



世界卫生组织



生态系统与 人类福祉

*ECOSYSTEMS AND
HUMAN WELL-BEING*

健康综合报告

Health Synthesis

赵士洞 赖鹏飞
赵士洞

译
审校



千年生态系统评估
MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT



千年生态系统评估委员会

Harold A. Mooney (主席, 美国斯坦福大学)
Angela Cropper (主席, 特立尼达和多巴哥共和国种植者基金会)
Doris Capistrano (国际林业研究中心, 印度尼西亚)
Stephen R. Carpenter (美国威斯康星大学麦迪逊分校)
Kanchan Chopra (经济发展研究所, 印度)
Partha Dasgupta (英国剑桥大学)
Rashid Hassan (南非 Pretoria 大学)
Rik Leemans (荷兰 Wageningen 大学)
Robert M. May (英国牛津大学)
Prabhu Pingali (联合国粮农组织, 意大利)
Cristián Samper (美国史密森自然历史国家博物馆)
Robert Scholes (南非科学与工业研究委员会)
Robert T. Watson (保留职务, 世界银行, 美国)
A.H. Zakri (保留职务, 联合国大学, 日本)
赵士洞 (中国科学院)

编委会主席

José Sarukhán (墨西哥国立自治大学)
Anne Whyte (加拿大 Mestor 合伙人有限公司)

MA 主任

Walter V. Reid (千年生态系统评估项目, 马来西亚与美国)

千年生态系统评估理事会

理事会成员由利用 MA 评估结果的主要机构的代表组成。

主席

Robert Watson
世界银行首席科学家
A.H. Zakri
联合国大学高级研究所所长

机构代表

Salvatore Arico
联合国教科文组织生态和地球科学部官员

Peter Bridgewater
《湿地公约》秘书长

Hama Arba Diallo
《联合国防治荒漠化公约》执行秘书

Adel El-Beltagy
国际干旱地区农业研究中心国际农业研究咨询组主任

Max Finlayson
《湿地公约》科学技术评估委员会

Colin Galbraith
《迁移物种公约》科学委员会主席

Erica Harms
联合国基金会生物多样性高级项目官员

Robert Hepworth
《迁移物种公约》代理执行秘书

Olav Kjörven
联合国开发计划署能源与环境组主任

Kerstin Leitner
世界卫生组织可持续发展与健康环境部助理主任

Alfred Oteng-Yeboah
《生物多样性公约》附属科学技术咨询机构主席

Christian Prip
《生物多样性公约》附属科学技术咨询机构主席

Mario Ramos
全球环境基金生物多样性项目经理

Thomas Rosswall
国际科学理事会

Achim Steiner
世界自然保护联盟主任

Halldor Thorgeirsson
《联合国气候变化框架公约》协调员

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与自然资源服务、研究、开发与培训部主任

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

扩大成员

Fernando Almeida
巴西可持续发展商业委员会执行主席

Phoebe Barnard
南非全球入侵物种项目

Gordana Beltram
斯洛文尼亚环境与空间发展部副部长

Delmar Blasco
西班牙《湿地公约》前任秘书长

Antony Burgmans
荷兰联合利华集团董事长

Esther Camac
哥斯达黎加 Asociación Ixä Ca Vaá de Desarrollo Información Indígena 执行主任

Angela Cropper
特立尼达和多巴哥种植者基金会主席

Partha Dasgupta
英国剑桥大学经济政治系教授

José María Figueres
哥斯达黎加 Fundación Costa Rica para el Desarrollo Sostenible

Fred Fortier
加拿大原住民生物多样性信息网络

Mohamed H.A. Hassan
第三世界科学院(意大利)执行主任

Jonathan Lash
世界资源研究所(美国)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 Mooney
美国斯坦福大学生物学系教授

Marina Motovilova
俄国莫斯科地区实验室地理系教授

M.K. Prasad
印度 Kerala Sastra Sahitya Parishad 环境中心

Walter V. Reid
千年生态系统评估项目主任(马来西亚和美国)

Henry Schacht
美国朗讯科技前任董事长

Peter Johan Schei
挪威 Fridtjof Nansen 研究所所长

Ismail Serageldin
埃及亚历山大图书馆馆长

David Suzuki
加拿大大卫铃木基金会会长

M.S. Swaminathan
印度 MS Swaminathan 研究基金会会长

José Galízia Tundisi
巴西国际生态研究所所长

Axel Wenblad
瑞典 Skanska AB 环境事务部副主席

徐冠华
中国科技部部长

Muhammad Yunus
孟加拉 Grameen 银行总经理

生态系统与人类福祉

健康综合报告

千年生态系统评估系列报告之一

核心编写组

Carlos Corvalan, Simon Hales和Anthony McMichael

其他编写人员

Colin Butler, Diarmid Campbell-Lendrum, Ulisses Confalonieri, Kerstin Leitner, Nancy Lewis, Jonathan Patz, Karen Polson, Joel Scheraga, Alistair Woodward, Maged Younes 及MA的众多作者

扩大编写组成员

MA 主要的协调作者、主要作者、参与编写工作的作者以及工作组的协调员

编审

José Sarukhán (主席) 和 Anne Whyte (主席) 以及MA编审委员会

世界卫生组织图书在版编目数据

Ecosystems and human well-being : health synthesis : a report of the Millennium Ecosystem Assessment / Core writing team: Carlos Corvalán, Simon Hales, Anthony McMichael ; extended writing team: Colin Butler ... [et al.] ; review editors: José Sarukhán ... [et al.].

1. Ecosystem 2. Environmental health 3. Health status 4. Development 5. Goals 6. Risk assessment
I. Corvalán, Carlos F. II. Hales, Simon. III. McMichael, Anthony J. IV. Butler, Colin. V. Sarukhán, José.
ISBN 92 4 156309 5 (NLM classification: WA 30)

© 世界卫生组织 2005

所有版权归世界卫生组织所有。读者可从世界卫生组织出版社（地址：World Health Organization, 20 Avenue Appia, 1211 Geneva 27, Switzerland；电话：+41 22 791 2476；传真：+41 22 791 4857）直接购买本书的英文版。如需复制或翻译世界卫生组织的出版物（无论用于出售还是非商业用途），必须按以上地址（传真：+41 22 791 4806；email: permissions@who.int）向世界卫生组织出版社提出许可申请。本书中所使用的名称及材料，不代表世界卫生组织对任何国家、地区、地域或城市及其管辖当局的法定地位、边境或边界的划定持有任何观点。图中的虚线表示目前可能尚未充分达成协定的大致边界线。

书中所提及的个别公司或某些制造商的产品，并不代表它们是得到世界卫生组织认可或推荐、优于其他同类的、未在书中提及的公司或制造商产品。除错误和遗漏外，专利产品的名称以首写大写字母的缩写以示区分。

世界卫生组织已经采取了各种合理的预防措施来核实本书中所包含的信息。不过，我们对书中的材料，无论是明确的还是隐含的材料不做任何保证，读者自行承担解释和使用材料的责任。世界卫生组织不承担读者因使用这些材料所导致的各种损失。

仅署名作者对本书中表述的观点负责。

译者序

千年生态系统评估（Millennium Ecosystem Assessment，缩写为MA）是由联合国秘书长安南宣布，于2001年6月5日正式启动的。这是一个由联合国有关机构及其它组织资助，为期4年的国际合作项目。它是世界上第一个针对全球陆地和水生生态系统开展的多尺度、综合性评估项目，其宗旨是针对生态系统变化与人类福祉间的关系，通过整合现有的生态学和其他学科的数据、资料 and 知识，为决策者、学者和广大公众提供有关信息，改进生态系统管理水平，以保证社会经济的可持续发展。在该项目理事会和评估委员会的领导和指导下，经过来自95个国家的1360位知名学者的共同努力，目前该项目已经圆满结束。作为MA主要成果的技术报告、综合报告、理事会声明、评估框架和若干个数据库，都已经在2005年圆满完成并公开发布。

MA的实施，为在全球范围内推动生态学的发展和改善生态系统管理工作做出了极为重要的贡献，它是生态学发展到一个新阶段的里程碑。MA的贡献主要有以下几个方面：1. 首次在全球尺度上系统、全面地揭示了各类生态系统的现状和变化趋势、未来变化的情景和应采取的对策，以及它们与人类社会之间的相互关系，为在全球范围内落实环境领域的有关国际公约所提出的任务，进而为实现联合国的千年发展目标提供了充分的科学依据；2. 丰富了生态学的内涵，明确提出了生态系统的状况和变化与人类福祉密切相关，将研究“生态系统与人类福祉”作为现阶段生态学研究的核心内容和引领21世纪生态学发展的新方向；3. 提出了评估生态系统与人类福祉之间相互关系的框架，并建立了多尺度、综合评估它们各个组分之间相互关系的方法。通过MA的实施，标志着生态学已经发展到以深入研究生态系统与人类福祉的相互关系，全面为社会经济的可持续发展服务为主要表征的新阶段。因此，MA的实施受到了各个阶层的广泛关注，其成果在全世界引起强烈的反响。

中国政府和中国学者从一开始就积极地参与了MA各方面的工作。科技部部长徐冠华院士作为MA理事会的成员，积极参与了项目的立项和领导工作；时任副院长的陈宜瑜院士，代表中国科学院从各个方面积极支持MA的实施；我本人作为MA评估委员会的委员自始至终积极参与了该项目的指导工作；由中国科学院地理科学与资源研究所刘纪远所长牵头，圆满完成了由科技部资助的“中国西部生态系统综合评估”的任务，为MA的亚全球生态系统评估工作做出了重要贡献；数十名来自国内有关科研、教育机构的学者积极参与了MA报告的编写和审校工作。中国政府和中国学者通过自己的努力，为MA的成功实施做出了应有的贡献。

我国目前已经进入到一个以建设以人为本，社会经济全面发展为目标的和谐社会的历史新时期。当前我国所面临的情况是，一方面，在社会经济发展领域取得了举世瞩目的成就；另一方面，由于人口多、经济结构不尽合理和有些地方对自然资源的掠夺式开发等原因，我国目前仍然面临着水旱灾害频繁、水土流失严重、荒漠化扩展、水体污染加剧、外来物种入侵以及生物多样性丧失等生态

问题，这已成为严重影响我国社会经济可持续发展，构建和谐社会的障碍。生态系统是地球生命支持系统的核心组成部分，健康的生态系统是人类生存和社会经济发展的基本保障。因此，解决我国当前所面临的诸多生态和与此有关的其它问题的根本出路，在于更新观念，改善生态系统的经营管理，稳定并提高生态系统向人类社会提供服务的能力。在这些方面，MA 的成果对我们有着极为重要的借鉴意义。

受 MA 秘书处和美国世界资源研究所的委托，由我负责翻译并在中国印刷《生态系统与人类福祉：综合报告》、《人不敷出：自然资源与人类福祉理事会声明》、《我们人类的地球：提供给决策者的概要》、《生态系统与人类福祉：荒漠化综合报告》、《生态系统与人类福祉：湿地与水综合报告》、《生态系统与人类福祉：健康综合报告》及《生态系统与人类福祉：评估框架》这几份报告和翻译 MA 网站上部分重要内容的工作。上述报告，连同由香港 BEC 负责翻译的报告《生态系统与人类福祉：工商业面临的机遇与挑战》一起，将于 2006 年在北京正式出版。为了加快工作进度和提高翻译质量，我特邀请在生态学和中文、英文方面都有较高造诣的河南财经学院副教授张永民博士承担了一部分重要的翻译任务。我的助手赖鹏飞先生也承担了相当部分的翻译任务，并协助我完成了许多日常工作。由于 MA 的创新意义，所以它的报告涉及到包括自然科学和社会科学在内的许多学科领域，提出了一系列新的定义及内涵，这给我们的翻译工作带来了严峻的挑战，使得翻译工作在最初阶段极为艰难。为此，我们通宵达旦，废寝忘食，通力协作，通过切磋、讨论以及向有关专家请教，终于克服了一个又一个困难，使得我们的翻译工作能够按时、高质量地完成。担任 MA 评估委员会委员的这一经历，使得我较为深刻地理解了 MA 的理念和方法，这给成功翻译这些报告提供了极为有利的条件。可以预见，这些报告中文版的问世，将为在中国的政府决策者、学者和公众当中迅速传播 MA 的理念和方法，进而为改进我国的生态系统管理工作发挥重要作用。

刘纪远所长和河南财经学院院长李小建教授一直积极支持对 MA 报告的翻译工作；中国生态系统研究网络综合研究中心主任于贵瑞研究员和河南财经学院资源与环境科学系主任樊明教授为我们的工作提供了必备的条件；MA 项目秘书处的 Christine Jalleh 女士热情地为我们提供了许多帮助。在出版过程中，得到了中国环境科学出版社李恩军和赵惠芬等同志的全力支持。在此，谨向他们表示诚挚的谢意！



2006 年 9 月

于中国科学院地理科学与资源研究所
中国生态系统研究网络综合研究中心

目 录

前言	iv
读者指南	v
提供给决策者的概要	1
千年生态系统评估中有关健康的关键问题	
健康综合报告:生态系统与人类福祉	11
1 生态系统对人类健康的重要性	12
1.1 引言	12
1.2 生态系统现状以及相关的人类健康状况	12
2 过去生态系统发生了怎样的变化,对人类健康造成了什么影响?	27
3 今后生态系统可能发生怎样的变化,将对人类健康造成什么影响?	30
3.1 影响人类未来健康状况变化的关键驱动力及其他因素	34
3.2 生态系统未来可能出现的变化状况及其对不同行业和地区人类健康的影响	35
3.3 生态系统状况可能出现转变或不可扭转的变化及其阈值	36
4 必须采取哪些措施来应对生态系统变化对人类健康的影响	38
4.1 降低脆弱性	38
4.2 千年发展目标	39
5 如何才能确立应对生态系统变化对人类健康影响的优先措施?	42
5.1 在制定优先行动时必须考虑到哪些问题?	
科学在为决策提供信息方面应发挥怎样的作用?	42
5.2 我们如何才能测度生态系统变化对人类健康状况影响的大小程度以及分布情况?	42
5.3 我们现有哪几类干预对策?	43
5.4 应如何确定这些对策的优先措施?	45
5.5 相关利益群体和政策制定者如何参与?	45
5.6 不确定因素对优先活动的制定可能造成何种影响?	46
6 最可信的研究成果以及关键的不确定因素对政策可能产生哪些影响?	48
6.1 最可信的研究成果对政策产生的影响	48
6.2 关键的不确定因素对政策产生的影响	49
附录 A 缩略词与图表来源	51
附录 B 评估报告目录	52



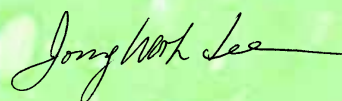
前 言

人口增长以及经济发展正使全球生态系统发生快速变化，这一点已日益明显。正是由于认识到了这一点，联合国秘书长科菲·安南于2000年向联合国大会提交了名为《为了我们民众：联合国在21世纪中的作用》的报告，呼吁开展千年生态系统评估。自2001年以来，千年生态系统评估项目开展了大量工作，其目的是评估生态系统变化对人类福祉的影响，并为采取必要的措施改善生态系统的保护和可持续利用，以便为这些生态系统能够持续提供支持人类生存的各种服务奠定科学基础。

全世界共1300多名专家参与了该项评估。在人类活动对自然界的影 响方面，评估结果提供了截至目前最为有力的证据。比如，评估结果表明，在过去的50年间，人类改变自然生态系统的速度以及广度超过了人类历史上的任何可比年代。地球所发生的这种转变，使人类福祉和经济发展水平得到了显著的净增长。但是，并非全世界的所有地区和人群都能从中受益，相反很多地区和人群蒙受了损失。此外，人类福祉和经济发展增长所造成的全部代价现在才日益凸显。评估结果显示，在所有得到评估的生态系统服务功能中（包括调节空气质量和净化水源等各种服务功能），目前约有60%正遭到退化或未得到可持续利用。

大自然提供的产品和服务，是人类生存和保持健康的基础。不过在现代社会里，由于人类对自然服务的根本依存性可能并非是直接的，并可在时空上出现移位，因此人们对其认可度非常不足。人类与自然服务的这种更加间接和更为复杂的联系，表明我们必须从更大的范围内来认识环境健康问题。环境健康面临的威胁不再仅限于“传统意义上的”污染方式在局地的影响——尽管这些局地影响显然仍然存在。同时，淡水资源的损耗和退化，以及全球气候变化引发的自然灾害以及给农业生产带来的影响，给生态系统造成了更大的压力，也是导致环境健康面临威胁的一个原因。正如其他众多传统意义上的威胁因素一样，生态系统服务功能退化所造成的危害，正由贫困人口不合理地进行承担。然而，与其他传统意义上的危害所不同的是，生态系统服务一旦遭到破坏，那么它出现不利的意外状况，如新生传染病的出现和传播的可能性将会大得多。

因此，该报告呼吁卫生行业不仅要采取措施控制那些由环境退化所导致的疾病，还要确保自然环境提供给人类健康和福祉的惠益能够得到保护，以造福于子孙后代。



世界卫生组织总干事 李钟郁

读者指南

本报告综合了MA有关生态系统变化已经或可能对人类健康和福祉造成何种影响的全球和亚全球的评估结果。MA所有的作者和编审都对本材料所依据的基础评估内容做出了应有的贡献，从而使本报告的初稿得以完成。

MA同时还编写了总综合报告、《荒漠化综合报告》(为《防治荒漠化公约》编写)、《湿地与水综合报告》(为《湿地公约》编写)、《生物多样性综合报告》(为《生物多样性公约》编写)以及《工商业综合报告》5份综合报告,供其他读者使用。每个MA的亚全球评估也将提供各自的报告,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,于2005年年中由岛屿出版社(Island Press)出版。读者可以在互联网(网址为millenniumassessment.org)上获取到所有出版的评估材料以及技术报告中所使用的核心数据和术语。附录 列出了本报告中所使用的简称和缩略语。

本综合报告正文圆括号中出现的参考资料,是指每个工作小组完整的技术评估报告中的章节。这些评估报告的详细目录参见附录 B。

该报告在适当的地方使用了下列词语,来表示评估结果的确定程度:非常确定(98%或以上的可能性)、确定性高(85%~98%的可能性)、确定性中等(65%~85%的可能性)、确定性低(52%~65%的可能性)和非常不确定(50%~52%的可能性)。其依据是利用观测证据、模拟结果以及研究理论,根据各位作者的集体意见得出的。在其他情况下,我们使用已确认、不完全确认、有争议和据推测这些定性指标,来表示科学认识的水平。这些术语在使用时均以楷体显示。

在本报告中,“\$”符号表示美元,“吨”为“公吨”。此外,我们所使用的术语“billion”按照世界卫生组织的定义,是指“10亿”。

提供给决策者的概要



生态系统变化对人类健康所造成的影响，既有局地范围的，也有全球性的。比如，源自北非的沙尘可以传播至整个非洲大陆，从而可能对人类健康造成潜在的影响。而旱区的退化以及生物燃料的燃烧，将会加剧沙尘暴所引发的各种问题。

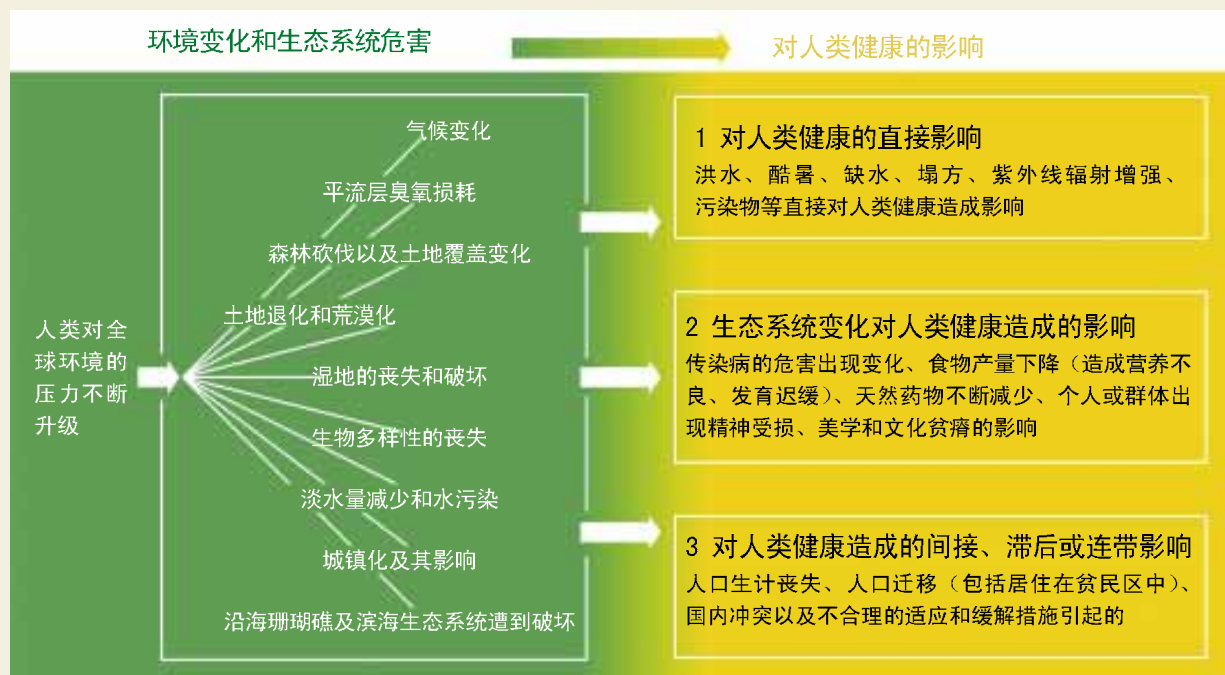
生态系统对于人类健康的重要性是什么？

生态系统是地球上人类以及各种生命的支持系统。人类的生物学特性，对于食物、水、洁净的空气、住所以及相对稳定的气候环境，有着基本的需求。此外，充分互补的物种、完整的流域、气候的调节功能以及基因多样性所提供的惠益，对人类健

康来说也是必不可少的。相反，如果淡水水源、食物生产系统以及气候调节功能受到压力，就可能给人类健康带来严重的不利影响（确定性高）（见图SDM1）。

生态系统服务对于维持世界各地人们的福祉以及健康水平必不可少。生态系统服务除了提供生命所必需的（上述）基本物质外，生态系统服务流量的变化将对人类的生计、经济收入、局地迁移，有时

图 SDM1 生态系统变化对人类健康的不利影响



该图描述了由于人口对环境造成的压力不断升级引起各种生态系统变化，最终给人类健康带来各种危害的因果路线。图中并未将所有的生态系统变化状况包括在内，这是因为某些生态系统变化可能具有积极的影响（比如使食物产量得到提高）。

甚至对政局稳定造成影响。以上这些因素对经济和环境安全、人们的自由和选择权以及社会关系所造成的影响，将给人类福祉和健康带来深远的影响。

环境变化和人类健康之间的因果关系错综复杂，这是因为它们之间的这种关系往往是间接的、在时空上是相互错位的，并且依赖于众多不断变动的因素。比如，气候变化可能对农业生产、珊瑚礁的完整性或沿海渔业的发展施加压力，由此可能导致儿童发育迟缓、人们出现营养不良、容易感染传染病或其他疾病的状况。此外，毁林活动可能通过影响致病媒介（如蚊虫）在不同时期的分布状况，从而改变传染病的格局。MA 确定了几项关键的生态系统服务及其与人类健康状况之间的联系。现详细阐述如下：



疟蚊是一种广为人知的传播疟疾的致病媒介，目前分布在从埃及到中国的大部分地区，它们从人宿主身上吸取血液。在野外，如池塘、河岸、污水坑、灌溉渠道和泉水边，均可发现疟蚊幼虫。此外，在城市地区，在蓄水池、水井、水盆和喷泉等各种人造蓄水装置中，也可发现这种幼虫。

生态系统服务与人类福祉

■ 淡水

全世界水文循环中的很多因素，是由生态系统的自然功能及其相关的自然地理过程（蒸发作用和气候系统的其他功能）来调节的。人类在流域、湖泊和江河系统中的干预活动包括毁林、种植、灌溉、修筑水坝和从地下蓄水层中取水等多种形式。湿地在净化淡水，包括消除淡水中的各种化学物质和有毒元素（如镉和铅等重金属）方面发挥着至关重要的作用。

淡水是人类健康必不可少的物质。它可广泛用于食物生产、饮用、个人卫生、洗衣、做饭以

及废弃物的稀释和再循环。一旦出现水资源匮乏问题，就会危及全世界的食物生产、人类健康、经济发展和地理政治的稳定性。近数十年来，全球范围内人均水获取量已经大幅降低。目前，全世界 1/3 的人口生活在中度或严重缺水的国家。今后，随着人口的增长以及人均需水量的增加，这个比例还将继续加大。人均需水量的增加反映了灌溉农业、家畜养殖、工业以及富裕的城镇居民对淡水的利用量日益加大。

目前，全世界共有 10 多亿人口无法获得安全供水，有 26 亿人口缺乏足够的卫生设施。这种状况已导致饮用水普遍受到微生物的污染。每年，全世界有 320 万人因水传传染病而丧生，约占全世界总死亡人数的 6%。同时，由于供水和卫生设施不足所引发的疾病，每年导致全球 170 万人丧生以及 5 400 多万人患病。在安全饮用水和改善卫生设施方面的投资实例显示，人类健康状况的改善和经济生产力之间密切相关。全世界每天人均用于饮用、做饭和个人卫生的无化学物和微生物污染物的淡水需求量为 20~50L。在联合国千年发展目标第七项子目标中，强调了向全世界大部分人口提供这种基本的服务功能所日益面临的挑战，它呼吁在 2015 年前将全世界无法可持续地获得安全饮用水和基本卫生设施的人口数量削减一半。

■ 食物

人类健康和生活所必需的食物，来源于生产力高的自然和人工陆地及海洋生态系统。目前全世界的食物总产量可以满足人类健康和生活的需求。然而，在全世界现有的 65 亿总人口中，仍有 8 亿多人口无法获得足够的蛋白质和热量，他们几乎都生活在低收入国家中。而另一方面，同样多（并且呈上升趋势）的人口则出现食物过剩的现象。此外，数十亿的人口遭受营养不良（尤其是缺维生素 A、锌和碘）的困扰。

贫穷国家，尤其是农村地区的人口健康状况，往往直接取决于当地提供基本营养物质的生态系统的生产力状况。在那些贫困人口没有经济能力从其他地方购买食物的地区，当地的食物生产对于预防饥饿以及促进乡村发展方面，发挥着至关重要的作用。在众多发展中国家，野生食物也是当地极为重要的食物来源，可以弥补由于旱灾和国内冲突所造成的食物供应缺口。在相对富裕的

