可能已灭绝”物种(高端估计)计算出的灭绝率。“可能已灭绝”的物种是指专家认为这一物种已灭绝,但尚未开展广泛的调查确认该物种的消失。“未来”的物种灭绝速度是指采用各种技术从模型中得出的估计值,这些技术包括物种地区模型、物种向受威胁程度加重的类型转化的速度、与世界自然保护联盟制定的受威胁类型有关的灭绝概率、预计的出现的栖息地丧失对目前受栖息地丧失威胁的物种的影响,以及物种丧失与能源消费之间的联系。在各“未来”估计中所用的时间框架和物种群体各不相同,但总体上指根据当前所受威胁程度预计未来将出现的物种丧失,或者根据



大致在1970—2050年间发生的栖息地变化估计目前和未来将出现的物种丧失。根据化石记录做出的估计具有低确定性。对已知灭绝做出的低端估计为高度确定性,高端估计为中度确定性;由模型得出灭绝的低端估计为低确定性,高端估计为推测性。

图 3.4 1998—2004 年间不同生物地理界中鸟类的红色名录指数 (C4)



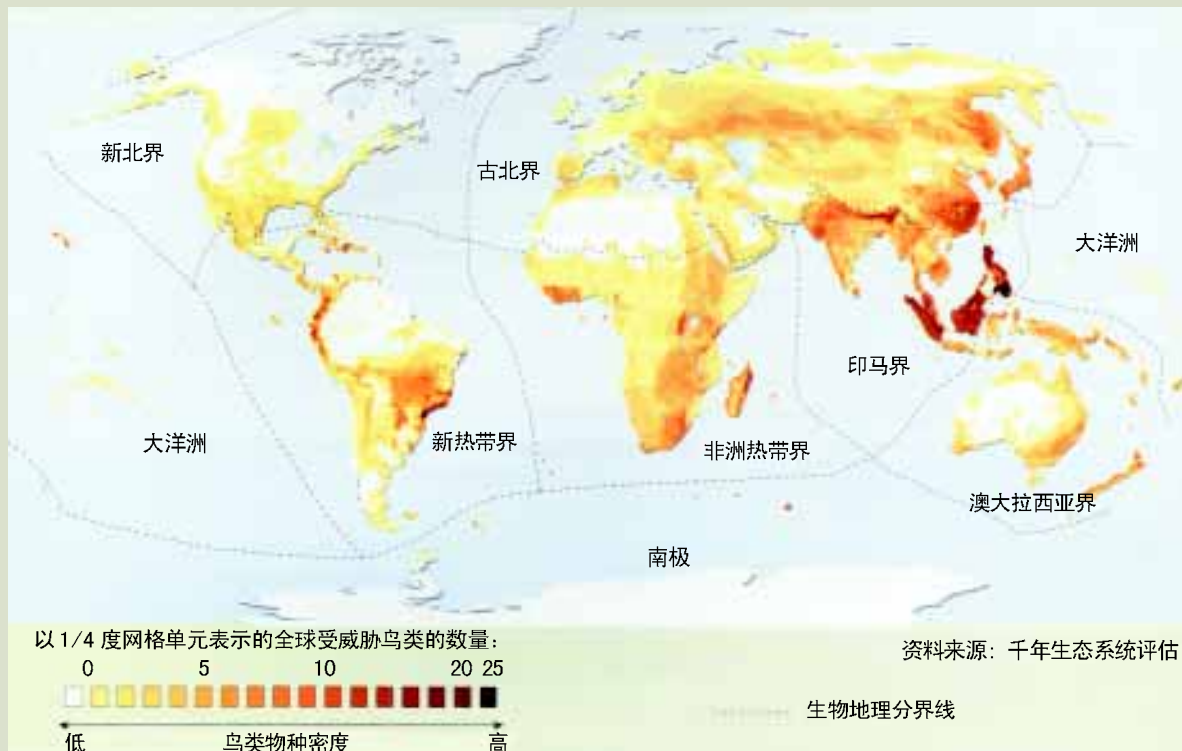
以世界自然保护联盟红色名录等级中确定的种群、分布范围和趋势为基础,红色名录指数表明了物种系在总体威胁状况(例如预计的相对灭绝风险)中变化的相对速度。

来源: Butchart 等, 2005年

根据世界自然保护联盟的红色名录,在研究较深入的较高级生物类群中,有12%~52%的物种面临着灭绝的威胁。对不到10%的已定名物种的保护状况进行了评估。在被评估的物种中,鸟类的受威胁物种的比例最低,为12%。从广义上来讲,鸟类受威胁的格局与哺乳动物和针叶植物类似,后两者受威胁物种的比例分别是23%和25%。两栖动物的情况看起来也很相似,有32%的物种受到威胁,但由于所收集的信息非常有限,因此这种估计有些偏低。苏铁科植物中受威胁物种的比例更高,全球受威胁物种比例为52%。在亚全球评估报告中,受威胁物种比例最高的生物种群大多数是那些依赖淡水栖息地的种群(C4.4)。受威胁物种的保护状况一直呈下降趋势,在物种最丰富的生物地理界,物种受威胁的程度最高(C4.4)。(参见图3.4和3.5)

图 3.5 全球受威胁鸟类的密度分布图，以 1/4 度网格单元分辨率制图 (C4 图 4.25)

深橙色对应更高丰度，深蓝色对应最低丰度。(n=1, 213)



在栖息地遭受中等程度改造的生物群区中，受威胁的脊椎动物数量最多。低生物多样性的生物群区（如北方针叶林和苔原）拥有较少的物种数量，受威胁程度较低，而且人类的改造也甚少。温带地区改造规模非常大的栖息地比热带生物群区所拥有的物种丰度低，许多易受改造影响的物种可能早已灭绝。在高多样性、改造中等的热带生物群区中，受威胁的脊椎动物数量最多 (C4.4.3)。(参见图 3.6)

较高级生物类群的大部分物种目前正处于衰退状态。对全球两栖动物、非洲哺乳动物、农田中的鸟类、英国蝴蝶、加勒比海珊瑚、水禽和鱼类的研究表明，大部分物种数量呈下降趋势。部分物种呈现增加趋势的原因常常是因为人类的管理干预，如自然保护区的保护或者消除过度开采等威胁因素等，或者是在人类控制区域上易于繁殖的物种 (C4.4.1)。一个物种种群趋势的综合指标——生命星球指数 (LPI) ——是利用公布的关于各种野生物种

自然种群趋势的数据，来确定物种丰富度的总体趋势。尽管更加平衡的抽样调查可以提高该指数的可信度，但该指数表明物种整体上呈下降趋势，其中淡水栖息地的衰退速度最高。(参见图 3.7)

全球，尤其是培育物种的基因多样性呈衰退趋势 (C26.2.1)。在耕种体系中，由于“绿色革命”，自 1960 年以来，农业耕地和农作体系中的物种内多样性格局发生了重大转变。农业系统的集约化，加上植物育种者的专业化和全球化，已经大大降低了农业系统中驯化植物和家养动物的基因多样性。维持种子库中的基因多样性在某种程度上弥补了农田中作物基因多样性的丧失。6500 种家养动物物种中，有 1/3 由于种群规模非常小而面临灭绝的威胁 (C26.2)。除了耕种体系外，物种灭绝和独特种群的丧失也导致了这些物种及其种群所包含的独特基因多样性的丧失。这种丧失会降低整体的适合度和适应能力，限制了恢复那些种群已经降低到低水平的物种的前景 (C4.4)。

图 3.6 14 个生物群区中濒临灭绝的脊椎动物数量，根据到 1950 年为止栖息地被改造数量的多少排列 (C4)



从全球范围看，有些生态系统改造的净速度开始变慢。一些地区的生态系统恢复到更自然的状态，这在很大程度上归因于耕地扩大速度的降低。同时在一些情况下，这种趋势也反映出已经几乎没有可用于进一步改造的栖息地了。一般说来，世界许多地区由于适于集约耕作的土地比例继续减少，耕地进一步扩大的机会也逐渐减少 (C26.ES)。农业生产率的提高减缓了农业规模扩大的压力。自 1950 年以来，北美、欧洲和中国的农作物耕种区一直保持稳定，欧洲和中国甚至还出现减少趋势 (C26.1.1)。自 1960 年以来，前苏联的农作物耕种区也出现减少趋势 (C26.1.1)。温带和北温带地区森林覆盖面积在 20 世纪 90 年代每年增加大约 300 万 hm^2 ，尽管增加的森林面积中大约有一半属于植树造林 (C21.4.2)。

在不同的度量方法间解释生物多样性丧失程度并非易事。一种生物多样性度量方法中的变化率可能会低估或高估另一种度量方法得到的变化率。不同度量方法的生物多样性尺度不是简单的，这一点在栖息地和物种丰富度之间的关系上尤为重要。栖息地丧失最初导致的物种丧失要低于预计丧失，

这取决于栖息地剩余多少，因此这时栖息地的丧失速度可能就低估了物种的丧失速度 (C2.2.4, C4.5.1)。

生物同质化的定义是物种集合逐渐被少数分布广泛的物种占优势，同质化代表了生物多样性的进一步丧失，但这常常被忽略，因为其仅仅考虑到绝对的物种种数的变化。人类活动对动物和植物会产生正面或负面的影响。人类活动使许多物种走向衰亡，它们更容易被数量更少的、在人类改造过的环境中具有很强的繁殖力的扩张物种所代替。其结果是在全球范围内形成一个具有更低多样性的同质化的生物圈。一个影响是在一些由于隔离而造成低多样性的地区，生物多样性实际上甚至可能会增加——这是外来物种入侵的结果（如在荷兰的大陆地区，以及海洋岛屿上）。最新数据表明，许多弱勢物种和少数强势物种并非随机地分布于较高级物种门类和生态类群中，这也增加了同质化 (C4.4)。

虽然生物多样性丧失已经成为地球生物群历史的一个自然部分，但它一直和生物起源是相对的，而且除了罕见事件外，其丧失速度是非常缓慢的。然而，目前的丧失已经远远超过起源，速度比过

去高出好几个数量级。生物多样性丧失不仅仅是在全球灭绝，例如许多受威胁或濒临灭绝的物种所面临的基因、生态系统和景观多样性下降也是生物多样性丧失。即使每种本土物种都在一个生态保护区中保留了下来，但是大部分景观都被改造成高度集约化的单一农田系统，生物多样性也会大大降低。景观同质化与生物同质化是联系在一起的(C4)。

威胁和灭绝格局不是均衡地分布在各物种间，而是集中在特定的生态或分类类群中。面临高灭绝风险的物种具备的生态特点包括：高营养级水平、种群密度低、寿命长、繁殖能力低以及地理分布范围窄(C4.4.2)。灭绝风险的程度在有亲缘关系的物种间趋于相似，以致于有的整个进化支可能或者已经消失。自1500年以来，大部分记录到的物种灭绝发生在岛屿上。然而，对未来灭绝物种数量将会增加的预测表明，这种趋势将会从岛屿转移到大陆上(C4.4.2)。

生物多样性变化的驱动力及其趋势

生物多样性的变化是由一系列直接和间接的驱动力引起的。这些驱动力包括各种自然或人为的、直接或间接引起生态系统变化的因素。直接驱动力毫无疑问地影响生态系统进程。间接驱动力的作用更广泛，可以改变一个或更多的直接驱动力。影响生物多样性的重要直接驱动力包括栖息地变化、气候变化、物种入侵、过度利用和污染(CF4, C3, C4.3, S7)。

单独一个度量或指标无法代表各种驱动力的总体状况。一些变化的直接驱动力有比较简单的指标，例如肥料用量、水消耗量、灌溉和收获量等。而其他驱动力(包括外来物种入侵、气候变化、土地覆盖改变和景观破碎化)的指标还没有很好地建立起来，度量它们的数据也不能随时获得(S7)。

生物多样性和生态系统中的变化几乎总是由多种相互关联的驱动力造成的。变化是由于各种驱动力综合在一起、共同作用一定的时

间(例如，人口和收入的增长与导致气候变化的技术进步相互关联)、在多种组织水平(例如，当地的区划法和国际环境协议)、间歇性地发生(例如，干旱、战争和经济危机)。关于森林破坏和沙漠化的案例综合研究报告表明，最普遍的交互作用方式是协同因素的组合——多种驱动力联合，通过交互作用和反馈而放大影响效果(S7.4)。

各种驱动力在跨空间、时间、组织尺度上发生交互作用，任何一个特定的生态系统变化都是被不同驱动力间的交互作用网络所驱动。尽管这些网络的一些要素是全球性的，但引起生态系统变化的实际交互作用或多或少还是针对某个特定地区的。例如，在世界许多地区生产价格的提高和生产扩大之间存在联系。然而，这种影响的力度是由一系列地点特定的因素决定的，包括生产条件、资源和知识的可获得性以及农民的经济条件(S7.4)。没有一个单独的概念化框架能够综合这些大量的关于驱动力之间交互作用的案例研究证据所包含的广大范围。根据千年生态系统评估亚全球评估的发现和最新文献资料，我们可以举出一些生态系统变化因果关系的例子(SG-葡萄牙, SG-SAfMA)。(参见专栏3.8、3.9及表3.1.)

图 3.7 生命星球指数 (1970—2000 年)

生命星球指数目前包括了全球555种陆地物种、323种淡水物种和267种海洋物种的数据资料。1970—2000年间生命星球指数下降了大约40%，而同期内，陆地物种指数则下降了大约30%，淡水物种指数下降了大约50%，海洋物种指数下降了30%。

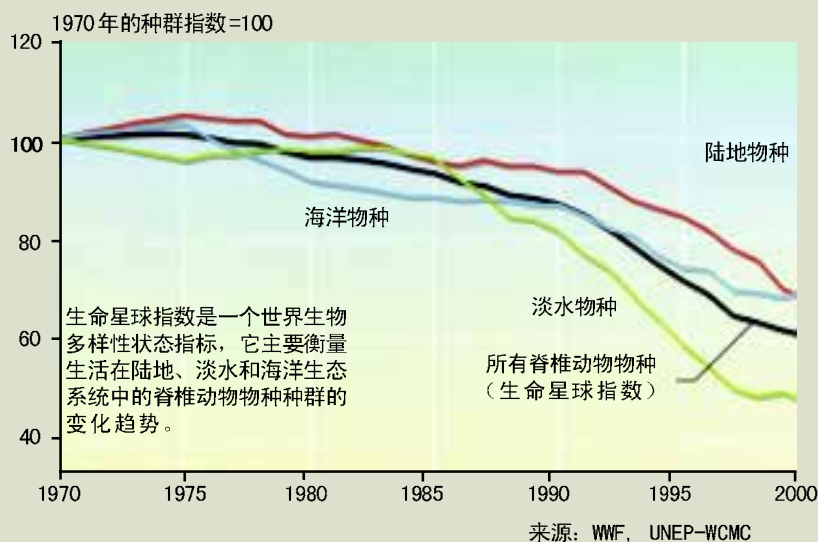


图 3.8 葡萄牙亚全球评估中驱动力之间反馈和交互作用图解

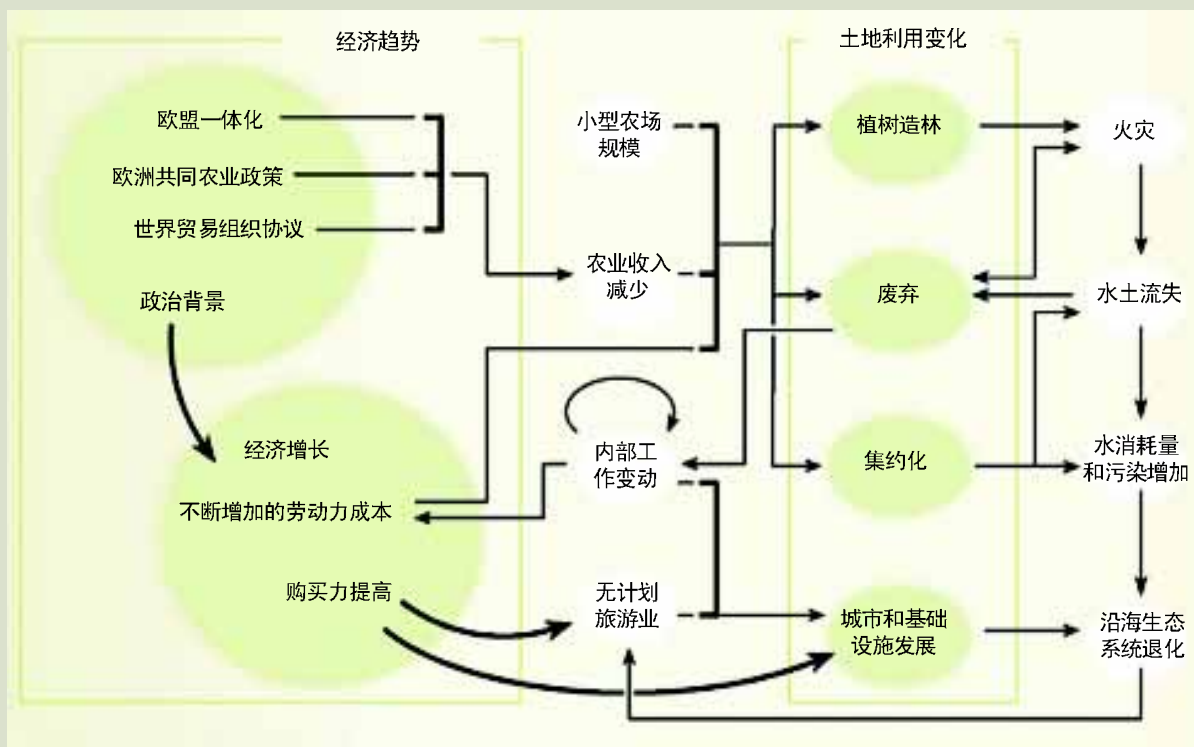
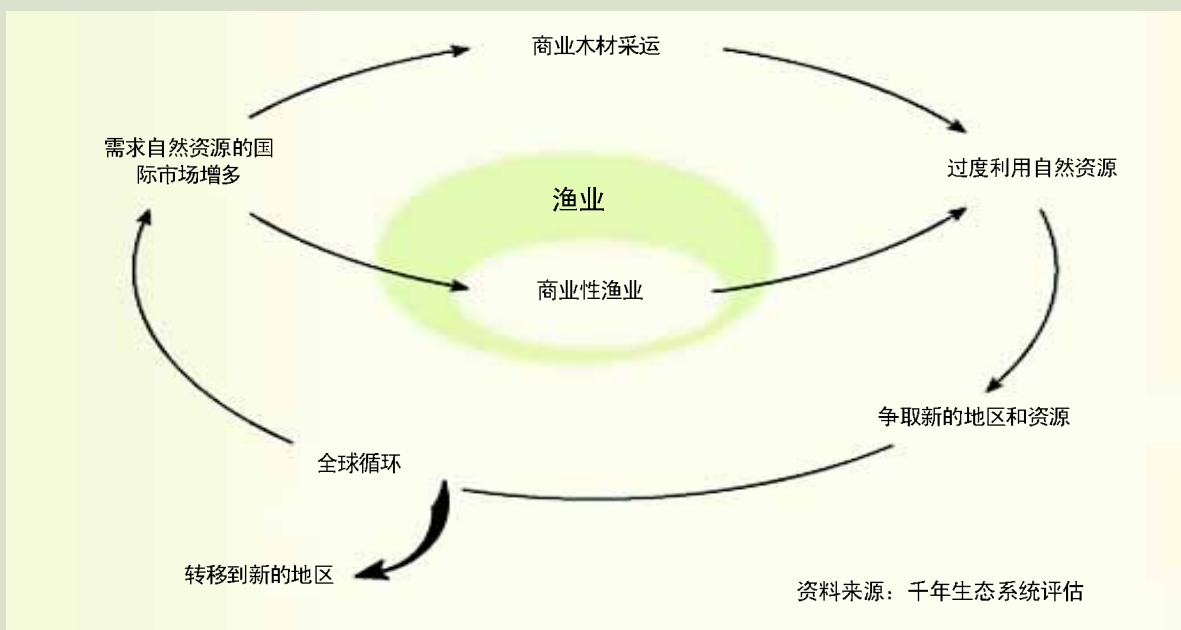


图 3.9 与自然资源过度利用相关的驱动力交互作用概略图 (改编自 SG7 图 7.7)



专栏 3.1 直接驱动力：南非地区评估案例 (SG-SAfMA)

非洲南部生物多样性丧失的直接驱动力包括土地利用变化、外来入侵生物、过度放牧和过度捕捞的影响，所有这些因素早已对地区生物多样性、生态系统服务功能和人类福祉造成了很大的影响，如果不进行干涉，这些影响有可能会继续扩展。

非洲南部生态系统变化的主导直接驱动力被认为是范围广泛的土地利用变化在一些情况下导致了生态系统退化。森林和林地正被改造成农田和牧场，尽管其速度稍慢于20世纪90年代期间东南亚和亚马逊地区的改造速度，但却足以使当地的生态系统服务功能受到威胁。该地区有一半面积为干旱地区，在这些地区过度放牧是造成其沙漠化的主要原因。

21世纪上半叶的气候变化对非洲南部的供水、人类福祉和生物多样性是一个真正的威胁。然而，出现这些威胁的部分原因在于显著的全球变暖趋势可能在大范围伴随着干旱趋势，另一部分原因在于人类福祉水平低下和管制薄弱，使人类更容易受到气候变化的影响。尽管这种威胁在某些地区已经减缓（例如，南非植树造林和外来物种单一栽培已经减少），但在其他地区却在加速（例如，由于良好的种植条件和管理薄弱，莫桑比克外来物种植树造林出现增加趋势）。因此，该地区生物多样性依然容易受到土地利用变化的影响。此外，即使较细微的土地退化问题也被认为是对该地区较大的威胁。

一些研究表明，非洲南部的生物多样性正受到威胁。例如，像全球变化模型预测的一样，现有证据表明生物多样性在该范围的北部地区正在减少，而南部却保持稳定。此外，还有实验证据表明，全球二氧化碳浓度增加可能驱使树木型入侵物种向草原和热带稀树大草原地区扩张。物种扩散和承受这些压力的能力将会受到被人类活动破碎化了的景观的制约。多地区和部门气候变化影响和适应性评估项目正在分析在未来气候和土地利用条件下，保护非洲南部的生物多样性和地表植被的应对方案。