城镇地区，人类所需食物对生态系统的依赖程度相比之下不太明显，但也同样十分重要。

从全世界范围来看，在全球人口患病的原因中，有近10%是由于营养不良所引起的。这种状况几乎都出现在食物生产无法跟上人口增长的贫困国家中，这一点在非洲撒哈拉沙漠南部地区尤其如此。而在人口死亡率较高的发展中国家，营养不良很大程度上是由于贫困所导致的，儿童和孕妇由于营养不良而患病的比例占总人口患病率的1/6~1/4。但在人口死亡率较低的发达国家，其中1/10~1/3的人口患病是与饮食有关的（主要是营养过剩和缺乏锻炼）。贫困人口在营养摄取方面的不均衡，主要是由于各国的社会经济因素以及世界食品贸易发展不均衡所引起的。今后，提供食物的生态系统所出现的不利变化，有可能使世界人口营养不均衡的状况进一步加剧（确定性中等）。

■ 木材、纤维和燃料

众多自然过程和自然资源为人类社会提供了可供利用的能源，尤其是风能、水能和生物燃料。不同的地区和国家在不同的发展时期，人们往往利用各种不同的方法来制造能源。这些制造能源的方式对人类健康有着各种各样的影响。而能源的获取，尤其是电力的获取在保健方面有着十分重要的用途。

目前，全世界有一半以上的人口仍然主要利用固体燃料来做饭和取暖。而包括木材、作物秸秆和动物粪便在内的这些固体燃料都是生态系统直接产品。在通风不良的环境中做饭和取暖，如果燃烧生物燃料和煤炭，往往会造成室内空气污染，导致因呼吸道疾病使人口出现高发病率和死亡率，这一点在儿童中尤其如此。

在那些人们对木材的需求量超过当地的供应量并且没有经济实力购买其他可替代能源的地区，



在通风不好的房屋里用固体燃料做饭和取暖，往往导致室内出现极为严重的空气污染，对妇女和儿童的身体健康尤其不利。据世界卫生组织估算，每年至少有160万人因此而丧生。

居民受到疾病和营养不良影响的可能性增大，其诱因可能是由于饮用了（未煮沸的）受微生物污染的水、食用了未经烹制好的食物，或者是由于受了风寒而引起的。农村地区的贫困妇女和儿童往往更容易受到薪柴匮乏的影响，为此他们不得不长途跋涉去寻找燃料、薪柴（和水），再把它们搬运回家。由于这种工作耗时耗力，使这些贫困妇女用来种庄稼、做饭以及儿童用来完成学业的时间和精力受到影响。因此，提供充足而又可持续发展的能源，不仅对于这些国家的经济发展，并且对于人类健康和人类福祉都起着不可或缺的作用。

室外空气污染，则主要是由于燃烧不可再生的化石燃料用于发电、交通运输和工业用途所引起的。从全球范围来看，每年因城镇空气污染诱发很高的人口死亡率，其中绝大部分死于心脏病和肺病。此外，温室气体中主要成分二氧化碳的不断排放以及它所引起的全球变暖，对人类健康造成了更多的不利影响。同时，森林火灾以及农业生产中的焚烧活动所引起的空气污染，也可能对局地 and 区域性的人类健康造成严重影响。比如，1997年下半年和1998年初，由于印度尼西亚的苏门答腊岛和加里曼丹相继发生（由于旱引起

的)森林大火,从而导致整个东南亚地区1998年爆发了严重的公共卫生事件。

在很多发展中国家地区,由于过度伐木,导致这些地区的物种丧失和生态系统退化,使当地人口传统的生计方式和微生物生态环境受到影响,对人类的健康状况造成了危害。特别是由于栖息地遭到破坏以及栖息地的破碎化,加之人类与微生物出现新的接触模式,使人类感染上了新的传染病,如马来西亚的尼帕(Nipah)病毒以及南美洲滤过性毒菌引起的血红素热(Haemorrhagic fever)。此外,毁林活动使洪灾和塌方等自然灾害所造成的影响加重,也使人类健康受到威胁(见专栏1.1)。



古希腊名医希波克拉底推荐把白柳(*Salix alba*)树皮用来止痛。柳树皮中的活性成分水杨苷(Salicin)是于18世纪初发现的——在绣线菊类植物(*Filipendula ulmaria*/*Spiraea ulmaria*)中也发现有类似的成分。1899年,科学家对水杨苷中提取的乙酰水杨酸进行人工合成后,阿司匹林得以面世。

■ 生物制品

全世界有成百上千万的人口部分或完全依赖于从自然生态系统中采集到的天然药品来治病。尽管人工合成药品(其中半数以上来自于天然药品)可以医治很多疾病,但整个世界对天然药品的依赖性和需求依然存在。阿司匹林、洋地黄和奎宁等一些广为人知的主流医药品均源于大自然。

■ 养分和废弃物的管理、加工和解毒

在养分的再循环和再分配过程中,生态系统起着至关重要的作用。生态系统提供的这种基本服务

功能,维系着世界各地各种动植物的健康。养分循环一旦遭到破坏,就会损害土壤肥力,导致作物减产。这将影响到家庭人口的营养状况(确定性中等),而营养(包括常量元素和微量元素)不良将使儿童的身心发展受到损害。这将进一步影响农村人口的生计,并使其子女的发展空间受到限制。

同样,水华产生的某些毒素,也将使人类健康受到损害。如果农业、工业和家庭排放的水体中富含硝酸盐和磷酸盐,导致水道出现富营养化现象的话,就有可能危及人类健康。

此外,如果食物和水中含无机化学物质和持久性有机化学污染物,也会危害人类的健康。如果当人们想方设法改善水资源的获取状况,结果导致水源污染(近来孟加拉的管井遭受砷污染就是一例),或者当人为向环境中排放有毒的化学物质(如施用杀虫剂)时,就可能出现上述这种危害人类健康的状况。水和食物中的有毒化学物质,往往会对人体各种不同的器官造成损害。比如,如果人体受到某些化学物质(如多氯联苯、二氧芑和DDT)的轻度影响,就可能引起内分泌失调,妨碍人体正常激素分泌的生理过程,损害人的生育能力。

■ 对传染病的调控

传染病是由病毒、细菌及其他类型的微生物或寄生虫引起的。然而,仅有少数传染媒介会真正诱发动植物和人类患病。通常,这些传染媒介受生态系统和自然界中各种生态关系的限制,会仅仅局限在某些地区和某些时节。微生物侵入人体的方式(有时以新的突变异种的形式),受气候条件和微观环境条件的影响很大。这些气候和环境因素可能影响微生物在不同人体之间的传播、微生物的远距离传播以及微生物传播过程中致病媒介有机体(如蚊虫)的活动过程。人为引起的生态系统和物理环境状况的变化,常常会改变传染媒介的活动及其传播范围。

某种传染病爆发的规律及其变化程度,取决于很多因素,包括受影响的生态系统类型、土地利用变化类型、疾病传播的动态变化、社会文化因素的变化以及人口是否容易受到感染。如果出现以下这些状况,传染病就尤其容易得到传播,这些状况包括:野生动物的栖息地遭到破坏或侵占(尤其是通过伐木和修路的方式);地表水的分布和利用出现变

化（比如通过修建水坝、灌溉、引水等方式）；农业土地利用方式变化（包括扩大家畜养殖和作物种植）；盲目的城镇化或者城镇无计划的扩展；传染病病原体对用来控制某些致病媒介的杀虫化学制剂产生抗体；气候的变异性和变化；人口迁移以及国际旅游和国际贸易；人们有意或无意地将病原体引入。

近年来，传染病出现或复发的频率有所上升，其主要因素包括：人类侵占自然环境的情况加剧；生物多样性的减少（包括致病媒介生物体的天然捕食者数量的减少）；某些特有的饲养家畜和家禽的方法；以及不断增长的国际野生动物（包括作为食物的野生动物）贸易活动。其他一些因素还包括：导致致病媒介繁殖地的数量或宿主分布出现变化的栖息地改变；生态位入侵或宿主在不同物种间的转移；人为引起的致病媒介或病原体的基因变化（如蚊虫对杀虫剂产生抗体，或出现对抗生素产生抗体的细菌）；以及传染媒介对环境造成污染等。

■ 文化、精神和休闲服务

生态系统为人类提供了众多的非物质利益，这些非物质利益包括从事旅游、休闲、审美、宗教活动以及教育的场所和机会。它所提供的这些服务功能，可以起到促进人的身心健康、增强人对某种文化和地域的归属感以及丰富自然科学（如植物学和生物学）和社会科学（如历史学和考古学）知识的作用。这些服务功能给人类健康带来的益处，可能从物质上讲不及那些常规健康指标或标准的经济估价措施所带来的益处那样显而易见。不过，人类社会对这些服务功能也极其重视。各种与生态系统服务相关的传统活动方式，如季节性的感恩活动和庆祝活动，在开发社会资本和改善社会福祉方面发挥着十分重要的作用。

■ 气候调节

生态系统和景观的变化，尤其是毁林活动和荒漠化，将对区域性气候状况造成影响。从更大尺度上看，人为引起的大气组分的变化（温室效应），也将影响气候状况。

上述各项生态系统服务功能，均对气候状况极



由气候引起的生态系统分布状况所出现的变化，可能间接地对人类的健康状况造成影响。该图显示的是东南亚地区种植水稻的情景。

其敏感，因此它们将不可避免地受到人为引起的气候变化的影响，而这些生态系统的变化将进一步影响人类的福祉和健康状况。同时，气候变化本身确实也在并且仍将对人类的健康造成影响。

尽管气候变化也会对人类健康状况产生某些正面的影响，但它对人类健康状况的影响绝大部分仍将是负面的影响。气候变化对人类健康的直接影响，如由于天气酷热导致人口死亡率增加，这种影响很容易预见得到。但它对人类健康的间接影响可能程度更严重。气候引起的生态系统分布状况以及食物、水和能源供应状况所出现的变化，可能间接影响到人类的健康状况。这些变化状况将进一步影响到传染病的分布、人口的营养状况以及人类居住的格局。

预计今后气候变化还将带来极端气候事件（如酷暑、风暴、水灾和旱灾）的增多以及海平面的进一步上升。这些极端气候事件将对局部地区乃至整个地区造成直接（造成人员伤亡）和间接影响（对基础设施和经济发展造成破坏及导致人口被迫迁移）。这种状况又有可能导致某地区因人口密度过高使某些传染病爆发的频率增加，造成洁净水源和住所的匮乏以及人口营养不良的状况，从而对人类的身心健康造成不利影响。

从全世界范围来看，每年因自然灾害而伤亡或无家可归的人口绝对数量正在不断增长。其中一个重要原因，就是人们越来越多地居住在沿海地区和河漫滩等容易受到极端气候事件影响的地方。研究个案表明，环境退化已削弱了生态系统抵御极端气



预计今后气候变化将带来包括酷暑、风暴、水灾和旱灾在内的极端气候事件的增多。该图显示的是2004年9月3日弗朗西斯 (Frances) 飓风以185kph (千米/小时) 的速度通过巴哈马群岛上空时的真色卫星影像。

候事件的能力。比如，出现退化的珊瑚礁和红树林可能再也无法起到稳定海岸线和抵御风暴潮破坏的作用。此外，滑坡地段的森林如果遭到砍伐，一旦出现暴雨，引发塌方的可能性就会更大。在很多情况下，贫困家庭和贫困社区的居住地也很容易受到洪水等极端气候事件和自然灾害的影响。

过去生态系统发生了怎样的变化？它对人类健康造成了何种影响？

在20世纪的下半叶，受人类活动的影响，全世界范围内生态系统的结构和功能变化的速度超过了以往人类发展史上的其他任何一个时期。目前，随着世界人口的增加以及经济活动强度的加大，这种变化的程度还在不断增大。它所造成的一个直接后果就是地球上的生物多样性正在日益快速减少。动植物种类的丧失，乃至整个生态系统崩溃

或最终毁灭的局面已经不可逆转。

人类社会通过改造和管理各种不同的生态系统，也可以给人类福祉和人类健康带来惠益。近数十年来，在很多国家和地区，人们通过改造那些能够提供食物的生态系统，使食物产量出现了大幅增长。生态系统所出现的众多显著的人为变化，对于满足人类对食物和用水日益增长的需求，起到了不可或缺的作用。同时，这些生态系统变化也促进了全世界营养不良人口比例的降低以及人类健康状况的改善。

然而，人类为获取这些惠益所付出的代价正不断加大，这些代价包括：60%的生态系统服务功能出现了退化；部分贫困人口的贫困程度进一步加剧。各种社会群体之间的不平等和不公平现象日益增加。粮食生产中的精耕细作、灌溉范围的扩大、森林采伐以及捕捞业的过度利用（如在公海或内陆水域中捕捞）等现象，已造成自然资源的丧失和生态系统功能的变化。其中一个直接的后果就是天然医药化合物的丧失。此外，由于生态系统所出现的这些变化状况在地理位置上分布不均，往往导致人们在获取生态系统服务方面的不平等现象，从而使部分贫困人口的贫困程度进一步加剧。在各国内部以及世界范围内，贫困问题始终是导致人口营养不良的根本性决定因素，也是导致清洁安全的用水和卫生设施匮乏以及人们无法获取对其健康和福祉至关重要的其他公共服务（如健康服务、垃圾处理等）的一个根本性因素。以上这些不利的因素对人体健康造成负面影响，每年使数百万的人口因此丧生。

世界上的富裕人口因人均消费水平相对偏高，给全球的生态系统造成了极大的压力——但他们受到生态系统退化所带来的不利影响的可能性相对更小。这些富裕人口之所以受生态系统退化的影响相对更小，很大程度上是因为他们有能力从其他地区引入他们所需要的资源，并且有能力将由此造成的健康风险转嫁给其他地区。

贫穷和饥饿往往迫使农村人口迁往土壤肥力较差、容易遭受干旱影响的地区，或迫使他们迁往城市贫民区。目前，全世界约有10亿人口的农田因土壤侵蚀、水涝或盐化出现土地退化，他们的生活也因此受到影响。在非洲，土壤侵蚀造成了该地区的粮食作物大幅减产。

人类健康和人类福祉水平的下降，将加大人

们对生态系统服务的直接依赖程度，由此对生态系统造成的额外压力，可能（进一步）损害生态系统提供服务的能力（确定性中等）。随着人类福祉水平的下降，人们以可持续方式来调整对自然资源利用的对策就会相应减少。然而，人们的直接需求仍将不可避免地作为首要考虑的事项，这将加大对生态系统服务的压力，并可能引起贫困程度加剧，进而造成生态系统服务功能进一步退化的这一恶性循环。

今后生态系统可能出现怎样的变化？ 这将对人类健康造成什么影响？

如果人类对生态系统服务的利用日益增加，以及绝大部分生态系统的状况普遍退化这两种趋势持续下去，这种发展方式就将是不可持续的，并可能导致生态系统出现不可逆转的变化。同时，如果某种生态系统的变化一旦越过其阈值，要恢复起来往往较为缓慢，并且代价昂贵，甚至根本无法得到恢复。随着人为活动的影响，这些自然系统的结构趋于单一，它们本身拥有的对生态系统变化的自恢复力也受到削弱，致使生态系统变化的阈值可能降低。

受生态系统变化以及生态系统服务功能退化的负面影响的众多人口和地区很容易遭受生态系统服务功能持续丧失所带来的影响，并且常常缺乏应对这种状况的能力。这些极度脆弱的群体主要是指那些对生态系统服务功能的需求量已超过生态系统服务功能本身的供应量的人群，包括缺乏足够的安全洁净水的人群，以及生活在农业产量不断降低、由此面临营养不良和儿童发育受损威胁的地区中的人群。在热带和亚热带地区，当前仍在进行的很多毁林活动改变了蚊虫、扁虱和啮齿动物种群的生存条件，从而使得传染病传播的格局发生了转变。这种状况可能导致疟疾和登革热等疾病的爆发频率增加。

在实现联合国千年发展目标方面面临最大挑战的地区，很大程度上也是那些在获得生态系统服务的可持续供应方面面临最大问题的地区。这些地区主要分布在广袤的旱区，在这些地区中，由于人口增长和土地退化的双重压力，使得生活在这里的人口日益容易遭受经济发展变化和环

境变化的影响，从而危及人类福祉和人类健康。

今后生态系统可能出现对人类健康造成灾难性影响的变化状况。目前，生态系统出现非线性变化（包括出现日益加快、可能无法逆转的剧变）的风险日益加大（已得到确认，但证据不足）。生态系统出现非线性变化的可能性加大，主要是由于生物多样性的丧失，以及引起生态系统变化的多种直接驱动力所施加的压力不断增大所导致的。同样，预计社会、经济和政治发展也将出现非线性变化。比如，由于严重的气候变化、制度失灵以及土壤日益遭到破坏所导致的大范围内的食物安全问题，可能使社会不平等现象加剧，从而导致大范围的冲突事件。与此同时，众多生态系统服务功能的丧失，尽管相比之下它们丧失的状况没有那么显著，但仍将对人们的健康状况造成负面影响。

MA 的情景工作组设定了 4 种未来情景，用来分析生态系统在 2050 年前可能出现的变化趋势和发展状况，及其对生态系统服务和人类福祉的影响。所谓“情景”，是指对未来可能出现的状况所进行的相关推测性描述。情景并非预测，也不是预言或建议。相反，它们只是根据我们目前拥有的对社会生态基本过程的知识，推断出某些政策可能造成的后果。我们利用 MA 设定的这些情景，可以分析出在哪些条件下才能实现可持续发展，并找到实现可持续发展的有效途径。这几种情景分别为：（1）**全球协同**：在该情景下，经济发展主要受全球驱动，强调社会责任、公平公正和社会公共产品，采取被动应对的生态系统管理途径；（2）**实力秩序**：在该情景下，以区域性发展为主，强调地区安全和经济发展，同时采取被动应对的生态系统管理途



径；(3) **适应组合**：在该情景下，以区域性发展为主，强调采取积极主动的生态系统管理途径、局地适应以及灵活的管理政策；(4) **技术家园**：在该情景下，以全球化发展为主，强调利用相关技术实现环境方面的产出，并采取积极主动的生态系统管理途径（详见专栏3.2）。

在MA的所有4种情景中，各种根本性的驱动力预期出现的变化，都将导致生态系统服务的消耗量大幅增长，并将造成生物多样性的持续丧失以及部分生态系统服务功能进一步退化的局面。

- 在今后50年间，预计人类对食物的需求量将增长70%~80%，对水的需求量将增长30%~85%。预计发展中国家的用水量将大幅增长。
- 在MA设定的所有情景中，2050年前食品安全都将无法得以实现。尽管食物供应量不断增长、饮食结构更加多样化，但儿童营养不良的状况很难得到消除。
- 在针对环境问题采取被动应对措施的未来情景中，淡水资源所提供的各种服务功能（如水生栖息地、鱼类养殖以及家庭、工业和农业用水）将会出现严重恶化的局面。相对而言，在针对环境问题采取更为积极主动应对措施的未来情景中，淡水资源所提供的各种服务功能的退化状况不太严重，但仍然较为显著。
- 预计在2050年前，栖息地的丧失以及其他生态系统变化将导致本地物种的多样性进一步减少。

在那些对人类健康更为有利的未来情景中，营养不良儿童的人数将会减少，疟疾和肺结核等流行病出现的可能性也相应降低。疫苗的开发和销售状况得到改善，可能使人们相对更好地预防这种流行病的再度发生。同时，如果采取的公共卫生措施得到良好的协调，其他新生传染病的影响也将受到限制。但在那些对人类健康可能产生不利影响的未来情景中，营养不良儿童的人数将会增加。在这些未来情景下，富裕和贫穷国家的人口健康和社会状况大相径庭，可能造成贫困程度加剧，以及人类健康状况下降和生态系统退化的恶性循环。

哪些措施可以应对生态系统变化对人类健康的影响？

目前有两种策略可以避免因生态系统遭受破坏所引发的疾病和危害。第一种策略是原则上讲更可取的一种策略，就是预防、限制或者控制环境遭到破坏。另一种策略是做出适应性调整，使个人和整个人群避免受到生态系统变化的不利影响。以上两种策略不应视为二择一，而是两种策略都可利用。如果我们要了解生态系统变化对人类健康状况可能造成的负面影响，就必须考虑到以下这两个方面：一是人口现有（以及今后）的内在脆弱性（如营养状况）；二是人口未来的适应能力。以上两个方面息息相关。在很多情况下，危及人类健康的因素（如贫穷和疾病的困扰）同时也会削弱人们对未来的适应能力。

作为实现联合国千年发展目标战略的一个组成部分，经过改进的生态系统管理途径，必须应对导致环境变化的一系列错综复杂的基本因素。这就要求局地、区域和全球层次的政策、制度和投资必须采取跨部门的策略。要实现联合国千年发展目标，促进人类福祉、改善人类健康状况，就要求我们必须重点提高对生态系统的管理水平，促进局地和各国制定政策的能力。同时，我们还必须应对诸如长期气候变化、国际鱼类资源不断减少以及外来物种入侵等全球性问题。



改善越南的用水和卫生基础设施。

如何制定应对生态系统变化对人类健康影响的优先措施？

必须按国家和地区，就生态系统变化对人类健康当前和未来的影响开展更为系统的清查。信息的获取显然是一个至关重要的渠道。应采用适当的衡量指标，如病残后继续生存的年份或早死的年份，即病残调整生存年（disability-adjusted life years，简称DALY）指标，就生态系统变化对人类健康的这些影响进行估算，即便是大致估算亦可。这就要求不同的学科之间开展更加密切的综合研究，而人口健康科学，尤其是流行病学将在其中占据主要地位。对生态系统变化引起的疾病负担（Burden-of-disease）进行评估，可以分析它们通过各种机制对人类健康造成的影响，并且可能有助于制定应对生态系统变化的优先措施和决策。不过，这种评估结果只能被视为其中一项证据，并不能用来充分说明生态系统变化那些错综复杂的因果路径、长时间尺度上的状况以及潜在的不可逆转性。在最终考虑针对生态变化采取何种对策时，必须将以上这些重要的因素纳入进来。

制定应对生态系统变化对人类健康影响的优先措施，应同时反映受这些拟定措施影响的所有人的优先考虑事项以及价值观。因此，应由个人或其法定的政治代表，根据相关利益群体或社区普遍接受的价值观念对措施的优先事项进行最终的决策。

必须考虑哪些人群最容易受到生态变化的影响，包括不同年龄、性别、社会地位、种族以及地区对疾病分布的影响。根据估算数据显示，2000年在全世界死亡率较高的贫困国家中，儿童和孕妇由于营养不良导致发病的比例，约占整个发病率的1/6~1/4。与其他人群相比，儿童和孕妇受疟疾影响而患病或死亡的风险要大得多，当他们出现营养不良的状况时更是如此。而老年人是因天气酷热而患病和死亡比例最高的人群。此外，人们还记载了很多因年龄和性别不同受疾病影响存在差异的例证。比如，在众多贫困国家，儿童出现腹泻疾病的可能性与其贫困程度密切相关；而在贫困人口中，女孩出现营养不良的可能性要大于男孩出现营养不良的可能性。

针对生态系统变化的对策，包括缓解和适应两种对策。缓解是指减缓或扭转生态系统变化的过程。



监测赞比亚的人口营养状况 来自赞比亚中央统计局的一名官员正在收集一个乡村有关食物和用水的获取状况以及重要食物价格的数据。

适应的目的是为了增强社会系统和生态系统对生态系统变化影响的自恢复力，以便减小人类现在和未来所面临的健康风险，同时也是为了利用生态系统变化所带来的有利影响。在制定针对生态系统变化的优先措施的决策时，应仔细考虑有关缓解和适应这两种对策中干预措施有效性的最佳证据。缓解和适应对策既可以是法律、经济、金融、制度方面的，也可以是社会、行为、技术或认知方面的。这些对策既包括针对生态系统变化的自发性对策，也包括受影响的个人或机构（如政府机构）有计划的（预防性的）干预措施。为了更好地保护人类的身心健康，缓解和适应对策往往还必须包括卫生行业以外的其他行业的措施，尤其是在农业、工业、教育、沿海地区管理以及城镇规划等方面采取的措施。

生态系统变化对人类健康的危害将对政策制定工作产生什么影响？

有助于确保生态可持续性的措施将使生态系统服务功能得到保护，并有利于人类的长期健康。如果某个地区的人口保持普遍良好的健康状态，将带来一系列的社会、经济和政治效益。现在的社会更加发达，联系更为紧密，也更趋于稳定。对于因贫困和无法公平获取食物及其他资源而深受疾病困扰的人群来说，如果能向他们公平地提供

这些资源，将大大有利于他们的身体健康（确定性高）。而在那些因过度消耗生态系统服务（如食物和能源）而直接或间接导致人口患病的地区，如果大幅度减少对生态系统服务的消耗量，将给他们的身体健康带来巨大的益处，同时也有助于减轻对生命支持系统的压力（确定性高）。

人口的不断增长以及经济的不断发展，导致人类对生态系统服务总体消耗量的增加。这种情形除了增加对生态系统的压力外，还将直接加大对人类健康的危害，比如因营养过剩和缺乏锻炼所导致的疾病。发达国家的人口如果减少对动物制品和精糖的消耗量，将有利于人类自身的健康以及生态系统的健康。目前全世界城镇人口中的肥胖症比例上升，其主要原因是整个社会在能量吸收和消耗方面的不均衡，从本质上讲就是人为引起的生态问题，也是现代生活方式所引发的一个问题。采取更好的运输方式和运输系统，可以减少人员伤亡事故、（惯于久坐的人口通过加强锻炼可以）降低患肥胖症和心血管疾病的比例，以及减少当地的空气污染和温室气体的排放量。

通过确保生产和消耗食物和水的环境和社会成本更充分地体现在其市场价格中，有助于将国家农业和食物安全的政策纳入到整个国家的经济、社会和环境可持续发展战略目标之中。

各部门共同制定有利于生态可持续发展以及对生态系统变化基本驱动力的政策这一点是至关重要的。国际社会在1992年联合国环境与发展大会（全球首脑会议）上通过的《21世纪议程》国际行动计划，以及在2002年约翰内斯堡首脑会议上通过的《世界可持续发展实施计划》，均对采用跨部门制定政策的方法实施生态可持续发展的综合途径进行了详细阐述。在这两个实施框架下，以下这些战略的实施与人类健康状况有着密切的关系。

- 缓解战略——在减少引起生态系统变化的基本因素的同时，改善人类的健康状况。
- 适应战略——减轻生态系统遭到破坏后对人类健康造成的影响。
- 有利于人类健康的综合行动计划（如就大型开发项目、政策和计划对人类健康的影响进行评估；建立有关人类健康和可持续发展的监测指标）。
- 将健康问题纳入可持续发展规划（如《21世

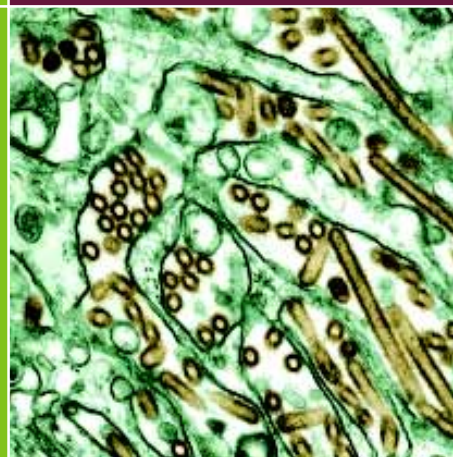
纪议程》）、多边贸易和多边环境协议以及扶贫战略之中。

- 促进不同政府、政府部门以及非政府组织间的跨部门合作。
- 国际能力建设倡议——评估人类健康与环境状况之间的相互关系，并利用所获取的知识，针对环境对人类健康的危害制定更加有效的国家和区域性对策。
- 推广跨部门制定政策有益于人类健康的相关知识和典型范例。

目前生态系统服务功能仍在出现的退化现象，是实现千年发展目标过程中的一大障碍。通常情况下，如果生态系统服务在生态上受到不可持续的利用，就有可能出现严重的，甚至不可逆转的生态变化。这种生态变化有可能大到足以对（社会稳定、人类福祉和人类健康所依赖的）社会、经济和政治发展过程产生灾难性破坏的程度。联合国千年发展目标中优先强调了要实现减少和降低在营养不良、传染病、孕妇死亡、饮用不安全饮用水方面的目标，最重要的是在减轻贫困方面的目标。然而，全世界范围内的生态系统正遭受持续退化，从而严重危及到了上述这些目标的实现。

以上情况清楚地表明，采取预防途径保护环境，是保护和改善人类健康最为有效的方法。环境变化对人类福祉和人类健康危害中不可避免的不确定性，不应作为我们迟迟不采取决策的借口。

千年生态系统评估 有关人类健康的关键问题



MDCK 犬齿动物肾细胞（图中绿色）中发现的禽流感 A 型（H5N1）病毒（图中金色）的电子显微照片。家禽和家畜饲养方法所出现的变化，导致了禽流感的发生，使其成为全球范围内的公共卫生问题（见专栏 1.1）。

1. 生态系统对于人类健康的重要性是什么？ 12
2. 过去生态系统发生了怎样的变化？它对人类健康造成了何种影响？ 27
3. 今后生态系统可能发生怎样的变化？这将对人类健康造成什么影响？ 30
4. 必须采取哪些措施来应对生态系统变化对人类健康的影响？ 38
5. 如何确立应对生态系统变化对人类健康影响的优先措施？ 42
6. 最可信的研究成果以及关键的不确定因素对政策可能产生哪些影响？ 48

1.生态系统对于人类健康的重要性是什么？

1.1 引言

从本质上讲，对于人类和其他各种形式的生命而言，生态系统是地球上的生命支持系统（见图1.1）。人体组织对食物、水、洁净空气、住所以及相对恒定的气候状况的需求，始终是最基本的。也就是说，生态系统是人类福祉，尤其是人类健康必不可少的因素。世界卫生组织将健康定义为人的身心和社会福祉健全的一种状态。那些生活在物质条件舒适的城镇环境中的人口，常常认为生态系统为人类健康提供的服务功能是理所应当的。他们认为健康来自于慎重的消费选择和消费行为，以及获得良好的保健服务。显然，这种看法忽略了自然环境，也就是各种生态系统的作用。正是由于有了这些生态系统，人们才能享受到健康，参加社会活动和经济活动，才能享受到这些人工环境以及享受生活本身。

从人类以往的发展历史来看，由于人们对生态系统服务的过度利用，已经导致了某些社会体系的崩溃（SG3）。经济发达和实力强大的社会最终将过度消耗、破坏乃至摧毁他们赖以生存的整个自然环境，这种趋势已日趋明显。比如，在美索不达米亚、印度河流域、玛雅和复活岛（微观尺度上的）等曾以农业文明而著称的地区，就提供了很多这样的例证。与农业文明相比，工业化社会虽然在很多情况下更加远离它们赖以生存的生态系统服务的源头，但如果照此下去，也许同样会难逃厄运。

世界某一地区对资源的消耗，可能导致其他地区生态系统服务功能的退化并对人类健康产生相应的影响（SG3）。从基本分析入手，生态系统所承受的压力可以用人口、技术和生活方式的一个函数来表示。而这些因数又取决于众多的社会和文化因素。比如，农业生产中的化肥施用情况日益取决于从其他地区获取到的资源状况，这已导致江河、湖泊和滨海生态系统的富营养化。

虽然生态系统对于人类健康起着极其重要的作用，但社会文化因素也发挥着同样重要的作用。这些因素包括：基础设施资产、收入和财富的分配、所采用的技术以及所拥有的知识水平。过去一两个世纪在众多工业化国家中，这些社会因素所

出现的变化，在使部分生态系统服务功能增强（比如通过提高农业产量）的同时，也改善了人类的健康和教育状况，促进了人口寿命的提高。由于影响人类健康状况和导致人们患病的因素较多，要弄清楚是哪些生态系统变化因素影响人类健康也比较困难。因此，采取预防为主生态系统管理途径，自然是合理的。

在很多方面，人类健康是人类福祉的基本（或有机）组成部分，社会、经济、政治、居住环境以及心理和行为方式的变化都会对人类健康造成影响。决定人类福祉的基本因素包括：安全、充足的基本生活物质供应（如食物、住所、衣服、能源等）、个人自由、良好的社会关系以及身体健康。生态系统服务通过影响人类生计、收入、局部迁徙以及政治冲突的格局，来影响决定人类福祉的各种因素。图1.2阐述了人类健康状况可能体现和影响人类福祉的途径。

1.2 生态系统现状及其相关的人类健康状况

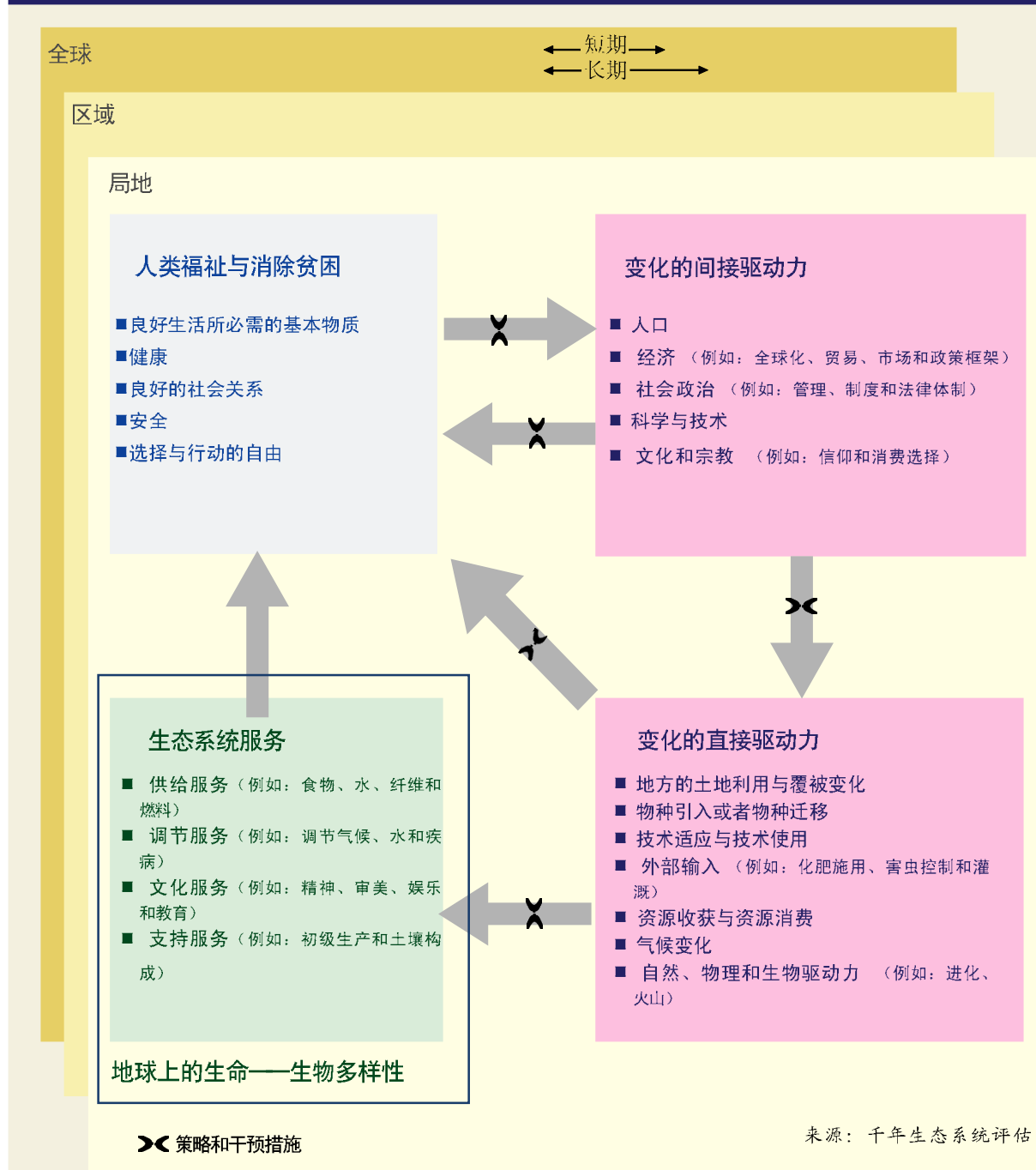
生态系统服务对于全世界人们的福祉必不可少（SG3）。人类从生态系统中获得的惠益包括：食物、天然纤维、持续的洁净水源供应、对部分病虫害和疾病的调控、休闲娱乐以及抵御风暴和洪灾等自然灾害。千年生态系统评估（MA）将生态系统服务分为供给服务、调节服务、支持服务和文化服务四大类，每个大类下面又分为几个子类（详见图1.3）。通常情况下，环境状况和生态系统状况会受人口增长、经济发展和消费格局的影响，所有这些影响因素都有可能（即便是短期内）增加或减少生态系统服务的供应量。

环境变化与人类健康之间的因果关系极为复杂，这是因为它们之间的相互关系往往是间接的、可以出现时空错位，并且取决于众多变化因素。比如，气候变化可能给农业生产或者珊瑚礁和沿海渔业带来压力。这种情形可能导致人口出现营养不良状况以及相关的疾病。又比如，毁林活动可能改变疾病发生的格局以及局地 and 区域性的气候状况，从而可能影响致病媒介的长期分布状况。生态系统遭到破坏后的生态过程可能导致疾病的出现或复发，而人口贫困、预防和处理疾病的措施不力

以及高危性等局地因素可能导致疾病在局地的传播。当以上这些突发事件与全球化相关的人类活动（如国际贸易和国际旅游）联系在一起时，就可能

爆发全球性的流行病。艾滋病病毒在全球范围内的形成和传播，以及人类感染上其他新型的传染病（如禽流感），都有效地印证了这一点。

图 1.1 MA：概念框架



影响生态系统状况的间接驱动力，如人口、技术和生活方式（如图 1.1 右上角所示）出现变化，将会导致影响生态系统状况的直接驱动力（比如捕鱼量或化肥的施用量，如图右下角所示）发生变化。生态系统由此出现的变化（如图左下角所示），将会导致生态系统服务发生变化，从而影响人类福祉。这种相互关系将发生在一个尺度以上或者跨尺度出现。比如，全球化的木材市场可能导致地区性森林覆被的丧失，从而加剧局地流域洪灾的爆发程度。同样，这种相互关系也将会在不同的时间尺度上出现。在本框架中的各个点上，几乎都可以采取减缓不利变化、增强有利变化的对策（如图中的交叉矩阵所示）。

图 1.2 人类健康以及人类福祉的其他组成部分与生态系统服务之间的相互关系 (R16 中图 16.1)



MA确定了人类福祉的五大要素。该图将人类健康列为人类福祉的核心要素。人类健康状况不仅受生态系统变化的直接和间接影响，并且也受人类福祉中其他要素变化的影响。人类福祉中的任何一个要素（即基本物质条件、良好的社会关系、安全，以及自由和选择权）如果缺少的话，都将对人类健康造成影响。同时，人类健康也将影响人类福祉中的其他这些要素。

1.2.1 淡水

目前全世界有 10 多亿人口无法获得安全的供水，26 亿人口缺乏足够的卫生设施。这种状况已经导致饮用水受到微生物的广泛污染（见图 1.4）。每年有 320 万人口死于水传疾病，约占全球总死亡人数的 6%。此外，由于淡水和卫生设施供应不足所引发的疾病，每年使全世界 170 万人死亡以及 5 400 多万人患病。各国在安全饮用水和改善卫生设施方面的投资结果显示，人类健康状况的改善与经济生产力之间有着密切的联系。每天人们用于饮用、做饭和个人卫生，无化学物和微生物

污染的淡水的人均需水量为 20~50L。要向全世界如此之多的人口提供这项基本服务，目前这一点仍是一个巨大的挑战（C7）。

淡水是人类健康所需要的极为重要的自然资源。它可用于生产食物、饮用、洗衣、做饭以及对废弃物的稀释和再循环。由于人口的快速增长，全世界的人均可用淡水量已从 1950 年的 16 800m³ 降至 2000 年的 6 800m³。目前全世界 1/3 的人口生活在中度或严重缺水的国家中，随着人口以及人均需水量的增长，这个比例仍在不断上升之中。

水资源匮乏是全世界 10 亿~20 亿人口日益面

图 1.3 生态系统服务的构成



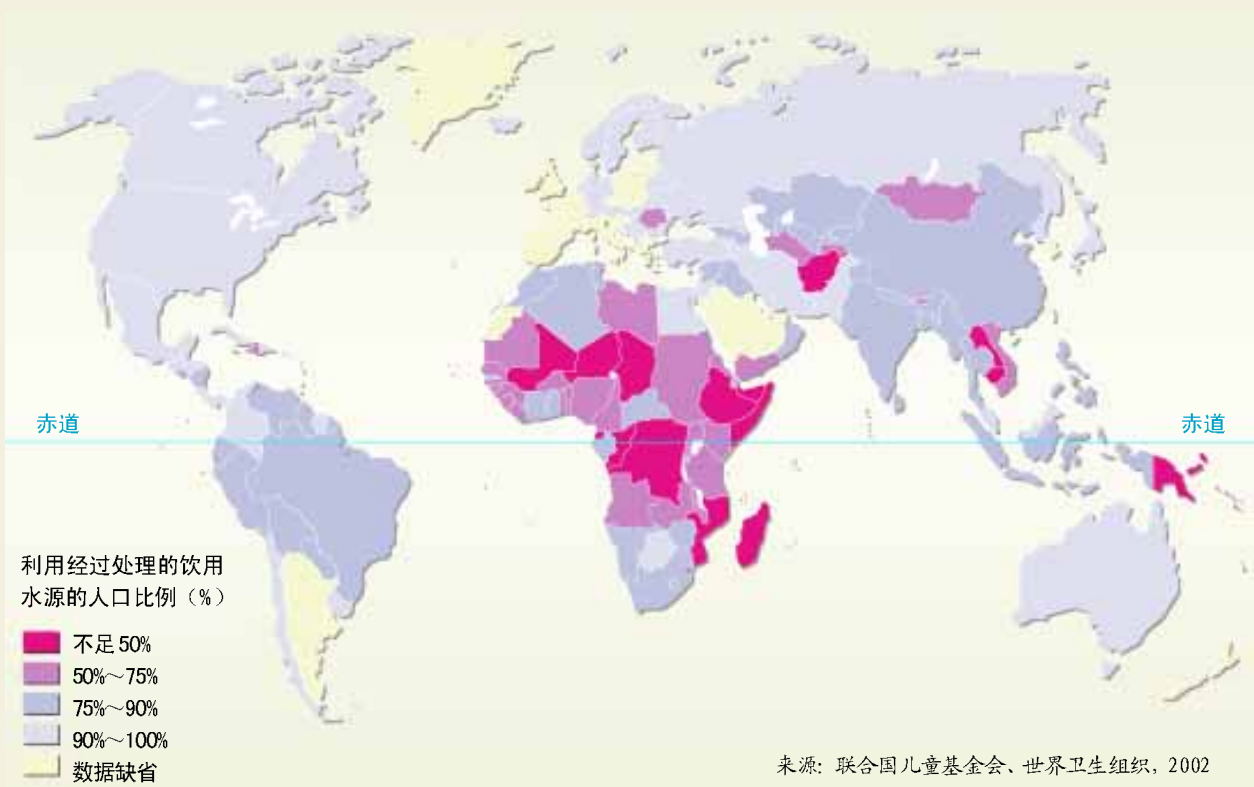
图1.3描述了通常划分的几种生态系统服务与人类福祉组成要素之间相互联系的强弱程度，并同时描述了各种社会经济因素可以对这种相互关系进行调节的大小程度。比如，如果社会有能力购买某种已退化的生态系统服务的替代品，那么它调节生态系统服务与人类福祉组成要素之间相互关系的潜力就相对较高。对于不同的生态系统和不同地区而言，生态系统服务和人类福祉之间联系的强弱程度以及社会经济因素的调节潜力也各存在差异。除了此图所显示的生态系统服务对人类福祉的影响外，其他一些影响人类福祉的要素还有其他环境因素以及其他经济、社会和文化因素。反之，人类福祉的变化也会对生态系统状况造成影响。

面临的严峻现状，由此已引发了在食物生产、人类健康和经济发展方面的问题。目前在这方面还存在很大的不确定性，需要进一步的深入分析，以便促进科学完善的水资源政策制定和管理工作。用水量与供水量的比值是一项重要的缺水指标。数据显示，从20世纪60年代至今，缺水指标每10年增加20%左右，就各大陆而言，其变化值在15%~30%以上（C7）。

由于淡水遭受人为原因的严重污染，人类可以安全利用和消耗的淡水供应量已经进一步减少。在过去的半个世纪中，人类向自然环境中排放的人

造化学物质不断增加，其中大部分化学物质是不可降解的，它们还形成一些副产品，而人们对这些副产品的习性、相互间的协同作用以及影响目前还并不清楚。比如，自1960年以来，全世界的内陆水路受到无机氮的污染程度增长了一倍以上，而很多工业化地区的污染程度则激增了10多倍。污染损害了生态系统提供洁净和安全水源的能力。淡水的水质污染问题，在垦殖系统和城镇系统（用量大及污染源多）以及旱地系统（对调节流量的需求较高以及缺乏稀释的能力）中更加严重（C7）。

图 1.4 全球人口获取经过改进的供水和卫生设施的状况



在图1.4中,上下两图分别显示的是世界各地利用经过处理的饮用水源的人口百分比以及利用经过改进的卫生设施的人口百分比。在那些能获得经过改进的卫生设施人口比例相对较低的地区,生态系统所提供的天然过滤和净化水源的服务,可能很快就会被未经正确处理的人为废弃物所破坏。如果没有可靠的人工过滤系统或供水系统来替代生态系统提供的这种服务,就有可能导致大量人口出现腹泻和其他水传疾病。据估算,2000年全世界约有170万人因饮用了不安全的水源或者未能获得安全的卫生设施而死亡。

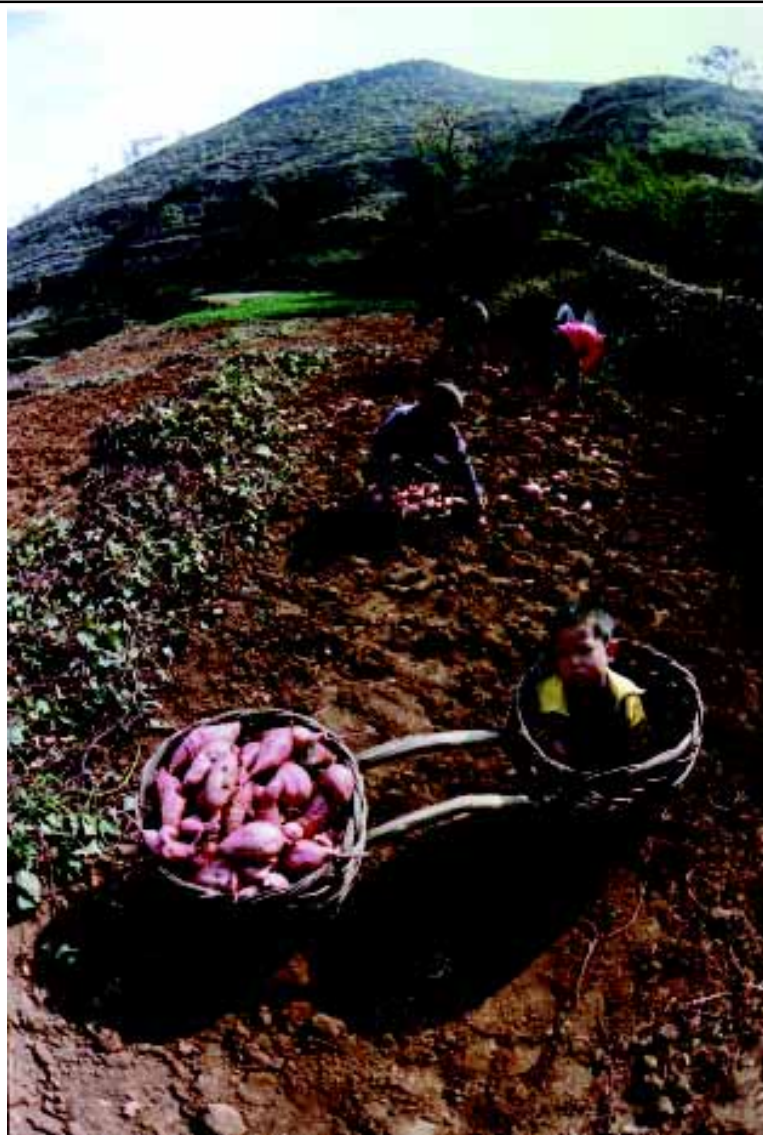
目前全世界5%~25%的淡水利用量超过长期可获得供应量，只能通过人工调水或过度开采地下水来源来满足需求（确定性低到中等）。这些供不应求的淡水主要是用于灌溉，这已经对部分缺水地区造成了不可挽回的损失。这种情况在世界各大洲都存在。而在北非和中东这两个相对干旱的地区，高达30%的水资源利用状况是不可持续的（C7）。

由于影响降水、径流和蒸散的因素很多，未来气候变化对水资源的影响还很难预测（R16）。气温的上升通常会加快微生物的生长过程，减少水中的溶解氧，因此可能使水质进一步恶化。与水相关的自然灾害，如旱灾和水灾，也将对人类健康造成重大影响。今后暴雨发生的频率还将增加，从而加大洪水爆发的程度和频率。通常情况下，暴雨会增加突然流入江河中的化学物质和生物污染物的含量，使排水道和废水贮存设施溢出，从而对水质造成不利影响。在世界的某些地区，由于气候变化导致蒸发量的增加，还可能增加人们对灌溉用水的需求量。同时，气候变化也将影响媒传疾病的分布状况以及传播季节的时间长短。

1.2.2 食物

为了最大程度地促进人类福祉，人们不仅必须获得和消耗充足的热量，还必须获得和消耗各种有充足的蛋白质、脂肪、微量营养素以及其他要素的食物（C8）。近年来，世界极度贫穷国家人口的日均能量摄入量已经减少。贫困人口食用的食物质量普遍偏低，进一步加剧了他们摄取的食物能量不足的问题。世界上极度贫困的人口往往以含淀粉较多的食物作为主食，导致他们在蛋白质、维生素和无机元素方面的缺乏。随着人们食物结构（尤其是水果和蔬菜）的多样化，成人的营养状况和儿童的发育状况逐步得到改善。

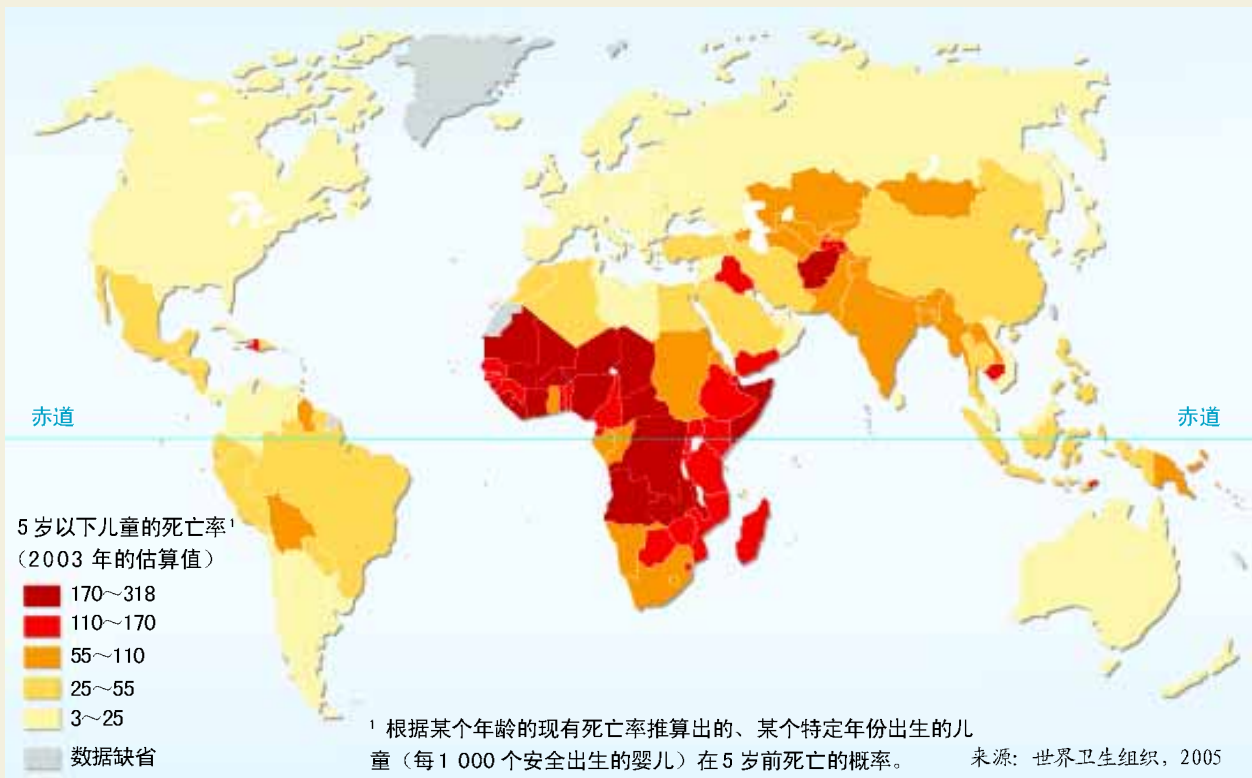
随着日益城镇化的人口所消耗的食物热量比传统消耗的食物相对更高，而在水果和蔬菜的多样性方面相对更低，全球范围内出现了由饮食引起的肥胖症和其他非传染性疾病（C8）。目前很多贫穷国家面临着两类疾病的双重困扰：一是在贫困和营养不良地区大量出现的各种传染性疾病；二是在城镇地区，尤其是经济状况相对富裕以及较少锻炼的城镇人口中由于超重和肥胖引起的慢性疾病日益增多的现象。这种从传统的乡村饮食结