间接驱动力

毫无疑问，生物多样性变化是直接驱动力作用的结果。然而，这些直接驱动力可以反映出间接驱动力（生态系统变化的根本原因）的变化。间接驱动力广义上可以分为下列几个范畴：经济活动变化、人口变化、社会政治因素、文化与宗教以及科学技术变化。

■ 1950—2000年期间，全球经济活动增加了近67倍（S7.SDM）。在千年生态系统评估设定的情

景中，预计到2050年将再增加3~6倍。全球化进程一方面增强了生态系统服务变化的驱动力，另一方面通过消除地区障碍、淡化民族联系，以及增加人民之间和民族之间的相互依赖，而缓解了一些驱动力（S7.2.2）。

■ 在过去40年里，全球人口增加了一倍，2000年达到60亿（S7.2.1）。根据情景不同，到2005年全球人口数预计将增长到81亿~96亿之间。城市化会影响消费，一般情况下会增加对食物和能源的需求量，从而增加对全球生态系统的压力。

■ 在过去50年里，社会政治驱动力发生了重要的变化，其中包括中央集权政府逐渐衰退，而选举产生的民主政府逐渐增多，这为采取新的环境资源管理形式，尤其是适应性管理提供了机会（S7.2.3）。

文化修养影响着这个世界上个人的感知力，影响他们判定什么是重要的，因而影响到保护和消费偏好，并建议什么是适当和不适当的行动。科学知识和技术的发展和普及，既可以提高资源利用的效率，也可以增加资源开发的方法（S7.2.4，S7.2.5）。

直接驱动力

直接驱动力的重要性在生态系统内和不同生态系统间会有不同，其影响力增加的程度也有所不同。历史上，栖息地和土地利用的变化对所有生物群区的生物多样性产生的影响最大。目前，气候变化影响到生物多样性的各个方面，范围涉及从个体生物，到种群和物种，再到生态系统的组成和功能。污染（尤其是氮和磷的沉积，但也包括其他污染物的影响）将会产生越来越大的影响，造成所有生物群区内生物多样性的减少。过度开发和物种入侵也是非常重要的问题，会持续成为生物多样性变化的主要驱动力（C4.3）。（参见图3.10）

对陆地生态系统而言，过去50年引起变化的最重要直接驱动力是陆地植被的变化（C4.3，SG7）。只有比较不合作物生长的生物群区（例如沙漠、北方针叶林和苔原）相对没有被人类破坏（C4）。热带地区森林的开发和退化范围似乎比世界其他地区更加严重，只是北方针叶林的数据特别有限（C21）。大约有10%~20%的干旱地区被认为处于退化状态（中等确定性），这些地区大部分分布在亚洲（C22）。对非洲南部生物群区的研究，显示了动植物生活环境的退化导致所有分类类群中生物多样性的丧失（参见图3.11）。

图 3.10 主要直接驱动力

单元中的颜色表示在过去 50~100 年中, 每一项驱动力对各生物群区的生物多样性迄今为止所产生的影响。箭头表示驱动力对生物多样性影响的趋势。水平箭头表示持续当前的影响程度, 斜向和垂直箭头表示发生影响趋势渐强。本图系在千年生态系统评估和“现状和趋势工作组”的评估报告的不同章节中关于驱动力变化的分析基础上制作并与其保持一致。本图代表全球范围的影响和趋势, 具体区域的情况可能会有所不同。



过去一个世纪驱动力对生物多样性的影响 | 驱动力目前的变化趋势



来源: 千年生态系统评估

培育系统（千年生态系统评估的定义为在任何特定的年份至少有30%的土地为农田、轮作、舍饲牲畜或者淡水养殖区的地区）占地球总面积的24%（参见图3.12）。1990年，约有40%的农田位于亚洲，欧洲占16%，非洲、北美洲和南美洲各占13%（S7）。

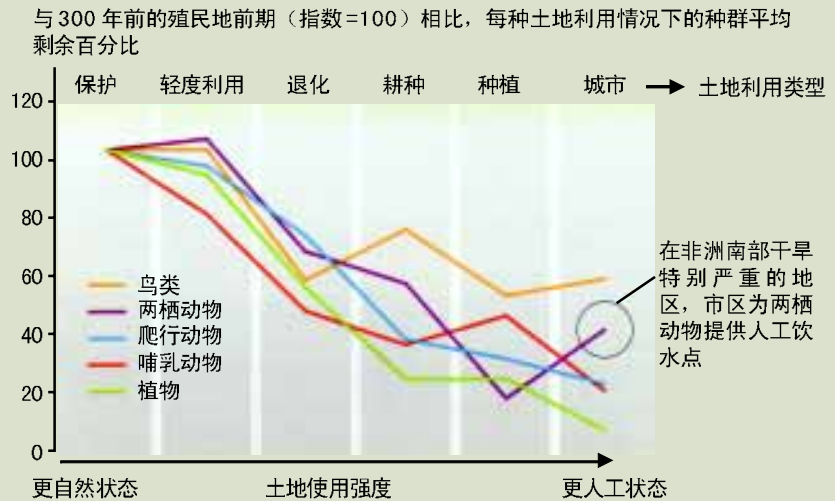
总体说来，过去50年里，引起海洋生态系统变化最重要的直接驱动力是捕鱼业。捕鱼是影响海洋结构、功能和生物多样性的主要直接人为因素（C18）。在一些海洋系统中，捕鱼业面临着巨大的压力，因为世界上多数地区，渔业目标鱼类（包括目标物种和意外捕获物种）的生物量同工业化捕捞前的水平相比降低了90%。

在这些地区，所有海洋中许多目标物种的储量都已崩溃，主要因为一直被过度或者超过其可持续的最低水平捕捞。最近的研究表明，全球渔业在20世纪80年代晚期达到高峰，但尽管现在捕捞强度和捕捞能力不断增加，渔业仍处于衰退期，而且没有证据表明这种趋势有改变的迹象（C18.3）。除了捕鱼量外，全球捕捞的fish类的平均营养级水平正在下降，这意味着我们将越来越依赖于位于海洋食物链低层的鱼类（C18.3）。（参见图3.13和3.14）浅水区的破坏性捕鱼也是影响海洋生态系统变化的一个因素，水底拖网捕鱼同质化了立体的底栖生物的栖息环境，大大减少了海洋中的生物多样性。

过去50年里，不同地区淡水生态系统变化的最重要的直接驱动力包括物理变化、水域改造、入侵物种和污染。全世界湿地丧失粗略估计比1990年的湿地面积减少了50%。然而，由于缺少可靠的数据，这个数字的准确性还未得到证实（C20.3.1）。一些水域已经发生了大规模的变化：亚洲78%的水库是在过去10年间建造的；南美洲几乎60%的水库是从20世纪80年代开始建造的（C20.4.2）。自1900

图 3.11 300 年来土地利用强度不断增加对不同生物类群原始种群的影响

纵轴百分数表示非洲南部地区土地の利用百分比。在节制利用的前提下，人类对地表的改造活动也可以增加种群的数量（见两栖动物）。



保护地：拥有完整的生物多样性，因此被用作基准
 轻度利用：在可持续发展范围内有效地利用自然植被（例如放牧）
 退化：利用强度超过自然生产能力的自然植被
 耕种：农田和人工牧场
 种植：外来树木的单一栽培，主要是桉树和松树物种
 城市：已建立的市区和高度完整的采矿区

资料来源：Scholles 和 Biggs, 2004

年以来，从河流和湖泊中引水用于灌溉、城市建设或工业发展的用水量增加了6倍（C7.2.2）。在全球范围，人类现在已经使用了可获得的可再生淡水供应量的约10%，而在一些地区（如中东和北非地区），人们使用了120%的可再生淡水供应（超出部分通过开采地下水获得）（C7.2.3）。外来入侵物种的引入是淡水系统物种灭绝的主要原因。目前已经证实，营养物质排放量的增加会造成严重的富营养化现象，还会造成饮用水中硝酸盐的含量过高；而来自点源（例如采矿）的污染已经对内陆水域的生物群系产生了破坏性影响（C20.4）。

显然稳定的栖息地可能会被分割，这对生物多样性会造成重大影响（C4.3.1）。栖息地分割是由于自然干扰因素（例如，火灾或风）引起的，或者是由于土地利用改化和栖息地丧失（例如，清理自然植被用于发展农业或道路建设）造成的，这些情况会把以前连续的栖息地分割开来。较大的剩余地或与其他剩余地相邻的地方受到分割的影响较小。小块剩余地只能养育小的物种种群，因此更容易导致物种的灭绝。处于分割区边缘的栖息地

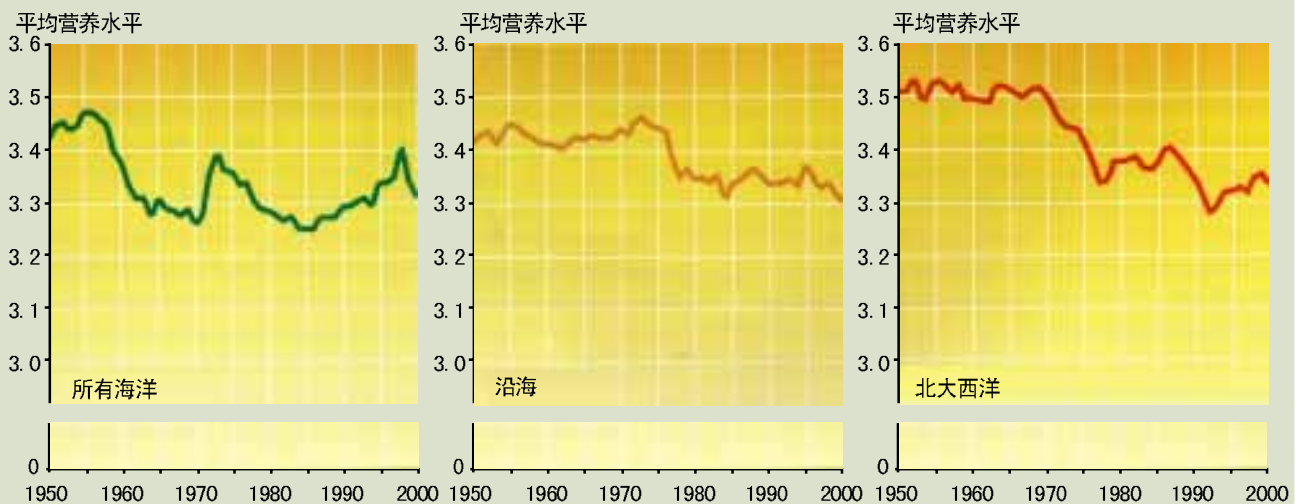
图 3.12 2000 年的培育系统范围 (C26)



资料来源: 千年生态系统评估

图 3.13 1950 年以来渔业捕捞的鱼类营养级下降的趋势图 (C18)

生物的营养级是其在食物链中的位置。根据具体生物沿食物链距离初级生产者的远近来定义营养级, 初级生产者为第 1 级, 食草动物为第 2 级, 捕食动物为第 3 级, 肉食动物或顶级肉食动物为第 4 或第 5 级。位于更高营养级的鱼类一般具有更高的经济价值。捕获物中营养级水平下降的主要原因是由过度捕捞处于较高营养级的鱼类引起的。



资料来源: 千年生态系统评估

具有不同的气候，利于与栖息地内部物种不同的物种生存。因此，小块栖息地对那些需要内部栖息地的物种是不利的，可能导致它们的灭绝。特别适应特定栖息地的物种和扩散能力较弱的物种，比如河口和湿地。甚至娱乐性和生存性捕鱼也会加重现在所称的“基准线转移”现象，即我们今天所说的标准和以前的开发条件已经大相径庭。

外来入侵物种已成为本地物种灭绝的主要原因，尤其是在岛屿和淡水栖息地，外来入侵物种在许多地区是一个严重的问题。在淡水栖息地，外来物种的入侵是本地物种灭绝的第二大主要原因。在一些岛屿，外来入侵物种是过去20年里岛屿本地物种灭绝的首要原因，同时也给栖息地造成了破坏。人们越来越意识到阻止外来物种入侵的重要性，但缺少能够有效实施的预防措施。外来物种入侵的速度仍然非常高，例如，在新西兰，自欧洲1840年建立殖民地以来，仅引进的植物每年就有11种之多（C4.3.2）。

过度利用仍是许多物种和种群的严重威胁。最常见的被过度利用的物种或种群包括海洋鱼类和无脊椎动物、树木以及作为食物被捕杀的动物。大

部分工业化渔场都已经被完全或过度开采，过度捕捞的影响和破坏性捕鱼技术有关，这些捕鱼技术破坏了生物的栖息地及与其相关的其他生态系统，例

目前对过度开发“丛林肉”（当地人为了收入和生存而猎捕森林中的野生动物）的许多担忧和对渔场的担忧是非常相似的，这些开发的可持续性水平仍然不清楚，而且很难对商品销售渠道进行有效的管理。尽管对确实的开发程度了解甚少，但非常明确的是，从全世界热带森林地区的获取量是非常高的。关于野生动植物及其衍生物交易情况的记录非常少，但据估计每年交易额接近1600亿美元，范围包括从用于食品和宠物贸易的活动物到观赏植物和木材在内的一切生物（C4.3.4）。

过去40年的时间里，富营养化已成为引起陆地、淡水和海洋生态系统变化的最重要的驱动力之一。尽管向生态系统输入营养物质可以产生有利和不利的影响，但随着更多营养物质的增加，有利影响最终会达到饱和（例如，额外输入营养物质不会带来作物产量的进一步增加）。过去50年里，人工合成氮肥是作物产量明显增长的重要因素（S7.3）。（见图3.17）1890—1990年期间人工合成的活性氮或者生物学上可以利用的氮的总量增加了9倍，更大程度的增长是20世纪下半叶随着肥料用量的增加而增加的（C7.3.2）。

自1985年以来，地球上使用了所有人工合成氮肥的一半以上（R9.2）。人类现在制造的活性氮比所有自然方法生产的总和还要多（R9.ES）。自1960年以来，氮的应用增加了5倍，但在使用的氮肥中常常有约50%会消失在环境中。自1960年以来，磷的应用也增加了3倍，到1990年前一直保持平稳增长，之后下降到与20世纪80年代相当的应用水平。（见图3.18）这些变化反映在土壤中磷含量的增加上，并被作为标志淡水湖和磷敏感河口营养是否过剩的指标。可能造成的结果包括淡水生态系统营养过剩、沿海海洋生态系统供氧不足、排出的一氧化二氮造成全球气候变化以及由市区氮氧化物引起的空气污染等。在世界不同地区出现的这些问题的差别会非常大（S7.3）。（见表3.19）

图 3.14 1950—2001 期间全球海洋估计捕获量 (C18 图 18.3)

本图中，我们对某些情况下政府报告的捕获量可能存在的数据误差进行了校正。

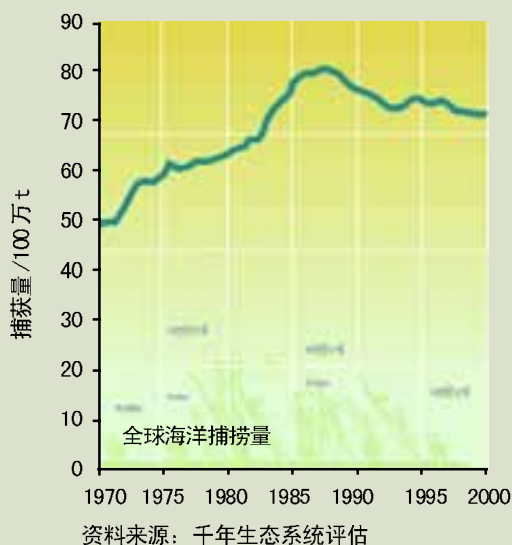
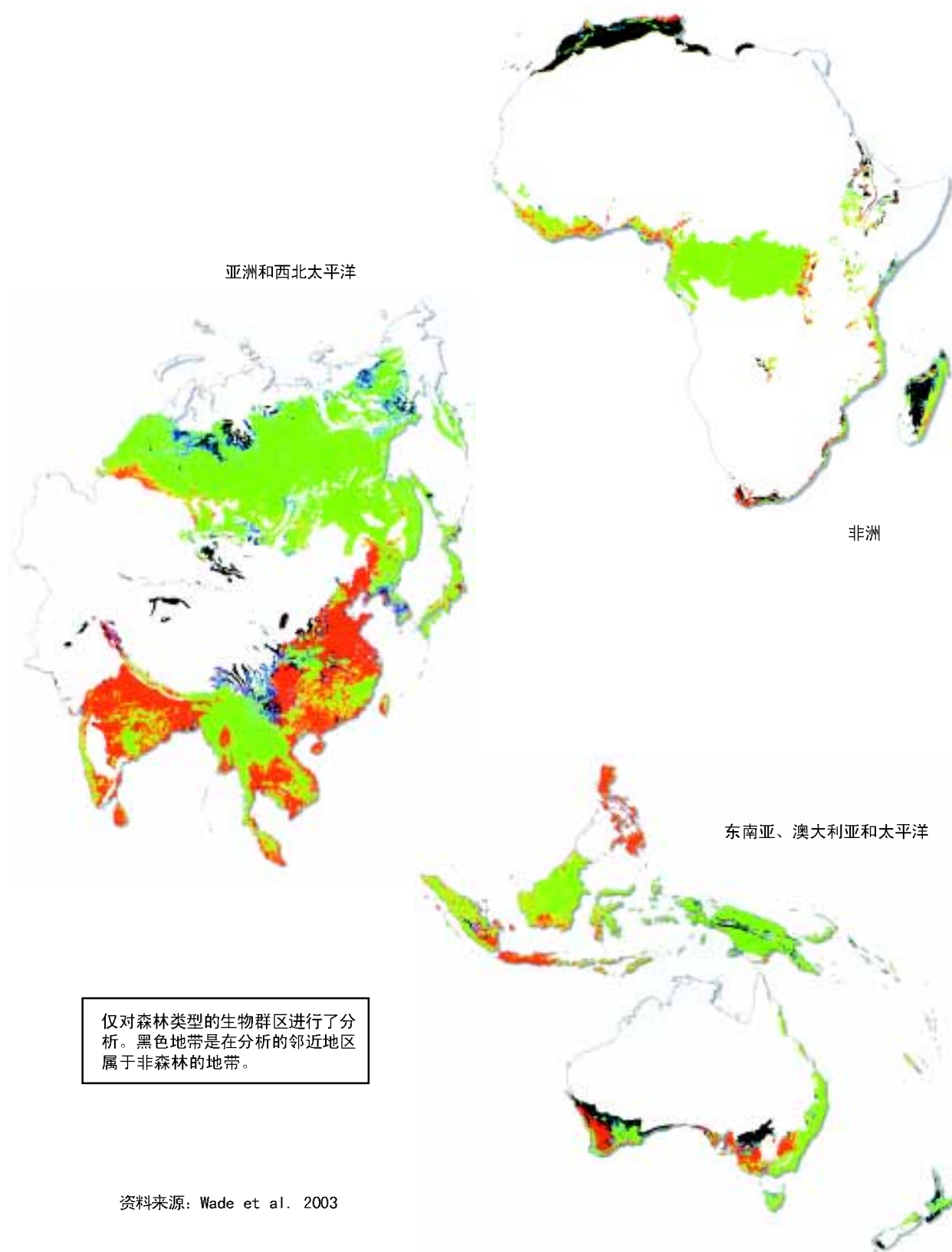


图 3.15 人为原因造成森林分割的评估 (C4)

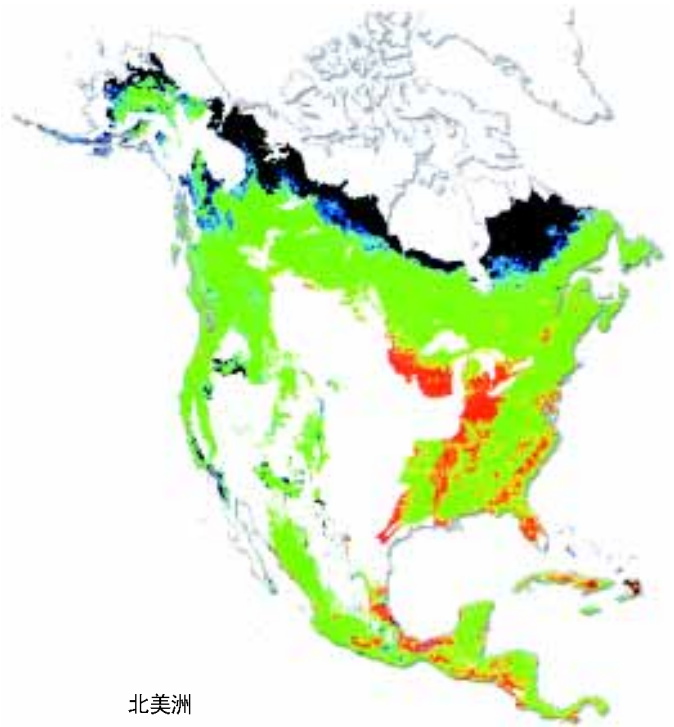


未被分割的森林



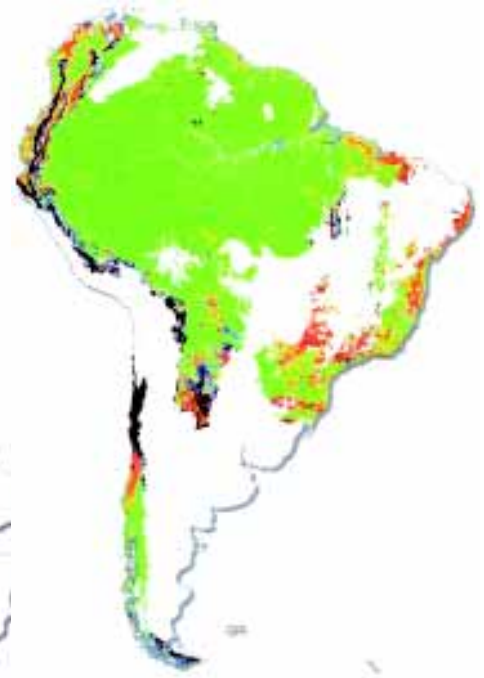
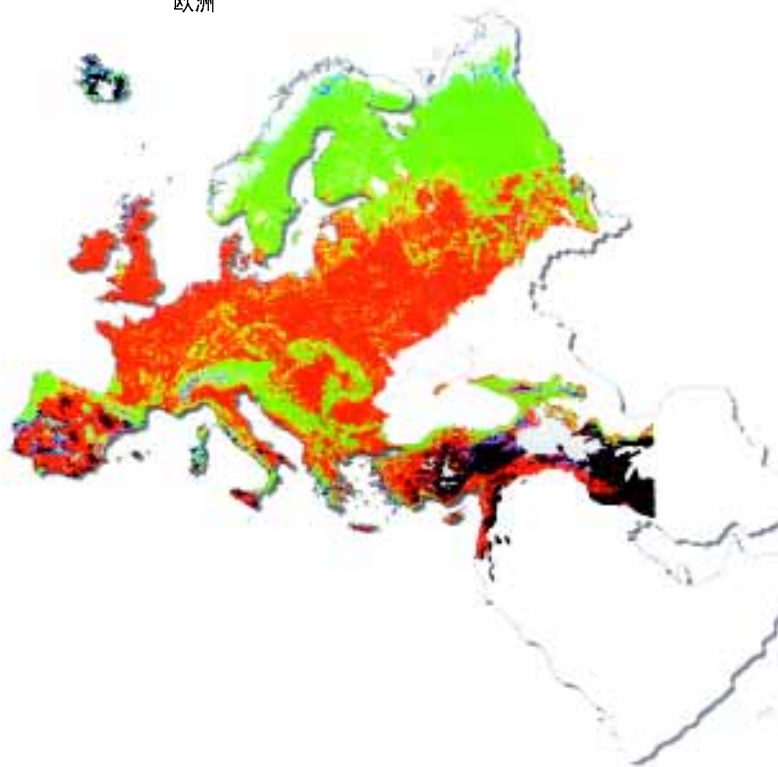
由于人类使用土地而高度分割的森林