构，过渡到日益城镇化和富裕的社会饮食结构的现象及其对人口营养状况和人类健康所造成的影响，整体被称之为“营养结构的转变（nutrition transition）”或“饮食结构的转变（diet transition）”。

在贫穷国家，尤其是在贫穷国家中的农村地区，人们的健康状况在很大程度上仍依赖于当地生态系统为其提供食物服务（R16）。从全世界范围来看，现在的食物总产量足以满足整个社会的食物需求。然而在世界60多亿人口中，超过8亿的人口仍无法获得足够的蛋白质或热量来满足其每天的最低食物要求。但全世界营养过剩的人口数量也接近这个数目，他们往往食用的是高能量但多样性不足的食物。此外，数十亿人口所食用的食物微量营养素不足。在相对富裕的城镇地区，人们对生态系统提供营养的依赖程度与贫困地区的人口相比不太明显，但也同样必不可少。

图 1.5 全球儿童死亡率分布图



从图中可以看出，极度贫困国家的儿童死亡率（尤其受环境危害而死亡的比例）是最高的。

过去贫富人口之间营养不均衡的状况主要是由社会因素所导致的，不过今后生态因素在此方面可能发挥日益重要的作用（R16）。在人口死亡率极高的极度贫穷国家，营养不良很大程度上是由于贫困所导致的，其中 1/6~1/4 的人口患病是因妇女怀孕和幼儿期间营养不良所引起的（见图 1.5）。从全世界范围来看，由营养不良引发的疾病占有患病原因的 10%。而在人口死亡率较低的发达国家，其中 1/10~1/3 的人口患病与饮食有关（主要是营养过剩和缺乏锻炼），这些疾病主要包括高血压、冠心病和糖尿病等。同时，人口健康因素对农业政策也有着极其重大的影响。

在那些贫困人口没有经济能力从其他地区购买食物的地区，当地的食物生产对于消除饥饿、促进乡村的发展起着至关重要的作用（C8）。在非洲撒哈拉沙漠南部地区和其他类似地区，2/3 人口的生计依赖于农业或与农业相关的活动。同时，贫穷国家中面临食品安全问题的人口数量的增长速度最快。在这些贫穷国家中，由于不发达的市场体系以及较低的人均收入，使这些国家人口的食物需

求无法通过全球化的食物生产和供应链来得到满足。因此，在这些地区，当地的食物生产对于消除饥饿以及防止食物价格的上涨，发挥着至关重要的作用。当家庭将过剩的食物在当地市场进行出售时，这种食物生产就可能促进当地的就业，提高当地的经济效益。因而，以维持生计为主要目的的农业生产就可能为农村家庭提供一个基本的营养保障和社会安全网，并与以创收为主要目的的农业生产——即种植经济作物相结合，共同促进他们的身体健康。

当前，世界各地（尤其是亚洲）人们对家禽和家畜产品（尤其是鸡和猪肉产品）日益增大的需求，正通过集约化（工业化）的生产体系得到满足（C8）。集约化生产这种高度改良的体系，促进了家禽和家畜产品产量的大幅增长，但同时也对生态系统和人类的健康造成了一系列的危害。这些危害包括：产生了大量的废弃物，增加了对垦殖系统提供动物饲料来源的压力，随即造成农田对水和氮肥需求量的增长；加大了爆发疯牛病、SARS 和禽流感等传染病的风险（见专栏 1.1）。

专栏1.1 家畜（猪）、家禽与人类之间的相互关系

现在很多重要的人类疾病（包括禽流感、肺结核和麻疹）都是人畜共患疾病。这些疾病很早以前就通过包括鸡、牛和狗等家禽和家畜传播给了人类（C14）。包括疯牛病（BSE）、口蹄疫和尼帕病毒在内的新兴疾病的出现，都与现代的集约化养殖方式以及贸易、旅游和生态变化有关。当今世界公共卫生领域中最令人担忧的人畜共患疾病可能莫过于禽流感。近来在亚洲就发现了这种疾病。这种病毒具有将人体内以及野生鸟类或家鸭、家猪体内共生或共传的流感病毒基因进行置换或重组的能力，从而产生新的高致病性病毒变种。由于很多家禽养殖场饲养的家禽数量众多，并且十分集中（在自然界中不可能存在这种生态系统），所以往往形成很多潜在的传染源。尽管有疫苗接种和对感染的家禽群定期进行扑杀这些措施，但鉴于现在的家禽养殖方式以及贫困农村地区中家畜（猪）、家禽和人们密切相处的局面，家禽将疾病传染给人类的风险几乎不可能根本消除。

近年来，马来西亚、新加坡、孟加拉和印度等地相继爆发了尼帕病毒。马来西亚有100多人为之丧生，其爆发的原因包括人口的不断增长、政府管理不力、气候变化、非法土地垦殖、森林火灾以及畜牧业的集约化。

其传播的源头可追溯至1998年左右开始从印尼迁至邻国马来西亚的蝙蝠身上。当时东南亚地区刚刚经历了由厄尔尼诺现象所引起的严重旱灾，加之1997年和1998年印尼的大部分森林（尤其是在苏门答腊和加里曼丹两地的森林），遭到当地农民的非法

焚烧（他们这样做的目的是想利用这些土地开展种植业）。大火引发的浓烟和浓雾整整持续了数月，迫使此前感染上不知名病毒的成群蝙蝠飞往临国马来西亚。到了这里，蝙蝠与集约化饲养的家畜（猪）发生了接触，导致这些家畜（猪）感染上了呼吸道疾病，它们又直接传染给其他家畜（猪）以及人类。为了抑制这种病毒的传播，人们将很多家畜（猪）宰杀掉。但所幸没有发现这种疾病在人与人之间传播的证据。更近的一段时期孟加拉爆发了尼帕病毒，这种病毒的致病原



因目前人们还并不清楚，但可能与人接触了蝙蝠的粪便有关。

而在斯里兰卡所爆发的脑炎疫情，部分原因是由于一些种植水稻的农民为增加额外收入，将小型养猪场扩大到灌溉生态系统中，从而为致病媒介提供了更多的栖息地。同时，成群的家禽和家畜患病，将会给那些以饲养家禽和家畜维持生计的农民带来巨大的经济损失和心理影响。尤其当他们没有给这些家禽和家畜投保或者大量的家禽和家畜被扑杀时，这种状况更是如此。

1985—1997年间，全世界贫穷国家（不包括中国在内）的人均鱼肉消费量出现了下降（C18）。当前，海洋生态系统所受到的压力之大，已发展到了整个捕鱼业接近或超过其可持续利用最大限度的地步。受过度捕捞的影响，自20世纪90年代初以来，全世界的捕鱼量便一直持续减少。由于栖息地改变和引水的影响，内陆水域的捕鱼量也出现了下降。而内陆水域渔业的发展，在为贫困人口提供高质量的食物方面，发挥着尤为重要的作用。

野生食物是很多发展中国家本地区重要的食物来源，常常能弥补因干旱和国内冲突导致食物缺乏的状况（C8）。除了鱼类以外，野生动植物也是重要的食物营养来源，并且具有极高的经济价值，但是常规的经济指标并未考虑到这一点。目前，生态系统提供野生食物来源的能力普遍削弱，这主要是因为全世界范围内自然栖息地所受到的压力日益加大，以及野生动植物种群被以不可持续的方式用于人们食用所致。农业的集约化以及农业景观的“单一化（即景观日趋一致以及生物多

样性减少)”，可能使人们更难获取到野生食物和被当成杂草的野生植物。这种情形尤其将对丧失土地的贫困人口以及家庭中弱势群体的营养状况造成重大影响。同样，(由于沿海商业捕捞以及内陆水域生态系统遭到人工引水的破坏所导致的)传统捕鱼业的萎缩，也可能对贫穷国家人口的营养和健康状况带来不利影响。

1.2.3 木材、纤维和燃料

木材的过度采伐已导致世界发展中国家的许多地区生态系统功能的退化，并对这些地区的人类健康造成了不利影响(C9)。人们对木材的大量需求已导致热带雨林被大面积砍伐。这种状况导致生活在亚马逊热带雨林的伐木工人大量遭受职业性伤害，也使他们及其家属受到疟疾等传染病的严重威胁。从长期来看，森林砍伐可能导致媒传疾病转向森林地区以外的普通家庭进行传播，尤其将增加妇女和儿童患病的风险。

用化石燃料发电会对人体健康产生一系列的影响(R16)。室外空气污染主要是由于燃烧不可再生的化石燃料用于发电、交通运输和工业生产所引起的。从全球范围来看，城市空气污染是导致每年人口大量患病(主要是心脏病和肺病)和死

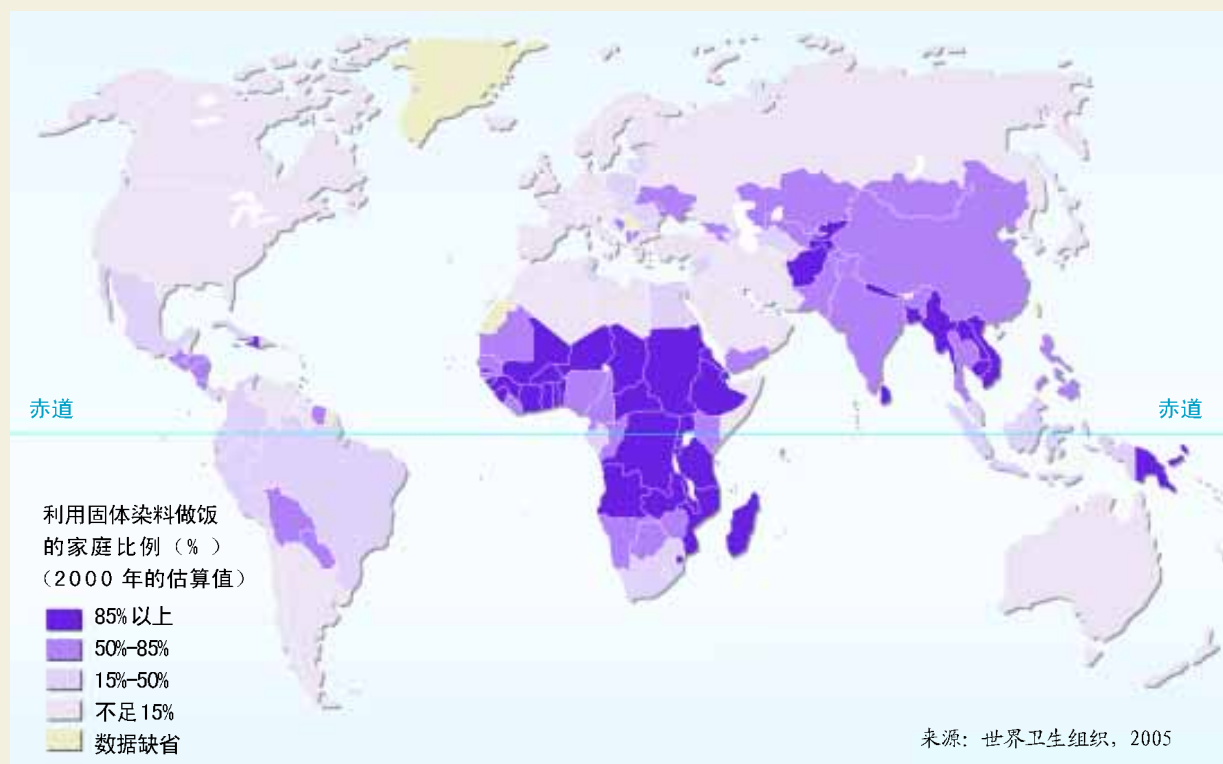
亡的一个重要原因。CO₂这种主要温室气体的排放及其所引起的全球变暖，进一步影响了人类的健康(主要是不利影响)。同时，由于森林火灾以及农业焚烧活动所引起的空气污染，也会对局地 and 区域性的人类健康状况造成严重影响。1998年，继印尼苏门答腊和加里曼丹两地发生由旱灾引发的大规模森林火灾之后，整个东南亚地区爆发的公共卫生危机就是一个鲜明的例证(见专栏1.1)。此外，在通风不好的环境中取暖和做饭，由于燃烧包括生物燃料(如木材、作物秸秆和动物粪便)和煤炭在内的固体燃料造成室内空气污染，是引起全世界范围内人口，尤其是儿童大量感染呼吸道疾病和死亡的主要原因。目前全世界一半以上的人口主要利用固体燃料来做饭和取暖(见图1.6)。在那些人们对木材的需求量超过了当地的供应量，并且又无法获取或无力购买其他可替代能源的地区，生物燃料的短缺可能给人类健康带来众多不利影响，比如：人们更容易感染伤寒疾病和因食用生食和饮用生水所导致的食物传播和水传疾病。食物传播和水传疾病的患病率增加，将进一步导致人口出现营养不良的状况。而农村社区中的贫困妇女和儿童往往最容易受到薪材短缺的影响。她们中的很多人被迫长途跋涉去寻找薪材(和水)并将其搬运回家，从而使这些贫困妇女用来种庄稼、做饭以及儿童用来完成学业的时间和精力受到影响。因此，充足的能源供应，对于这些地区的可持续发展起着至关重要的作用。

1.2.4 生物制品

全世界数百万的人口是部分或全部依赖从自然生态系统中采集到的药物来治病的(R16)。即便能得到人工合成的药品(往往也源自天然药物)，但人们对野生药物的依赖性和需求依然存在。一些广为人知的源于天然的医药品包括阿司匹林、洋地黄和奎宁等。



图 1.6 全世界利用固体燃料做饭的家庭的比例



从图中可以看出, 世界上的大部分人口仍然利用固体燃料 (包括生物燃料和煤炭) 来满足其基本的能源需求, 他们主要是用火炉做饭和取暖。由此引起的室内烟雾污染造成很多人口患呼吸道疾病或因此而死亡。

1.2.5 养分和废弃物的管理、加工和脱毒

人类所食用的食物和水正面临无机化合物和持久性有机污染物的威胁 (C7, R16)。污染物可能来自于自然界 (如孟加拉管井中的水遭受砷污染就是一例), 也可能来自于人为活动 (如通过使用杀虫剂将有毒化学物质释放到环境中)。而有毒化学物质可能给人体健康带来各种危害。比如, 如果人体受到工业废水中含有的或杀虫剂中某些化学物质 (如多氯联苯、二氧芑和 DDT) 的轻度影响, 就可能引起内分泌失调, 降低人体对疾病的抵抗力, 甚至损害人的生育能力。此外, 这些化学物质也是引起人们诱发包括中毒在内的急性疾病的原因。环境中药物或其残余物的存在, 是一个新出现的相关环境问题。药物残余物可能通过污水道或在固体废弃物处理过程中排放出来, 通过传统的生物处理办法只能将其部分去除。因此, 这些药物残余物可能存在于污水处理厂的污水中或是人们从自来水管接取到的水中, 从而危害人体的健康。但迄今为止, 人们尚未对

这种危害的具体程度进行量化。

(如由于水土保持不够造成的) 养分损耗将会损害土壤肥力, 导致作物减产, 并可能给农村家庭人口的营养状况带来负面影响。有证据显示, 营养 (包括常量元素和微量元素) 不良会使儿童的身心发展受到损害。同时, 农村人口的经济和生计因素也可能影响他们及其子女获得充足的教育机会和公共卫生服务的能力, 使其子女的未来发展空间受到限制。

尽管生态系统可以有效地净化有废弃物的环境, 但生态系统提供的这种服务目前在很多情况下受到过大的压力, 导致局地乃至全球性的废弃物积聚 (C15)。一般情况下, 功能正常的生态系统可以吸收和消除污染物。比如, 湿地可以消除污水径流中过量的养分, 防止对下游的生态系统造成破坏。一旦过量的废弃物被排放到生态系统中, 必须利用废物处理技术来恢复或保持生态系统的平衡, 从而减少或消除对人类健康所造成的危害。同时, 人类活动产生的废弃物如果能得到合理的再利用, 也可以

成为提高土壤肥力的一个有用的途径。但是，如果废弃物中含有有机氯或重金属等持久性化学物质，废弃物的再利用就可能使这些污染物积聚，使人体通过食物和水接触到这些有害物质的可能性增加。在贫穷国家中，几乎所有的污水和大部分的工业废弃物都是未经处理就倾倒入地表水中。对于整个自然界对废弃物的降解能力究竟是在增强、退化，还是正接近生态系统服务可能再也无法有效发挥功能的临界点，目前我们还并不确定。

受农业人为活动的影响，生态系统中氮、磷元素持续增加，正导致全球范围内众多有人居住地区的水质日益恶化（C7）。化肥的使用是导致上述问题出现的一个主要原因。通常情况下，如果过量的化肥残余物流入江河和湖泊，就会破坏江河和湖泊中的养分平衡，促进某些藻类植物，包括某些对人体有害的藻类植物的生长。由此出现的富营养化（藻类植物的过度生长导致水中的氧气损耗的过程）将会对包括鱼类在内的其他水生物和人类的食物来源造成不利影响，从而危害人类的健康和福祉。

1.2.6 对传染病的调控

由于生态系统变化所导致的传染病发生转变的爆发程度及其发展趋势，取决于以下这些因素：特定生态系统的特征、土地利用变化的类型、特定疾病的传播动态变化状况，以及人口对疾病的易感性（C14）。以下这些因素尤其将会影响传染病的危害程度，这些因素包括：野生动物栖息地遭到破坏或侵占（尤其是通过砍伐和修路进行破坏或侵占）；地表水的分布和获取状况发生变化（如通过修建水坝

使之发生变化）；灌溉和引水；农业土地利用变化（包括扩大家畜养殖和作物的生产）。

目前我们对某些疾病产生或复发的原因仍不清楚，但改变众多传染疾病爆发状况的主要生物机制已得到确定。这些生物机制包括：栖息地特征的改变导致致病媒介繁殖地的数量或宿主分布状况的变化；新物种的生态位入侵或宿主在不同物种间的转移；生物多样性的变化，包括捕食物种的丧失以及宿主种群密度的变化；人为引起的致病媒介或病原体的基因变化（如蚊虫对杀虫剂产生抗体，或出现对抗生素产生抗体的细菌）；以及传染媒介对环境造成污染等（C14）。疾病与生态系统之间各种不同的相互关系，都可以阐释这些生物机制。

■ 水坝和灌溉水渠给作为血吸虫病中间宿主的丁螺提供了理想的栖息地。而灌溉稻田为蚊虫提供了更大范围的繁殖地，导致蚊传疟疾、淋巴丝虫病、脑炎和裂谷热等传染病在更大范围内的传播。

■ 根据世界各地的不同，毁林活动对疟疾的危害程度也存在差异。例如，非洲和南美洲地区的毁林活动已加大了疟疾的危害程度，但东南亚地区毁林活动对疟疾的影响目前还很不确定。

■ 结构特征完好无损的自然系统普遍可以抵御由人类迁移所带来的人和动物外来病原体的侵袭。霍乱、黑热病和血吸虫病未能在亚马逊森林生态系统中进行传播，似乎可以说明以上这一点。而森林地区盲目的城镇化发展，是导致亚马逊地区和非洲地区分别出现

专栏 1.2 生物多样性可以控制传染疾病吗？

很多传染病已经或可能通过野生动物直接传染给人类，或通过昆虫致病媒介传播给人类。其他一些传染病，如疟疾通过致病媒介在人与人之间进行传播。人们认为，人类食用了野生动物肉（丛林肉），是导致艾滋病病毒首次传播给人类的主要原因。SARS 病毒也可能是因为人类食用野生动物（也可能是家养的作为食用的野生动物，这种状况发生在中国）肉而传播给人类的。生态系统的变化，包括生物多样性的变化，将会导致很多

疾病传染给人类，这一点已经得到确认（C14）。近年来，莱姆（Lyme）病毒的传播范围加大，部分原因就是由于啮齿动物种群数量增加所致。啮齿动物是莱姆病——这种由虫类传播的疾病中最重要的致病媒介。影响人类健康的其他一些人畜共患疾病还包括西尼罗河病毒和亨德拉病毒。

很多生态系统变化都可以改变传播疾病媒介的栖息地及其种群状况，这些生态系统变化包括：森林砍伐；修筑水坝、修建灌溉和水渠网络；有意或

无意的积水（如垃圾中的积水）。不过，疟疾和黄热病等主要媒介传染病的传播格局，不能说是完全取决于生态系统，而应是人与人之间的相互关系和生态系统服务共同作用的结果。随着生态系统服务管理的改善，人类所采取的其他一些举措（如公共教育、医疗和化学手段干预以及减轻贫困等措施），在减弱乃至消除疾病的传播方面，均起着举足轻重的作用。

专栏 1.3 生态系统受到干扰后将引发各种传染病

生态系统受到干扰或出现退化，将会对传染病的生物传播机制产生重大的影响（C14）。目前我们对某些疾病产生或复发的原因并不清楚，但以下这些生物机制已得到确认：

- 栖息地的改变导致致病媒介繁殖地的数量或宿主分布状况的变化；
- 生态位入侵或宿主在不同物种间的转移；
- 生物多样性变化（包括捕食物种的丧失以及宿主种群密度的变化）；
- 人为引起的致病媒介或病原体的基因变化（如蚊虫对杀虫剂产生抗体，或出现对抗生素产生抗体的细菌）；
- 传染媒介对环境造成的污染（如传染媒介的排泄物对水源造成污染）。

蚊虫传播病毒（虫媒病毒）以及淋巴丝虫病的重要原因。供水系统差以及贫困人口无处可住的热带城镇地区，则对登革热的传播起到了推波助澜的作用。此外，人畜共患疾病的病原体，即那些在动物宿主中结束了其自然生命周期的病原体，是导致人类以往出现的疾病（如艾滋病和肺结核）以及新发传染病（如 SARS、西尼罗河病毒和亨德拉病毒）诱发的一个主要原因（见专栏 1.2）。

■ 利用抗生素进行定期辅助治疗的集约化家畜管理方式，已导致了对抗生素产生抗体的大肠沙门氏菌、弯曲杆菌和埃希氏菌等细菌变种的出现。在集约化家畜养殖中可能出现的家畜群过于集中以及家畜混合饲养的现象，以及对未驯化野生动物（丛林肉）的贸易活动，将会加快疾病媒介在不同物种的宿主之间的转移速度，从而可能导致 SARS 和新流感病毒变种等新的高致病性病原体的出现（见专栏 1.3）。

传染病的危害与某些旨在提高食物产量、增强发电能力以及加快经济发展的开发项目之间可能存在

很大的得失关系（C14）。一些由生态系统变化所引起的传染病对公共卫生状况有重大影响，必需引起高度的重视，同时通过人们有计划的干预，可以最大程度地减少这些疾病造成的危害。这些传染病包括：疟疾（在绝大多数生态系统中存在）、热带城区出现的登革热、热带地区垦殖和内陆水域系统中出现的血吸虫病和丝虫病、森林和旱区系统中出现的利什曼病、滨海和城镇系统中出现的霍乱、农业系统中出现的隐孢子虫病和脑炎，以及欧洲和北美洲城镇系统中出现的西尼罗河病毒和莱姆病毒（见表 1.1）。

1.2.7 文化、精神和休闲服务

与生态系统提供的物质性服务相比，生态系统提供的文化服务的价值可能相对不太明显。但是所有社会对生态系统提供的文化服务都极为重视（R16）。人们从生态系统中获得各种不同的非物质利益，包括娱乐、旅游、美学欣赏、灵感、地区归属感以及教育的机会。与生态系统服务相关的一些传统方式，在开发社会资本和改善社会福



微小隐孢子虫（*Cryptosporidium parvum*）

这是一张感染了微小隐孢子虫这种寄生虫（诱发隐孢子虫病的病原体）（图中红色所示）的人体小肠表面的彩色扫描电子显微照片。这种寄生虫寄生在人体肠壁上皮细胞表面的微小突状结构中。人如果受到这种疾病的严重感染，肠壁层可能出现变形和萎缩。这种传染通常会引发中度的腹泻、发烧和头痛的症状。在免疫力受损的人群中，如感染艾滋病病毒（获得性免疫缺陷综合症）的人群，如果再受到这种疾病的传染，就将会是致命性的。

图片由 Moredum 科学有限公司 / 科学图片社提供

表 1.1 生态系统变化引起的传染病及其形成机制的部分案例 (C14)

传染病的名称	DALYs ^a (单位: 1000)	疾病 (当前的) 形成机制	诱发疾病形成的 (根本) 驱动力	地理分布 范围	对生态变化 的敏感性	确信 程度
疟疾	46 486	生态位入侵, 疾病媒介范围扩大	毁林, 水利项目	热带 (美洲、亚洲和非洲)	++++	+++
登革热	616	疾病媒介范围扩大	城镇化、住房条件差	热带	+++	++
艾滋病病毒	84 458	宿主转移	森林遭到侵占、猎食丛林肉, 人的行为	全球范围	+	++
利什曼病	2 090	宿主转移, 栖息地改变	毁林、农业开发	美洲热带地区、欧洲和中东	++++	+++
莱姆病		掠食动物的减少、生物多样性的丧失、宿主范围的扩大	栖息地的破碎化	北美和欧洲	++	++
南美锥虫病	667	栖息地的改变	毁林、城镇的盲目扩张和侵占土地	美洲地区	++	+++
脑炎	709	致病媒介传播范围的扩大	灌溉稻田	东南亚	+++	+++
西尼罗河病毒和其他类型的脑炎				美洲, 欧亚地区	++	+
瓜纳瑞托病毒、胡宁病毒和马丘波病毒		生物多样性丧失, 宿主范围的扩大	砍伐森林后的农业单一栽培	南美洲	++	+++
巴西奥洛普切病毒和马雅罗病毒		致病媒介范围的扩大	侵占森林, 城镇化	南美洲	+++	+++
汉塔病毒		食用天然食品的人口密度的变异性	气候变异性		++	++
狂犬病		生物多样性丧失, 改变宿主	森林砍伐和采矿	热带地区	++	++
血吸虫病	1 702	中间宿主范围的扩大	修筑水坝、灌溉	美洲、非洲和亚洲	++++	++++
细螺旋体病				全球 (热带地区)	++	+++
霍乱	b	海洋表面温度的升高	气候变异性和气候变化	全球 (热带地区)	+++	++
隐孢子虫病	b	卵母细胞污染	在有家畜的地方的流域管理不善	全球	+++	++++
脑膜炎	6 192	沙尘暴	荒漠化	非洲亚撒哈拉地区	++	++
球孢子菌病		土壤侵蚀	气候变异性	全球	++	+++
淋巴丝虫病	5 777			美洲、非洲和亚洲的热带地区	+	+++
锥虫病	1 525			非洲		
盘尾丝虫病	484			非洲和热带美洲地区	++	+++
裂谷热		暴雨	气候变异性 and 气候变化	非洲		
尼帕病毒 / 亨德拉病毒		生态位入侵	食物的工业化生产、森林砍伐以及气候异常	澳洲和东南亚地区		

^a 病残调整生存年。^b 每年有近 6 200 万人因为霍乱和隐孢子虫病诱发腹泻病。

图例: + 低; ++ 中等; +++ 高; ++++ 极高

祉方面，发挥着至关重要的作用。

有人提出这样的假设，即人与丰富多样的生态环境（包括人工花园）真情接触，可能有助于人的身心健康。现在已有少量的证据表明，人与环境的这种接触，可能有助于人预防和应对精神抑郁、吸毒成瘾和行为躁动等疾病，也有利于疾病或手术后身体的逐渐康复。人，尤其是老年人如果经常与宠物接触，似乎也可以起到延年益寿的作用。人与自然的有益接触不一定是身体上的直接接触。事实上，有部分证据显示，观赏大自然也可能有益于人的身心健康。

1.2.8 气候调节

以上所描述的这些生态系统服务都对气候状况极其敏感，并将受到人为引起的气候变化的影响(R16)。尽管气候变化会给人类健康带来某些惠益，但绝大部分影响仍将是消极的。气候变化对人类健康所造成的直接影响，如由于酷热导致人口死亡率的增加，这种影响很容易预见得到。然而，气候变化对人类健康所造成的影响，主要的还将是间接影响。气候变化所引起的生态系统分布状况以及食物、水和能源供应获取状况发生的变化，将会间接影响到人类的健康。同时，这种变化将进一步影响传染病的分布状况、人口营养状况以及人类居住的格局。此外，动植物的地理分布、丰度以及行为将会影响生物多样性、养分循环和废弃物管理的状况，反之亦然。

预计今后气候变化将会引起极端气候事件（包括洪灾、风暴和旱灾）的增加以及海平面的持续上升（R16）。这些极端气候事件将对局部地区乃至整个地区造成直接影响（造成人员伤亡）和间接影响（对基础设施和经济发展造成破坏，导致人口被迫迁移）。土地覆盖变化将会影响洪灾爆发的频率和程度，不过这种影响的深度和广度在很大程度上取决于当地生态系统的特征以及土地覆盖变化的性质。气候极端事件对人类健康的影响包括：对人体的伤害、因人口密度过高造成传染病爆发的比率上升、安全用水和住所的匮乏、人口营养不良，以及对人的身心健康造成不利影响等。

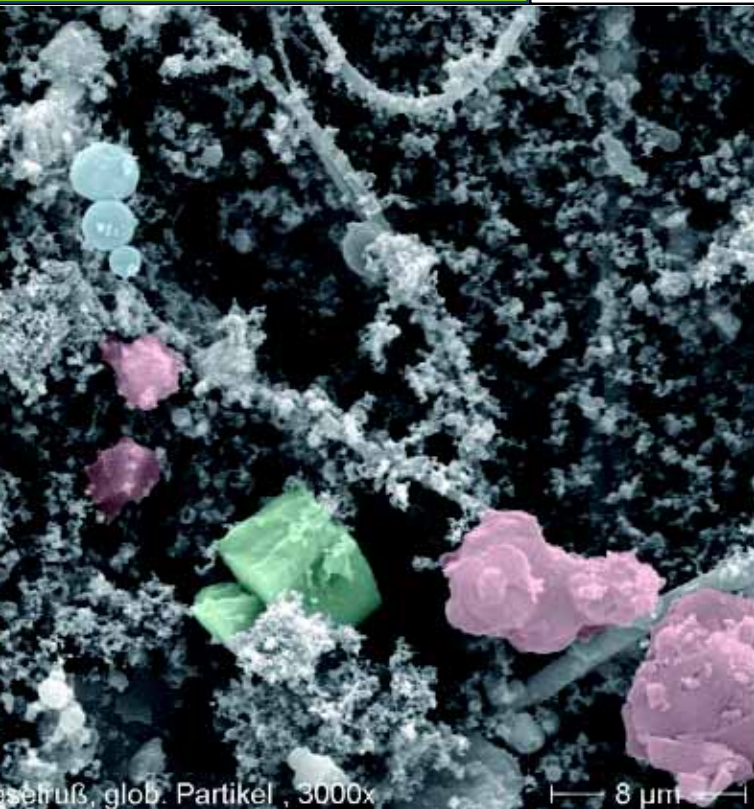
从全世界范围来看，每年因自然灾害伤亡或无家可归的人口绝对数量正在不断增长之中。其中一个重要原因，就是人们越来越多地居住在沿海地区和河漫滩等容易受到极端气候事件影响的地区。

研究个案表明，环境退化已削弱了某些生态系统抵御极端气候事件的能力。比如，出现退化或遭到破坏的珊瑚礁和红树林可能再也无法起到稳定海岸线的作用，抵御风暴潮破坏的能力也大大削弱。此外，滑坡地段的森林如果遭到砍伐，一旦出现暴雨，引发塌方的可能性就会更大。在很多地区，贫困家庭和贫困社区所能居住的地方可能也很容易受到极端气候事件的影响。

近数十年来，世界上绝大部分地区都经历了农村人口大量迁往城镇地区的发展过程。目前全世界一半以上的人口居住在人口密度极高的城镇地区，很多城镇地区提供的生态系统服务或公共事业服务严重不足。这种城镇化的移民现象以及人类健康的脆弱性日益加大的状况表明，即便在极端突发事件没有日益增加的情况下，每个突发事件所造成的损失都将出现上升的趋势。目前，人们尤其对各小岛国家居民生计的可持续性表示担忧。生活在这些小岛国家中的人口正受到气候变异性增加、海平面上升、生物多样性丧失的影响，以及由此对这些人口的健康和福祉所带来的影响。

自然生态系统主要作为吸收温室气体的汇，在调节气候方面起着极其重要的作用（C13）。自然和人工生态系统作为污染物、温室气体和悬浮尘埃（气溶胶）的源和汇，其物理属性可以影响能量的流动和降雨量，对气候状况和空气质量有着十分重大的影响。生态系统对气候的影响是多途径的，它既可以作为温室气体的源，使气候变暖；也可以作为温室气体的汇，使气候变冷。此外，日光反照率（即生态系统对太阳辐射的反射率）的大小，也会影响气候变暖或变冷的形成机制。比如，森林能吸收热量，因此与强烈反射太阳辐射的积雪相比，森林对太阳辐射的反照率相对要低。同样天然气溶胶（如浮尘）也会反射太阳辐射。生态系统通过蒸散、云层形成、水分的再分配或再循环以及区域性的降水格局来影响气候状况。同时，它通过与大气净化过程（既是空气污染物的汇，同时也是生物燃料燃烧后产生的微粒等污染物的源）之间的相互作用以及通过养分的再分配（如氮沉降、二氧化碳和灰尘的施肥效应），来影响空气的质量。

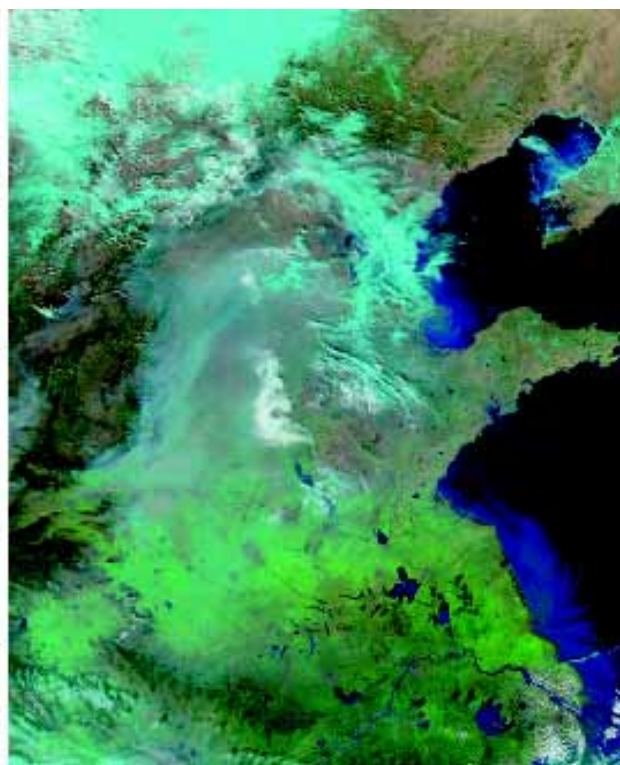
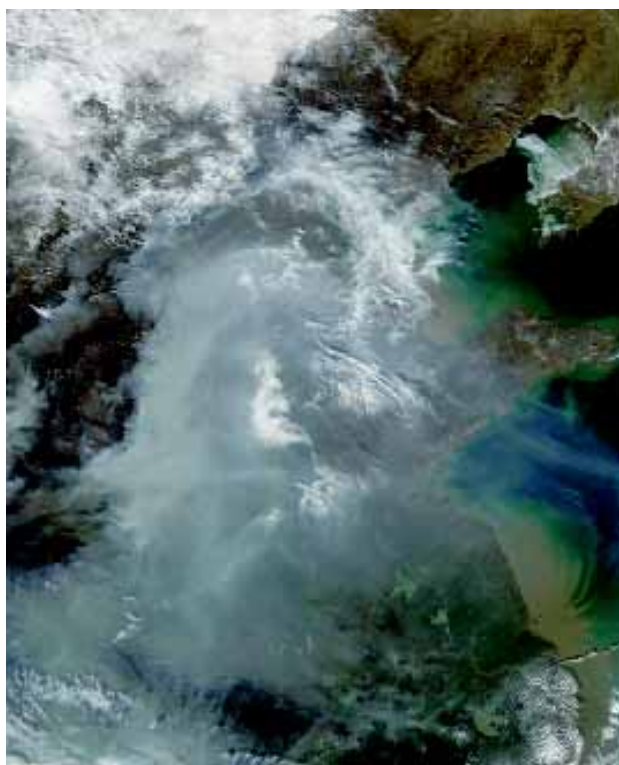
预计今后气候变化对人类健康的危害将会加大（C13，R16）。目前全世界范围内每年约有70亿t排放到大气中的CO₂是由人为活动所引起的。在过去的一二十年间，温带地区的人工造林活动以



这是一张从临近一个街道旁的一个滤光器中取样的颗粒物质的电子显微照片。可以看出，柴油煤烟（小的灰色部分）是样品中的主要成分，盐和矿物质分别呈蓝色和粉红色晶体状。

及农业生产方式的转变，已增强了全球吸收 CO_2 的能力，但仍不足以抑制气候变化的进程。因此，减少人为的碳排放，对于减缓气候变化起着至关重要的作用。同时，增强或者维持生态系统吸收碳的能力也同样极其重要。

生态系统管理具有改变众多温室气体的浓度的潜能，但与今后这个世纪中化石燃料排放温室气体的潜在增长速度[按照政府间气候变化委员会（IPCC）——设定的情景所预测的结果]相比，生态系统管理的这种潜力可能相对较小（确定性高）（C13）。森林在其活跃的生长期间，是陆地生态系统中捕获 CO_2 （引起全球变暖的温室气体中最主要的成分）最为有效的生态系统。不过，要让这些森林真正成为有效的碳汇，必须使其保存完好。通常而言，一旦某处的森林遭到砍伐，替代它的其他土地利用方式所捕获和储存下来的碳含量，普遍不到以前森林所吸收碳含量的 1/2。



照片来源：美国 NASA-Goddard 航空飞行中心 / NASA 地球观测中心快速反应团队

空气污染不仅仅影响人类健康，它还会减少农作物所能获得的光照量，从而使农作物减产。上图左方一张类似数字照片的卫星影像图所显示的，是 2005 年 2 月 28 日笼罩在中国华东地区长江以北农业地区上空的浓雾的原色影像。右方的卫星影像图利用短波和近红外线观测技术，显示了该地区（长江沿岸）浓雾之下的冬季绿色作物（主要是冬小麦和水稻）的影像。当水中的沉积物含量较高时，水呈深蓝或明蓝色。

2. 过去生态系统发生了怎样的变化？它对人类健康造成了何种影响？

在 20 世纪后半叶，全世界生态系统的结构和功能发生变化的速度，超过了以往人类发展史上的其他任何同一个时期。目前人类正在从根本上、并在很大程度上是以不可逆转的方式改变着地球的生物多样性，导致了生物多样性的巨大丧失。而人们对生态系统所做出的改变，绝大部分是为了满足人类对食物、水、木材、纤维和燃料的急剧增长的需求。

- 自 1950 年后的 30 年间，人类所围垦的农田的面积超过了 1700—1850 年的 150 年间所围垦的农田的面积 (C26)。目前垦殖系统（即景观中至少有 30% 的面积为农田、轮作区及有限的家畜养殖或淡水养殖区）的面积占据着全球陆地表面面积的 1/4。
- 在 20 世纪的近数十年间，全世界范围内约有 20% 的珊瑚礁丧失掉了，另有 20% 的珊瑚礁出现了退化。
- 自 1960 年以来，全世界的水坝所蓄积的水量已翻了两番。而水库中所蓄积的水量是天然江河中所蓄积水量的 3~6 倍。同一时期，人类从江河和湖泊中的引水量增长了一倍，其中主要（全世界范围内的比例为 70%）用于农业灌溉。
- 自 1960 年以来，陆地生态系统中的活性（生物可吸收的）氮通量增长了一倍，活性磷的通量则增长了两倍。
- 自 1750 年以来，大气中的二氧化碳浓度已增长了 32% 左右（从 1750 年的 280ppm 增至 2003 年的 376ppm）。

从总体来看，近几十年来全世界生态系统所发生的变化给绝大多数的国家带来了显著的利益 (C5)。生态系统所出现的众多重大变化，在满足人们对食物和用水日益增长的需求方面，确实起到了不可或缺的作用，促进了全世界营养不良人口比例的减小和人类健康状况的改善。不过，为实现这些增长所造成的代价也日益明显，具体表现形式为：众多生态系统的服务功能出现退化；生态系统出现巨大的、非线性变化的风险加大；部分地区的贫困程度进一步恶化；不同人群之间的不平等和不公平现象日益加剧。



生态系统服务的组分、功能和流量变化影响人类福祉。通常，为实现某个特定的目标（如食物和木材生产或防洪）而对某个生态系统进行管理，往往会使其其他的生态系统服务出现变化。但是，目前我们在制定规划的过程中并非总是将这些变化考虑在内，而这些变化有时会对人类健康造成重大影响。

相比之下，贫困人口更容易受到局地 and 全球性环境变化给人类健康所带来的负面影响；而富裕人口对全球生态系统所施加的压力相对更大，但所受到的不利影响相对更小 (R16)。目前贫富人口在获取生态系统服务方面存在严重的不平等现象。这些生态系统服务的状况与人口收入、健康和安全等决定人口贫困程度的其他要素和因素之间存在十分紧密的联系。从局地范围来看，人口贫困以及贫困人口难以安全有效和可持续地获取到生态系统服务，将会导致当地的环境退化，从而危及人类健康。同时，贫困人口往往生活在更易受传染病和其他疾病影响的环境中，并且缺乏预防和应对疾病的相关资源。而富裕人口由于有能力从其他地区引入所需要的资源，并能将健康风险转嫁给其他地区，因此可以减弱生态系统退化给他们的健康所带来的不利影响。

受生态系统变化和生态系统服务退化不利影响的众多人口和地区，很容易遭受进一步的损失，并且缺乏应对的能力 (C6)。人类对生态系统及其服务功能的改变程度，将决定这些人口和地区遭受的威胁程度及其脆弱性。环境所出现的同样变化，根据依存于环境的这些社会系统和生态系统受

影响程度的不同，所产生的后果也将大相径庭。比如，由于生态系统变化引起疾病爆发和复发的情况，既可能发生在发达国家，也可能发生在贫穷国家，甚至可能发生在任何一个地区。不过，生活在热带地区的人口由于被这些疾病传染的机会更大，并且更缺乏相应的资源来应对这些地区生态系统的变化以及疾病爆发，因此今后受生态系统变化影响的可能性更大（R16）。这些脆弱性高的群体包括那些对生态系统服务的需求量已经超过供应量的人口，如那些缺乏充足而安全供水的人口，或者那些生活在农业产量不断下降地区（包括非洲的众多地区）的人口。

随着生活在极易遭受极端气候事件或自然灾害威胁的生态系统中的人口（如生活在容易受到洪水威胁的沿海低洼地带中的人口以及生活在易受旱灾威胁的旱区生态系统中的人口）数量的增长，人们应对自然灾害的脆弱性也随之增加。正因如此，在过去的40年间，遭受自然灾害影响并要求国际援助的人口数量已翻了两番。此外，如果社会系统或生态系统的自恢复力降低的话，人类应对自然灾害的脆弱性也将加大，其原因包括：抗旱作物种类的丧失、农耕专业技术的丧失，以及提供有利于保护当地人口的环境管理和公共卫生服务的机构能力的丧失。

从以往来看，由于富裕人口对生态系统服务的需求出现了增长，贫困人口更大程度地丧失了获取生态系统服务的权利（C6，R19）。沿海栖息地主要是用来满足当地人口的食物和生计需求，但它们往往被围垦为集约化的水产养殖场，这些养殖场所饲养的虾类和鲑鱼又主要面向出口市场。因此，尽管部分沿海居民可以从这些企业中获得就业和创收的机会，但其他沿海居民可能再也无法得到价格低廉的蛋白质或其他生计来源。此外，很多存在过度捕捞问题的地区同时也是收入较低、食物短缺的地区。比如，很多西非国家都拥有捕捞能力很强的大型远洋捕鱼船队。这些捕捞上来的鱼绝大部分出口或直接运到欧洲，而给当地人口的营养需求所带来的直接利益少之又少。

1985—1997年间，世界贫穷国家（不含中国在内）的人均鱼类消耗量出现了下降（C18）。在部分地区，鱼的售价增长的幅度超过了整个生活费用增长的幅度。目前，鱼制品的国际贸易量很大，出口国主要是贫穷国家（贫穷国家出口的鱼制



品约占全世界鱼制品总出口量的50%)和南半球的国家，而进口国则主要是欧洲、北美和东亚地区的国家。

那些在实现联合国千年发展目标方面面临最大挑战的地区，往往也是那些在获得生态系统服务的可持续供应方面面临最大问题的地区（R19. ES）。这些地区主要分布在广袤的旱区，在这些地区中，人口增长和土地退化的双重压力，使得生活在这里的人口日益容易遭受经济发展变化和环境影响。在过去的20年间，这些地区森林和土地退化的比例，也是全世界范围内最高的。

目前全世界有10多亿人的人均日收入不足1美元，其中绝大部分生活在以农业、畜牧业和狩猎为生的农村地区（R19）。尽管富裕人口相对不会受到部分生态系统服务变化的不利影响，但他们对这些生态系统服务的滥用往往会直接危及到贫困人口的生存。生态系统的状况对于贫穷国家人口的福祉有着相对直接而明显的影响，这一点从非洲撒哈拉沙漠南部地区和亚洲地区的婴儿死亡率等人

类福祉指标，与这些地区的生态系统类型之间存在紧密联系就可以得到印证。相反，在经济合作与发展组织等收入较高的社会中，生活在各种类型的生态系统中的人口的婴儿死亡率则几乎没有多大的差异（C16）。

人类福祉水平的下降，往往会加大人们对生态系统服务直接依赖的程度，由此对生态系统造成的额外压力，可能进一步破坏生态系统提供各种基本服务的能力（SG2）。随着人类福祉水平的下降，人们以可持续方式来调整对自然资源利用的对策就会相应减少。这样将加大对生态系统服务所施加的压力，并可能引起贫困程度加剧以及生态系统服务功能进一步退化的恶性循环。

在各国内部以及世界范围内，贫困问题始终是导致人口营养不良的根本性决定因素，也是造成人们由于难以获得安全的水、难以得到改善了的卫生设施以及其他公共服务而患病的一个根本性因素（R16）。目前全世界营养不良的人口中有90%以上生活在贫穷国家（C8）。南亚地区和非洲亚撒哈拉地区是世界上营养不良人口数量最多的两个地区，也是人均食物产量远远低于世界平均水平

的两个地区。

贫困和饥饿往往迫使贫困人口迁往土壤肥力差、易受干旱影响的地区，或迫使他们迁往城市中的贫民区（R16）。目前，全世界约有10亿人口的农田因土壤侵蚀、水涝或盐化而发生土地退化，他们的生活也因此受到影响。在非洲，土壤侵蚀造成了该地区粮食作物的大幅减产。

在非洲、亚洲和拉美地区，25%~50%的人口生活在城镇周边地区的简易或非法居所中，这些住处缺乏或根本没有公共服务设施，也无法有效地控制污染或遏制生态系统退化（C7）。在世界上的很多国家中，当地或地区性的管理机构只向能提供房产证明的住所提供用水和卫生服务。在向城市贫民区和城镇周边地区的住处供水和提供卫生服务方面，目前还存在以下这些问题，如：这些住处与现有的用水和卫生设施网络相距甚远；开发必要的基础设施成本较高；这些简易和非法住处数量快速增加并且盲目发展；除非全部由政府提供补贴，否则很多家庭无力支付开通的费用或每月的使用费。



非洲、拉美和亚洲地区城镇化的盲目快速发展，已导致这些地区生态系统的退化以及环境污染的加剧，从而对这些地区人口的健康造成了不良影响。

3. 今后生态系统可能出现怎样的变化？这将对人类健康造成什么影响？

人与生态系统之间的相互关系是一个在尺度上快速发展，动态的相互作用的关系。尽管目前我们对人与生态系统这种相互关系的认识程度正在不断深入，但如果要对两者之间近期到中期的相互关系进行预测，其中还存在很多的复杂性、不确定性、突发性以及挑战。在存在诸多变化因素的前提下，“情景途径”无疑是一种有效的探究手段。

MA 设定了 4 种未来情景，分析了驱动力、生态系统、生态系统服务以及人类福祉今后可能出现的变化状况。这 4 种情景分别是：(1) **全球协同**：全球驱动的发展模式，强调经济发展、社会责任和社会公共产品的获取；(2) **实力秩序**：以区域性发展为主，强调地区安全和经济发展；(3) **适应组合**：以区域性发展为主，强调局地适应以及灵活的政府管理；(4) **技术家园**：全球驱动的发展模式，强调科技创新以及绿色环保技术（有关这 4 种情景的总体描述，详见专栏 3.1）。需要指出的是，这些情景并非是用来探究生态系统服务所有可能出现的未来状况。我们还可以设定出其他一些情景，这些情景对生态系统及其服务和人类福祉未来状况的描述可能更为乐观，也可能更为悲观。

MA 采用定量模型和定性分析两种手段来设定上述这些情景。对于某些驱动力（如土地利用变化和碳排放）和某些生态系统服务（如供水和食物生产），我们采用已建立的、经过独立专家评估的全球模型来进行定量预测。针对其他一些驱动力的未来变化状况，我们采用的是定性估算的方法。比如，经济增长以及技术革新的速度、生态

系统服务供应状况（尤其是支持服务——如土壤形成和文化服务——如休闲娱乐）的变化，以及人类福祉指标（如人类健康和社会关系）的变化速度等，采用的就是定性估算的方法。总体来讲，这些情景中所使用的定量模型只能适用于那些渐进的变化，但不能用于具体说明变化的临界状态、极端气候事件的危害以及那些巨大的、代价极其高昂的或者不可逆转的生态系统服务变化所带来的影响。这些现象只能通过定性分析的方法，来阐明各个情景中生态系统出现巨大而不可预测的变化，以及由此可能带来的危害和影响。

MA 利用这些情景，可以探究未来世界竞争的复杂性和丰富性。由于我们目前在数据和假设方面存在一些局限、不确定性以及不足，加之这些不同的数据和假设之间的相互关系错综复杂，因此，如果我们要对各种驱动力的变化对人类健康所造成的影响进行准确的模拟，可能还需要假以时日。MA 设定这些情景的主要目的，是为了利用当今所能获得的最佳证据，来评估生态系统服务今后可能出现的变化状况及其与人类福祉（包括人类健康在内）之间的相互关系（见专栏 3.2）。

在人类以往制定的全球情景中，很少有将人类健康变化指标考虑在内的。目前，预测人口未来健康状况的模拟技术仍处于初期开发阶段。不过，MA 利用其所开发的定量模型，对决定人类健康的一些关键指标，如全球总人口量、各地区人均对水和食物的获取量等，进行了定量估算。但与未来人类健康有关的其他因素则仅限于定性评估。

专栏 3.1 情景设定

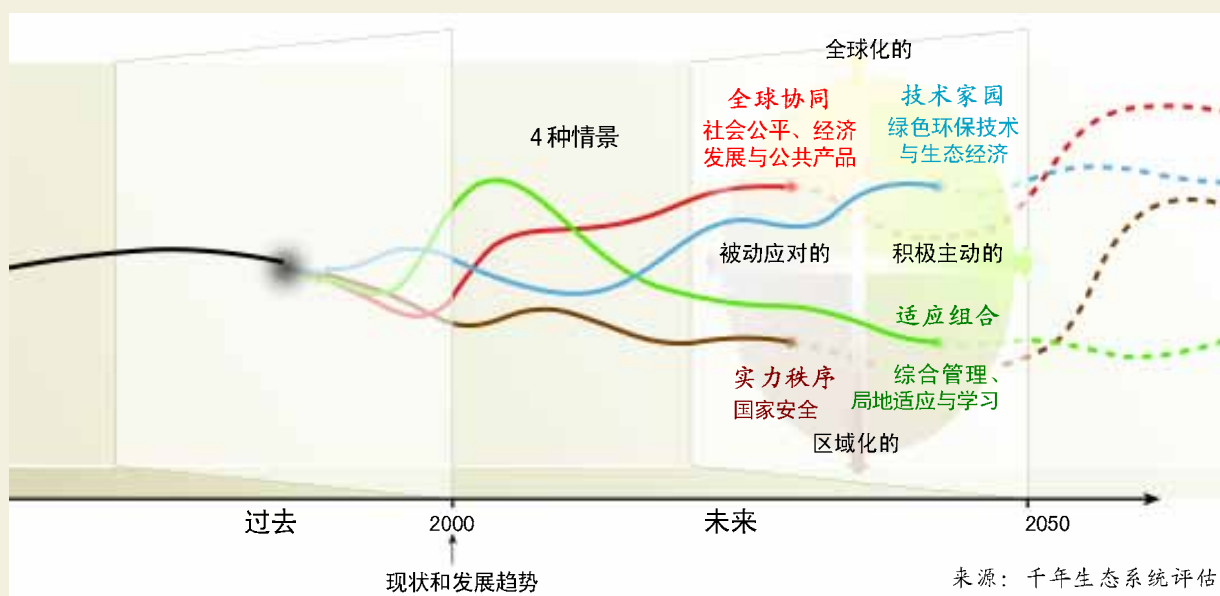
所谓“情景”，是指用文字和数字对未来可能出现的情形进行的相关描述（S2）。它们并非预测、预言，通常也不是既定可能发生的状况。MA 设定的情景也是如此。设定情景的目的是为了力图预见未来的发展路径，包括关键的不确定因素和阈值。同时也尽量提出问题、拓宽思路并阐明关键的问题，以便为制定更为科学合理的决策提