由非森林自然土地植被高度分割的森林



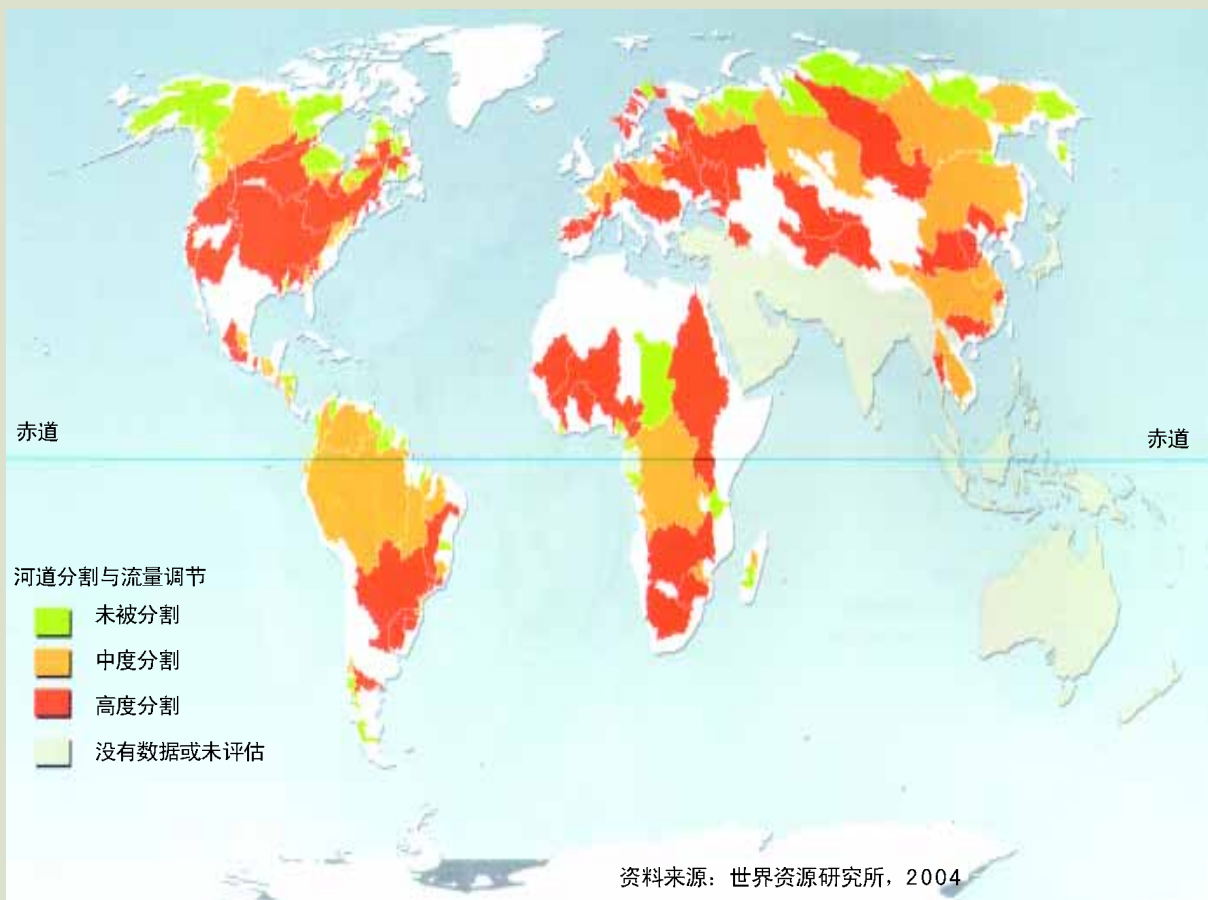
北美洲

欧洲



南美洲

图 3.16 主要河流分割与流量 (C20)



过去的—个世纪里，气候变化对生物多样性产生了重要的影响。已经观测到的气候变化，尤其是全球气候变暖，已经对许多地区的生态系统造成了影响。物种的分布、种群大小、繁殖或迁徙的时间选择以及虫害和疾病的爆发频率都发生了很大的变化。当海平面温度在一个月內高出最炎热月份平均温度0.5~1.0℃时，许多珊瑚礁（尽管有一部分经常是可逆的）就会出现严重的白化现象（R13.1.3）。降水格局在空间和时间上发生了变化，全球平均海平面上升了0.1~0.2m（S7.ES）。到21世纪末，气候变化及其影响可能会成为全球生态系统服务丧失和变化的主要直接驱动力。

最新研究结果（采用气候层/物种—区域技术）认为，到2050年，气候变化可能会导致分析的1103种特有物种（哺乳动物、鸟类、青蛙、爬虫动物、蝴蝶和植物）中的15%~52%最终灭亡（R13.1.3）。

过去30年的时间里，欧洲地区的生物生长期比以前延长了许多；而非洲一些地区，自1970年以来，地区气候变化和人为压力两种因素已经导致谷类作物减产。渔业产量的变化与气候大幅变化有密切的联系，例如，厄尔尼诺气候影响了南美洲和非洲沿海的渔业生产；太平洋地区10年间的气候变化影响了北美洲西海岸的渔业生产（R13.1.3）。

政府间气候变化委员会设想的情景预测，到2100年全球平均地表温度比前工业时代水平增加2.0~6.4℃；洪灾和干旱发生率增加；1990—2100年期间，海平面将上升8~88cm。（见表3.20）

随着气候变化速度以及变化绝对量的增加，全球生物多样性受到的损害也将增加。相比之下，预计的气候变化最初可能会提高某些地区的生态系统服务（例如温度或降水量增加），这些地区在气候变化处于低水平时可以获得净效益。但在世界大部

分地区，当气候变化变得更加严重时，对生态系统服务的有害影响将会超过有益影响。有科学证据表明，如果全球平均地表温度比前工业时期的水平高出2℃，或者上升速度超过每10年0.2℃（中等确定性），将会对全球生态系统服务产生严重的净有害影响。气候变化预计将进一步对关键的发展挑战造成不利影响，其中包括提供清洁水、能源服务和食物，维持健康的环境，保护生态系统及其生物多样性以及相关的生态产品和服务（R13.1.3）。

■ 气候变化预计会加剧生物多样性丧失，增加许多物种灭绝的危险，尤其是那些由于种群数量小、栖息地狭窄或斑块化以及适应的气候范围有限（中等到高确定性）等因素而早已处于危险中的物种。

■ 预计许多干旱和半干旱地区的水资源的可获得性和水质将下降（高确定性）。

■ 水灾和火灾的风险预计将增加（高确定性）。

■ 某些地区水力发电的可靠性和生物生产力预计将降低（高确定性）。

■ 许多地区带菌媒介传播疾病（如疟疾和登革热）和水传播疾病（霍乱）预计将增加（中等到高确定性）；其他地区的热应激死亡率和营养缺乏的威胁预计也将增加；由于天气原因而造成的意外和死亡也将增加（高确定性）。

■ 在温度升高的情况下，热带和亚热带地区的农业生产能力预计将降低（低到高确定性），还将对渔业产生不利的影响。

■ 预计21世纪期间的气候变化将非常可能是过去至少10000年间没有先例的；气候变化和土地利用变化以及外来物种的扩张结合在一起，有可能限制物种的迁徙能力和物种继续在分割的栖息地上生存的能力。

现在的威胁常常是多元化的，而且强度比历史上的威胁更大。生态群落对特定威胁的敏感度取决于影响现有生物群的过去事件。如果现在的威胁不同以往，由于物种缺少适应性，将对种群产生巨大的影响。即使现在的驱动力与过去的驱动力相似（例如，在某种程度上，气候总是变化不定的），但现在一些驱动力的强度却是史无前例的（例如栖息地变化的速度和范围）。而且，目前导致物种灭绝的驱动力经常是多元化的（例如，土地利用变化、新出现的疾病、入侵物种全都同时作用）。因为一个物种受到一种威胁的影响常常会使该物种更容易受到第二种威胁的影响，受第二种威胁的影响又会使该物种更容易受到第三种威胁的影响，依此类推。对物种连续、多元的威胁可能会对生物多样性产生难以预料的巨大影响（S7.4，C4.3）。

图 3.17 1961—2001 年期间全球氮肥利用趋势（S7 图 7.16）

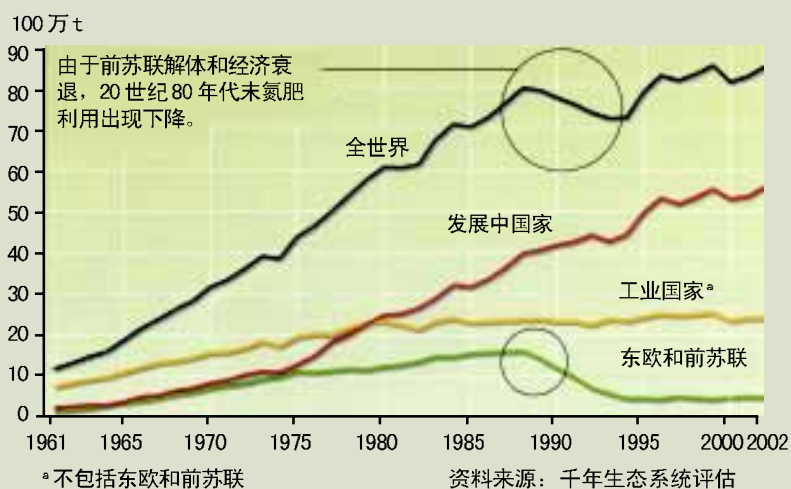


图 3.18 1961—2000 年期间全球磷肥利用情况（S7 图 7.18）

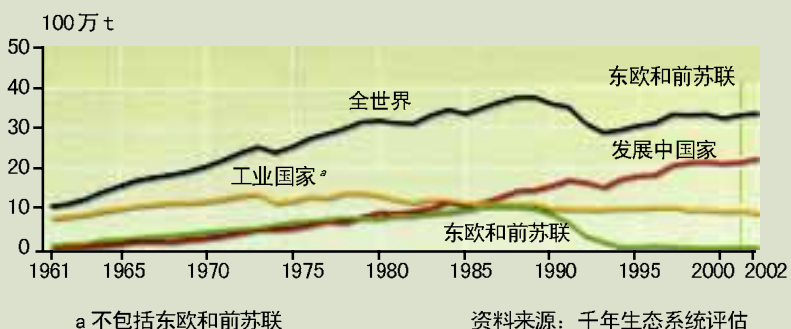
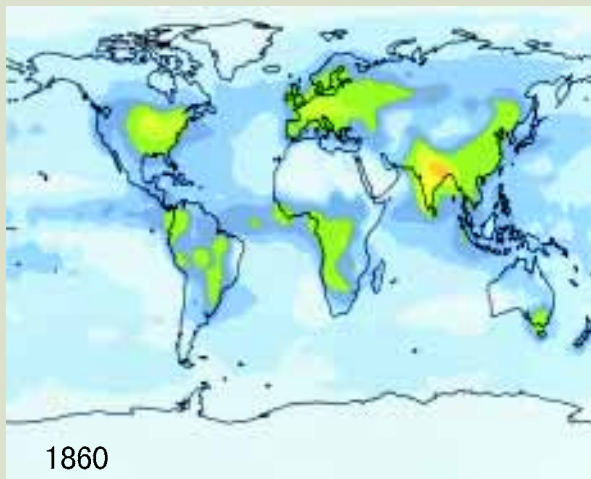
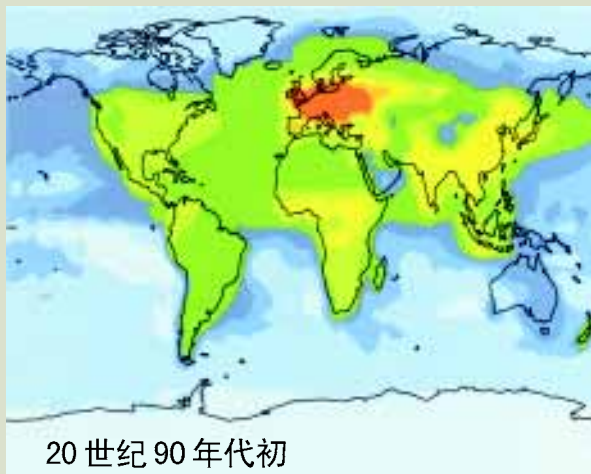


图 3.19 1860 年、20 世纪 90 年代初期和 2050 年预计来自大气（潮湿和干燥）的总活性氮沉积情况估计（R9，图 9.2）

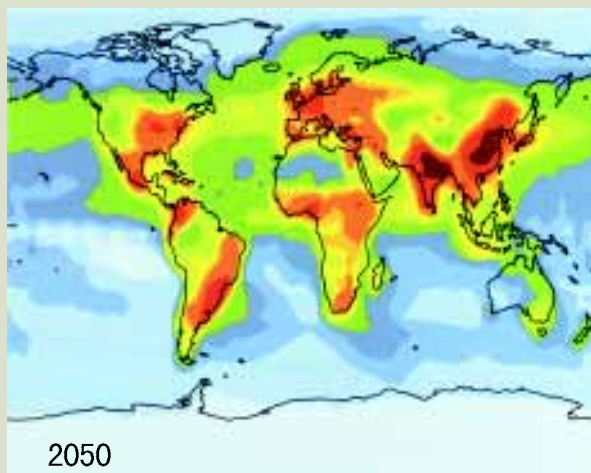
全球大气氮沉积量目前大约占进入陆上和沿海海洋生态系统活性氮的 12%，尽管在一些地区，大气氮沉积量占有更高的比例（在美国大约为 33%）。（注：该预测包括在最初研究结果中，不是基于千年生态系统评估设定的情景）。



1860



20 世纪 90 年代初



2050

mgN/(m²·a)

5 25 50 100 250 500 750 1000 2000 5000

资料来源: Galloway et al. 2004

每个驱动力在影响生态系统服务和人类福祉时都存在空间和时间尺度的特点。气候变化可能会在较大区域的空间范围内产生影响，政治气候可能会对一个国家或一个市辖区产生影响。社会文化变化的速度一般比较缓慢，通常是几十年，而经济影响力出现的则更快速。由于生态系统及其服务和人类福祉在空间和时间上具有可变性，因此驱动力尺度及其对生态系统服务的影响尺度之间可能存在不协调和滞后的现象 (S7, SG7.3.5)。

物种和栖息地衰退的命运取决于惯性的来源，以及它们对管理干预的反应速度。首先，时间尺度的自然惰性来源与自然系统有关，例如，一个种群的恢复不可能比平均周转率或世代长度更迅速，要恢复消失的物种通常需要至少好几个世代。其次为人为惰性，这是由人类决策和实施机构固有的时间尺度决定的。对大多数系统来说，这两个惰性来源在缓解和逆转生物多样性衰退趋势方面，会存在几年、有时甚至是几十年的延滞。这种分析的假定条件是，变化的驱动力在近期内确实可以被阻止或发生改变，但是目前几乎没有证据表明有任何一种直接或间接因素有减缓的趋势，或者有任何一种因素在全球得到很好的控制。更重要的是，我们还未看到过去的一些变化所带来的所有后果 (C4, R5, S7, S10)。

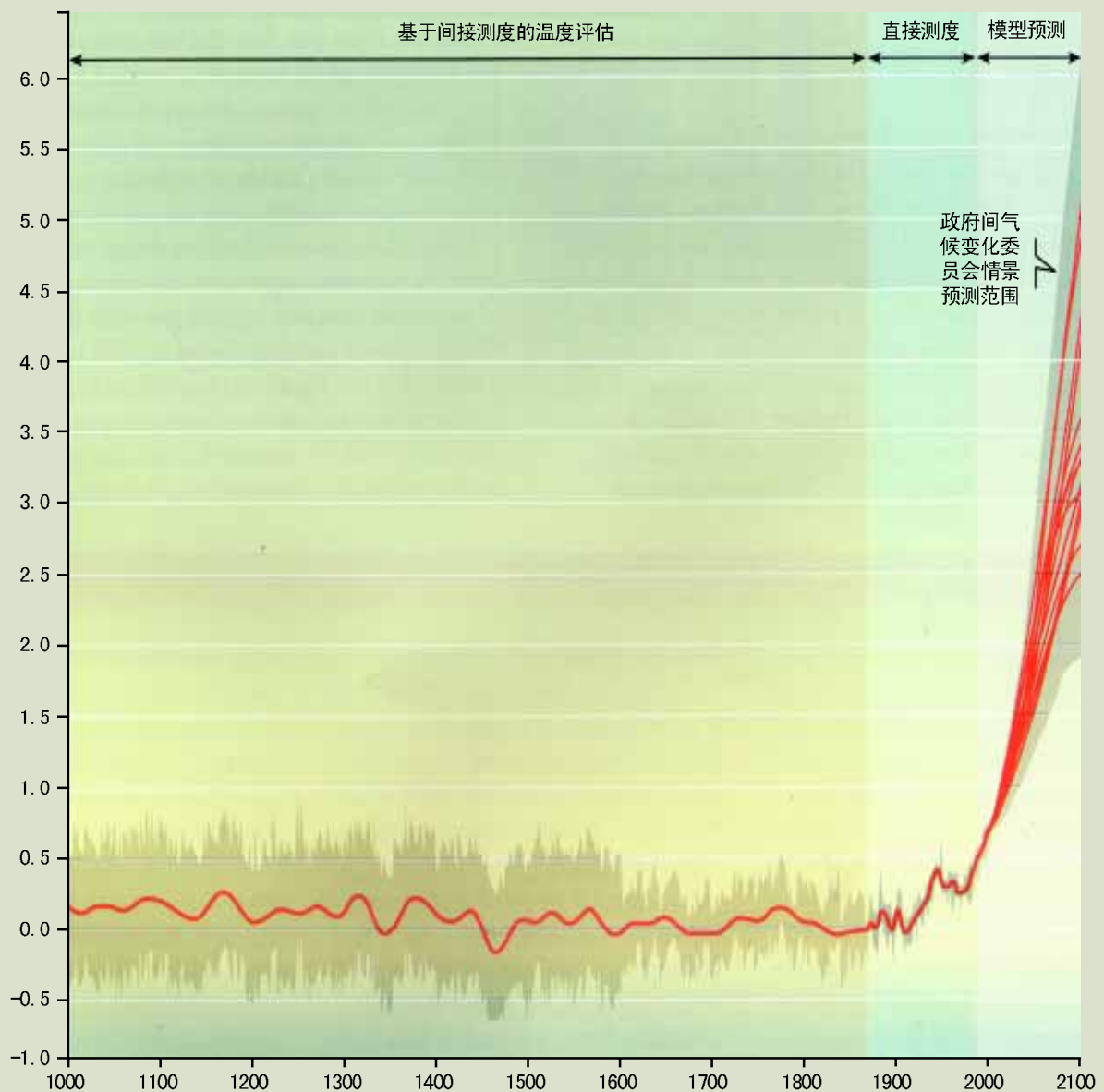
影响生态系统的驱动力和生物多样性变化结果之间的时间间隔具有非常高的可变性。在对物种灭绝的研究相对彻底的案例中，栖息地丧失被认为是间隔时间特别长的一个驱动力。在对热带森林鸟类物种的研究中，从分割的栖息地到物种灭绝，估计半衰期大约为几十到几百年。总之，这些结果表

明，大约有一半的物种会在 100~1000 年的时间里灭绝。因此，人类应该积极开展恢复栖息地的活动，也许还可以拯救一些物种，否则它们将会走向灭绝。尽管如此，栖息地恢复措施还是无法拯救那些最敏感的物种，这些物种在栖息地丧失不久后就会走向灭亡 (C4.5.2)。