供支持。

此前有关学者设定的全球情景主要侧重于社会经济和部分环境驱动力，但普遍忽略了生态和健康这两个重要因素。而历时数年，经过多次反复所开发出来的 MA 情景，在其定量模型和定性描述中均明确地考虑到了生态变化的因素（S3）。此外，在 MA 的情景中着重对人类未来的健康状况做

出了评估。

设定未来情景的理论基础是有关主要驱动力及其相互关系的一系列紧密相关的假设。这些未来可能出现的情景要受到诸多因素的限制，这些因素包括：物理规律、经济学原理、人口增长惯性、技术和社会演变以及适应的潜在速度。



来源：千年生态系统评估

千年生态系统评估所设定的情景

千年生态系统评估（简称“MA”）共设定了4种情景，来探究生态系统与人类福祉在未来可能出现的状况。这4种情景分别包含两种不同的全球性发展路径（即全球化与区域化的社会经济发展路径），以及两种不同的生态系统管理途径（即被动应对和积极主动的管理途径）。在被动应对的生态系统管理途径中，环境问题只是在明显暴露后才得到应对。而积极主动的管理途径的目的是为了维护生态系统服务的长期功能。具体而言，设定这4种情景的目的，是为了探究2050年前全球社会可能发生哪些不同的转变状况。

- 采取被动应对生态系统管理途径的全球化世界；强调公平公正、经济增长，以及基础设施和教育等公共产品（也称之为“全球协同”）；
- 采用被动应对生态系统管理途径的区域化世界；强调地区安全和经济增长（也称之为“实力秩序”）；
- 采用积极主动生态系统管理途径的区域化世界；强调局地适应和学习（也称之为“适应组合”）；

- 采用积极主动生态系统管理途径的全球化世界；强调绿色环保技术（也称之为“技术家园”）。

MA 设定的情景以 2050 年前的状况为主，不过也包括部分本世纪末前的有关情况。

全球协同

该项情景描述了一个全球化的社会，在该社会中，政策改革强调全球性贸易和经济自由化，并以此来调整经济和政府管理的结构。它同时强调创建有利于公平参与以及公平获取产品和服务的市场。这些政策改革，连同在全球公共卫生健康方面的大力投资以及全球范围内教育水平的提高，通常会促进经济的增长，并使众多人口摆脱贫困并进入不断扩大的中产阶级群体。在这个全球化的未来情景中，国际性机制能有效地应对气候变化和捕鱼量下降等全球性环境问题。

不过，在该情景中采取的是被动应对的生态系统管理途径。人们往往认为，生态问题通过政策改进和技术进步可以得到解决。然而，人们对环境问题严重性的低估，将加大出现生态和社会突发事件，如新兴传染病和大范围冲突的风险性。在该项情景下，整个世界，尤其是发展中国家人口的健康状况将得到显著改善；工业化国家和

发展中国家的收入都将会增长；人均食物产量将得到提高，营养不良儿童的比例将从现有的 30% 以上降至 20%；此外，营养不良儿童的绝对数量也将下降。在 MA 的所有 4 种情景中，该情景下的世界总人口增长率是最低的。同时，由于贫困人口将逐步提高他们的生活水平、受益于更好的管理方式，加之其子女面临的机会增多，因此人们受到艾滋病、疟疾、肺结核和抑郁症等疾病的困扰将会减少。在该情景下，疫苗的开发和发放得到改善，将使人们更好地应对流感的再次袭击。而包括疫苗注射在内的公共卫生健康措施，将最大限度地减小 SARS 等其他新发疾病的影响。此外，全球性的卫生健康机构将得到更好地资助，区域性的卫生健康能力，包括主要的保健、实验室和医院的能力也将得到提高。行之有效的食物救济计划，将会充分解决某些地区食物产量不足的问题。

从不利方面来看，人口营养的增加以及强调公共卫生健康的市场化，可能增加世界各地肥胖症和 II 型糖尿病的发病率。糖尿病初期出现的并发症以及癌症患病率的潜在增加，可能给公共卫生健康服务造成严重的压力。

同时，气候变化失控等消极生态突发

事件的严重程度，可能达到足以对人类健康，包括对基础设施和经济发展状况造成严重破坏的程度。公共卫生健康要保持良好所必需的诸多外部环境条件也可能恶化。比如，发展中国家中微生物对水的污染给人类健康带来的负面影响，可能比现在的影响更大。持久性污染物和重金属对环境的污染，可能加大或者给人类健康造成难以预料的重危害。此外，在该情景下，很容易出现制度失效的状况，从而可能导致资源增多而分配不公平的现象愈发严重的风险。

实力秩序

该情景所代表的是一个强调地区安全和保护以及建立地区性市场的、区域化和破碎化的世界。在该情景下，政府、企业和个人针对各种可预见的威胁，包括来自全球恐怖主义的威胁均采取以自我为中心的应对策略。全球性的合作将逐步土崩瓦解，经济、社会和安全机制将更加地区化。科学交流和文化交流将减少。世界各国及其决策者的决策均以自身短期利益出发，并将这种战略视为应对经济不安全问题以及其他各种不稳定因素的最佳防范工具。在该情景下，人们普遍更加重视地区安全问题和其他挑战，而将环境问题视为相对次要的议题。此外，人们还认为人类有能力依靠技术创新来解决当前面临或即将面临的各种环境问题。工业化国家将某些发展中地区视为无足轻重、秩序混乱的地区，认为没必要在这里对其社会经济和政策方面进行长期、大量的投资。

在该情景下，各国在人力资本方面的投资将是MA的4种情景中最少的。贫穷国家在改善人们的健康状况方面将面临极大的障碍。对于良好的政府管理发挥关键作用的各种制度，仍将处于极为薄弱的状况，从而使贫困人口与富裕人口健康的差距进一步拉大。各种社会管理制度和政策主要受各种影响力很大的游说集团所左右，而他们仅仅关注自身的部分利益，特别是少数特权阶层的安全问题。

在发展中国家中，知识分子的英年早逝或移民，将进一步削弱这些国

家的人力资本。发展中国家和工业化国家内部及其相互之间的不平等现象将进一步加剧。在部分地区，生态系统服务的匮乏将达到临界水平，从而可能导致贫困状况加剧的恶性循环并诱发严重的冲突事件。

在该情景下，发展中国家的婴儿和孕妇死亡率仍将居高不下，孕妇因分娩异常而受感染、患癫痫症和痔瘘病的发病率也将继续保持较高水平。一些重大疾病的预防和治疗将受到忽视。人口营养不良状况在部分地区将会加重，从而进一步加剧儿童智力发育不良的状况以及疾病流行的范围。国际范围内应对因贫困诱发的疾病的努力将受到削弱。部分地区的人口贫困和人口压力问题，将迫使这些地区的人口越来越多地去接触非农业生态系统，以便获取野生动物的肉和其他森林产品，从而可能导致血色素热和人畜共患疾病更大程度的爆发。

同时，在发展中国家新兴疾病和复发疾病将十分普遍，而这些疾病几乎很少影响到工业化国家。不过，发展中国家人口健康状况中的某些方面确实将会得到改善。根据有关模拟分析结果显示，在该项情景中，今后50年间世界人口数量预计将大幅增长。不过我们对这一点存在很大的疑问。这个实例说明，由模型中的某些限制因素以及假设所推出的结果并不完全可信。

因此我们认为，在该情景下，今后世界总人口量仅仅出现适度增长的可能性更大。很多地区社会、政治和经济状况的不稳定将导致世界总人口量短期内的上下波动。同时，另外一种比艾滋病病毒更为严重的慢性疾病也有可能再由野生动物传播给人类，尽管这种可能性较低。正如艾滋病病毒一样，这种新发疾病可能起初只是缓慢地影响部分地区的人口，之后就可能快速波及到其他地区，包括工业化国家的人口。在该情景下，由于人们更加重视地区安全，将给

卫生健康的研究带来极高的机会成本。此外，来自恐怖主义的威胁加大，将使高收入阶层更为恐慌。

技术家园

在该情景下，人们将采用新型技术和市场化制度改革来解决各种环境问题。生态工程技术将代替和修复众多的生态系统服务，从而使得人类福祉的改善不再受到生态系统服务丧失的影响。随着这些变化出现的同时，生态系统服务的产权范围也将扩大，比如要求人们为其引发的污染付费，或者给通过保护关键流域等措施提供重



要生态系统服务的人们提供补偿。人们愿意维持乃至提高这些产权的经济价值，加之希望学习有关知识和获取有关信息，将由此开发出大量管理生态系统服务的生态工程手段。

替代能源开发技术的改进，将使人们更加便利地以相对低廉的价格获取到所需要的能源。而成本效益好的海水淡化技术将使目前人口稀少的沙漠地区的灌溉面积扩大，提高作物产量和食物生产能力。同时，全球人口，尤其是热带地区贫困人口的营养状况将得到显著改善，从而使社会经济发展出现良性循环。医疗技术的突破将进一步延长人的寿命，改善老年人的生活质量。人类在外科、遗传学、药理学、神经学 (nutraceutical) 和其他科学技术方面的进步将增加全球的人口承

载力。人类将开发出对很多疾病具有终身免疫力及热量稳定的单剂量口服疫苗。水污染和室内空气污染的现象将几乎完全得到消除。全社会可以利用各种新型技术更好地造福于人类，增加社会、家庭和个人的资产。

但是，如果制度完善的速度未能跟上技术进步的速度，这个极度理想化的情景可能就根本无法实现。假如出现了这种情形，很多地区的公共卫生健康状况就可能受损，各种形式的不公平现象也将增多，即使在生态系统服务产量出现绝对增长的情景中也是如此。有人可能滥用虚拟现实技术，



以各种可能剥夺人的自由权的方式来安慰和愚昧大众。人工工程技术所制造的破坏性疾病也可能被有意或无意中释放出来。造价低廉的机器人可能减少对人的危害，并替代人从事部分单调乏味的苦力活，但也会因此增加人口失业率和对人的剥削程度。如果孩子们更依恋于那些用人工技术虚拟的保姆，而不是有血有肉的人，家庭和社会之间联系的纽带也将愈加松散。此外，如果人们对那些大量的暴力和色情影像已麻木不仁并追求更大刺激的话，整个社会的伦理标准就可能遭到颠覆。

在该情景下，如果人们更多地食用热量含量高的食物，可能加剧肥胖症和糖尿病在全球范围内的流程度。技术的改进可能减少食物结构（包括

微量营养素）的多样性。如果人在年轻的时候过度惯于久坐，很少活动，可能导致整体运动协调能力较差。到了老年，由于缺乏锻炼、更加习惯久坐不动，可能使人体的健康状况进一步恶化，而那些有助于改善老年人身体健康状况的先进医疗手段对他们而言也将于事无补。某些特定毒品对人体的危害程度可能更大，并使人更容易上瘾。由于天生身体素质差而在就业和保险方面遭受歧视的现象可能极为普遍。有人甚至可能利用基因工程技术，制造出针对特定基因特征的疾病，用来进行种族灭绝或其他形式的种族屠杀。新技术也可能带来新兴疾病的产生，或者导致新兴疾病更大范围的传播，20世纪新出现的几种传染病就证明了这种情况。

适应组合

在该情景下，主要强调通过适应性管理方法学习社会生态系统方面的知识。同时力求保持人力资本、生产资本和自然资产之间的平衡。人们在自信有能力更出色地管理好社会生态系统的同时，仍将保持谦恭的态度，并积极准备应对生态突发事件的出现。政治和经济权力将下放至各地区，但各地区的具体情况将存在很大的差异。“在管理中学习（learning while managing）”的途径将被公认为是进行良好管理和解决问题的好方法。

不过，由于过分强调局地的管理，最终将导致全球性的共同问题无法得到有效的管理。包括气候变化、海洋渔业的崩溃以及污染在内的问题将会恶化，致使全球性的环境突发事件增多。全社会将逐渐意识到要应对某些问题，必须采取更大尺度的管理途径。这就需要我们从现在的与生态系统划界一致、按照政治意义划分的边界来管理的模式，转变为按照生态单元

划分的生物群落网络来管理的模式。因此，在该情景下的主要特征是更加注重区域性的发展以及文化的和社会的多样性。人们（包括少数民族人口）的身心健康将得到改善，嗜酒成性、家庭暴力、精神抑郁以及静脉注射毒品的状况将会减少。在该情景下，有关传统卫生健康体系的知识与应用将得到更好的保护。传统卫生健康体系的振兴，可能促进新型药品的商业化。人均食物供应量将会下降，这一点在非洲撒哈拉沙漠南部地区和南亚地区尤其如此。不过，通过食物更加公平的分配，这种状况可以得到一定程度的弥补。从全球范围来看，在食物热量方面摄取不足的儿童数量（不是百分比）预计2020年前将增长6%左右，不过此后就会减少。从不利的方面来看，今后全球范围内针对饥荒、流行疾病或地震等突发事件提供紧急救援的能力可能减弱。由于很多地区没有足够的专业技术人才和经济实力来开发新的技术去维持人们较高的生活水平，上述这种状况可能引起部分地区的经济发展受阻，使其贫穷程度加剧，从而出现新的恶性循环。此外，由于缺乏全球性的统一协调，可能使全球性环境协议的建立工作受阻或者遭到破坏。因此，在该情景下，气候变化和其他大尺度的环境问题可能相对更为严重，从而加剧对人类健康所造成的长期不利影响。全球范围内在多大程度上投入相关理念、技术和资本，将对人类健康状况的改善发挥至关重要的作用。如果相关专业技术不在各地区和全球范围内进行相互交流的话，那些现有的贫困地区今后仍可能长期保持贫困，并且其贫困程度还有可能加剧。

划分的生物群落网络来管理的模式。

因此，在该情景下的主要特征是更加注重区域性的发展以及文化的和社会的多样性。人们（包括少数民族人口）的身心健康将得到改善，嗜酒成性、家庭暴力、精神抑郁以及静脉注射毒品的状况将会减少。在该情景下，有关传统卫生健康体系的知识与应用将得到更好的保护。传统卫生健康体系的振兴，可能促进新型药品的商业化。

人均食物供应量将会下降，这一点在非洲撒哈拉沙漠南部地区和南亚地区尤其如此。不过，通过食物更加公平的分配，这种状况可以得到一定程度的弥补。从全球范围来看，在食物热量方面摄取不足的儿童数量（不是百分比）预计2020年前将增长6%左右，不过此后就会减少。

从不利的方面来看，今后全球范围内针对饥荒、流行疾病或地震等突发事件提供紧急救援的能力可能减弱。由于很多地区没有足够的专业技术人才和经济实力来开发新的技术去维持人们较高的生活水平，上述这种状况可能引起部分地区的经济发展受阻，使其贫穷程度加剧，从而出现新的恶性循环。

此外，由于缺乏全球性的统一协调，可能使全球性环境协议的建立工作受阻或者遭到破坏。因此，在该情景下，气候变化和其他大尺度的环境问题可能相对更为严重，从而加剧对人类健康所造成的长期不利影响。全球范围内在多大程度上投入相关理念、技术和资本，将对人类健康状况的改善发挥至关重要的作用。如果相关专业技术不在各地区和全球范围内进行相互交流的话，那些现有的贫困地区今后仍可能长期保持贫困，并且其贫困程度还有可能加剧。

3.1 影响人类未来健康变化状况的关键驱动力及其他因素

按照MA的定义，“驱动力”是指直接或间接引起生态系统变化的自然或人为因素(S7)。所谓“直接驱动力”，是指直接影响生态系统过程的驱动力。主要的直接驱动力包括气候变化、植物养分利用的变化、土地利用管理及其变化、疾病和外来入侵物种。所谓“间接驱动力”，是指通过改变一个或多个直接驱动力来间接影响生态系统过程的驱动力。间接驱动力包括人口、经济、社会政治、科学技术、文化、生活方式以及宗教等方面的因素。

人口数量日益增长以及经济发展不断加快，是引起生态系统服务消耗量增加以及生态系统所受压力加大的主要原因(SWG)。生态系统所受压力的程度，取决于诸多人为因素和生态系统因素。这些人为因素包括：人口、技术、行为、政策和文化因素。不过，生态系统所受的压力很大程度上也取决于生态系统本身的自恢复力。在某些情况下，采取自然保护措施，有可能减轻对那些被视为已接近临界状态的生态系统的人为压力。而在其他一些情况下，即便生态系统的压力只是小幅增大，也可能导致生态系统出现难以预料的非线性的不利变化，比如导致某海洋渔业或某个珊瑚礁生态系统的崩溃。

3.1.1 直接驱动力

引起生态系统变化的直接驱动力的状况因地而异。现有的和预计的主要直接驱动力包括气候变化、土地利用变化、养分富集、外来入侵物种、捕鱼活动以及江河的改造、取水 and 污染(SWG)。MA提出的情景显示，在21世纪上半叶，影响生态系统及其服务的直接和间接驱动力的类型大部分仍将与20世纪后半叶保持一致。不过，不同驱动力的相对重要性将开始发生转变和变化。比如，随着全球总人口量接近最高值，全球人口的增长速度预计将会逐步减缓，因此人口分布状况的改变将成为一个相对更为重要的直接驱动力。同时，预计到本世纪末，气候变化及其影响可能成为引起生态系统及其服务发生变化的一个极为重要的直接驱动力。

3.1.2 间接驱动力

预计到21世纪末前，世界总人口量可能接近100亿(S7)。20世纪60年代后期，世界总人口年增长率曾一度攀升至2.1%，2000年这个比率降至1.35%，世界总人口量达到了60亿。预计今后数十年内，全世界增加的人口将主要集中在非洲撒哈拉、南亚和中东地区的极度贫困的城镇社区。预计在本世纪内，世界各地的人口将出现老龄化，工业化国家人口的老龄化比率最高，而部分发展中国家的老龄化比率也可能出现很快的增长。

在有可靠数据的过去200年间，人类对生态系统服务消耗量的总体增长速度超过了生态系统生产过程生产率的增长速度，导致全球物质和能源消耗量的绝对增加(S7)。这表明，在现实生活中，经济增长往往会带来对能源和物质消耗量的增加。

在MA设定的4种情景中，2000—2050年间全世界的人均收入增长率预计将在200%~400%之间(S7)。人均收入的日益增长，预计将进一步增加全世界大部分地区对能源和物质的人均消耗量。做出这个预测的前提是假设相关的社会生态系统能够提供充足的公共事业服务和生态系统服务，可以满足人口增加以及经济发展对食物和其他方面的要求。但是，如果我们的技术和文化不发生重大变革的话，生态系统受到的压力可能继续加大。比如，随着收入的增长，人们对食物中蛋白质含量的要求往往就会增加。



UNEP/TopFoto.co.uk UNEP/Lee Chui Yee/TopFoto.co.uk



城郊住宅开发取代了以前的热带天然林。

3.2 生态系统未来可能出现的变化状况及其对不同行业和地区中人类健康的影响

在MA提出的各种情景中，在21世纪的上半叶，人类对生态系统的快速围垦现象预计仍将持续下去（S9.ES）。生态系统遭受围垦的速度，很大程度上取决于未来发展的情景模式，尤其是人口、经济发展和技术的变化状况。只有在农业生产率日益提高，肉类消耗量相对减少、人口增长速度也相对放缓这样的未来发展情景模式中，土地才能得到最大限度的保护。

在MA的所有4种情景中，预计驱动力今后所出现的变化状况，将导致生态系统服务消耗量的显著增长、生物多样性的持续丧失以及部分生态系统服务功能的进一步退化（SWG）。

- 预计在今后50年内，人类对食物的需求量将增长70%~80%，人类对水的需求量将增长30%~85%。在MA的所有4种情景中，发展中国家的江河引水量将大幅增长，不过经济合作与发展组织成员国的江河引水量预计将会减少。此外，食物安全的目标在2050年前将无法得以实现。儿童营养不良的状况将难以得到消除。预计在2050年前，栖息地的丧失和其他生态系统变化将导致全球范围内本地物种多样性的降低。
- 在针对环境问题采取被动应对途径的未来情景中，淡水资源提供的服务（如水生栖息地、鱼类养殖以及家庭、工业和农业用水）将严重

恶化。在针对环境问题采取相对积极主动途径的未来情景中，尽管淡水资源提供的服务功能的退化程度相对不太严重，但仍然比较明显。

在MA设定的各种情景中，非洲撒哈拉沙漠南部地区、中东和南亚等地区被确定为人均生态系统服务功能退化尤其快速的“热点”地区（S9）。今后，非洲撒哈拉沙漠南部地区的江河引水量可能快速增长，因而要求政府必须空前加大在新建水利基础设施方面的投资。在部分情景中，江河引水量的快速增长将会导致未经处理便流入淡水系统的回流量同样快速增长，由此可能危及公共卫生健康以及水生生态系统。该地区不仅可能会出现农业集约化程度更高的状况，同时，农业用地会进一步扩大，侵占更多的未开垦的土地。农业集约化的加剧将会导致地表水和地下水的污染程度进一步加重。而在南亚地区，生态系统所受的严重压力可能引起该地区社会政治局面的崩溃、破坏该地区人口的福祉及其经济发展。

旱区生态系统的荒漠化或者土地退化，预计将对这些地区的人类发展造成尤其严重的威胁（C22）。土地退化是指由于土壤侵蚀、植被变化以及盐化和流沙等过程造成土地初级生产力丧失的状况。估计当前约有10%~20%的旱区土地受到一种或多种形式的土地退化的影响（确定性中等）。以下这些状况，包括现有的低水平人类福祉（贫困率高、人均国内生产总值低以及婴儿死亡率高）、数量众多且日益增加的农村人口、旱区环境状况的高度变异性、当地人口对生态系统服务变化的高度敏感性，均意味着土地的持续退化可能对大量人口的福祉造成严重的负面影响。

MA的各种情景显示，旱区生态系统服务尤其容易受到由于气候变化、水资源匮乏以及过度利用导致生态系统服务持续大幅减少的影响（S.SDM）。其中，最容易受到影响的旱区是在非洲撒哈拉沙漠南部地区和中亚地区。为居住在脆弱性较高的旱区中的人口提供食物和水资源方面的补偿，可能带来一些意想不到的负面影响，使这些地区的生态系统服务在今后有可能出现更为严重的崩溃局面。局地适应和自然保护措施可以减缓某些旱区生态系统服务丧失的状况，但很难从根本上扭转旱区食物生产力、供水以及生物多样性趋于丧

失的势头。

在MA的所有4种情景中，人均食物供应量预计都将出现增长，发展中国家人口的饮食结构将更加多样化（S-SDM）。不过，对于众多发展中国家来说，食品安全问题仍将难以得到解决。尽管食物供应量将日益增加（在MA的4种情景中均如此），贫穷国家人口的饮食结构也将更加多样化，但即便在2050年前儿童营养不良的状况仍将难以消除。在“实力秩序”情景中，2050年前全世界营养不良儿童的人数将是最多的——估计将在目前的约1.7亿的基础上增长至约1.8亿。

在人类健康前景更为看好的未来情景中，营养不良儿童的人数将会相对减少，艾滋病、疟疾和肺结核等流行病的发病率也将相应降低（S11）。同时，疫苗的开发和发放状况的改善，可能使人们相对更好地应对流行病疫的再度爆发，而各种有组织的公共卫生健康措施也将使艾滋病这类新兴疾病的影响得到有效的控制。

在“实力秩序”情景中，经济发达国家和贫穷国家的人口健康和社会状况将存在很大差异，贫穷国家中可能出现经济贫困、人类健康状况衰退以及生态系统退化的恶性循环（S11）。今后，发展中国家的人口压力，以及由于当地人口营养状况得不到改善或者日益恶化，可能迫使人们更多地接触非农业系统，去觅食动物及其他森林产品。这种情形可能导致血红素热和人畜共患疾病更大程度的爆发。由于贫困迫使人们深入那些舌蝇大批滋生的地区去寻找食物，所以由舌蝇传播的昏睡病的发病率也可能增加。由于多种不同因素之



间的相互作用，可能导致一些新兴疾病的产生，如尼帕病毒就是如此（见专栏1.1）。

某些生态系统服务的丧失或者衰竭，可以通过替代品进行弥补。不过，在MA的所有情景下，越来越多的人对替代品的需求可能无法得到满足，或者可能无法避免生态系统服务衰竭所造成的不利影响（S11）。通过公共事业服务以及最新技术可以替代某些已衰竭的生态系统服务。然而在很多情况下，这只会导致其他类型或其他地区的生态系统服务遭到更大程度的开发，并且，全世界范围内的弱势群体往往更多地受到由此造成的不利影响。比如，发达国家对木材的消费需求给生态系统带来的影响，可能导致热带贫穷国家大规模地采伐森林。在其他一些情况下，供子孙后代所使用的生态系统服务的可持续性可能面临威胁（如深海捕捞就是如此）。随着世界总人口量的增长以及越来越多的生态系统和生态系统类型接近提供某些服务的能力的最大临界值，全世界范围内受生态系统服务衰竭影响的人口数量也将增多。

3.3 可能出现的阈值、系统转变或不可逆转的变化状况

人类对生态系统服务利用程度日益加大，以及绝大部分生态系统状况普遍日益退化的这两种趋势，从本质上讲是不可持续的，可能引起生态系统出现不可逆转的变化。生态系统变化一旦超过阈值，要恢复起来就会普遍地比较缓慢、代价昂贵，甚至可能根本无法得到恢复。如果人为影响导致生态系统多样性的丧失，并使其应对变化的自恢复力削弱，生态系统变化的阈值就可能进一步降低（C5）。