图 3.20 地球表面温度的历史性变化和预计变化

过去1000年的全球温度平均估计值以及根据未来人类行为的各种合理情景而得出的 2100年预测

1990 年温度值的差距/°C



资料来源：政府间气候变化委员会，2002

4. 在千年生态系统评估设定的情景中，生物多样性和生态系统服务的未来将会怎样？

■ 在千年生态系统评估设定的情景中，生物多样性将在未来50年内继续以极快的速度丧失。考虑到间接驱动力和生态系统所具有的惯性，这种丧失似乎没有暂停的迹象。尽管如此，如果社会能够更加重视生态系统的保护、恢复和管理，仍有很大机会可以降低生物多样性及相关生态系统服务的丧失。

以下结论中的确定性陈述属条件性陈述，即根据特定假设中呈现的某种情景及其相关驱动力变化所具有的不确定性或不确定的水平。

全球情景和生态系统变化

千年生态系统评估设定的情景预计生物多样性将继续丧失，生态系统服务将发生相应改变，某些地区和种群中的人类福祉将受到影响。千年生态系统评估设定的情景阐述了生态系统服务和人类福祉的各种可能出现的未来状况（S5）。（参见专栏4.1）选择陈述这些未来状况的目的是为了探求发展的各种背景，以及发展的各种途径。探讨了两种对比的情景，一是在世界日益全球化，另一是世界日益区域化。在全球化的世界中，关注的重点是全球市场和全球政策，以及促进国际合作的跨国家制度；而

在区域化的世界中，关注的重点则是本地和本国的制度和地区市场，而非全球公共事务。

在途径方面，情景关注的是对环境问题会采取被动应对态度，还是在未来会强调积极主动的方式管理生态系统及其服务。在被动途径里，只有当威胁人类福祉的环境问题变得比较突出时人们才会着手解决。一般情况下，人们相信，解决环境危机的知识和技术将会出现或者根据需要而被开发出来。积极主动的生态系统管理途径则注重实施生态系统工程和适应性管理，以便在减少人类活动影响的同时最大限度地提供服务，并进一步增强生态系统的弹性。

在所有千年生态系统评估设定的4种情景中，由于土地利用变化导致的栖息地丧失将使某些地区性或全球性的物种多样性降低（高度确定性），尤其是维管束植物（S10.2）。根据IMAGE模型预测（见图4.1），1970—2050年期间，栖息地改造率为13%~20%，种群将随着残存栖息地的减少而导致局地 and 全球范围内的物种灭绝。利用非常确定的物种—面积关系进行的分析表明，在达到平衡时丧失的物种数量（也就是，到2050年残存栖息地所能

专栏 4.1 千年生态系统评估设定的4种情景概述

首先必须强调的是，这里没有一种情景会完全符合未来的实际情况。这些情景不能体现“最好”或“最差”的趋势。政策和实践相结合，将可能产生比任何情景都要好得多，或差得多的情况。未来最终将可能同时出现情景中描述的方法和结果，以及编写时还无法想象的事件和革新（S5）。

千年生态系统评估设定的情景与以往的全局远景的最大不同在于，千年生态系统评估设定的情景关注的是维持生态系统服务的多种途径。这4种途径的建立是基于对五大洲的非政府组织、政府和企业

的采访、情景文献以及解决生态系统变化和人类福祉之间联系的政策文件。千年生态系统评估建立情景的途径包括定性的情节发展和以间接驱动力（如经济和人口增长）的发展为假设前提的定量模型（S6）。

全球协同情景探讨的是一种把全球性的经济和社会政策作为主要的可持续发展途径的世界的可能性。人们认识到，许多紧迫的全球问题似乎都源于贫穷和不公平，从而要求要有一些公平的政策，通过消除贸易壁垒和提供经济援助提高贫穷国家的福祉。环境问题是被动方式得到解决，因为有假设认为，经济状况

的改善将逐渐创造保护环境的市场需求和方式。各个国家也会在全球环境问题上有所进展，例如温室气体的排放和远洋海产渔业的捕捞。然而，一些当地和地区性的环境问题却愈加恶化。生态系统服务的结果是多方面的。许多最贫穷国家（和一些富裕国家）的人类福祉会不断提高，但是到2050年，一些生态系统服务却会恶化，使人类福祉改善的长期可持续性处于危机之中。

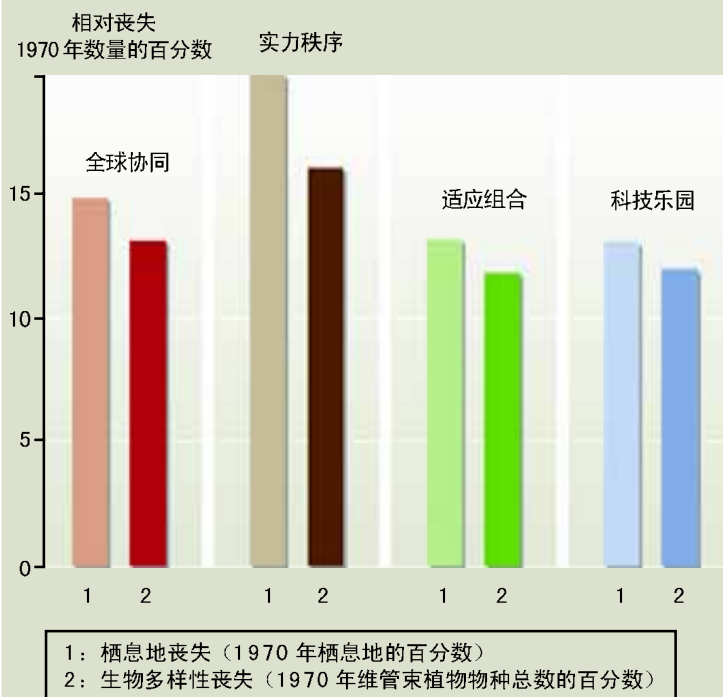
实力秩序情景探讨的是把通过国界保护作为首要政策的世界的后果。这种情景中展示的政策会导致富裕的国家通

够支持的物种数量)可能将是1970年物种数的10%~15%(低确定性),其他诸如过度采集、物种入侵、污染和气候变化等因素也将进一步加速物种灭绝的速度。近期,对环境问题采取积极主动措施的两种情景(技术乐园和适应组合),比采取被动措施的两种情景在降低陆地生物多样性丧失方面更加成功(S10.2)。过分关注通过保护国界获得安全问题的情景(实力秩序)会导致最高速度的生物多样性丧失。并非所有预计的物种灭绝都将在2050年前发生,说明这点是非常重要的。

在千年生态系统评估设定的情景中,温带混交林、热带稀树大草原、灌木地区、热带森林和热带林地中的栖息地和维管束植物种群预计将以最快的速度丧失(高确定性)(S10.2)。在一些生物群区中,预计在1990年后的变化会比过去半个世纪中看到的变化要大。物种丧失速度最低的地区包括受人类影响较小的地区,以及已经发生大规模土地利用变化和人类干预的地区,例如古北区(S10.2)。(图4.2和图4.3)

图4.1 在千年生态系统评估设定的情景中,由于土地利用变化导致1970—2050年期间栖息地丧失以及维管束植物随栖息地丧失的平衡数量缩减情况(S10.2)

维管束植物物种灭绝的时间将出现在从现在到2050年之后的某个时候,即当物种数量在剩余栖息地中到达平衡的时候。



资料来源:千年生态系统评估

过保护他们的国界,期望将贫穷、冲突、环境和生态系统服务恶化限制在其本国范围以外。然而,贫穷、冲突和环境等问题通常会跨越国界,影响到这些国家人民的福祉。

适应组合情景探讨了把主动管理当地和地区环境作为可持续发展的首要途径的利与弊。在这种情景中,由于缺乏对全球制度的信任,加之对本地灵活性和弹性的重要性的逐步认识,而形成了喜欢自己实验和本地控制的生态系统管理途径。这样的结果是多方面的,因为一些地区在管理生态系统上会做得不错,而其他地区却

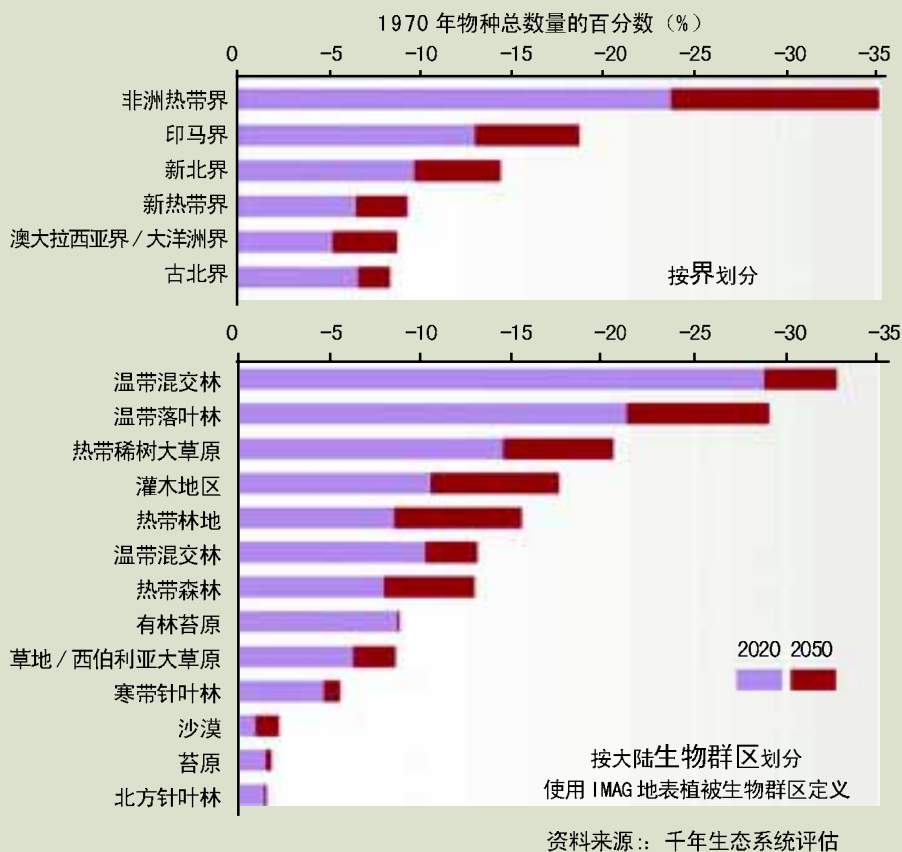
不会。高层次的交流和对学习的兴趣可以使地区之间进行经验交流和互相学习。这样,成功的经验就会逐步扩大。尽管全球问题在一开始被忽视,但后来在情景中通过从当地适应性管理取得的成功经验发展出来的适应性策略而得到解决。然而,一些系统却出现长期恶化的情况。

科技乐园情景探讨的是技术在提供和提高生态系统服务供应方面所发挥的潜在作用。技术利用和对生态系统服务的关注是受产权系统和生态系统服务估价驱动的。在这种情景中,人们通过利用技术,将生态系统推到它们能够为人类

提供生态系统服务最大量的极限。他们使用的技术通常比我们今天使用的环境工程学更加灵活,他们能够用同样的生态系统满足多种需求。这种情景中生态系统服务的供应是世界范围的,但由于过分依赖于一小部分最佳途径,而缺乏灵活性。在一些案例中,技术引起的意外问题和生态弹性遭破坏使得生态系统服务非常脆弱,并可能导致崩溃。另外,在成功增加生态系统服务时,通常会削弱生态系统的自我调节能力,导致一些生态系统服务出现意外丧失。这些丧失和崩溃有时会对人类福祉带来严重的后果。

图 4.2 在实力秩序情景中，由于不同生态群区和界内的土地利用变化导致 1970—2050 年期间维管束植物生物多样性相对丧失的情况 (S10.2)

物种灭绝时间将出现在从现在到2050年之后的某个时候，即当物种数量在剩余栖息地中达到平衡的时候。注：本图中的生态群区来自 IMAGE 模型 (见图 4.3)，与本报告中其他地方提及的生态群区略有不同。



全球经济 (按国内生产总值计算) 将增长 1.9~4.4 倍，增长幅度根据不同的情景而定 (低到中等确定性)。如果更加有效地利用自然资源，那么需求就会受到抑制。农业用地的增加主要发生在发展中国家和干旱地区，而在发达国家，农业占地将会减少 (图 4.5)。在森林覆盖率方面同样存在两个背道而驰的模式，一个是发达国家森林的恢复，另一个是发展中国家的森林将在 1970—2050 年间减少 30%，这将导致全球森林的净损失。由于农业生产效率不断增加、肉类消费降低和人口增长降低，所以对环境采取主动措施的两种情景 (科技乐园和适应组合) 是最注重保护土地的情景。由于径流量的减少或土地利用的增加，现存的湿地及其提供的服务 (例如水净化) 在某些地区正面临着越来越危险的境地。

非洲将是维管束植物物种丧失最多的地区，其主要原因是该地区人口的快速增长和人均食物产量的急速增加，这些地区中的许多地方仍然依靠耕地的扩大解决这些问题。印度—马来地区是第二个生物多样性丧失最严重的地区。考虑到栖息地在过去和预计未来的变化趋势，那些已经遭受巨大变化的地区 (地中海森林和温带草原) 显示出在未来 50 年内有恢复的迹象，而那些在过去遭受中等变迁的生物群区在不久的将来将发生最大程度的变化 (图 4.4)。最后，纬度较高的生物群区在过去没有向农业化转型，那么在未来将继续保持相对不变。

导致栖息地丧失的土地利用变化主要缘于农业的扩张，其次是城市和基础设施的扩张 (S9.8)。这种扩张是由人口和经济的增长以及消费方式的改变造成的。到 2050 年，根据不同的情景 (中等到高确定性)，全球人口将增长到 81 亿~96 亿。同时，

陆生系统的土地利用变化，在各情景中测试的 3 种驱动力中，预计将是生物多样性丧失的最强驱动力，其次是气候和氮沉积的变化。但不同生物群区中会有所不同 (中等确定性) (S10.2)。例如，在苔原、北方针叶林、寒带针叶林、热带稀树大草原和沙漠，气候变化是生物多样性变化中最强的驱动力。而在温带混交林和温带落叶林中，氮沉积则是最重要的驱动力。这两种生态系统对氮沉淀非常敏感，而且人口比较密集。综合考虑 3 种驱动力，维管束植物多样性根据不同的情景，在 1970—2050 年间的总丧失率为 13%~16% (低确定性)。对于其他一些重要驱动力的影响，例如对自然资源的过度开发和物种入侵，还无法充分地评估，这说明陆地生物多样性的丧失可能比以上预计的更加严重。

陆生系统的土地利用变化，在各情景中测试的 3 种驱动力中，预计将是生物多样性丧失的最强驱动力，其次是气候和氮沉积的变化。但不同生物群区中会有所不同 (中等确定性) (S10.2)。例如，在苔原、北方针叶林、寒带针叶林、热带稀树大草原和沙漠，气候变化是生物多样性变化中最强的驱动力。而在温带混交林和温带落叶林中，氮沉积则是最重要的驱动力。这两种生态系统对氮沉淀非常敏感，而且人口比较密集。综合考虑 3 种驱动力，维管束植物多样性根据不同的情景，在 1970—2050 年间的总丧失率为 13%~16% (低确定性)。对于其他一些重要驱动力的影响，例如对自然资源的过度开发和物种入侵，还无法充分地评估，这说明陆地生物多样性的丧失可能比以上预计的更加严重。

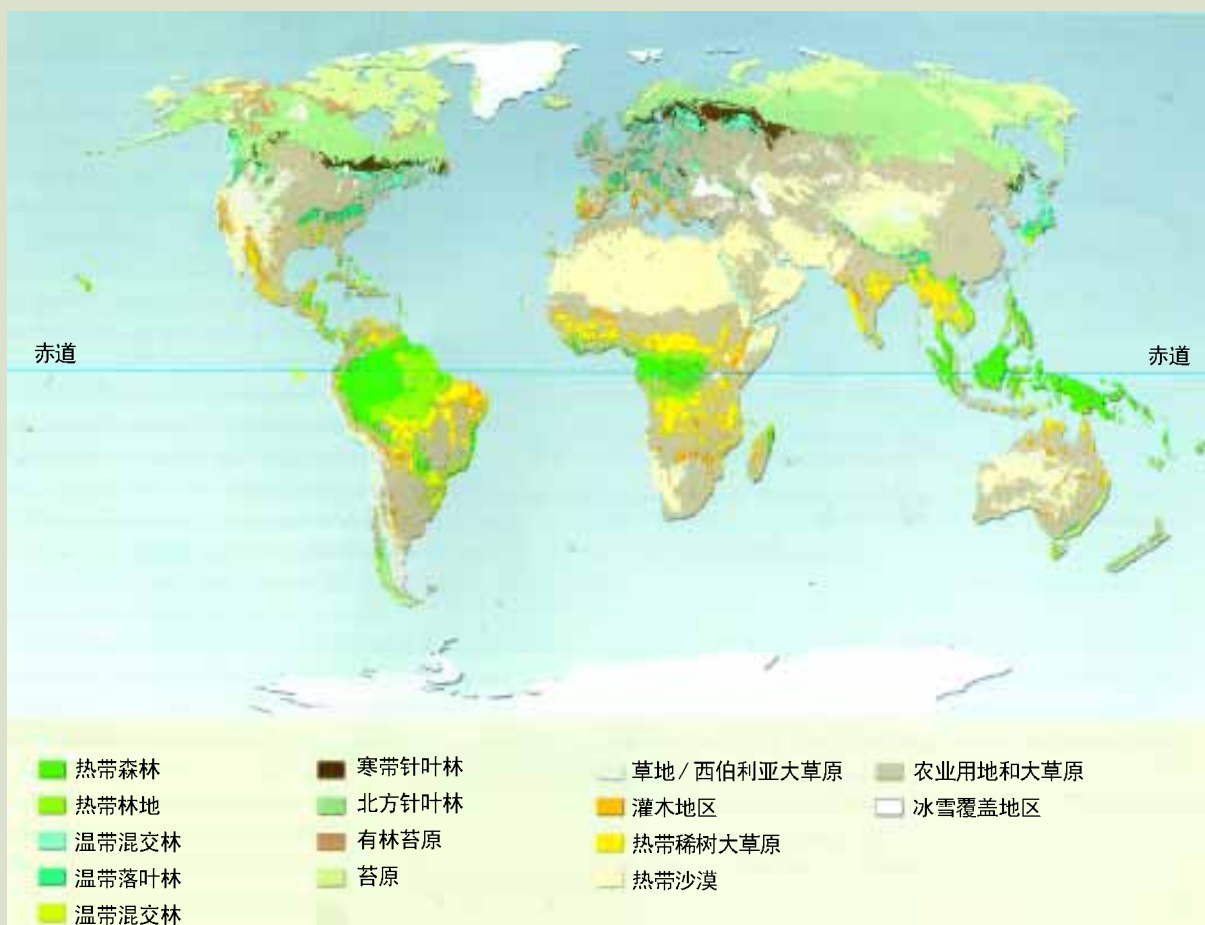
预计世界淡水资源及其为生态系统提供的服务将发生巨大的变化 (S9.4.5)。(图 4.6) 在对环境采取被动措施的两种情景中(实力秩序和全球协同), 由于发展中国家用水快速增长, 预计将增加未经处理的废水的排放量, 从而导致淡水水质的恶化。根据不同地区, 气候变化既可以导致河流径流量的增加, 也可以导致径流量减少。用水的大幅度增加、水质的恶化和某些地区径流量的降低, 综合在一起将导致在更广大地区出现严重的缺水现象。从总体上看, 与对环境采取主动措施的两种情景相比, 在采取被动措施的两种情景中, 由淡水资源提供的服务的恶化程度预计将更加严重 (中等确定性)。

由于气候变化和过度用水的综合影响, 预计江河流域中的鱼类种群在所有情景中都会减少。根据 WaterGAP 模型的预计, 在所有情景中, 在受到气

候变化和用水综合影响的典型流域中水的可用性降低了 30% (S10.3)。基于对鱼类和排水的关系不完全确定的科学理解, 水流量的减少将导致这些流域中的鱼类物种减少 65% (到 2100 年) (低确定性)。

在大多数流域, 相对于过度用水来说, 气候变化是物种丧失的主要驱动力, 预计在 2100 年前仅气候变化就会导致 65% 的物种丧失。丧失大部分鱼类物种的河流预计集中在贫穷的热带和亚热带国家, 在这些地区, 人类生存的需求极有可能超过了政府和社会所能控制的能力 (S10.3)。许多河流和湖泊也受到温度增加、富营养化和酸化的影响, 以及面临逐渐增加的非本地物种的入侵, 从而导致本地生物多样性的丧失。尽管还没有评估这些驱动力导致物种丧失的方法, 但近期的经验表明, 它们会造成比气候变化和过度用水更严重的物种丧失。

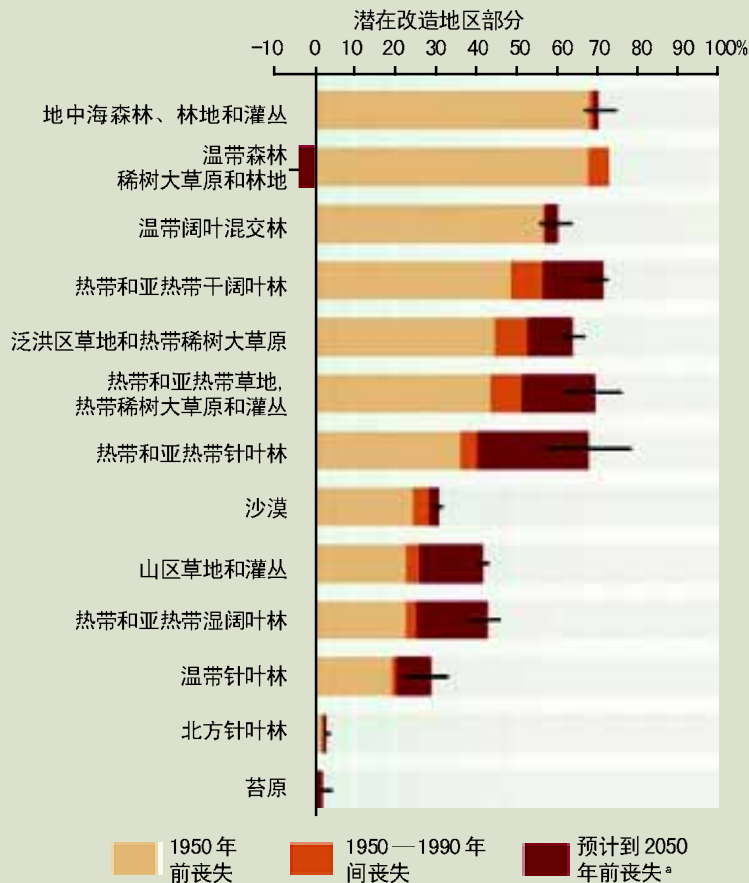
图 4.3 2000 年 IMAGE 土地分布图 (S6)