此前，各种生态系统及其服务已普遍出现过非线性（包括不断加快的，突发的以及潜在不可逆转的）变化（S、SDM）。通常，生态系统及其服务的变化是渐进递增的，并且很多变化都是可察觉和可预测的（至少原则上是如此）（确定性高）。不过，也有生态系统出现非线性变化乃至剧变的很多实例。在这些情况下，最初生态系统受到某种压力的影响可能逐渐发生变化，直到达到某个临界点后，生态系统就会出现相对快速的变化，同时转变为另一种完全不同的状态。某些非线性变化可能非常巨大，并将对人类健康造成严重影响。目前人类在预测某些非线性生态系统变化方面的能力正得到加强。不过，对于绝大部分的生态系统来讲，尽管现代科学往往能告诫人们那些可能导致对生态系统压力加大的非线性变化的潜在危害，但它仍无法准确地预测出生态系统将出现非线性变化的阈值。

非线性生态突发事件包括反常气候变化、荒漠化、捕鱼业崩溃、富营养化和重大疾病。不利的非线性社会突发事件包括严重的冲突、政府管理失灵，以及不断增多的原教旨主义和民族主义。其他各种相互关联的不利突发事件也可能出现（S11）。比如，由于严重的气候变化、制度失效以及土壤日益遭到破坏所引起的大范围的食物安全问题，可能加剧贫富不平等的现象，并诱发大范围的冲突事件。其他类型的生态系统服务的大量丧失，尽管单独比较起来相对不太严重，但也将

对人类健康造成不利影响。其总体可能造成的影响程度将介于中等到严重之间。同时，它们总体影响程度的大小还将取决于社会系统和生态系统的自恢复力的强弱程度。如果社会系统和生态系统的自恢复力受到削弱，它们所造成的总体影响程度就将加大，并可能导致影响更为严重的恶性循环，从而给人类健康带来巨大的危害。

在MA的各种情景中，人类福祉受生态变化突发事件、社会变化突发事件以及其他非线性突发事件的影响程度存在差异（S11）。具体表现为在出现非线性变化的可能性、社会为迎接这些非线性变化的准备程度以及出现这些变化后社会的应对能力方面各不相同。人力资本和其他形式的资本充足，并不一定能够确保社会能够做好充分的准备，某些情况下还可能使人掉以轻心。在任何一个未来情景中，非线性变化的可能性、社会的准备程度以及社会系统的自恢复力之间相互作用，将决定非线性突发事件对人类福祉的总体影响程度。在“实力秩序”情景中，人类福祉受非线性社会突发事件和生态突发事件的影响程度最大。在其他情景中，尤其是在“适应组合”情景中，如果突发事件的类型及其尺度不同，它们对人类福祉造成的影响程度也将随之产生差异。在“全球协同”情景中，与非线性社会突发事件相比，非线性生态突发事件对人类福祉的影响程度更



荒漠和旱区中的农业试验。

大。

4. 必须采取哪些措施来应对生态系统变化对人类健康的影响？

一般而言，我们有两种基本策略来避免生态系统遭到破坏后可能诱发的疾病和其他危害。一种策略就是预防、限制或者应对环境破坏的状况（也叫“缓解策略”）；另一种策略就是做出必要的改变，使个人和大众避免受到生态系统变化的影响（也叫“适应策略”）。由于第一种途径并不完全针对人类健康，并且在MA的其他各个报告中均有详细的分析，因此我们在此不再对该途径进行详细的阐述。在本章节中，我们将首先列出有利于降低人类对生态系统变化影响的脆弱性的各种方法。不过，我们将重点描述那些用来降低人类的脆弱性的措施，与那些用来保护环境的措施之间的相互关系。在很多情况下，其他类似的措施既能起到降低人类脆弱性的目的，也能起到保护环境的目的。不过，在那些更关注疾病的严重爆发等当前问题的地区，如要推动需要长远目光的可持续发展战略以及环境管理战略的实施，其难度可能要大得多。在此情况下，联合国千年发展目标为我们提供了一个国际性的行动框架。

4.1 降低脆弱性

要认识生态系统变化对人类健康潜在的负面影响，必须首先考虑两个密切相关的问题：即人类健康现有的脆弱程度以及人类未来的适应能力（R16）。在很多情况下，对人类健康造成威胁的各种因素（如贫困和疾病的严重影响）同时也会损害人类未来的适应能力。例如，在非洲地区，艾滋病是阻碍该地区各种发展计划（如重点针对土地的可持续利用、生态系统保护以及减轻贫困的发展计划）的一个主要因素。

那些无法适应变化或不愿适应变化的大众群体、子群体或社会系统，其脆弱性将会增大（R16）。部分子群体由于缺乏物质资源、相关信息、公共卫生基础设施，同时由于缺乏有效的政府管理和民间管理机制，因此可能丧失自我适应的能力。要使干预措施具有很强的针对性，必须让在人口数量或地理位置方面面临最大威胁的子群体认识到是哪些因素导致他们容易受到影响，以及哪些因素在特定的时间和背景下可能发生改变。个人、集体以及地理综合因素将决定这些子群体的脆弱程度。



生态系统变化对人类健康造成的后果，很大一部分是由儿童来承担的。儿童由于饮用或利用了不安全的水源和卫生设施以及遭受室内污染而诱发的疾病，以及传染疟疾等媒介疾病而患病和死亡的比率已经较过去出现了增长。

4.2 千年发展目标

千年发展目标，是继 2000 年 9 月联合国千年首脑会议各国首脑和政府代表通过《千年宣言》后，在联合国大会上通过的。

千年发展目标的宗旨是：通过减轻贫困和饥饿以及降低儿童和孕妇的死亡率，改善人类福祉；控制和应对疾病；缩小性别差异；确保可持续发展；寻求全球伙伴关系。每个千年发展目标中又制定了以 1990 年为基准，2015 年前应实现的具体目标。但是，这些目标并不全面，况且即便所有这些目标都得以实现，也无法确保实现公平公正的可持续发展。

联合国千年项目成立了多个千年项目工作组来具体负责各个单一目标的实施，并确定实现每个目标需要采取哪些具体的干预措施。某些用来实现千年发展目标的途径可能对生态系统的状况相对比较珍惜，而其他一些途径则很可能给环境状况带来更为严重的代价 (R19)。

目前生态系统服务功能的持续退化，将严重阻碍千年发展目标的实现。预计在 21 世纪上半叶，生态系统服务功能退化所带来的危害可能严重恶化。因此，只有通过综合协同的战略，而非相互孤立的干预策略，才能最大程度地实现千年发展目标。尤其必须重视对现有垦殖生态系统的可持续的集约化，以便满足人类对食物日益增长的需求。同时，必须保护好其他一些重要的生态系统服务，如过滤和净化水的服务。要保持这些双重目标之间的平衡，对于人类来说是一个巨大的挑战，尤其当为减少饥饿必须同时应对众多社会和经济问题时，更是如此 (R19)。

作为实现千年发展目标战略中的一部分，经过改进的生态系统管理途径必须通过在局地、国家、区域和全球尺度上实施跨部门的政策、制度和投资，来应对引起环境变化的各种复杂多变的驱



拉美地区的森林砍伐。



UNEP/Bert Wiklund/TopFoto.co.uk UNEP/C. Hernandez/TopFoto.co.uk

肯尼亚的南尼亚萨干旱乡村中的农民正在学习如何育苗，以促进当地农林业的发展。

动力 (见专栏 4.1)。比如，必须同时加强在局地尺度和全球尺度上跨部门制定政策的能力，才能应对诸如气候变化和国际捕鱼量日渐衰竭等问题 (R19)。

千年发展目标 1：消除极度贫困和饥饿

子目标 1：在 1990—2015 年期间，将全世界人均日收入不足 1 美元的人口比例减少一半。《千年宣言》将全球贫困问题确定为所有全球问题中最为棘手的问题。要应对这个问题，必须首先明确人口贫困与环境状况之间存在哪些错综复杂的动态关系。各种不同的干预措施，尽管很多都对生态系统状况有影响，但也均可以用来制止人类继续陷入贫困和环境退化的恶性循环之中。比如，很多干预措施对实现千年发展目标中有关人类健康、教育以及其他方面的目标有积极的推动作用。比如，将土地或其他自然资源的使用权分配给农村贫困人口，将有利于加强当地人口保护自然的积极性、增加生产资本投资以及增强他们的生计安全。

子目标 2：在 1990—2015 年期间将遭受饥饿困扰的人口的比例减少一半。据联合国粮农组织估计，全世界每天约有 8.4 亿人口在忍受着饥饿的折磨。饥饿问题既是一个与生态系统服务相关的问题，同时又是一个经济（收入）和社会（公平和分配）问题。对于农村贫困人口来说，获得充足的食物这一点显得尤为重要。但那些旨在提高农业产量以及作物面积的干预措施，对生态系统服务存在严重的影响。在千年生态系统评估（MA）的研究成果中，我们已对以上两者之间错综复杂的动态关系进行了详细的阐述。采取何种方式管理生态系统，将对食物的获取程度及其价格产生重大影响，因而将严重影响该项子目标的实现（R19）。

千年发展目标 2：普及初级教育

子目标 3：确保在 2015 年前世界各地的儿童，无论是男孩还是女孩，都能完成初级教育的全部课程。初级教育的普及，尤其是通过增强人力资本以及加强个人和社会的能力，可能对生态系统服务产生诸多长期的积极影响。然而另一方面，受教育程度的提高，将会促进人的期望值和能力的提高，有人可能认为这样会增加人均的生态足迹，从而在短期到中期给生态系统服务带来更大的压力。但是，从长期来看，教育的普

及还是会降低生态足迹的总量。接受过良好教育的人口可能有能力更好地保护、维持和恢复基本的生态系统服务，比如通过将那些出生率依然偏高或者超过生态系统服务供给水平的乡村中的人口快速向城镇转移的方式来实现这一点。

千年发展目标 3：促进性别平等，加强妇女的能力建设

子目标 4：最好在 2005 年前消除初级和中等教育中的性别不平等现象，最迟在 2015 年前消除所有层次教育中的性别不平等现象。性别平等本身是千年发展目标中的一个基本目标，对于实现其他千年发展目标也起着至关重要的作用。在初级和中等教育中实现性别平等的日期定为 2005 年，比其他目标的实现日期提前了 10 年。在全世界 7.8 亿不识字或不会写字的成年人中，近 2/3 的是成年妇女。很多贫困人口尤其依赖于从当地获得的生态系统服务，来维持其身体健康及其他福祉要素（R19）。这一点，对于成年妇女和女孩来讲尤其如此，这是因为她们不仅往往难以获取到当地已经有限的经济资源中应得的部分，并且经常在为部分弥补当地减少的生态系统服务而提供劳务（如从距离越来越远的地方运回水和薪柴）方面，承担与其所获得的资源不成正比的义务。这种繁重的劳动影响了女孩的学业，使她们的精力和注意力受到损害。

千年发展目标 4：降低儿童的死亡率

子目标 5：在 1990—2015 年间，将全世界年龄在 5 岁以下的儿童的死亡率降低 2/3。目前尽管部分国家在降低 5 岁以下儿童的死亡率方面取得了一些进展，但全世界每年仍有 1 000 多万儿童意外死亡，并且他们几乎都生活在贫穷国家中。世界上绝大部分国家的婴儿和儿童的死亡率正在缓慢下降，但仍有少部分国家的婴儿和儿童的死亡率保持较高水平甚至出现增长的势头。其中，营养不良是导致大量儿童夭折的一个根本性原因。因而，系统地运用生态系统途径来实施千年发展目标，并且与其他目标之间开展有机的协同，通过改善母婴的营养状况，将有利于降低 5 岁以下儿童的死亡率（R19）。

此外，不卫生和不安全的环境也将危及儿童的健康。尽管传染病与生态系统及其服务之间的因果关系错综复杂，但在那些缺乏富人有能力支付的应对手段的贫困社区中，这种因果关系十分显著（R16）。饮用不洁净的水、缺乏充足的卫生用水以及难以获取所需要的卫生设施，导致每年数百万的儿童死亡，其中大部分是因腹泻过于严重而死。遭到退化和改变的生态系统，尤其是那些蓄积了大量死水的生态系统，往往成为儿童容易感染的水传和媒传疾病（如腹泻病、疟疾和登革热）的温床。儿童营养不良以及缺乏微量营养素的状况，使他们的免疫和非免疫抵抗力降低，很多儿童更容易受到传染病的影响。



千年发展目标 5：改善孕妇的健康

子目标 6：在 1990—2015 年期间，将孕妇的死亡率降低 3/4。通过提供有关其他生产方法、生前保健、营养和疾病方面的知识，增强母婴健康、促进性别平等，就完全可以降低孕妇的死亡率。此外，确保妇女能够更好地保证其生殖健康，包括获得有关计划生育的知识，可以有助于降低和减缓人口的增长率及其对生态系统所带来的压力。

千年发展目标 6：防治艾滋病、疟疾和其他疾病

子目标 7：在 2015 年前抑制并开始扭转艾滋病的传播。应对艾滋病的众多干预措施主要是医疗、教育和政治措施，而不是生态措施。减轻贫困、增强性别平等，将减少因迫于生计而进行的被动选择，如从事可能增大感染艾滋病

病毒风险的卖淫活动。在艾滋病十分严重的部分国家，如非洲撒哈拉沙漠南部地区的一些国家，艾滋病的传播造成这里的农业产量降低，从而对该地区的生态系统带来直接的影响。此外，艾滋病的传播造成生产力下降、国民经济收入和税收降低，直接影响到国民经济的发展，从而导致用来应对艾滋病的经济资源遭到破坏（R19）。

子目标8：在2015年前制止并开始扭转疟疾和其他严重疾病的发病率。目前全世界约有10亿人口生活在疟疾流行的地区，每年有100多万人口死于疟疾。在非洲，疟疾占到人口患病原因的11%（R12）。包括森林砍伐和农业



利用全球防治艾滋病、肺结核和疟疾基金（GFATM）应对重大疾病的爆发。

灌溉在内的生态系统变化，往往是导致疟疾发病率上升的主要原因。因而，采用经过改善的生态系统管理途径，以及主要和次要的预防手段，对于应对上述这个问题，发挥着至关重要的作用。对致病媒介的综合管理，可以提供在生态系统框架下的各种环境管理工具，如改善环境的工具以及生物和化学控制工具。

千年发展目标7：确保环境的可持续性

子目标9：将可持续管理的各项原则纳入国家政策和规划之中，扭转环境资源丧失的局面。现在越来越多的人开始认识到，人类社会的经济价值是由不可估量的生态系统服务提供的。随着人类经济发展所带来的生态足迹的增加，目前正在日益临近的生态系统服务功能

的丧失和退化的临界点，使人类福祉以及人类发展的可持续性面临威胁。既要保护并恢复环境的完整性，同时又要在全世界总人口量持续增长的前提下减轻贫困，这一点对于人类来说确实是一个巨大的挑战。为迎接这个挑战，可以利用一些重要的、经过改进的生态估价方法，它们可以对市场所忽视的生态产品和服务的经济价值进行更好的评估。

子目标10：在2015年前将全世界无法持续获得安全饮用水和基本卫生设施的人口比例降低一半。在20世纪90年代期间，全世界范围内能够获得更好的饮用供水的人口平均每年约新增8000万，并且同样多的人能获得经过改进的卫生设施。不过，要实现千年发展目标中的第10项子目标，还需要做出进一步的努力，争取平均每年新增1亿人口。另外，使能够获得经过改进的卫生设施的人口平均每年新增1.4亿人。在全世界的很多地区，如果在实现有关水和卫生设施方面子目标的同时不对水处理项目进行投资的话，可能危及到淡水和滨海生态系统及其提供的服务。

子目标11：在2020年前，使至少1亿居住在贫民区的居民生活得到显著改善。当前城镇化正深刻地改变着整个世界。全世界接近50%的人口生活在城镇地区，大大超过了1900年的15%。据估计，目前约有9亿多的人口生活在贫民区，约占全世界城镇总人口的1/3。在极不发达国家和非洲撒哈拉沙漠南部地区的城镇人口中，有70%多生活在类似贫民区的条件下。如果现有的趋势不发生重大变化的话，预计在2020年前这个数字将上升至20亿左右。这个问题在城镇化进程极度快速推进的非洲撒哈拉地区将尤为严峻。而贫民区往往是环境退化最为严重的地区。在这些盲目发展的城镇居民区中，水源长期遭到污染、疾病大量流行以及公共卫生健康状况恶化的状况，总是屡见不鲜。不过，该项子目标对城镇化的进程以及整个城镇人口对生态系统服务的需求所产生的总体影响不大，这是因为子目标中所针对的生活在贫民区中的1亿居民仅占全世界生活在城镇贫民区中的总人口量中一个相对很小的比例（R1）。

千年发展目标8：建立全球发展伙伴关系

子目标12：继续建立一个开放的贸易金融体系，包括致力于推动国内和国际间良好的政府管理、促进发展以及减轻贫困。全球化是一个各种进程相结合的多面体，其核心部分是世界贸易的扩大。千年发展目标旨在更好地利用全球化来减轻贫困。第8项目标是对前7个目标的补充。它要求建立一个开放、规范的贸易金融体系，并加大对那些致力于减轻贫困的国家提供的援助和债务免除力度。因此，将援助和债务免除计划与“免除债务来换取千年发展目标的实现（debt for MDG）”这个创新交换计划结合起来进行实施，存在很大的机遇（R19）。

子目标13~15：应对极度不发达国家、内陆发展中国家、小岛发展中国家以及极度负债贫穷国家的特殊需求。很多内陆国、小岛国和极度负债的国家往往缺乏基本的卫生、教育和基础设施能力，无法充分地进入区域和国际市场，从而无法从更为开放的贸易体系中实现利益的最大化。因此，必须为这些国家提供特殊的贸易优惠条件、官方的开发援助以及免除债务，以便为其新建基础设施提供资金，同时帮助它们有效地应对土地和水资源的可持续开发问题。

子目标16~18：与发展中国家和私营部门合作，应对青年人失业的问题以及人们难以获取基本的药品和难以享受到新技术带来的惠益的问题。我们在利用全球化来减轻人口贫困和实现可持续发展的过程中，必须首先考虑到它们对生态系统及其服务的影响。据近来的一项研究结果估算，如果将淡水净化、授粉、洁净空气、防洪、稳定土壤和调节气候等生态系统服务功能考虑在内的话，全世界生态系统的价值超过了全世界各国的经济价值总和（R19）。不过，对生态系统服务的认定，很少有不引起政策争论的。在力争保持人类发展目标的进展与维护生态系统服务功能之间的平衡的过程中，为了做出尽可能好的决策，必须采用更可靠的生态估价方法，以便更好地考虑到那些为市场所忽视的生态产品和服务的经济价值。

5. 如何确立应对生态系统对人类健康影响的优先措施?

5.1 在制定优先措施时需要重点考虑哪些事项? 科学在向决策提供信息方面发挥着怎样的作用?

制定应对生态系统变化对人类健康影响的优先措施, 应体现那些受这些措施影响的人口所优先考虑的事项及其价值标准 (R16)。因此, 应该由与这些价值标准相关的个人或其法定代表对采取何种优先措施做出最终的决定。通常情况下, 决策者采用各种不同的标准 (如公平问题、对稀缺自然资源的有效利用、政治上的可行性以及文化因素) 来制定优先措施。科学评估活动可以为这些决策过程提供信息支持。但是, 科学评估活动只应力争成为决策的助手, 而不能成为决策的指导, 只能向相关利益群体提供及时有用的信息, 使其能判断出应如何采取措施或者不采取何种措施才能与其优先考虑的问题保持一致。

旨在辅助决策的科学评估活动, 已直接促使决策者制定了很多使公共卫生健康免受环境危害的重大决策。比如, 在很多国家和很多情形下, 由公共卫生健康领域的学者首先评估环境中含有铅、石棉和劣质烟灰与人类健康状况之间的相互关系, 并就其对人类健康的影响达成大体一致的共识, 然后再将这些研究成果提交给决策者。他们所提供的这些综合证据, 已推动了规范环境中所含铅、石棉和劣质烟灰的有关法律的制定工作。人们在履行《关于消耗臭氧层物质的蒙特利尔议定书》过程中的经验表明, 公共卫生因素在当地决策者和相关利益群体制定应对全球环境问题的决策时也起着十分重要的作用。该经验可能有助于鼓励决策者应对其他威胁因素, 如荒漠化、生物多样性丧失和气候变化对人类健康的影响。

5.2 我们如何才能测度生态系统变化对人类健康影响的程度和分布情况?

在过去的 10 年间, 人们已开发了一些新的途径, 来评估环境危害以及其他威胁因素对人口健康状况的总体影响。如果某个方法可以用来评估生态系统改变对特定疾病发病率的影响程度, 那么它也可用来估算这种变化的总体“疾病负担



(burden of disease)”。这种评估方法被称之为“病残调整生存年(Disability Adjusted Life Years)”指标。该指标分别代表英年早逝的年份 (即实际死亡年龄与正常寿命之间相差的年份) 和残疾后继续生存的年份 (即带病生存的持续年份, 疾病的严重程度决定其时间的长短)。这种方法可以将由各种不同的原因或通过各种不同的因果路径对人类健康造成的影响进行综合的估算。比如, 气候变化对人类因传染病和营养不良而患病和死亡的影响程度, 以及自然灾害对人类健康的影响程度可以用一个“病残调整生存年”的指标来进行统一估算。这种方法可以直接比较不同的生态变化 (或其他威胁因素) 对人口健康的影响, 并为决策者制定合理的优先措施提供指导 (R16)。

必须考虑哪部分人口最容易受到生态变化的影响, 包括患病人口的年龄、性别、社会地位、种族和地区的分布状况。据 2000 年的全球估算数据, 在人口死亡率偏高的极度贫穷国家中, 儿童和孕妇因营养不良而患病的比例约占整个人口患病率的 1/6~1/4。相比而言, 儿童和孕妇受到疟疾威胁, 无论是患病还是死亡的威胁程度要大得多, 尤其当他们营养不良时更是如此。而这些国家中的老年人最容易因天气酷热而患病或死亡。

对疾病负担的评估状况，往往取决于能否获得足以反映环境变化与特定疾病的爆发之间关系的定量数据。在环境卫生领域，人们已在一些特定的或个别的人群中成功地开展了此类活动，评估了局地化的环境因素，如空气污染或者环境中含铅对人类健康的影响。但是，如果生态系统通过多个发散型的因果路径来影响人类健康的话，这种评估方法就不太适用。比如，一旦人们可获取到的淡水减少，就可能增加众多水传疾病的发病率、降低农业产量，从而对人类健康造成不利影响。然而，与上述例证相比，如果确实要就生态系统对人类健康的影响做出定量预测，其中的不确定性因素可能更大。之所以出现这个情况，是由于存在其他众多的重要因素（如作物生长期间的天气状况）以及不同的因果路径。比如，水资源的可获取性不仅可能影响植物的生长速度，同时也会影响农作物病虫害的生长速度，所有这些因素将最终决定作物的总产量。

对时间尺度的考虑同样至关重要。对因气候变化而导致人口患病的相对风险评估结果表明，如果在很多政府决策所针对的相对较短的时间尺度（至多为5年）上，与其他威胁因素相比，气候变化对人类健康的影响程度较为适中。但是，如果这种影响是按数十年的时间尺度来考虑的，那么它所产生的影响就将大得多。因此，当有远

见卓识的政策制定者在进行长期决策时，这种影响对他们来说就将具有更大的价值。比如政府在决定是否开展对城镇污水综合处理系统进行改造，或决定是否在易遭洪水淹没的地区新建楼盘这类大型投资项目时，就应考虑到它给人类健康带来的影响。这样在政府决策的过程中，就将风险转移的时间尺度从数年延长到了数十年。而仅仅关注疾病负担的框架没有考虑到环境威胁因素（这些环境威胁因素在人们获得新的有关人类健康所受影响的信息后，通过强有力的政策就可能相对容易地得到应对）与其他可能不可逆转的影响因素（如生物多样性丧失所带来的影响）之间的差异。

可以利用“疾病负担”这种评估方法，来估算和统计因某种特定的生态系统机制或多种生态系统机制对人类健康造成的影响程度。这种评估方法可以有助于政府制定应对生态系统变化的优先措施和决策。但是，由于这种评估方法无法充分考虑到各种复杂的因果路径、长时间尺度以及潜在的不可逆转性，因此只能视为整个决策参考信息系统中的一个组成部分。因此，政府在针对生态变化做出最终决策时，必须将上述这些重要的因素考虑在内（R16）。

专栏 5.1 减小生态系统变化对公共卫生服务的压力的干预措施：部分可望取得成功的对策



萨尔瓦多的疫苗接种活动

- 向“为了所有人的健康全球战略(Global Strategy for Health for All)”的实施提供技术和资金援助，包括提供卫生信息系统以及关于经济发展对健康危害的综合数据库。
- 积极呼吁向各个层次的人们提供基本的保健预防和治疗手段。评估在局地层次上提供基本公共卫生服务的状况，确保充分解决贫困人口首先面临的问题。
- 为全世界的贫穷国家提供经济上能承受的基本药品，必要的时候对多边贸易体系、国家政策以及药品供应的管理机制进行调整。
- 开展长期公共卫生和人力资源计划，培训、招聘和培养合格的医务人员。制定国际医疗卫生专业人员的行为规范。
- 加强在移民地区以及受战争、饥荒或环境退化影响人群中的公共卫生服务。
- 对大型开发项目、政策以及计划开展卫生健康影响评估，并监测人类健康和可持续发展指标的变动情况。

5.3 我们现有哪些可供选择的干预对策？

目前我们所拥有的针对生态系统变化的对策主要包括两种：一是缓解策略，即减轻或者扭转生态系统变化的程度和速度的策略；二是适应策略，即增强系统对变化的自恢复力，以便减少现有的和未来的风险并利用这些变化带来的机遇的策略（R16）。在制定有关优先措施的决策过程中，应考虑到目前能获得的有关缓解和适应两种策略可能产生何种效果的最佳证据。缓解策略和适应策略既可能是法律、经济、金融、制度和社会方面的，也可能是行为、技术或认知方面的措施和手段。它们既包括那些由受生态系统变化影响的个人和机构（如政府机构）所自发采取的对策，也包括那些由他们有计划实施（预防性）的干预措施。维护人类健康的对策往往还包括除公共卫生行业以外所采取的措施（见专栏 5.1）。

卫生行业有义务向决策者提供有关生态系统变化对人类健康的影响以及潜在干预措施的信息。在必须做出取舍时，比如必须在更有效的长期缓解策略和更快速的现时经济增长两者之间做出取舍时，政治家、监管者和公众必须认识到它们将给人类健康带来的后果。在制定优先措施时可以将由此所造成的代价纳入经济成本或其他成本之中。最理想的方式是，决策者可以优先选择一些双赢的对策。比如说，针对某些温室气体所采取的缓解措施，不仅能达到长时期降低人类受天气酷热、洪灾和旱灾等因素死亡的风险的目的，同时也能在短时期内造福于人类，降低人类因空气污染而死亡的比例。