资料来源: 2000 年 IMAGE 土地分布图

图 4.4 陆地生态群区的改造 (改编自 C4, S10)

要准确估计在有人类明显影响之前的各种生态群区的范围是不可能的, 但根据土壤和气候状况判断生态群区的“潜在”区域却是可能的。本图显示了自 1950 年以来估计的潜在区域 (中等确定性), 1950—1990 年间的转化情况 (中等确定性) 和 1990—2050 年间 4 种千年生态系统评估设定的情景下的转化情况 (低确定性)。此处不包括红树林, 因为红树林面积太小而不能进行准确评估。这些生物群区中大部分都被改造成培育系统。



根据 4 种千年生态系统评估设定的情景, 对于 2050 年前的预计, 4 种情景预计的平均值如图所示, 误差线 (划黑线处) 体现不同情景的数值范围。

资料来源: 千年生态系统评估

在所有情景中, 将鱼类作为食物的需求都在增长, 其结果将是越来越多的地区出现海洋渔业长期衰竭的危机 (低到中等确定性)。在所有情景中, 由于人口增长、收入增加和人类对鱼类的逐渐偏爱, 无论对来自淡水、海水, 还是水产养殖的鱼类的需求都在增加 (S9.4.2)。越来越大的需求增加了海洋渔业的压力, 而海洋渔业现在可能已经接近它们的最高可持续产量, 并将导致该产业的长期衰

竭。水产养殖进一步扩大了海洋渔业资源衰竭的危机, 因为水产养殖不断将海洋鱼类作为饲料来源。

另外, 海洋生物多样性对地方政策的变化十分敏感。在政策强调维持或增加渔业价值的情景中, 生物多样性出现减少 (即部分功能集团远远比其他功能集团丰富), 而在政策强调维持生态系统的情景中, 生物多样性出现增长 (即生物量在各功能集团间均匀分配)。重建选定的某种渔产资源, 对于增加生物量的多样性的效果不如关注生态系统的政策的效果好 (S10.4)。

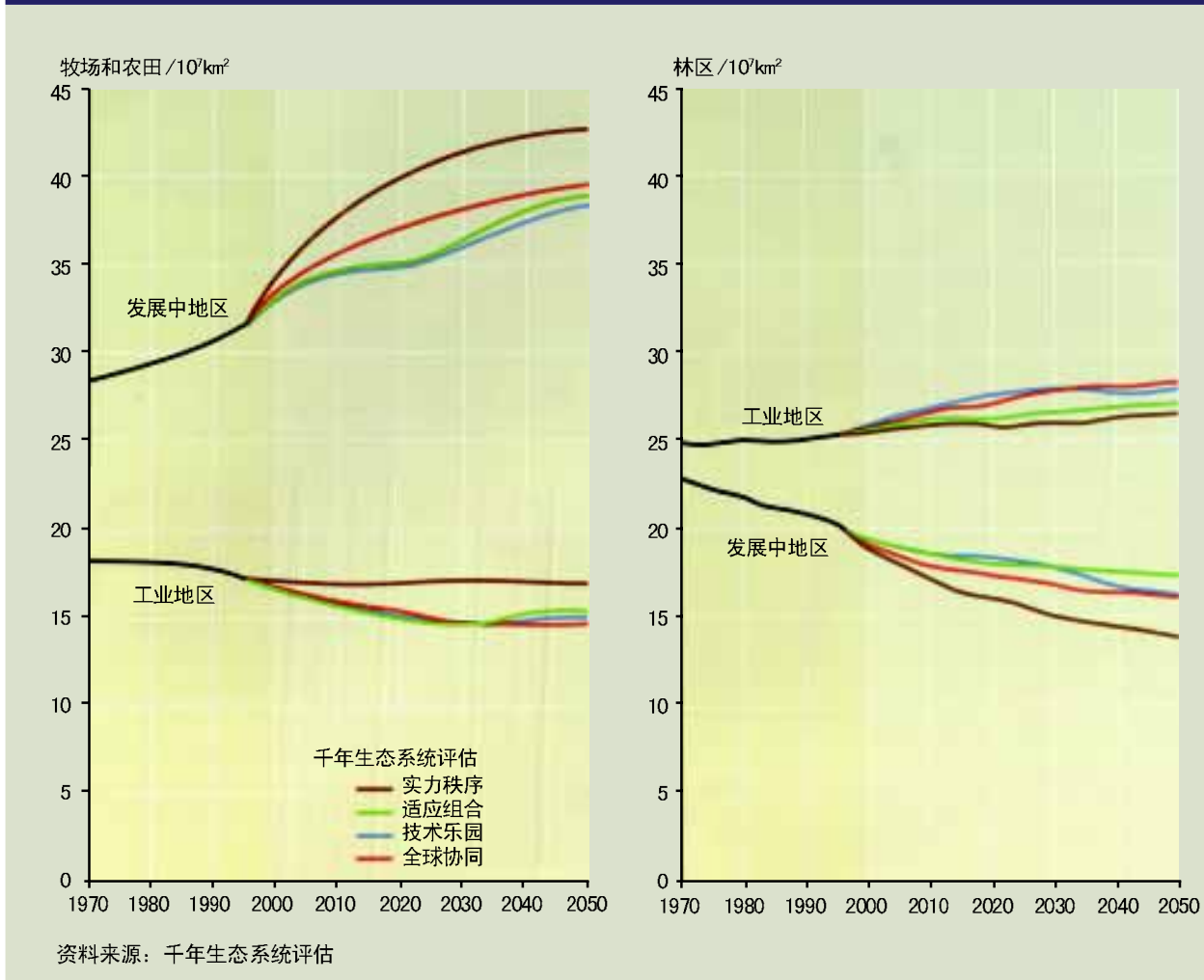
生态退化和人类福祉

生物多样性丧失将导致生态系统服务功能的恶化, 以及增加发生对人类福祉产生负面影响生态意外的可能性。生态意外的例子包括失控性气候变化、土壤荒漠化、渔业衰竭、洪水、塌方、林野火灾、富营养化和疾病 (S11.1.2, S11.7)。安全和社会关系容易受到生态系统维护减少的影响。由于缺乏足够的维护, 如食物和水, 将很容易导致冲突, 从而破坏社会关系。而社会关系也会受到生态系统文化服务减少的破坏, 例如标志性物种的灭绝或者是具有珍贵价值的风景区的改变。意外的可能性、社会的准备状态和生态系统的弹性相互作用, 可以确定出在任意假定的情景中, 人类福祉受生态或其他形式意外的影响。这种受不利的生态、社会和其他形式意外影响的程度在不同的情景中会有所不同 (S11.7), 但在实力秩序情境中程度最严重, 因为实力秩序更加关注通过限制国界实现

安全, 而且社会对环境保护并没有采取主动措施。

限制森林丧失的情景使生态系统的调节服务得到相对较好的保护。在北半球减少对阔叶树的消费, 发展替代技术, 以及在南部减缓人口增长 (技术乐园) 或者更加注重对本地生态系统的保护 (适应组合), 这些方面共同作用, 将使热带森林的丧失现象减少。相比之下, 在对环境不采取主动措施的情景中, 在市场力量、估价过低和反馈的共同作用下, 大规模森林

图 4.5 千年生态系统评估设定的情景中工业和发展中地区的森林和农田 / 牧场 (S9 图 9.15)



丧失现象不仅将在热带发生，甚至还会在西伯利亚地区发生（实力秩序和全球协同）。在所有情景中，森林丧失与气候变化之间的交互作用不断增加，导致暴风雨期间的更多洪灾和旱季更多的火灾，大大增加了气候变化失去控制的危机（S11）。

目前陆地生态系统以大约每年10亿~20亿t碳的速度吸收二氧化碳（中等确定性），因此有利于气候调节，但这种服务的未来具有不确定性（S9.5）。森林砍伐被认为会导致碳汇的减少，尤其在强调限制国界实现安全的全球化世界里（实力秩序）（中等确定性）。生态系统中释放或排出的碳会在全球范围内影响大气中二氧化碳和四氯化碳的含量，从而影响全球气候。目前，生物圈是一个净碳汇，吸收大约20%矿物燃料燃烧后的气体。这种服务的未来很可能受到土地利用变化的巨大影响。此外，大气中二氧化碳浓度的增加预计可以增加净生产力，

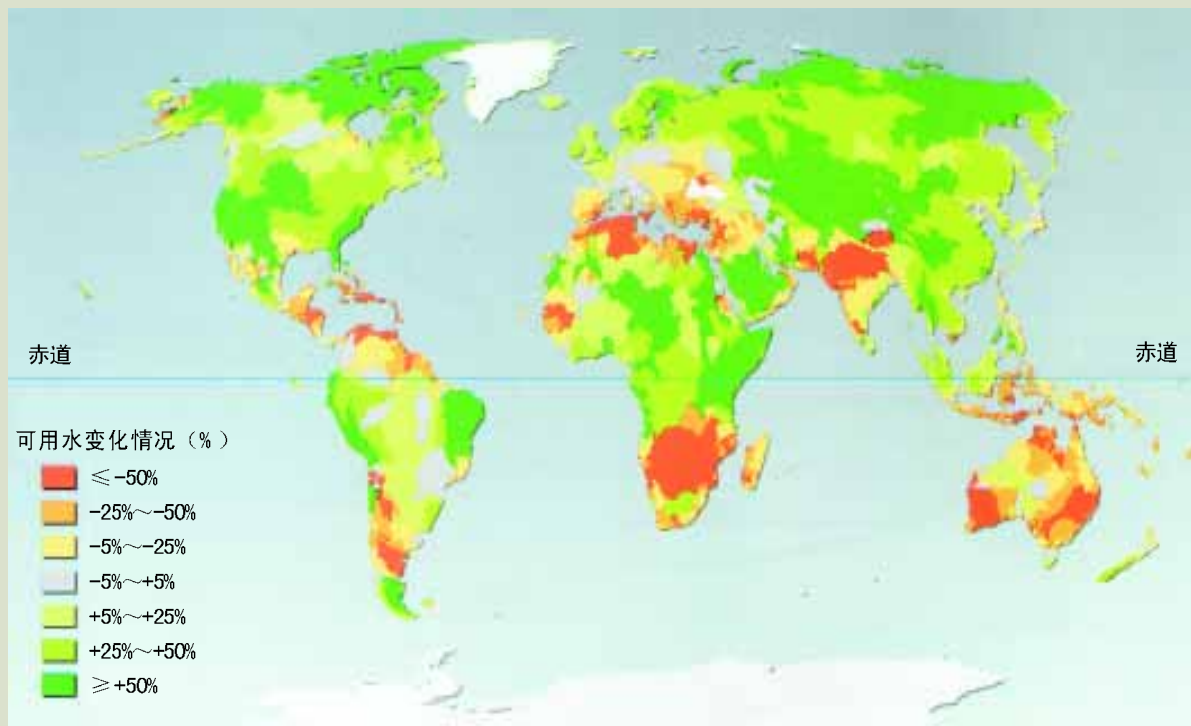
但不一定会增加碳汇。由于对土壤呼吸过程及其对农业实践变化的反应情况的了解有限，导致了对碳汇未来的不确定性。

千年生态系统评估设定的情景预计全球气温在2000—2050年期间将上升1.0~1.5℃，在2000—2100年期间将上升约2.0~3.5℃，视不同的情景而定（低到中等确定性）（S9.3）。全球平均降雨量将有所增加（中等确定性）。然而，部分干旱地区（如北非和中东）将变得更加干旱（低确定性）。气候变化将直接改变生态系统服务功能，例如通过改变栽培和非栽培的植被的生产力和生长带。气候变化还将在很多方面间接影响生态服务功能，例如导致海平面上升、威胁到目前海岸线红树林和其他植被的保护。

如果认可政府间气候变化委员会（IPCC）所确定的气候敏感性，气温上升的幅度将超过2.0~

图 4.6 2100 年前全球协同情景下年度可用水变化情况 (S9)

从灰色到红色的阴影表示各地区的旱化情况。



资料来源：千年生态系统评估

3.5℃。但是，这个幅度的最高值和最低值在政府间气候变化委员会《气体排放情景专题报告》中都有所降低（1.5~5.5℃）。造成这个结果的原因是技术乐观情景中包含了气候政策（而政府间气候变化委员会设想则没有涉及气候政策），最高情景（全球协同和实力秩序）中的气体排放量要低于幅度最高的政府间气候变化委员会情景（S9.3.4）。

千年生态系统评估指出了（中等确定性）某些生态系统服务变化尤为迅速的“热点地区”，其中包括非洲亚撒哈拉、中东和北非以及南亚（S9.8）。为了适应发展的需求，非洲亚撒哈拉地区有可能会大幅增加用水，这就需要对新的供水基础设施进行前所未有的投入。在一些情景中（中等确定性），用水的大幅增加将导致未经处理的废水回流到淡水系统中，从而威胁公众健康和水生生态系统。该地区不仅会加速农业的集约化程度，而且也会导致农业用地向自然土地的进一步扩张。进一步的集约化还可能会给地表和地下水造成更加严重的污染。

非洲亚撒哈拉地区的农业扩张将以天然森林和

草原的大面积丧失（中等确定性）及其提供的生态系统服务的消失为代价。中东和北非国家渐增的收入使他们对肉类的需求大幅增加，这可能造成对食物进口的更多依赖（低到中等确定性）。在南亚，尽管农业日益工业化，森林丧失现象依然存在。该地区用水的大幅增加和废水的回流使缺水现象变得更加严重。

人均国内生产总值（GDP）在所有情景中都有所增加，这会掩盖一些日益严重的不公平和生态服务的衰退现象（S9.2）。在所有情景中，除了关注通过国界实现安全和对环境采取被动措施的实力秩序外，南半球的食物安全都将有所提高（见图4.7）。然而，食品安全对许多成人和儿童仍然遥不可及，营养不良甚至在2050年前仍然无法根除，而患有营养不良的儿童在实力秩序中仍为1.51亿。在一个地区化和对环境采取主动措施的世界里，通过在当地和地区水平对社会、自然，以及人力资本（更小范围）的投入（适应组合），南半球的生态系统服务供应将有所改善。在关注经济发展的全球化世

界里(全球协同),全球健康状况有所好转,但在关注安全的地区化世界里,由于新的疾病影响着贫困人口,而焦虑症、抑郁症、肥胖症和糖尿病影响着富裕人口(实力秩序),所以全球健康状况将发生恶化。

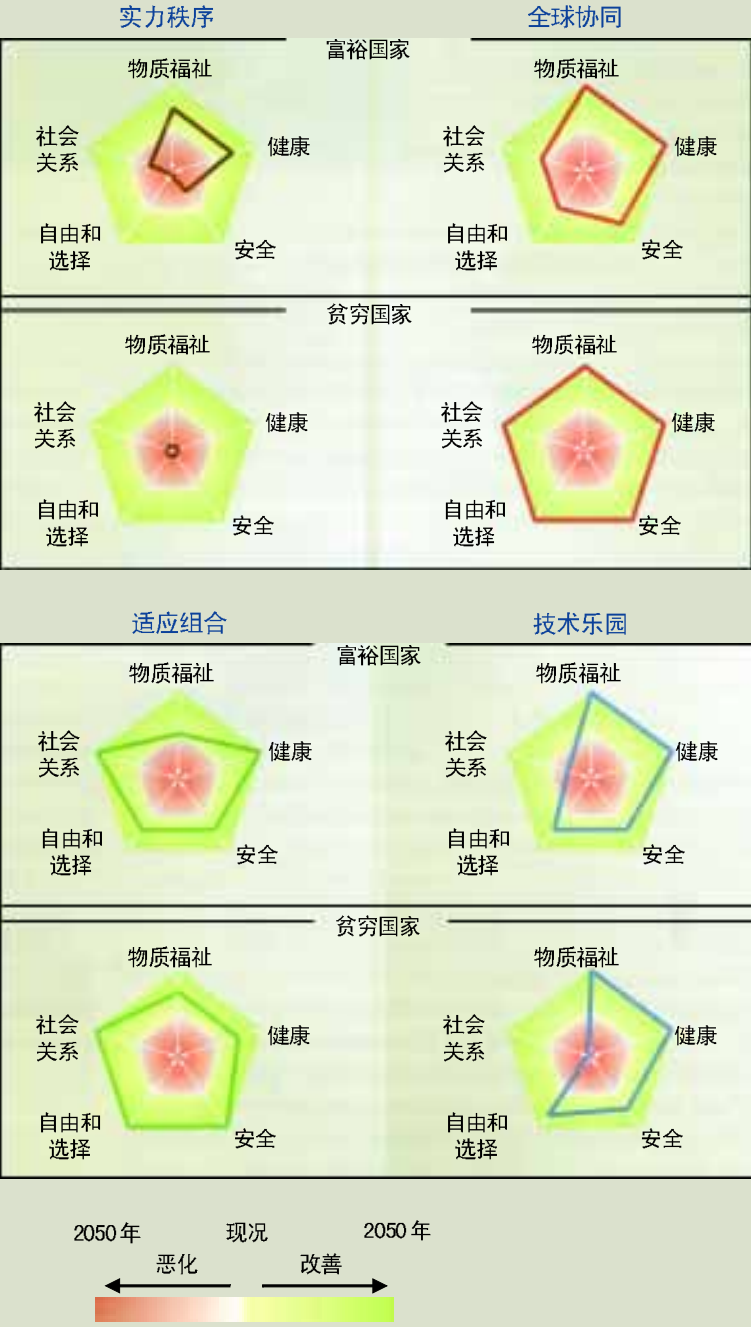
新的医疗技术和逐渐改善的营养状况有助于促进社会和经济的进步,尤其是在贫穷的热带人口中,在这些地区人们逐渐认识到地区的发展受到大量传染病、普遍营养不良和高出生率的制约。良好的健康状况主要取决于制度。在一个关注环境的地区化世界里,随着民间社会运动的加强(适应组合),社会关系将出现最良好的改善。令人难以理解的是,在一个关注通过限制国界实现安全的世界(实力秩序),安全状况是最糟糕的。在这种情景下,南半球和北半球的自由和机会都减少了,而在其他情景中可以看到安全状况不断得到改善,尤其是在南半球(S11)。

趋势逆转的含义和机会

既然生态变化影响到情景的结果,千年生态系统评估设定的情景就证实了能源、气候变化、生物多样性、湿地、土壤荒漠化、食物、健康、贸易和经济之间存在根本性的相互依赖关系。这种环境和发展目标的互相依赖的关系强调了合作的重要性和各多边环境协议间协作的潜力(S14)。在4种情景中,所有的环境协议作为国际合作的基础,都在完全不同的境况下运作,它们目前的手段(科学信息和知识的交换、技术转让、利益共享、财政支持)可能就需要根据社会政治状况的变化而做修正

图 4.7 根据千年生态系统评估设想,到2050年人类福祉和社会生态指标的变化(S11)

左边星形图的每个箭头表示一种人类福祉的组成部分。箭头间的区域表示作为一个整体的人类福祉。“0”划线表示现在每种组成部分的状态。如果划线越靠近五角形的中心,说明该组成部分从今天和2050年间会发生相对的恶化,如果划线越靠近边缘,则说明这期间有所改善。



资料来源:千年生态系统评估

和补充。社会经济发展和生态系统的相互依赖关系也需要国家政府和跨国组织去影响和纠正私营机构、社区和非政府组织的行为。国家政府有责任在国家或国家以下的层次建立良好的管理体制，也有义务改善国际大环境，通过谈判、签署和执行国际环境协议可以把责任和义务很好地统一起来。



生态系统服务之间的得失并存的关系将会继续存在并有可能加剧。一些生态系统服务的供给，如食物供应和用水，是建立在以丧失其他服务为代价的基础上的（S12）。未来 50~100 年的主要决策必须在农业生产和水质、土地利用和生物多样性、用水和水产生物多样性、当前灌溉用水和未来农业生产之间取得平衡，实际上是在所有当前和未来非再生资源的利用之间取得平衡（S12）。为逐渐增加的人口提供食物将导致农业用地的扩张（低到中等确定性），从而导致自然森林和草原的消失（S9.3），以及其他与这些土地有关的服务（基因资源、气候调整、径流调整）的丧失。随着发展中国家用水的增加（高确定性），水质将可能很快出现极度恶化，同时使由淡水提供的生态服务（基因资源、娱乐和渔业产量）遭受相应的损失。

对于既定的社会经济发展水平来说，保护更多生物多样性的政策将能够通过保护生态系统的调节、文化和支持等服务功能，提高人类的总体福祉。生态系统的调节和支持服务功能在为人类提供稳定的供给服务和维持地球上的生命方面起着不可或缺的作用，而文化服务功能则对全球的很多人来说非常重要。尽管生态系统服务之间此消彼长的现象非常普遍，但各种交互效应可以使多种生态系统服务功能得到增强（S12.4.4）。尽管也存在得失并存的（例如在这种情况下提供食物的能力降低）

问题，但增加对一些生态系统服务的支持可以促进对其他生态系统服务的支持（例如，森林恢复可能会改善碳固定、径流调节、授粉和野生动植物栖息地），成功的协同管理对于任何旨在提高为人类福祉提供生态系统服务功能的策略来说，都是一个至关重要的组成部分。

我们可以通过采取防御措施（例如通过使某个特定地区利用的服务多元化）、选择可逆行为、监测生态系统中即将发生的变化、有新技术时灵活地进行调整等政策来应对无法预料的生态系统服务功能的重大转变（S.SDM, S5, S14）。监测生态系统服务功能的重大变化，更加关注变化发生的征兆，将会提高社会避免生态系统服务遭到重大干扰的能力，或者在干扰发生时能够更加迅速地适应。如果没有预测生态系统重大变化的监测和政策，社会将面临更多由生态系统服务中意想不到的破坏所带来的危机。在各种情景中，最有可能导致有害的生态系统重大变化的风险包括旱地农业、海洋渔业、淡水和海岸海产用水的水质恶化、疾病的出现，以及地区性气候变化。这些也是当前监测最不充分的生态系统特征。

5. 怎样的应对措施可以保护生物多样性并改善人类福祉

- 生物多样性的丧失是由当地、地区和全球因素造成的，因此我们需要各个层次上的应对措施。
- 响应对策必须考虑到不同利益相关者的不同需求。
- 对于一种特定的情况，要有许多有效的应对措施。
- 如果不针对相关的直接和间接驱动力，旨在解决生物多样性丧失的应对措施将是不可持续或不充分的。
- 通过部门之间更高层次的一致和协作，以及更加系统地考虑生态系统服务之间或生物多样性和社会其他需求之间的得失均衡，可以进一步降低生物多样性的丧失。

部分生物多样性丧失的驱动力限于本地，例如过度利用。其他则是全球性的，例如气候变化，而有一些则涉及多种尺度，如全球贸易导致入侵物种对局地物种的影响。在此提及的大多数应对措施都是针对生物多样性丧失的直接驱动力的。但这些驱动力更应该被视为具有间接驱动力的特征，如消费、人口变化和全球化等。

在局地 and 地区尺度下，通过维护本地生物多样性和提供关键生态系统服务两方面的协作，针对驱动力的应对措施可以同时改善本地生物多样性和人类福祉。为了全球多样性价值而提高本地管理的应对措施依赖于当地“获取”全球价值的方式，既能持续地激励管理，又能支持本地的福祉（R5）。

在全球尺度下，有效的应对措施为不同地区的保护和发展设立了优先顺序，创建了共享的目标或计划，例如与生物多样性有关的公约和《千年发展目标》。当不同的战略、措施以更综合和协调的方式使用时，将实现有效的协调和协作（R5）。

千年生态系统评估有关生物多样性应对措施的评估，将人类福祉放在评估的核心位置，并认识到人们在做出与生态系统有关的决策时需以一系列与福祉有关的价值为根据，包括生物多样性和生态系统的使用和非使用价值。因此，千年生态系统评估认为生物多样性应对措施是针对不同尺度下的价值，与各尺度下的生态系统服务价值及其产生的福祉有着密切的关联。当地居民的福祉显示了对很多应对措施的评估，包括保护地、管制、野生物种管理，以及与本地获得的利益有关的各种应对措施。

只注意一个层面的价值，通常会阻碍采用可以提高所有层面的价值或缓解各层面之间冲突的应

对措施。有效的应对措施可以跨尺度地发挥作用，针对生物多样性的全球价值，同时确定当地价值的机会成本或与之协同。全球生物多样性在当地的考虑是需要认识到，一个地方所具有的独特价值（或者在其他地方还没有受到保护的价值）。但另一方面，生物多样性服务的价值并不总是依赖于这些独特性因素。有效的生物多样性应对措施应同时认识到这两种价值。

这些考虑指导了该评估，本部分总结了一系列应对策略，在不同程度上把全球价值和本地价值结合在一起，同时为生物多样性、生态系统服务和人类福祉寻求有效的均衡和协同。

由于观测生物多样性很困难，使评估应对策略的影响变得很复杂。制定更好的生物多样性指标将会改善策略和手段间的协作。例如，现存的观测方法通常关注的是本地生物多样性，而无法估算地区或全球生物多样性价值的边缘化收益。同样，有机农场的生物多样性效益通常只能表现为地方化物种丰度，而没有考虑对地区或全球生物多样性的贡献程度，或者在高生产率工业农业方面的得失权衡。

保护地如何有效地保护生物多样性和改善人类福祉？

保护地是保护生物多样性和生态系统中一个非常重要的组成部分，尤其是对于敏感的栖息地（R5）。近期的评估显示，在全球和地区尺度下，当前保护地的存在是必要的，但还不足以保护生物多样性的所有方面。保护地需要更好地选取位置，更好地规划，以及更好地管理，以解决各种问题，如缺乏代表性、保护地内人类定居点的影响、非法采集植物和捕猎动物、可持续发展的旅游业、外来入侵物种的影响、容易受到全球变化影响等。海洋和淡水生态系统受到的保护比陆地生态系统更少，因此促进了对这些生态群区的保护地方面投入的增长。有明显的证据表明保护地内的保护和紧靠边界外地区的可持续发展之间存在有利协作，这更促进了扩大海洋保护地的工作（C18）。然而海洋保护地的管理也面临挑战，因为执法很困难，而且世界上大部分海洋都在国家管辖范围之外。

根据在全世界34个国家对近200个保护地进行的管理效率抽样调查, 结果发现仅有12%的保护地执行了已经批准的管理计划。评估发现, 在保护地设计、立法建设、边界划分、资源编目和目标设定等方面相对做得较好。但在所调查的保护地中, 管理规划、监测与评估、安全预算和执法等方面总体上却显得相对薄弱。而且, “有名无实”问题仍旧存在, 即在地理位置上被标识为保护地的某些类别, 但却没有实现预定的管理 (R5)。

一些地区的农村人口被禁止使用在传统上支持他们福祉的资源, 保护地有利于缓解这些地区的贫困。如果保护地被用于造福于当地居民, 就能够有利于改善其生活方式 (R5)。通过共同磋商和制定规划可以更加有效地解决保护地与当地居民的关系。对此, 一种可能的策略是促进更广泛地运用世界自然保护联盟 (IUCN) 的保护地管理类别体系。其是否成功取决于, 政府和利益相关者之间的合作性管理途径, 试验各种选择的适应性途径, 提供有关管理成功或失败信息的综合监测, 以及通过开放透明的体系明确资源使用权和所有权使当地社区拥有权力。

保护地作为应对生物多样性丧失的措施要取得成功, 需要更好的地点选择, 做好地区之间的平衡, 避免有的地方代表性不足, 而有的地区代表性过度。保护地的成功取决于健全的法规和管理、充足的资源、与保护地周围更广阔地区的良好协作, 以及利益相关者的参与 (R5)。而且, 如果在保护地实施中能更好地控制代表性、管理目标和运行指标, 效果会更好。千年发展目标和其他目标规定的面积百分比指标只是宽泛地显示保护地体系提供的保护程度, 地区和国家一级的规划需要考虑到与其他生态系统服务的均衡和协作。

对保护地的设计和管理要考虑未来气候变化的影响。气候变化的影响将使某些物种灭绝的可能性增加, 并加速生态系统自然特性的变化。由于气候变化导致的物种改变有较为完整的记录 (C4, C19, C25)。今天的物种保护规划要将适应这种威胁和缓解这种威胁结合起来, 利用现有工具评估物种受气候变化影响的程度。需要划定生物走廊和动植物栖息地使保护地更具有灵活性, 这将会是很好的预防性措施。在保护地之间改善栖息地走廊和生产生态系统的管理可以帮助生物多样性适应不断变化的环境 (R5)。

当地获取生物多样性效益的有效性如何?

市场在激励和保护生物多样性方面的影响不明确 (R5)。尽管“传统发展权利” (TDR) 由于具有实现目标的灵活性, 可以较低的代价提供实现保护目标的可能性, 但也遭到批评, 主要因为它太复杂, 交易成本高, 而且还需要建立相应的新机构。例如, 可能出现这样一种情况, 生态非常脆弱的, 同时开发成本低的土地不会得到保护。目前, “传统发展权利”没有被设计为针对具体的栖息地类型和资产。

将拥有和管理生态系统服务的权利转给个人, 会让他们在保护生态系统服务方面享受一定的惠益, 但如果没有足够的体制支持, 这些措施将事与愿违。例如在南非, 野生动物保护法被修订为允许土地所有权发生变化, 可以将养殖牛羊的畜牧业改造为野生动物狩猎场, 使本地的野生动物得到保护。另一方面, 津巴布韦的 CAMPFIRE 计划是基于野生动物可持续发展的社区管理方法, 但现在已经成为由成功变成失败的典型例子, 因为国家收回了给予个人的这些土地, 破坏了信任和透明度 (一种体制自由的形式, 对使经济性应对措施能够有效和公平地发挥作用非常重要) (R17)。

向当地土地所有者支付生态系统服务费用预示着生态系统服务将会得到改善, 而且这种方法可以用于生物多样性保护。但针对这些经济手段的分配和公平方面, 偿付机制需要设计的能支持这种努力。到2001年, 哥斯达黎加有28万多公顷的森林被划为保护地, 每年用于保护森林的费用大约是3000万美元, 典型的是每年每公顷35~45美元 (R5表5.3)。但是, 现有的直接偿付方案并不能保证能够达到保护和为人类福祉制定的目标或效益的目的。有关不同社会群体之间分配的影响的经验分析少之又少。

直接偿付通常比间接偿付更加有效。例如, 综合保护发展项目 (ICDPs) 旨在允许当地人通过从生物多样性保护的支付意愿中获利来提高他们的福祉, 但在实际中几乎没有被纳入到现行的保护激励机制中。总体说来, 这些应对措施的成功与否取决于是否满足社区的经济和社会需要, 他们的福祉始终依赖于各种生物产品和生物多样性支持的生态系统服务 (R5)。

但是, 直接偿付需要在财力上的保障来维持投

人和保护目标之间的关系，因而受到了批评。此外，在某些方面它们还会导致社区之间和社区内部的矛盾。然而，还是有很多成功的例子可以证明，在推动当地社区保护生物多样性方面，直接偿付和转让财产权是十分有效的。一些新的措施将根据边缘收益（“补充”价值）来进行支付，将提高为保护地方生物多样性的支付的有效性。（R5 专栏 5.3）。

经济补贴通常是弊大于利，通过取消或改变这些补贴可以缓解生物多样性的丧失和生态系统的改变。工业国家的农业补贴降低了发展中国家许多产品的国际市场价格，这种低价格引起了恶性循环，导致发展中国家采取非持续性的农业活动，从而摧毁生态系统并把许多贫穷的农民推向深渊。因此，转移农业补贴很有可能会极大地提高生态系统服务并降低生态多样性丧失的速度（R5）。

促进“双赢”在政治上可能是正确的，也可能是幼稚的。采用经济激励机制鼓励生物多样性保护和可持续性利用很可能取得成功。但是，生物多样性、经济利益和社会需要之间的平衡关系需要得到更现实的认可。保护生物多样性常常带来广泛的利益，像存在价值或碳固定甚至是全球性的，然而限制利用生物多样性的代价通常被生物多样性资源丰富区域附近的社区承担（R5）。

为什么单一物种管理是一项普遍的应对可采集物种和入侵物种的策略？

直接管理入侵物种将会成为一项更为重要的生物多样性保护应对策略，如果入侵物种已经形成规模，往往需要在生态系统层面的应对措施。一旦入侵种形成规模，控制或者根除它将会变得非常困难而且成本也非常昂贵，因而对入侵种的预防和早期防治更加有效，并能节约成本。成功根除入侵物种的范例的共同点有：目标物种的特殊生物特征（比如传播能力差）；及时发现并应对；足够的经济投入；相关机构和公众的大力支持。成功预防入侵种需要加强对国际贸易中入侵物种转移的控制和管理（R5）。

对入侵植物进行化学控制，有时结合机械方式（如切割、剪除等）能够有效地控制至少一些入侵植物，但没有证据表明在彻底根除入侵植物方面特别成功。化学控制不仅效率低，而且成本高。对入侵物种也使用过生物控制，其结果有好有坏（R5）。比如，夏威夷引进了外地的食肉蜗牛来

防治大型非洲蜗牛，结果导致了许多本地蜗牛绝种。大约有 160 种生物控制物种，主要是昆虫和真菌，已被指定用于北美的入侵物种控制，其中许多似乎非常有效。然而，这些生物中有一些本身也可能是潜在的入侵物种。环境筛选和危险性评估可以最大限度地减少对非目标当地物种的负面影响。

入侵物种控制的社会和经济影响并没有受到重视，可能是因为估测这些影响的难度很大。全球入侵物种计划（GISP）是解决该问题的一项国际性应对措施。《生物多样性公约》（CBD）把“外来入侵种指导原则（VI/23 决议）”作为一项基本的应对措施，但要对它的实施效果进行评估还为时过早（R5）。

可持续利用自然资源是任何可持续发展计划的一个必不可少的组成部分，但是它对生物多样性的保护所发挥的作用在保护界存在争议。如果保护物种的管理目标是为了获得资源来维持人类的生计，通常会以失败而告终，因为最优化地管理自然资源开发常常会对所要保护的物种产生负面影响。因此，建立积极的保护和可持续激励机制对于成功保护物种多样性起着关键作用（R5）。

如果目标是保护物种，而且特定种群有着明显的特性，并能进行直接管理，那么物种管理途径可能会非常有效。但是，如果目的是为了保护该物种出现的这个地区整体的生态系统功能的话，单一物种管理就很少会发挥有效作用。如果人类的生存依靠单一物种资源，物种管理则可能会非常有效（比如渔业和捕猎物种），但是大多数情况下，人类依靠的是各种不同的野生资源，多物种管理才是适当的途径（R5）。

把生物多样性整合到生产部门的策略的效果如何？

就整个国家而言，把生物多样性问题纳入农业、渔业和林业管理可以促进可持续性利用，并且使对生物多样性的负面影响降到最低限度。只有当生物多样性成为生产部门所关注的问题后，才能得到保护以及可持续利用。农业一般直接依靠生物多样性，但近几十年来，农业生产把重点放在最高产量上，只将研究和发展集中在少数相对高产的物种上，忽略了生物多样性的潜在作用。有效的应对措施还包括可持续性集约化，最大可能地减少扩展生产用地面积的需求，留出更多的土地保护物种

多样性。像害虫综合治理、某些有机耕作形式等实践活动，以及保护农田边缘地带、河边地区和其他非耕地栖息地，可以促进农业、家养动物生物多样性和野生生物多样性之间的协同。但是，根据对这种管理对生物多样性的贡献的评估，并没有获得多少对地区生物多样性保护有用的数据（C26, R5）。

根据对36项提高农业产量同时保护野生生物多样性的项目所进行的评估，显示这些项目给景观和生态系统多样性带来了许多益处，但其对物种多样性所造成的影响却视具体情况存在很大差异。由于非常缺少有关这些系统特别是农业生产和生态系统健康之间交互作用的连续的综合研究信息，评估这些项目的影响非常困难（R5）。

只要能通过可持续性林业发展来满足当地居民的生计需要，地区水平的热带森林的采伐也可以得到有效的控制。早期推动森林认证的人希望它能成为应对热带森林开采的有效措施，但是大多数得到认证的森林都在北半球，被大公司控制，并出口到北部地区的销售商（C9, C21）。多种认证项目的发展用以满足不同利益相关者的需要，意味着单一的项目不可能成为国际通用方案（R8.3.9）。森林管理政策应该重视社区现有土地和水的所有权。相关的法律工具还包括将所有权重新设定成小规模森林私有、公私合营、原住民对森林的直接管理以及公司社区合营。新的土地所有制系统若要有效，必须与当地情况相联系并得到执行。要有效地实施还需要包括下列因素，即教育、培训、健康和安全的（R5, R8）。

私有部门对生物多样性目标可起什么作用？

私有部门可以对生物多样性保护做出巨大贡献。由于利益相关者、顾客和政府规定的影响，部分私有部门十分愿意为生物多样性保护和可持续利用做出贡献。许多公司显示了更多的社会责任，现在正在制定自己的生物多样性行动计划，用与生物多样性保护更加协调的方式管理它们自己所拥有的土地，支持促进更可持续利用的认证计划，与多个利益相关者合作，在其操作中担负起了解决生物多样性问题的责任。然而对于没有公开上市的公司或者政府所属的公司来说，利益相关者或顾客的影响就会小得多。

今后的发展将注重以下两个主要方面。第一，除了评估公司对生物多样性的影响外（尽管这非常

重要），还要更加重视生态系统服务以及公司如何依赖这些服务。需要制定措施，使他们更好地了解所面临的风险和如何应对这些风险。第二，非政府组织和公司之间需要更多的合作，以便更充分地探寻减少不利的发展失调现象和确定积极协作的方式，从而更有效地进行可持续性管理。

怎样的制度、管理方式和多边程序能够更加有效地保护生物多样性？

各阶层都需要对生物多样性保护和可持续利用进行管理，各国政府也制定了支持性的法律和政策以保证土地所有权和管理权，这对较低层次上的可持续性管理非常重要。在最低层次上进行生物多样性管理的原则使许多地方的权力分散，导致多种后果。成功的关键在于建立强有力的各级体制，确保较低层次上的土地所有权和管理权以激励可持续性管理（R5）。

一些生态系统服务的管理开始向更低层次转移，制定了一些管理措施解决涉及许多利益相关者的大规模过程。诸如地区水资源缺乏和大尺度生态系统保护等问题需要大尺度的管理体制。譬如，非洲南部的大多数河流跨越不同的国家，因此需要建立国际水资源共同管理机构来管理水资源，并保证各成员国的用水安全。然而，一个国家的政治不稳定很可能对其他国家造成不利影响，而且各成员之间的权力也会很不平均。

权力的集中或者分散都不一定能带来更好的管理。例如，南非的流域管理局（CMA）的权力就仅限制在其流域内，但是外部环境或者上游也会对这些机构产生影响。最好的策略就是采取多个下属机构各司其责的方法，即将各个下属机构能够比中央机构更好地履行的那些本应归属于它们的职能分给各下属机构（因为它们拥有准确的信息），而中央机构则应扮演一个支持、协调和沟通的角色（R5）。

各国法律体系都有不同的等级，在许多国家，当地惯例或非正式制度可能要比成文的法律更有影响力。重要的风俗与当地管理资产的标准和传统以及他们周围生态系统有关。由于这些风俗深深植根于当地社会中，因此除非精心设计激励机制，否则要想通过外界方案来改变它们是非常困难的。将当地知识与其他科学知识的结合，对管理当地生态系统至关重要。

在更大的宏观经济决策框架内，需要更努力

地将生物多样性保护和可持续利用活动结合在一起。近几年来，新的扶贫策略开始出台，这些策略包括各方面的政策，有不同的规模和参与者。然而，生态系统和生态系统服务的一体化或主流化都普遍被忽略。这些策略大多强调制度和宏观经济的



稳定、行业发展以及减少贫困国家每日收入低于1美元的人口数量。有资料证明，20世纪80年代中期到晚期的结构调整计划（SAP）导致许多国家生态系统服务的恶化和许多发展中国家贫困加剧（R17）。

通过多边环境协议（MEA）进行的国际合作需要各国政府在实施能有效保护生物多样性并促进生物资源可持续利用的活动方面加强投入。目前，国际上已经签订了多个多边环境协议以保护生物多样性。《生物多样性公约》就是其中最全面的一个，还有其他一些相关协议，包括《世界遗产公约》、《濒危野生动植物种国际贸易公约》（CITES）、《拉姆萨尔湿地公约》、《迁徙物种公约》、《联合国防治沙漠化公约》、《联合国气候变化框架公约》以及许多其他区域性协议。它们对政策和实施强度的影响取决于各缔约国的意愿（R5）。

有效的应对措施包括借助近期的努力（例如，通过共同合作计划）促成各协议之间的协同。这些国际环境法的一个重大缺点就是缺乏解决争议问题的强制性措施。然而，向缔约国大会递交报告的要求给各个国家在协议框架下采取积极措施带来了压力。一种行之有效的方式就是利用激励措施并对违约或不履行义务采取制裁，以使各国履行其义务。《生物多样性公约》和其他对生物多样性有重大影响国际法律制度（如世界贸易组织）之间的联系

还很薄弱（R5）。

各国普遍认为对生物多样性影响最大的国际协议不是环境领域的协议，而是经济和政治领域的协议。而这些协议往往忽略了对生物多样性的影响。成功的应对措施要求这些协议应该和其他协议紧密联系，并且为某种体系设计的解决方案不应造成其他体制出现问题。比如，根据《京都议定书》，固碳活动应该促进而不是损害生物多样性的保护（例如种植多种本土树木，而不是单一种植外来树木）（R5）。

虽然生物多样性丧失是一个全球性难题，但各地区或各国也应当采取直接的行动阻止或者减少这种丧失。像全球化以及国际经济贸易决策之类的间接驱动力常常会对生物多样性产生负面影响，因而需要通过国际合作来解决，但是，探查生物多样性的丧失以及采取行动的责任是在地区或国家水平。对于濒临灭绝的当地物种或者生态系统的情况来说，相关部门应对这些物种生态系统采取优先行动，并应得到全球、地区或国家水平的支持（R5）。

如何改善确定、设计和执行应对措施的能力？

我们有多种应对措施可供选择，要提高生态系统服务为人类社会提供的惠益，同时又不会损害生物多样性。世界各地的政治和社会变化将在今后对未来生态系统服务和人类福祉的管理方式产生深远的影响，因此有必要使大家进一步认识到需要营造对选择和实施应对措施有利的条件。（参见专栏5.1）

应对措施不可能自己发生作用，一系列有利条件（有利的自由和制度框架的组合）决定着应对措施的成功。众多应对措施的成功大都受到该国现行的各种制度框架的影响（CF3, R17）。

教育和交流计划已经让大家了解和改变了对生物多样性保护的倾向性，并且改善了生物多样性应对措施的**实施状况（R5）**。所有社会成员应该都可以利用科学发现及资料。妨碍了解（因而能评估）、保护、可持续利用和公平享用某个地区生物多样性所带来的惠益的重要因素，是人和机构在研究一个国家生物群方面的能力。墨西哥的CONABIO项目和哥斯达黎加的INBio计划，是将基本分类信息转化为生物多样性保护政策，以及其他与生态系统和生物多样性相关的政策方面成功的国家典范。

目前，生态系统的恢复措施在许多国家得到普遍的实施，这些措施几乎涉及到所有类型的生态系统，包括湿地、森林、草地、河口、珊瑚礁和**红树林**。随着生态系统逐渐恶化，以及对生态系统服务需求的日益增加，生态系统恢复将越来越成为一项重要的应对措施。然而，恢复生态系统的代价比保护原来生态系统的代价要高得多，而且很难做到恢复所有的生物多样性，以及一个生态系统的所有服务功能（R5）。