对于每种类型的政府政策或社区对策来说，它们对人类健康正负两面的影响均可能存在（R16）。究竟这种影响是正面的还是负面的，其结果将取决于政策或规定的构架方式，以及考虑到了哪些不确定因素以及当地的具体情况。比如，全球性的贸易经济协议已大大增加了全世界众多市场中食品的数量和多样性，这一点可能有助于人类的健康。不过，在其他一些情况下，食物的全球化贸易可能已导致部分地区食物获取量的减少，以及食物安全系数的降低，从而加深了这些地区的贫困程度，并导致其公共卫生健康状况的恶化。



这是微型甲壳类动物中剑水蚤 (*Mesocyclops*) 的显微照片。人们已经在越南和亚洲其他地区发现了某些类型的中剑水蚤，它们是埃及伊蚊 (*Aedes aegypti*) 幼虫的捕食者。埃及伊蚊幼虫是登革热的主要蚊虫传媒，而中剑水蚤是这种幼虫的主要克星。

适应策略所采取的时空尺度必须符合人类健康的要求，考虑到各种社会、经济和人口驱动力因素（R16）。同时，这些干预措施应面向那些没有能力适应生态系统变化的弱势群体。要做到这一点，要求我们必须认识到是哪些人群或地区的子群体更容易受到威胁，同时也要求我们认识到是哪些因素导致他们容易受到影响，以及有哪些因素能够得到有效的、切实可行的改变。决定人们是否容易受到某种特定威胁影响的一些最为重要的因素包括：获得物质资源的程度、政府管理以及民间机构作用的有效性、公共卫生基础设施的水平、人们是否能获得相关的信息以及现有的疾病负担。在各个地区或国家中，以上这些因素并非都是一致的，相反它们在地域、人口以及社会经济方面均存在差异。

跨部门制定能够促进生态可持续发展以及应对根本驱动力的政策，这一点也是至关重要的（R16）。《21 世纪议程》和《里约热内卢环境与发展宣言》中均阐述了采用跨部门制定政策的生态可持续发展综合途径。在确定那些通过跨部门制定政策的方式可以实现的对策时，以下这些战略对人类健康有着直接的影响。

- 利用对大型开发项目、政策和计划的健康影响评估，以及健康和可持续发展指标等工具，针对人类健康采取综合应对措施。
- 将健康问题纳入《21 世纪议程》、多边贸易和



医疗人员正在对越南北部一个社区中的饮用水进行检验，看是否仍有埃及伊蚊幼虫 (*Aedes aegypti*) 存在。这是检验有关干预措施有效性的一个极为简便的办法。大规模的试验表明，通过将中剑水蚤引入该地区的储水池和储水箱中，很多地方的登革热都已得到了消除。这个实例说明，改善对媒传疾病的环境管理，不仅能够有助于人类健康，同时也能最大程度地减小人类对致病媒介过度利用化学控制手段给生态系统带来的影响。

环境协议以及减轻贫困战略等可持续发展规划中。

- 加强不同层次的政府、政府部门和非政府组织之间的合作。
- 开展国际能力建设项目，评估人类健康与环境之间的关系，并利用所获得的知识，针对环境威胁因素制定更为有效的国家和地区性的对策。
- 推广关于跨部门制定的政策有利于人类健康方面的知识和经验。

5.4 如何确定这些对策的优先措施？

在不同的管辖区域、制度和文化中，确定优先对策的过程也各不相同。MA 确定了有助于改善生态系统与人类福祉之间关系的一系列基本原则，这些原则包括：

- 利用所能获得的确切信息，分析政府政策对各种生态系统服务的全面影响（包括各种利益得失关系）。
- 尽可能地对市场化和非市场化的生态系统服务的价值进行评估。
- 在不损害效益（总体效益）的前提下，使效率

（每个单位投资的效益）最大化。

- 在成本和效益的分摊中，既要考虑公平性，又要考虑脆弱性。
- 认识到并非所有的价值都能进行量化，量化方法有可能给本身就具有很大主观性的决策过程提供虚假的客观情况。
- 提供定期的监测和评估。

利用某些定量分析工具，可能有助于优先措施的确定。在卫生行业，人们采用风险评估方法（如采用“疾病负担”这个评估工具）来估算因减轻某个特定的威胁因素给人类健康所直接带来的利益。还可以采用成本效益比分析法（CEA）来评估各种对策给人类健康带来的利益及其直接经济成本，以便选择出成本效益比最大的对策。

不过，很多政策对各种不同的生态系统服务产生影响的同时，也往往会给人类福祉的健康和非健康要素带来广泛和长期不确定的影响。在这种情况下，通过综合利用包括成本效益分析（用统一的单位，往往是统一的货币单位来评价各种不同的效益）、各种不同社会经济群体对成本和效益的分摊状况分析以及预防原则的定性分析方法，可以为决策过程提供更好的支持。

一旦决定进行干预，可以采用成本效益比的方法从多个可选方案中选出一个最佳的干预措施（R16）。目前，当区分各种干预措施之间差异的主要因素是其成本时，成本效益比这类方法被越来越多地用于制定优先的干预措施。政策制定者可以对各种对策的成本效益比（如每个病残调整生存年所造成的经济损失（以美元计价两者之间的比值））进行比较，从中选出能以某个特定的成本给人类健康带来利益最大化的那些对策。因此，成本效益比这种方法可以用来比较那些主要针对卫生领域的同类政策，以及那些在死亡人数或“病残调整生存年”指标方面具有可比性的同类政策。同时，可以对各种不同社会经济群体进行成本效益比分析，以便获得更多的关于干预措施如何才能造福于弱势群体的信息。

5.5 相关利益者和政策制定者如何参与？

要达到影响政府决策或个人行为的目的，必须首先考虑到弱势群体对威胁因素的看法。有效的风险沟通策略能使政策干预措施得到公众最大的支持力度，因而成功实施的可能性也更大。

那些很可能受到生态变化影响的弱势群体应自始至终参与整个以制定政策为核心的评估过程，而不是事后才让他们参与。社区参与整个决策过程，可以为决策者提供一些当地有关生态因素影响作用的知识，确保评估活动能有效地针对那些受影响人群最为关注的问题，并尽最大可能地使那些调整政府政策或改变个人行为的建议得以采纳。通常情况下，如果某个信息来源未得到广泛的认同，某项调整建议也不可能得到采纳。根据对社区进行的调查结果显示，社区人口对部分群体的信任度往往较高，而对其他部分群体（如政府机构）则持谨慎态度。社区往往将卫生保健服务提供者视为可信度较高的群体，从而再次印证了社

区在阐释健康的生态系统对于人类的重要性方面所发挥的重要作用。

决策过程中应最大限度地利用相关利益者和研究人员的知识和智慧。所有相关群体的参与，可以使有关研究结果的可信度更高，并能很快地投入实施。相关利益者可能拥有有关当地的专业知识，但对不同因素带来的风险的实质可能认识不够准确；而研究人员对疾病发生过程及其相应的风险的认识应该更为准确，但在如何将这些一般原理与当地实际情况相结合这一点上可能不大确定。因此，快速、准确地报告评估结果，可以纠正相关利益群体此前对相关风险不准确的想法，增强公众评估科学问题和政策问题的能力。在以往众多的政策制定过程中，由于报告结果的准确性较低，对日益受到科学技术应用所影响的公众造成了误导，使他们在评估科学问题和政策问题时往往显得无能为力。

全球环境变化等对人的精神需求和物质需求都

极为重要的问题，将给风险沟通以及风险认识带来更大的挑战。必须首先避免让那些可能片面强调某个问题、某个方面的少数人群的观点占据上风（比如部分特殊利益集团可能仅仅关注于保护好生态系统，而不顾及广大社会在促进经济增长方面的需求）。这些特殊利益集团包括那些认为保护环境的措施将损害其发展的各种行业。它们可能拥有强大的资源，可以推动和引导那些符合它们自身经济利益的风险评估活动或公众认识，而不必顾及广大社会的利益。



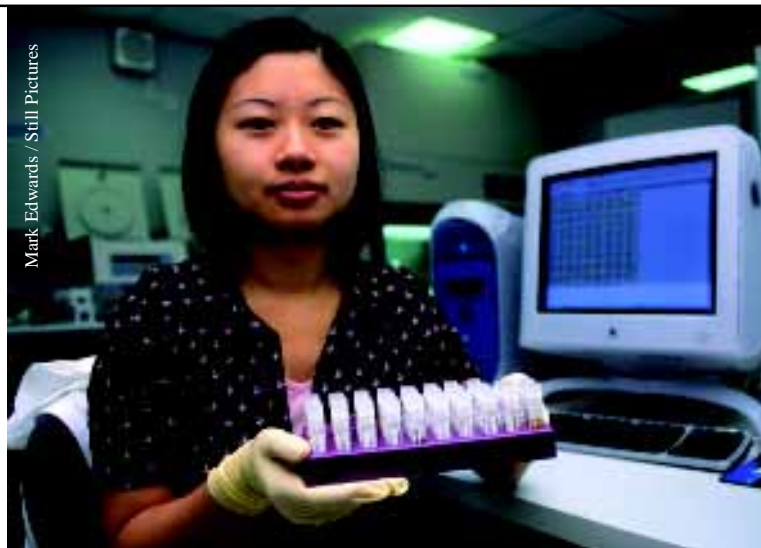
5.6 不确定因素如何影响优先措施的制定？

全球气候变化对公共卫生健康的影响存在不可避免的不确定性。这些不确定因素包括：全球气候变化的潜在程度、爆发时间和影响；人类健康对生态系统服务变化的敏感性；各种不同的措施在应对潜在影响方面的有效性；以及未来社会的构架（如社会经济和技术因素的变化状况及其造成的疾病负担）。由于传统的流行病学方法的主要目的是测试个别威胁因素对已明确界定的健康问题的影响（如吸烟对肺癌的影响），并强调避免对有害影响的误判，因而采用这种方法难以有效地应对上述这些不确定性因素。而全球气候变化的影响并非是针对个人或小范围地区的，它所产生的影响更为广泛和复杂多样，没有任何群体能够控制它。由于全球气候变化可能难以甚至无法得到逆转，因此其负面和正面影响都必须引起同等重视。不过，人们目前正在开发一些新的流行病学方法，来预测环境变化对人类健康将会产生哪些新的影响。

不确定性以及常规方法的不适用性，使很多学者尽力避免回答某些直接由决策者提出的问题。例如，政策制定者可能询问某项具体的缓解策略给人类健康带来的总体影响是好还是坏。科学家们在回答某个小问题时，往往会给出一个在科学上更为严谨、但也更不确定的答复（如有证据表明，气候变异性可能导致某个特定地区疾病致病媒介的丰度增加或减少）。

科学评估活动必须尽量直接回答决策者提出的问题，即便答复极其粗略也可以。不过，在这些科学评估活动中应同时准确、明晰地说明其基本的假设条件、相关的不确定性以及不确定性因素对正在做的决策的潜在结果将产生何种影响，这一点极为重要。有人认为，正是这些不确定因素的存在，使政策制定者根本无法采取缓解和适应全球环境变化的措施。这种看法纯属误导，因为决策者（从政治家到个人）每天都要做出很多决定，而这些决定的结果均存在不确定性。当然，在决策时如果能获得充足的信息，肯定比那种未获得充足信息的效果要好。而那些巨大而不可逆转的潜在风险中所存在的不确定性，将使预防措施的采取更有说服力，而不会使其受到削弱。

科学评估可以为决策者提供各种各样的信息，告知他们如何应对全球环境变化才能解决他们所关注



Mark Edwards / Still Pictures

位于波斯瓦纳首都哈博罗内的波斯瓦纳-哈佛艾滋病研究教育合作伙伴们正在从事艾滋病病毒研究。



印尼林区的原住民利用全球定位系统（GPS）技术来划分边界和预防非法砍伐，从而使他们赖以生存的极其重要的生态系统服务得到了保护。

的问题。比如，科学评估可以确定出有哪些干预措施能以最低的成本实现最大限度保护人类健康的目的，同时又符合他们的价值观（如公平公正）。表面看来，科学界只是提供几种不同的制定优先措施的途径，未能提出有关具体措施的提议，他们所提供的服务似乎很差。其实不然。科学评估提供各种不同的途径，是为了达到“辅助决策（policy-relevant），而不是指导决策（policy-prescriptive）”的目的，是为了帮助决策者认清现有的知识状况与其价值观之间的差距，让其最终决定应否，以及如何采取行动。但是，如果科学家描述的对有关问题的现有科学认识情况不是决策者所关注的内容，或者提供的信息偏向某些特定子群体或特殊利益集团，或者故意隐瞒了评估采取或不采取某项措施时所存在的不确定性因素，那么他们这样做就是失职。

6. 最可信的研究成果以及关键的不确定因素对政策可能产生哪些影响？

所谓可信的（robust）研究成果，是指适用于各种不同的途径、方法、模型以及假设条件，并且相对来说不会受到不确定因素影响的那些研究成果。在这种前提下，如果我们能有效应对在生态系统变化和人类健康中存在的**关键不确定因素**，就有可能针对本报告所回答的几个问题，得出一些新的可信的研究成果，或者可能在量化生态系统变化的量级、估测发生时间及其成本效益、对人类福祉的影响或者在提出有关对策方面提供更为准确的信息。

6.1 最可信的研究成果对政策的影响

生态系统服务对于世界各地人们的福祉必不可少。当地的状况对于某种生态系统遭到破坏后对人类健康影响的性质、程度以及发生时间起着尤为重要的作用。总体而言，生态系统变化与人类健康之间的相互关系在贫困社区中表现得最为明显。这些贫困社区的人口难以获得富裕人口经济上能够承担的替代产品和服务，并且他们的健康状况常常更加直接依赖于生态系统的生产力（R16）。

- 与富裕人口相比，贫困人口福祉受生态系统变化的影响更为直接。
- 社会适应策略也许能最大限度地减小、转移或者推迟生态系统破坏对人类健康的影响，但真正能够达到的效果毕竟有限。
- 即便富裕人口也不可能完全避免受到生态系统服务功能退化的影响。
- 减小脆弱性的政策和措施必需全面有效地应对各种驱动力和尺度问题，但同时必需考虑不同背景和地区之间的差异。
- 不应将通用的框架自动视为适合当地具体条件的合理的指导方针。

目前人们在获取生态系统服务方面存在严重的不平等现象（R16）。从以往来看，随着人们对生态系统服务需求量的增长，贫困人口常常无法获得这些生态系统服务，这一点很不公平。在那些人口因贫困诱发各种疾病以及难以获得住处、营养食物或洁净水等基本资源的地区，对于公共卫生政策来说，首要解决的问题应是如何向贫困

人口提供他们所需的这些基本资源。这种变化不仅能在短期内改善人类健康状况，也能促进生态环境的长期可持续发展。

人口日益增长以及经济的不断发展，是导致生态系统服务消耗量增加的主要原因，并由此加大了对生态系统的压力。与此同时，富裕社会拥有更强大的能力来保护生态系统及其提供的服务功能。因此，生态系统压力的大小取决于技术、人的行为、政策、社会体系以及其他综合因素。经济的发展往往会增加能源和物资的消耗量。强调低能耗的经济增长方式，消费模式从产品到服务的转变，可以有助于减小（每产出单位的）能源和物资的消耗强度。不过，由于全球范围内对能源和物资的总体需求量的速度超过了节约能源和物资的速度，因此生态系统服务的绝对消耗量仍在不断增长之中。

- 在那些由于过度消耗生态系统服务（如食物和能源）给人类健康直接或间接地造成危害



UNEP / Samantha Dorr/TopFoto.co.uk 提供



的地方，如果大幅减少对生态系统服务的消耗量，将给人类健康带来很大的益处，同时也能减小对生命支持系统的压力。

- 例如，如果我们引入污染更小的交通运输系统、减小对车辆的依赖性，就可能减少对人体的危害，使惯于久坐不动的人群加强锻炼，并降低当地的空气污染程度以及温室气体的排放量。
- 此外，通过确保生产和消费食物和水的环境成本和社会成本能够更充分地体现在食物价格和水价中，也可能部分实现将国家农业和食物安全政策纳入社会、经济和环境的可持续发展目标中的目的。
- 在富裕国家中，如果人们减少对动物产品和精糖的消耗量，将有利于人类和生态系统的健康。

确保生态可持续性的措施可能有助于维护生态

系统服务，并对人类健康长期有益（R16）。另一方面，身心健康的社区民众更有能力维护好当地的生态系统，而人们在获取生态系统服务方面的不公平则可能导致生态的不可持续性。生态可持续性与人类健康的两个目标之间相互影响。生态系统管理的决策可能对人类健康造成重大影响，反之亦然。考虑到生态系统变化，强调导致人们患病、受伤以及早死的根本原因，将扩大公共卫生对策的响应范围。而考虑到引起生态系统变化的社会决定因素，将扩大生态系统管理的范围。卫生行业可以为减小环境破坏所造成的危害做出重大贡献，但最大的贡献将来自于由其他行业部分或全部制定的干预措施。

要实现在改善人类福祉的同时保护好生态系统的目标，就必须对政府管理、制度、法律和政策进行全面的改革。有效的管理手段不能仅仅关注于某一种单一的途径（如市场途径、当地监管或政府监管等）。所采取的对策必须符合特定的社会和环境条件。某个特定地区的生态系统管理如果仅仅强调在某个单一尺度（局地、国家、区域或全球尺度）上的响应对策，就不可能取得成功。国际环境协议对于应对与生态系统相关的问题起着至关重要的作用，而它们在针对特定问题时往往是最有成效的。

市场机制不会自动去应对减轻贫困和保证公平的目标。当干预措施能够充分认可不同社区利用生态系统服务的程度和类型时，这些措施才能更加有效。因而，减轻贫困的战略必须首先考虑到生态系统在改善全世界极度贫困人口的健康和其他福祉方面所发挥的重要作用。可以对市场机制进行适当调整，确保在实现减轻贫困和保证公平目标的同时，仍然是有效利用稀缺的环境和自然资源来实现这些目标的。例如，对污染者征收排放税，就可以自动达到降低淡水中的污水排放量的目标。

6.2 关键的不确定因素对政策的影响

目前我们在法律、市场、制度和行为的响应对策中存在一系列的不确定因素。各种响应对策的有机统一，可以缓解和减少不确定性因素，但不可能消除所有的不确定因素。目前，主要存在的不确定因素包括以下这些方面：

- 我们在量化和预测某一特定地点和时间中生物多样性变化与生态系统服务变化之间的实际关系方面的能力有限（C29）；
- 缺乏反映生态系统变化与众多生态系统服务之间关系的定量模型（S13）；
- 有关人类福祉与生态系统服务供给（除食物和水以外）之间相互关系的详细信息有限（C29）；
- 有关任一尺度上的生态系统服务变化对经济发展的影响的信息有限。

人类社会能够实现在改善人类福祉的同时，不会使生态系统及其提供的产品和服务出现严重退化的“可持续性转变”目标吗？目前，科学创新、技术进步以及社会结构的重组正在使单位经济产出的能源和物资消耗强度得到降低。这种状况，以及生态系统服务及其替代品可能增加，表明人类福祉水平的公平增长终有一天不会再受到生态系统压力的影响。不过在近期内，由于人口总量的增长、减轻贫困目标的实施以及经济发展和物资消耗量的同步增长，人类的生态“足迹”不可避免地还将继续扩大。

但是，在全球环境变化对公共卫生健康的影响中所存在的不可避免的不确定性，不应成为我们迟迟不做出决策的借口。鉴于生态退化可能给人类健康带来严重而不可逆转的负面影响，采取预防为主的政策制定途径，也许是再合适不过的了。 ■

附录 A 缩略语及图表来源

BSE	疯牛病（牛绵状脑病）
CBD	《生物多样性公约》
CEA	成本效益比分析法
CO ₂	二氧化碳
DALY	病残调整生存年
FAO	联合国粮食及农业组织
GDP	国内生产总值
MA	千年生态系统评估
MDG	千年发展目标
NGO	非政府组织
OECD	经济合作与发展组织
PCBs	多氯联苯
SARS	严重急性呼吸道症候群（SARS）
UNCCD	《联合国防治荒漠化公约》

图表来源

本报告中所采用的几张图表来自于图表标题所列的技术评估报告的章节中。有关编制这几张图表的其他信息如下：

图SDM1——生态系统变化对人类健康的危害。该图是对整个MA的报告，主要是C14、R12、R16和S11中有关生态系统与人类健康之间相互关系的信息的综合。

图1.4——全球范围内对经过改进的水和卫生设施的获取状况。源图表（C7图7.13和7.14）来自于世界卫生组织、联合国儿童基金会提供的数据以及《2000年全球供水以及卫生设施评估报告》（日内瓦，世界卫生组织，利用世界卫生组织的在线数据库对2002年的数据进行了更新）。

图1.5——儿童死亡率。该图来源于《2005世界卫生报告：关注每位母亲和每个儿童》（日内瓦，世界卫生组织，2005年）中提供的有关儿童死亡率的最新统计数据。

图1.6——利用固体燃料做饭的家庭的百分比。该图来源于R16中引用的数据，数据最初出自于世界卫生组织《2002世界卫生年度报告：减少威胁因素、促进健康生活》（日内瓦，世界卫生组织，2002）。

附录 B 评估报告详细目录

注释: 正文中出现的CF(评估框架)、CWG(状况与趋势工作组)、SWG(情景工作组)、RWG(响应工作组)或SGWG(亚全球评估工作组)是指整个工作组的报告。ES是指某一章节中的主要信息。

生态系统与人类福祉: 评估框架

- CF.1 引言和概念框架
- CF.2 生态系统及其服务
- CF.3 生态系统与人类福祉
- CF.4 引起生态系统及其服务变化的驱动力
- CF.5 尺度问题
- CF.6 生态系统价值的概念及其评价方法
- CF.7 分析方法
- CF.8 战略干预、响应对策及决策

现状与趋势: 状况与趋势工作组评估结果

- C.SDM 提供给决策者的概要
- C.01 MA 的概念框架
- C.02 评估生态系统状况与人类福祉的分析方法
- C.03 引起变化的驱动力(说明: 这是《情景评估报告》中第七章的大纲)
- C.04 生物多样性
- C.05 生态系统状况与人类福祉
- C.06 易受影响的人群及地方
- C.07 淡水
- C.08 食物
- C.09 木材、燃料与纤维
- C.10 生物多样性的新产品与新产业
- C.11 生态系统服务的生物调节
- C.12 养分循环
- C.13 气候与空气质量
- C.14 人类健康: 生态系统对传染病的调控
- C.15 水处理与无害化
- C.16 对自然灾害的调控: 洪灾和火灾
- C.17 文化和愉悦服务

- C.18 海洋渔业系统
- C.19 海滨系统
- C.20 内陆水域系统
- C.21 森林和疏林系统
- C.22 旱区系统
- C.23 岛屿系统
- C.24 山地系统
- C.25 极地系统
- C.26 垦植系统
- C.27 城镇系统
- C.28 综合

情景: 情景工作组的评估结果

- S.SDM 提供给决策者的概要
- S.01 MA 的概念框架
- S.02 全球情景的历史回顾
- S.03 全球情景中的生态学
- S.04 模拟生态系统服务未来变化的最新进展
- S.05 生态系统服务的情景: 意义及概述
- S.06 设定 MA 情景的方法论
- S.07 生态系统状况及生态系统服务变化的驱动力
- S.08 4 种情景
- S.09 4 种情景中生态系统服务的变化及其驱动力
- S.10 4 种情景中的生物多样性
- S.11 4 种情景中的人类福祉
- S.12 生态系统服务间的相互作用
- S.13 情景分析的经验
- S.14 对提交给重要利益相关方政策的综合

政策响应: 响应工作组的评估结果

- R.SDM 提供给决策者的概要
- R.01 MA 的概念框架
- R.02 响应的拓扑学

- R.03 对响应的评估
- R.04 认识响应评估中的不确定性
- R.05 生物多样性
- R.06 食物与生态系统
- R.07 淡水生态系统服务
- R.08 木材、薪柴和非木材林产品
- R.09 养分管理
- R.10 废弃物的管理、处理与无害化
- R.11 洪水与暴雨的调控
- R.12 生态系统与媒传疾病的调控
- R.13 气候变化
- R.14 文化服务
- R.15 综合响应
- R.16 对人类健康的影响及对策
- R.17 各种响应对人类福祉和缓解贫困的影响
- R.18 对响应的选择
- R.19 对实现千年发展目标的意义

多尺度评估：亚全球评估工作组的评估结果

SD.SDM 提供给决策者的概要

- SG.01 MA 的概念框架
- SG.02 MA 亚全球评估的概述
- SG.03 将生态系统服务与人类福祉相联系
- SG.04 多尺度方法
- SG.05 利用多种知识体系：惠益与挑战
- SG.06 评估过程
- SG.07 生态系统变化的驱动力
- SG.08 生态系统服务的状况和变化趋势与生物多样性
- SG.09 应对生态系统变化的对策及其对人类福祉的影响
- SG.10 亚全球情景
- SG.11 社区、生态系统与人类生计
- SG.12 反思及经验教训



秘书处的依托机构

千年生态系统评估项目秘书处的运作由联合国环境规划署负责协调，其秘书处依托于以下合作机构：

联合国粮食与农业组织（意大利）

经济增长研究所（印度）

国际玉米和小麦改良中心（CIMMYT）（墨西哥，到 2002 年为止）

美国子午线研究所（Meridian Institute）

国立公共卫生与环境研究所（RIVM）（荷兰，到 2004 年年中为止）

环境问题科学委员会（SCOPE）（法国）

联合国环境规划署世界保护监测中心（英国）

南非比勒陀利亚大学（University of Pretoria）

美国威斯康星大学麦迪逊分校（University of Wisconsin-Madison）

世界资源研究所（WRI）（美国）

世界渔业中心（马来西亚）

地图与制图：Emmanuelle Bournay and Philippe Rekacewicz，联合国环境规划署全球资源信息数据库挪威阿伦达尔中心
地图和图形产品的制作得到了挪威外交部，以及联合国环境规划署全球资源信息数据库挪威阿伦达尔中心的大力支持！

照片提供：

封面：

Ha Tuong/UNEP/Still Pictures

封二：

UNEP/Still Pictures

第 49 页：

Julio Montes de Oca

封三：

UNEP/Still Pictures

封底：

MGMGHLANYINT/UNEP/Still Pictures



ICSU
International Council for Science

IUCN
The World Conservation Union



UNITED NATIONS
FOUNDATION