许多从业者提倡（或假设）的“双赢”局面其实很难实现，更多情形下出现的是冲突，另外还必须认识到保护和发展之间要保持平衡。确定并协调如何保持平衡的方案是一件非常复杂的工作，涉及到政策、保护和发展的不同优先顺序以及不同的利益相关者。在要保护生物多样性的情况下，我们面临的挑战是如何进行协商、如何决定可接受的生物多样性丧失的程度以及如何鼓励利益相关者的参与。在必须进行权衡时，决策者要考虑到并明晰所有选择的后果。如果政策能够消除不当的激励因素和/或创建有利于生物多样性保护的市场政策从而取得平衡效应，可能以较低的成本取得既定水平的生物多样性（地区性的）保护效果（R5）。

专栏 5.1 成功应对生物多样性丧失措施的关键要素

- **组织知识流通。**确保可用的知识以能够被决策者利用的方式呈现出来。
- **认识复杂性。**应对措施需要满足多个目标和/或多个部门的要求，因此必须进行整合和统一。
- **承认不确定性。**在选择应对措施方面，了解当前知识的限制，预料无法预料之事。
- **促使自然反馈。**避免创造损害系统弹性的人为反馈。
- **利用包容性程序。**使广大受影响的利益相关者能够获得和理解这些信息。
- **强化适应能力。**如果建立的制度框架能够允许并提高向过去的应对措施学习及与之相适应的能力，弹性即将会得到提高。
- **创造支持条件。**应对措施不会自行发挥作用，因此提供支持性的自由——创造透明度、市场、教育等条件——是非常重要的，它们可以让应对措施有效和公正地实施。
- **建立法律框架。**一个拥有牢固法律基础的协议通常会比一个法律基础薄弱的协议更加行之有效。
- **阐明定义。**定义明确和表述清楚的协议更易于执行。
- **制定原则。**清楚的原则可以帮助引导各缔约方达成新的协议，并指导协议的执行。
- **阐述义务和适当的权利。**详尽地阐述义务和权利的协议更有可能得到执行。
- **提供资金来源。**资金来源的有效性可以增加执行的机会。
- **提供执行机制。**当资金来源不足时，市场机制可以增加执行的潜力。
- **建立执行和监测机构。**建立拥有权威和资源的附属机构采取具体行动来强化协议的执行，这对确保复杂问题的连续性、准备工作以及后续措施是至关重要的。
- **建立与科研机构之间的良好关系。**随着生态问题变得越来越复杂，在立法机构和科学界之间建立长期良好的关系也越来越重要。
- **将传统知识和科学知识融为一体。**在规划应对措施时，寻找可以将传统知识和本地知识融为一体的机会。

《生物多样性公约》及其他公约制定的“生态系统途径”为不同尺度和不同应对措施之间的统一提供了原则。这个基本原理的核心在于将全方位的措施应用到从被严格保护的到人工生态系统中；整合可以通过跨景观的空间和时间上的隔离，以及一个地点内的整合来实现。千年生态系统亚全球评估显示了一些有用的协作和平衡，能够把不同的应对措施融合成为一个连续的地方性框架（SG9）。有一些有效措施不要求量化生物多样性的收益，定量不同资源的边缘收益和损失可以强化这种整合，并使一种战略通过目标明确的战略方式来补充另一种战略（R17）。

当把一个地区的保护生物多样性的机会成本调整得能够反映生态系统服务所提供的正效益，以及当把所有陆地和水使用的影响都纳入生物多样性目标设置时，社会将获得更大的净收益（C5表5.2，R5，R17）。关于正式保护地和土地利用的相对价值的争论经常被人们引用，但是当保护被看作具有连续的可能性时，保护至少某一些生物多样性组成部分更具有建设性。这个连续谱两端的弱点可以通过综合的地区战略把它们联系起来而得到克服（R5）。

例如，一个被开垦为农业用地的地区可能导致生物多样性的丧失，但如果它对整个地区的生物多样性保护做出了某些补偿性的贡献，则它对当地生物多样性仍然是有益的。正式的保护地之所以受到批评，是因为它妨碍了其他的社会机会，但一个建立在从周围生物多样性保护收益基础上的综合的地区性途径，能够减少生物多样性所面临的来自该地区其他预期使用的压力。许多对生物多样性保护的贡献来自于生产型景观或其他保护地外的地区，整合可以保证这些贡献在地区性规划尺度上被提及，并增加地区的净收益。但不能因为有这种可以度量的生产性土地收益的理想状况，就减少将生物多样性融入其他部门的努力；即便没有正式的补充价值的估算，主流化政策也应该被视为整合的重要方面。（R5）

有哪些应对措施针对其他引起生物多样性丧失的驱动力？

除非针对变化的直接和间接驱动力，否则许多以保护生物多样性和生态系统服务为首要目标的应对措施将显得不足和没有可持续性。许多解决

直接和间接驱动力的应对措施对生物多样性和生态系统服务尤其重要：

■ **取消促进过度使用特定生态系统服务的补贴。**2001—2003年期间，每年拨给经合组织（OECD）成员国农业部门的补贴平均超过3240亿美元，相当于2000年全球农业产量的1/3（S7）。这些补贴致使生产过量，降低了发展中国家的农业收益，并导致化肥和杀虫剂的过度使用。渔业补贴也造成了同样的问题，2002年付给经合组织成员国的渔业补贴达到62亿美元，约相当于整个渔业产量的20%（S7）。取消不利补贴也需要一定的花费。一些从生产补贴中获益（通过由于补贴造成的低产品价格或补贴直接接受者）的主要是贫困人口，如果取消补贴将会给他们带来害处。对这些群体来说，也许需要补偿机制。而且，在经合组织内取消农业补贴需要相应的配套行动，才能将对发展中国家生态系统服务的不利影响降到最低限度。但其主要的挑战仍然是，目前的经济体制从根本上还是依赖于经济增长，而经济增长却忽视了对自然资源的影响。

■ **促进农业集约化的可持续发展（C4，C26）。**农业用地增加仍将是21世纪生物多样性丧失的主要驱动力之一。在农业用地增加仍是生物多样性巨大威胁因素的地区，技术的发展、评估和普及将会大大减轻其对生物多样性的压力。这些技术可以持续增加单位面积的粮食产量，而没有造成过度用水、用肥料和杀虫剂。许多情况下，早已存在的技术可以得到更广泛的应用，但许多国家缺少财力以及获得与使用这些技术的机构能力。在农业早已占主导地位的地区，维护这些景观内残存的生物多样性是整体生物多样性保护努力的重要组成部分；如果管理得当，通过生物多样性提供的生态系统服务（例如通过虫害控制、授粉、土壤肥力、防止水土流失以及消除过剩营养等），还可以促进农业生产力和可持续发展。

■ **减缓和适应气候变化（R13）。**到21世纪末，气候变化及其影响可能是全球生物多样性丧失和生态系统服务变化的主导直接驱动力。对生物多样性的危害将随着不断增长的气候变化速度和变化量而逐渐增加。对于生态系统服务来说，一些地区的某些生态系统服务在开始时可能会如气候情景所预测那样从温度上升或降雨量增加中受益，但有证据表明，如果全球的平均地表温度比前工业时代的水平

增加 2℃，或增加速度超过每 10 年 0.2℃（中等确定性），将会对全球生态系统服务产生严重的净有害影响。假如考虑到气候系统的惯性作用，帮助生物多样性和生态系统适应气候变化的行动对减缓负面影响将是必不可少的。这些行动包括建立生态走廊或生态网络。

■ **减缓全球富营养化的增长（甚至是在一些作物产量受化肥不足限制的地区增加化肥用量，如非洲亚撒哈拉地区）。**以合理的代价减少营养污染的技术已经存在，但如果要利用这些技术来减缓并最终改变富营养化的问题，还需要新的政策（R9）。

■ **对导致生态系统服务恶化的市场失误的纠正和使环境外部因素内部化（R17, R10, R13）。**因为很多生态系统服务没有在市场上交易，因此市场无法提供适当的信号以实现服务的有效分配和可持续使用。另外，与一个生态系统服务有关的许多不利的失衡现象和代价是由于其他原因造成的，因此不会对与该服务管理有关的决定产生作用。在有支持性机制的国家，市场工具可以用来纠正市场失误和使外在因素内部化，尤其是在生态系统服务的供给方面。

■ **增加政府和私有部门影响生态系统的决策的透明度和其所承担的责任，包括通过使相关的利益相关者更大程度地参与决策制定（RWG, SG9）。**通过公众参与形成的法律、政策、制度和市场可能会更有效、更有远见。利益相关者的参与也会对决策过程起到促进作用，因为他们的参与可以更好地了解决策的影响和不足、与权衡有关的代价和惠益分配、在特定背景下找到更广泛的可以利用的应对措施。利益相关者的参与和决策的透明度可以增加责任感，减少腐败现象。

■ **在更广泛的发展规划框架下整合生物多样性保护策略和应对措施。**例如，在许多发展中国家，如果应对措施能够在国家发展战略或缓解贫困战略中得到体现，保护地、恢复生态学和生物多样性服务市场将有更多的机会取得成功。在这种情况下，保护策略的代价与利益及其对人类发展的贡献将被《公共支出综述》明确认可，因此在国家《中期预算框架》将列出实施应对措施的资源（R17）。

■ **加强多边环境协议之间，以及环境协议和其他国际经济和社会制度之间的协调（R17）。**国际协议对于与生态系统有关的跨国界问题的解决是不可或缺的，但许多妨碍因素削弱了他们目前的效力。

包括，大多数双边或多边环境协议中的目标和机制非常有限，而且多数只关注某一方面，因此它们不能解决更多与生态系统服务和人类福祉有关的问题。现在正在采取措施促进这些协议之间的协调，以便拓宽对各种措施的关注面。但是，我们还需要提高多边环境协议与在政治上更强大的国际法律制度（如经济和贸易协议）之间的协调，以保证它们不会起到相反的作用。

■ **提高个人和机构为了人类福祉而评估生态系统变化结果的能力，并根据这些评估采取行动（RWG）。**许多国家的农业、林业和渔业管理的技术能力仍然非常有限，但水平仍高于有效管理这些部门之外的其他生态系统服务的能力。

■ **改变不可持续的消费模式（RWG）。**生态系统服务和非再生资源的消费会直接和间接地影响生物多样性和生态系统。总消费量是人均消费量、人口和资源利用效率的一个因素。减缓生物多样性丧失需要减少这些因素的共同影响。

6. 2010年前后，降低生物多样性丧失速度的前景是什么？对《生物多样性公约》意味着什么？

■ 生物多样性在21世纪将继续降低。由于生物多样性对人类福祉有着重要的贡献，促进经济发展、减少每天生活标准不足1美元的贫困人口的数量等许多行动的实施，将导致生物多样性减少。要在短期内达成和实施政策的改变以扭转这种趋势非常困难。

■ 但从长远看来，因为生物多样性对人类福祉和生存至关重要，生物多样性的丧失必须要得到控制。降低生物多样性丧失速度是必要的第一步。在一些方面的改善可以在2010年前实现，但想要在2010年前在全球范围内实现生物多样性的全面恢复似乎是不可能的。

■ 很多为降低生物多样性丧失速度的必要措施已经被写入《生物多样性公约》的工作计划，如果能够充分实施这些计划，将实现足够的改变。但是即使现存措施得以实施，要应对所有的生物多样性丧失的驱动力仍然是不够的。

2002年4月，《生物多样性公约》缔约国会议采纳了随后在世界可持续发展峰会的《约翰内斯堡实施计划》中获得通过的一项目标，即“到2010年，大大减少在全球、地区和国家范围内的生物多样性丧失，作为对缓解贫穷和有利于地球上所有生命的贡献”（《生物多样性公约》决议VI/26）。在2004年，成员国会议采纳了一个评估框架，包括一小部分全球2010年子目标和将在评估过程中使用的一系列指标。

为了评估实现目标的进程，成员国会议将生物多样性丧失定义为，“在全球、地区和国家范围内，生物多样性组分及其提供的产品和服务潜力，在质量和数量上的长期或永久性降低或减少”（《生物多样性公约》决议VII/30）。通过协议的国际指南和公约工作项目的实施，以及国家生物多样性策略和行动计划，将公约目的和2010年的目标转变为政策和实际行动（C4.5.2）。

如果想要在2010年前在全球、地区和国家范围内大大减少生物多样性的丧失，需要做出空前的努力。2010年的目标意味着，2010年生物多样性的丧失速度（如一系列组成部分或特性的度量所

指）必须明显低于本报告中主要问题3所描述的目前或近期的趋势。但这不可能在全球范围内实现，主要是由于以下原因：目前的趋势显示几乎没有丧失速度减缓的迹象；大多数生物多样性丧失的直接驱动力预计还将增长；由于自然系统和人类社会制度体系所具有的惯性作用，在采取某些行动后，它们对生物多样性和生态系统真正发挥作用，通常要滞后几年、几十年，乃至几百年（C4, S7, S10, R5）。

在全球、地区，尤其是国家范围内采取适当的应对措施，有可能在2010年前，在某些地区实现生物多样性某些组成部分或者是某些指标丧失速度的减少，可以实现几个《生物多样性公约》采用的2010年子目标。栖息地的整体丧失（陆地生态系统中生物多样性丧失的主要驱动力）速度在某些地区正在趋缓（S10），如果采取主动措施，还将在全球范围内趋缓。但这并不能转化为物种丧失的降低，其原因是：物种数量和栖息地之间关系的特点，物种灭绝随着栖息地的丧失达到平衡可能需要几十甚至是几百年；而其他丧失的驱动力，如气候变化、富营养化和入侵物种，预计将增强。温带栖息地丧失速度下降，但预计在热带则会上升（C4, S10）。

同时，如果在对生物多样性和生态网络功能具有特殊重要性的地区建立保护地或其他保护机制，并且对濒临灭绝的物种采取主动措施的话，目标栖息地和物种的生物多样性丧失速度就会降低。而且，如果那些已经纳入《生物多样性公约》工作计划的应对措施的条款得到实施，许多旨在保护一些生物多样性组成部分的子目标将有可能实现。然而，在2010年前实现针对生物多样性的威胁因素（土地利用变化、气候变化、污染和外来入侵种）的子目标似乎没有实现的可能。维持生物多样性提供的产品和服务以支持人类福祉也将是一个重大的挑战（C4,S10, R5）。（见表6.1）

表 6.1 实现《生物多样性公约》2010 年子目标的前景

目的和目标	到 2010 年的进展前景
保护生物多样性的组成成分	
<p>目标 1: 促进生态系统、栖息地和生态群系的生物多样性保护。</p> <p>子目标 1.1: 全球至少有 10% 的生态区得到有效的保护。</p> <p>子目标 1.2: 对生物多样性特别重要的地区得到保护。</p>	<p>大多数陆地地区前景良好。海洋地区面临重大挑战。内陆水系统很难得到足够的保护。</p>
<p>目标 2. 促进物种多样性的保护。</p> <p>子目标 2.1: 恢复、维持或降低所选门类中物种种群的衰退。</p> <p>子目标 2.2: 受威胁物种的状况得到改善。</p>	<p>许多物种将继续在丰度和分布范围上继续衰退, 但恢复和维持优先物种是可能的。</p> <p>更多的物种将受到威胁, 但基于物种采取的措施将会改善一些物种的状况。</p>
<p>目标 3. 促进遗传多样性的保护。</p> <p>子目标 3.1: 农作物、牲畜、收获树木物种、鱼类、野生动物和其他有价值物种的遗传多样性, 及其相关的本土及当地知识得到保护。</p>	<p>异地保护前景良好。整体上, 农业系统可能继续简单化; 鱼类基因多样性可能出现重大丧失; 通过一些项目, 基因资源和传统知识可以得到就地保护, 但整体则可能下降。</p>
促进可持续性利用	
<p>目标 4. 促进可持续的利用和消费。</p> <p>子目标 4.1: 基于生物多样性的产品能来自得到可持续管理的资源, 以及符合生物多样性保护的产品管理区。</p> <p>子目标 4.2: 不可持续的生物资源和对生物多样性有影响的消费得以减少。</p> <p>子目标 4.3: 没有野生动物和植物物种因为国际贸易而变为濒危物种。</p>	<p>对于生物多样性的某些组成部分预计将有进展。但可持续利用不可能在所有产品和生产区中占到很大的比例。</p> <p>不可持续的消费有可能会增加。</p> <p>例如, 通过实施《濒危野生动植物种国际贸易公约》有可能取得进展。</p>
解决针对生物多样性的威胁	
<p>目标 5. 来自栖息地丧失、土地利用变化和退化以及不可持续用水的压力将降低。</p> <p>子目标 5.1: 自然栖息地丧失和退化的速度降低。</p>	<p>在大多数生物多样性敏感地区整体压力不可能减少。但可以采取主动措施保护一些最重要的地区。</p>
<p>目标 6. 控制外来入侵物种的威胁。</p> <p>子目标 6.1: 控制外来入侵物种的潜在入侵途径。</p> <p>子目标 6.2: 对于威胁生态系统、栖息地或物种的重要外来物种制定管理计划。</p>	<p>压力有可能增加(来自交通、贸易和旅游, 尤其是在全球协同情景中)。可能出现解决主要外来物种入侵途径的措施(尤其是在全球协同和技术乐观情景中)。</p> <p>管理计划有可能得到制定。</p>

目的和目标

到2010年的进展前景

应对针对生物多样性的威胁（续表）

目标 7. 应对生物多样性面临的气候变化和污染挑战。

子目标 7.1: 维持和提高生物多样性适应气候变化的弹性。

来自气候变化和污染的挑战（尤其是氮沉积）将会增加。这些方面的增加可以在UNFCCC气候变化框架下，通过农业和贸易政策以及解决氮污染的能源政策得到缓解。缓解措施包括在LULUCF条件下的碳吸附，以及利用湿地来吸附或除去活性氮。

子目标 7.2: 降低污染及其对生物多样性的影响。

减少对生物多样性影响的主动措施是可能存在的，但会带来其他的压力和挑战。

维持生物多样性提供的必需品和服务以支持人类福祉

目标 8. 维持生态系统提供产品和服务以及支持生计的能力

子目标8.1: 维持生态系统提供产品和服务以及支持人们生计的能力。

考虑到驱动力预期将增长，到2010年可能只在有条件的基础上实现。实现目标8.2将有助于MDG 2015目标的实现，尤其是目标1、2和9。

子目标8.2: 支持，可持续生计、当地食品安全和卫生保健的生物资源（尤其对于贫苦百姓）得到维持。

保护传统知识、革新和实践

目标9. 维护原住和当地社区的社会文化多样性

子目标 9.1: 保护传统的知识、革新和实践。

采取措施保护传统知识和权利是可能的，但传统知识看来会出现持续的长期减少。

子目标 9.2: 通过传统的知识、革新和实践，保护原住和当地社区的权利，其中包括惠益共享的权利。

确保公平和公正地分享基因资源利用所产生的惠益

目标10. 确保公平和公正地分享基因资源利用所产生的惠益。

子目标 10.1: 所有基因资源的转让都应符合《生物多样性公约》、《国际粮食和农业植物遗传资源协议》以及其他可适用的协议。

有可能取得进展。在千年生态系统评估情景中，更公平的结果会出现在全球协同和技术乐园情景中，但在实力秩序中无法实现。

子目标10.2: 与提供商业以及其他基因资源的国家共享使用这

表 6.1 实现《生物多样性公约》2010 年子目标的前景 (续表)

目的和目标

到 2010 年的进展前景

确保足够的资源供应

目标 11. 缔约国已经提高了履行公约的财政、人力、科学、技术和工艺方面的能力。

子目标 11.1: 根据《生物多样性公约》第 20 条, 应为发展中国家缔约国提供新的额外资金, 使他们能够根据《生物多样性公约》有效地履行他们的义务。

子目标 11.2: 根据《生物多样性公约》第 20 条, 应为发展中国家缔约国提供技术, 使他们能够根据《生物多样性公约》有效地履行他们的义务。

有可能取得进展。在千年生态系统评估设定的情景中, 这种结果更有可能出现在全球协同和技术乐观情景中, 通过适应组合实现的可能性较小, 而在实力秩序中无法实现。

采取行动可以证明生物多样性从物质或其他方面对人类福祉提供经济价值, 因此进一步保护生物多样性将有很大的发展空间。保护生物多样性对于作为某些特殊生物资源的来源、维护不同的生态系统服务、维护生态系统的弹性以及为将来提供选择方面具有重要意义。生物多样性为人类提供的这些效益在决策和资源管理中没有得到很好的反映, 因此目前生物多样性丧失的速度高于考虑到这些效益后应有的速度 (R5)。(参见图 6.1)

但是, 完全出于实用目的而进行保护, 生物多样性总量可能会少于当前的现有量 (中等确定性)。即使把实用的效益完全考虑进去, 地球仍然会继续丧失生物多样性, 因为其他的实用效益往往比维护更多生物多样性的效益更有“竞争力”。为增加特定生态系统服务而采取的许多措施往往需要简化自然系统 (例如农业)。而且, 没有考虑全部生态系统服务的生态系统管理不一定要求对生物多样性进行保护 (例如, 覆盖森林的流域不管是被多样化的天然森林所覆盖, 还是被单一物种植被所覆盖, 都可以提供木材和清洁的淡水; 但是单一物种植被不可能提供其他重要的服务, 如授粉、食物和文化服务)。最后, 除了实用主义因素外, 在道德伦理方面的考虑是决定地球生物多样性水平的一个重要因素 (C4,C11,S10,R5)。

在实现千年发展目标 (MDG) 2015 目标和降低生物多样性丧失速度之间也可能存在得失并存的局面。例如, 改造农村道路网 (这是减少饥饿战略中常有的内容) 可能会加速生物多样性丧失的速度

(包括直接造成栖息地分割和间接促进了不可持续地收获丛林肉类等)。此外, 千年生态系统评估设定的情景 (全球协同) 显示, 在消除极端贫困和改善人类健康方面表现出相对良好进展的未来发展途径, 在 50 年中也表现出相对较高的栖息地丧失和相关的物种丧失速度。(见图 6.2) 但这并不意味着生物多样性丧失本身有利于缓解贫困, 相反, 它显示许多经济开发活动若没有将生物多样性和有关的生态系统服务考虑进去, 就可能对生物多样性产生不利影响 (S10, R19)。

实际上, 造成生物多样性丧失的一些措施可以在短期内改善一些物质福祉和生活水平, 而这种生物多样性的丧失对贫困和弱势群体具有非常重要的意义, 因为它有可能导致产生暂时性增益——实际上却可能会在长期加剧贫困。为避免这种情况, 生物多样性的保护和可持续性利用需要与国家缓解贫困的战略结合起来 (S10, R5)。

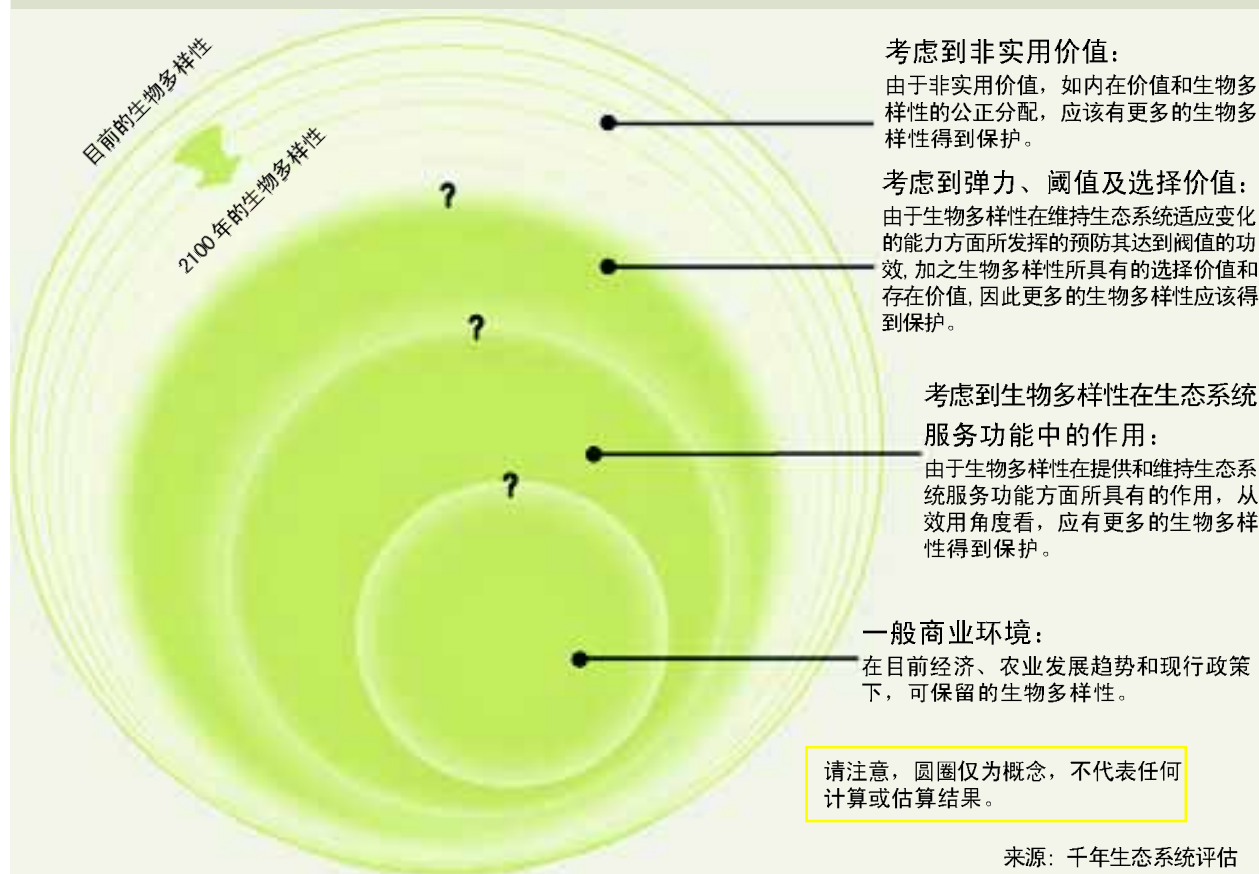
然而, 在实现千年发展目标 2015 年短期目标和到 2010 年降低生物多样性丧失速度的目标之间, 既存在得失并存的局面, 也存在潜在的协同关系。为了减缓由于扶贫活动所造成的生物多样性丧失速度, 应优先保护对贫困和弱势群体的福祉有特别重要意义的生物多样性。考虑到生物多样性能够增加许多对人类福祉具有重要意义的生态系统供给服务, 长期可持续地实现千年发展目标需要把减少生物多样性丧失作为千年发展目标 7 的一部分 (确保环境的可持续能力)。

考虑到人类系统（政治、社会和经济）和生态系统通常反应时间相对较长的特点，必须将长期目的和目标（如到 2050 年）与短期目标结合统一起来指导政策和行为。根据预测，生物多样性在可预知的未来将继续丧失（S10）。生物多样性丧失的根本驱动力与经济、人口、社会政治、文化和技术因素有关。生态系统服务的消费以及能量和非再生资源的消费直接或间接地影响着生物多样性和生态系统。总体消费是由个人消费、人口及自然资源有效利用率等因素综合决定的。阻止生物多样性丧失（或者减少到一个最低的程度）需要这些因素共同作用。

由于引起生物多样性变化的驱动力的不同的惯性作用，加之生物多样性本身的特征存在差异，要在单一时间框架内设置多个目的或目标是很困难的。对一些驱动力来说，如特定物种的过度采集或捕猎，滞后时间较短；而其他驱动力，如富营养化，尤其是气候变化的滞后时间则较长。考虑到政治、社会经济和人口因素的惯性作用，要解决变化的间接驱动力也需要更长的时间。据预计，全球人口将在本世纪中叶趋向稳定，然后出现下滑。我们还要关注不可持续消费格局。同时，虽然可以采取减少措施减少驱动力及其对生物多样性的影响，一些变化还是无法避免，因此如何适应这些变化将成为应对措施中越来越重要的组成部分（C4.5.2，S7，R5）。

图 6.1 在不同价值框架下，100 年后将有多少生物多样性得以保存下来？

图中外圈代表全球生物多样性的当前水平。每一个内圈代表在不同价值框架下的生物多样性水平。问号表示对界限所在位置的不确定性，即代表在不同价值框架下每一圆圈的适当大小。

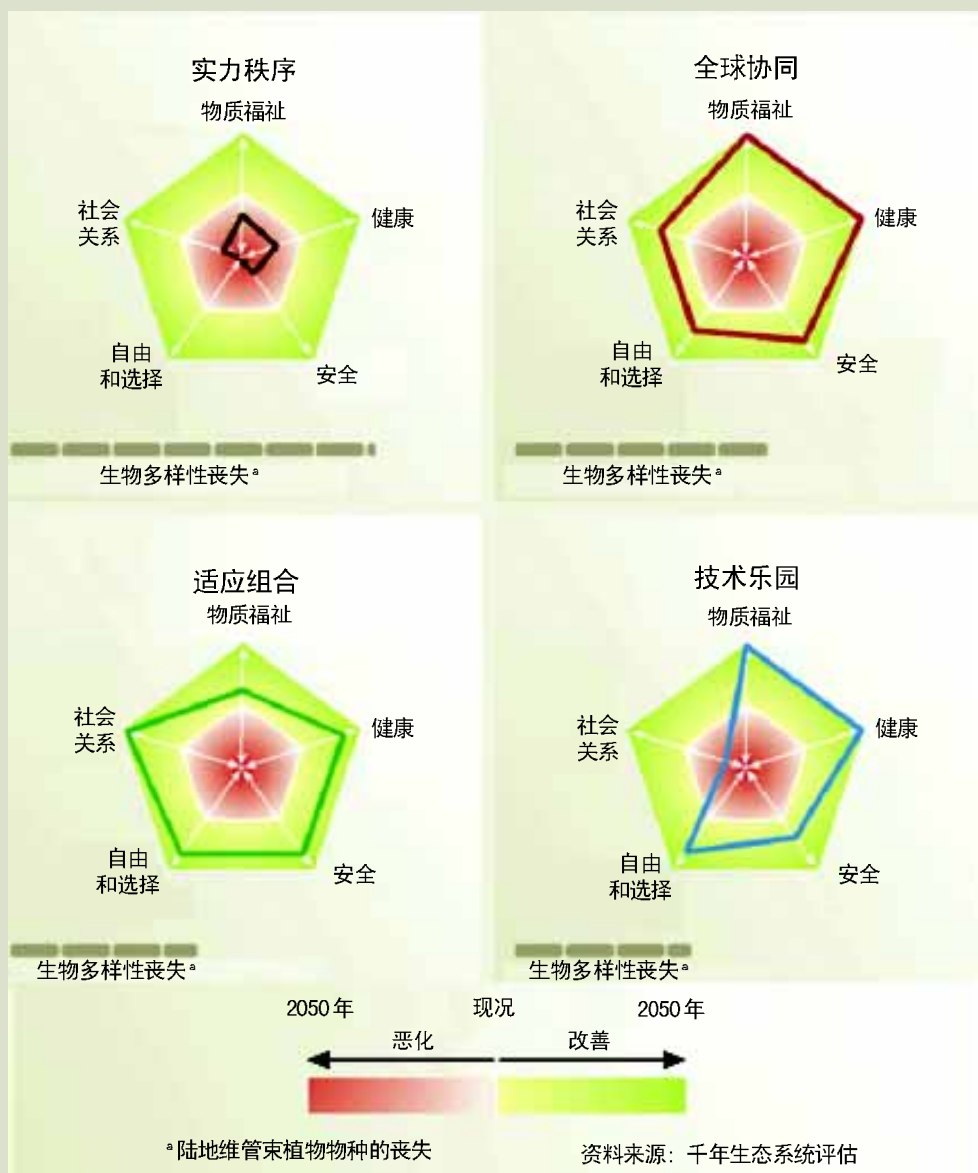


2100年，全球可能拥有大量保存下来的生物多样性，也可能相对趋同，多样性水平相对较低。具有全球重要性的生物多样性的地方可能得到保护，但具有局地或国家重要性的生物多样性可能会遭受损失。科学可以帮助提供这些有关不同未来情景的成本及效益方面的信息，并确定实现目标

的途径、风险和阈值。虽然没有足够的信息可以预测不同行为可能带来的后果，但科学可以确定一系列可能自然形成的结果，因此可以确保社会决策是基于最佳信息做出的。但是，最终决定生物多样性未来的，仍将是人类社会本身。

图6.2 到2050年，4种千年生态系统评估设定的情景下提高人类福祉和限制生物多样性丧失之间的得失权衡 (S.SDM, S10)

两个采用积极环境管理方式的情景（技术乐园和适应组合）出现的生物多样性丧失最少。全球协同情景对提高人类福祉和最快实现消除极端贫困的千年发展目标做出的贡献最多。实力秩序对这两个目标的设定会产生不利影响。



附录



附录 A

缩略语、简称和图表来源

缩略语和简称

AM —— 适应组合 (情景)
CBD —— 生物多样性公约
CO₂ —— 二氧化碳
CONABIO —— 国家生物多样性知识和应用委员会 (墨西哥)
GDP —— 国内生产总值
GO —— 全球协同 (情景)
INBio —— 国家生物多样性研究所 (哥斯达黎加)
IPCC —— 政府间气候变化委员会
IUCN —— 世界自然保护联盟
LULUCF —— 土地利用、土地变化和林业
MA —— 千年生态系统评估
MDG —— 千年发展目标
NGO —— 非政府组织
NO_x —— 氮氧化物
NWFP —— 非木材林业产品
OECD —— 经济合作与发展组织
OS —— 实力秩序 (情景)
PA —— 保护区
TDR —— 贸易发展权
TEV —— 经济总价值

TG —— 技术乐园 (情景)
TSR —— 物种总丰度
UNFCCC —— 联合国气候变化框架公约

图表来源

本报告使用的大部分图表改编自图表标题中所标注的参考章节的技术评估报告中的图表。一些图表的准备工作还涉及到以下附加信息:

图 1.2 和 1.3

这些图根据世界自然基金会的陆地生态区, 显示了世界自然基金会的陆地生物群区分类中的 14 个生物群区: Olson, D. M., E. Dinerstein, E. D. Wikramanayake, N. D. Burgess, G. V. N. Powell, E. C. Underwood, J. A. D'Amico, I. Itoua, H. E. Strand, J. C. Morrison, C. J. Loucks, T. F. Allnutt, T. H. Ricketts, Y. Kura, J. F. Lamoreux, W. W. Wettengel, P. Hedao, and K. R. Kassem,

2001: Terrestrial ecoregions of the world: a new map of life on earth. *BioScience*, 51, 933-38.

图 2.1

本图由 R17 引用的资料发展而来: Polasky, S., E. Nielson, E. Lonsdorf, P. Fackler and A. Starfield. *Conserving Species in a Working Landscape: Land Use with Biological and Economic Objectives*. Ecological Applications (in press).

图 3.4 和 3.5

这些图由 C4 和 C20 引用的鸟类国际的资料发展而来: Butchart, S. H. M., A. J. Stattersfield, L. A. Bennun, S. M. Shutes, H. R. Akçakaya, J. E. M. Baillie, S. N. Stuart, C. Hilton-Taylor, and G. M. Mace, 2004. *Measuring global trends in the status of biodiversity: Red List Indices for birds*. *Philosophical Transactions, LoS Biology*.

图 3. 7

源图 (C20 图 20.12) 来自生命星球指数: Loh, J., and M. Wackernagel, eds., 2004: *The Living Planet Report 2004*. Gland, Switzerland: World Wide Fund for Nature and Cambridge, UK: UNEP-WCMC.

图 3. 11

本图由图 4. 3 发展而来: Scholes, R. J., and Biggs, R. (eds) 2004: *Ecosystem Services in Southern Africa: A Regional Assessment. The Regional-Scale Component of the Southern African Millennium Ecosystem Assessment*. CSIR, Pretoria, South Africa.

图 3. 15

本图由 C4 引用的资料发展而来: Wade, T. G., K. H. Riitters, J. D. Wickham, and K. B. Jones. 2003. Distribution and causes of global forest fragmentation. *Conservation Ecology* 7 (2): 7. Online at: www.consecol.org/vol7/iss2/art7.

图 3. 16

源图 (C20 图 20.12) 以提供的数据和地图为依据: Revenga, C., J. Brunner, N. Henninger, K. Kassem, and R. Payne, 2000: *Pilot Analysis of Global Ecosystems: Freshwater Systems*, World Resources Institute, Washington D.C., 83 pp

图 3. 17 和 3. 18

源图 (S7 图 7.16 和 7.18) 由 FIADATA 统计数据发展而来, 下载请登录: www.fertilizer.org/ifa/statistics.asp.

图 3. 19

源图 (R9 图 9.2) 经过修改, 包括 1860 年和 2050 年的两个附加沉积图, 这些图表包括在 R9 图 9.2 的源图中: Galloway, J. P., et al., 2004, *Biogeochemistry* 70: 153 — 226.

图 3. 20

源图 (S7 图 7.13) 以 IPCC 2002 为依据: *Climate Change 2001: Synthesis Report*. Cambridge University Press, Cambridge.

图 4. 2 和 4. 3

这些图使用 IMAGE 土地植被生物群区分类, 该分类体系不同于图 1.2 和 1.3 使用的世界野生动物基金会的陆地生物群区分类, 是 BIOME 模型的修改版本: Prentice, I. C., W. Cramer, S. P. Harrison, R. Leemans, R. A. Monserud and A. M. Solomon, 1992. *A global biome model based on plant physiology and dominance, soil properties and climate*. *Journal of Biogeography*, 19, 117—134. 详细信息请登录 IMAGE 模型网站 www.rivm.nl/image

图 4. 4

本图将图 1.2 和 1.3 中世界自然基金会生物群区的历史变化和千年生态系统评估情景下的变化综合在一起。千年生态系统评估情景利用的是 IMAGE 的生物群区分类, 图 4.2 和 4.3 就使用了这种分类法。

图 4. 6

本图利用 S9 中的数据发展而来, 由卡塞尔大学环境系统研究中心提供。

附录 B

评估报告目录表

注：CF、CWG、SWG、RWG 或 SGWG 指的是整个工作小组报告。ES 指的是每章中的主要信息。

生态系统和人类福祉：评估框架

- CF.1 概念框架介绍
- CF.2 生态系统及其服务
- CF.3 生态系统与人类福祉
- CF.4 生态系统及其服务变化的驱动力
- CF.5 处理尺度
- CF.6 生态系统价值和评估途径的概念
- CF.7 分析途径
- CF.8 战略性干预、应对措施选择和决策制定

现状和趋势：

工作小组对环境和趋势的发现

- SDM 摘要
- C.01 概念框架
- C.02 评估生态系统和人类福祉的分析途径
- C.03 变化的驱动力（注：这是情景第 7 章的一个假设）
- C.04 生物多样性
- C.05 生态系统变化和人类福祉
- C.06 易受影响的人和地区
- C.07 淡水
- C.08 食物
- C.09 木材、燃料和纤维
- C.10 生物多样性方面的新产品和行业
- C.11 生态系统的生物调节服务
- C.12 营养物循环
- C.13 气候和空气质量
- C.14 人类健康：生态系统传染病的控制
- C.15 废物的处理和解毒
- C.16 控制自然灾害：洪灾和火灾
- C.17 文化和娱乐服务
- C.18 海洋渔业系统
- C.19 海岸系统
- C.20 内陆水域系统
- C.21 森林和林地系统
- C.22 干旱区系统

- C.23 岛屿系统
- C.24 山地系统
- C.25 极地系统
- C.26 栽植系统
- C.27 城市系统
- C.28 综合报告

情景：工作小组对情景的发现

- SDM 摘要
- S.01 千年生态系统评估概念框架
- S.02 历史观中的全球情景
- S.03 全球情景中的生态
- S.04 描述生态系统服务未来变化的生态系统服务
- S.05 生态系统服务的情景：基本理论与概述
- S.06 发展千年生态系统评估情景的方法论
- S.07 生态系统状况和服务变化的驱动力
- S.08 4 种情景
- S.09 各情景中生态系统服务及其驱动力的变化
- S.10 各情景中的生物多样性
- S.11 各情景中的人类福祉
- S.12 生态系统服务之间的交互作用
- S.13 从情景分析中得到的经验
- S.14 重要利益相关者的政策综合报告

应对政策：工作小组对应对措施发现的发现

- SDM 摘要
- R.01 千年生态系统评估概念框架
- R.02 应对措施的类型
- R.03 评估应对措施
- R.04 认识评估应对措施中的不确定性
- R.05 生物多样性
- R.06 食品和生态系统
- R.07 淡水生态系统服务

- R.08 木材、燃材和非木材林业产品
- R.09 营养管理
- R.10 废物管理、处理和解毒
- R.11 洪水和暴风雨控制
- R.12 生态系统和媒介传染病控制
- R.13 气候变化
- R.14 文化服务
- R.15 综合应对措施
- R.16 人类健康的结果和选择
- R.17 关于人类福祉和缓解贫穷应对措施产生的结果
- R.18 选择应对措施
- R.19 实现千年发展目标的含义

多尺度评估：

工作小组对亚全球评估的发现

- SDM 摘要
- SG.01 千年生态系统评估概念框架
- SG.02 千年生态系统评估地区评估概述
- SG.03 将生态系统服务和人类福祉联系在一起
- SG.04 多尺度途径
- SG.05 使用多种知识体系：利益和挑战
- SG.06 评估程序
- SG.07 生态系统变化的驱动力
- SG.08 生态系统服务和生物多样性的状况和趋势
- SG.09 对生态系统变化及其对人类福祉影响的应对措施
- SG.10 地区情景
- SG.11 社区、生态系统和生活资料
- SG.12 反映和学到的经验

地区评估

- SG-SAfMA 南部非洲评估
- SG-Portugal 葡萄牙评估

千年生态系统评估出版物

技术卷册 (Island Press 提供)

生态系统与人类福祉：评估框架

现状与趋势：工作小组对环境和趋势的研究成果，第 1 卷

情景：工作小组对情景的研究成果，第 2 卷

应对政策：工作小组对应对措施的研究成果，第 3 卷

多尺度评估：工作小组对地区评估的研究成果，第 4 卷

我们人类的星球：决策摘要

综合报告 (详细信息请登录 MAweb.org 网站)

生态系统与人类福祉：综合报告

生态系统与人类福祉：生物多样性综合报告

生态系统与人类福祉：沙漠化综合报告

生态系统与人类福祉：人类健康综合报告

生态系统与人类福祉：湿地综合报告

生态系统与人类福祉：工商业面临的机遇与挑战

秘书性支持机构

联合国环境规划署 (UNEP) 协调了千年生态系统评估秘书处, 其合作机构如下:

联合国粮农组织驻意大利办事处, 意大利
印度经济增长研究所, 印度
墨西哥国家玉米小麦改良中心 (CIMMYT), 墨西哥 (2002 年前)
美国梅里蒂安研究所, 美国
荷兰国家公众健康与环境研究所 (RIVM), 荷兰 (2004 年年中前)
法国环境问题科学委员会 (SCOPE), 法国
联合国环境规划署 — 世界自然保护监测中心, 英国
南非比勒陀利亚大学, 南非
美国威斯康星大学麦迪逊分校, 美国
美国世界资源研究所 (WRI), 美国
马来西亚世界鱼类研究中心, 马来西亚

地图和图表: Emmanuelle Bournay & Philippe Rekacewicz,
UNEP/GRID-Arendal, 挪威

本报告中的地图和图表的绘制承蒙挪威外交部和UNEP/GRID-Arendal的鼎力支持。

照片提供:

封面:

■ Pete Oxford

封底:

■ Staffan Widstrand





责任编辑 / 赵惠芬
封面设计 / 魏 巍



ISBN 7-80209-215-9/X · 730

定价：50.00 元