



Millennium Ecosystem Assessment

千年生态系统评估（MA）： 成就与展望

赵士洞

中国科学院地理科学与资源研究所

内 容

- 一 术语
- 二 **MA**的基本情况
- 三 **MA**的重要贡献
- 四 生态系统过去**50**年的变化趋势
- 五 生态系统今后**50**年的变化情景
- 六 改善生态系统服务的对策
- 七 对今后工作的展望

一 术语

■ 生态系统服务

(Ecosystem services)

指人类从生态系统获得的所有惠益，包括供给服务（如提供食物和水）、调节服务（如控制洪水和疾病）、文化服务（如精神、娱乐和文化收益）以及支持服务（如维持地球生命生存环境的养分循环）。生态系统产品和服务是生态系统服务功能的同义词。



一 术语

供给服务 (Provisioning services):

由生态系统生产的或提供的服务

食物

- 农作物
- 家畜
- 捕鱼
- 水产养殖
- 野生生物

纤维

- 原木
- 棉花、大麻、蚕丝
- 薪柴

遗传资源

生物化学品

淡水



一 术语

调节服务 (Regulating services):

由生态系统过程的调节功能所得到的益惠

调节大气质量

调节气候

- 全球尺度 (吸收CO₂)
- 区域和局地尺度

减轻侵蚀

净化水

调节疾病

调节病虫害

授粉作用

调节自然灾害



一 术语

文化服务 (Cultural services): 由生态系统获取的非物质益惠

- 精神和宗教价值
- 知识系统
- 教育价值
- 灵感
- 审美价值
- 社会联系
- 地方感 (Sense of place)
- 休闲和生态旅游



一 术语

支持服务

(Supporting services)

生态系统为提供其它服务（如供给服务、调节服务和文化服务）而必需的一种服务功能，例如生产生物量、生产大气氧气、形成和保持土壤、养分循环、水循环以及提供栖息地。



一 术语

■ 福祉

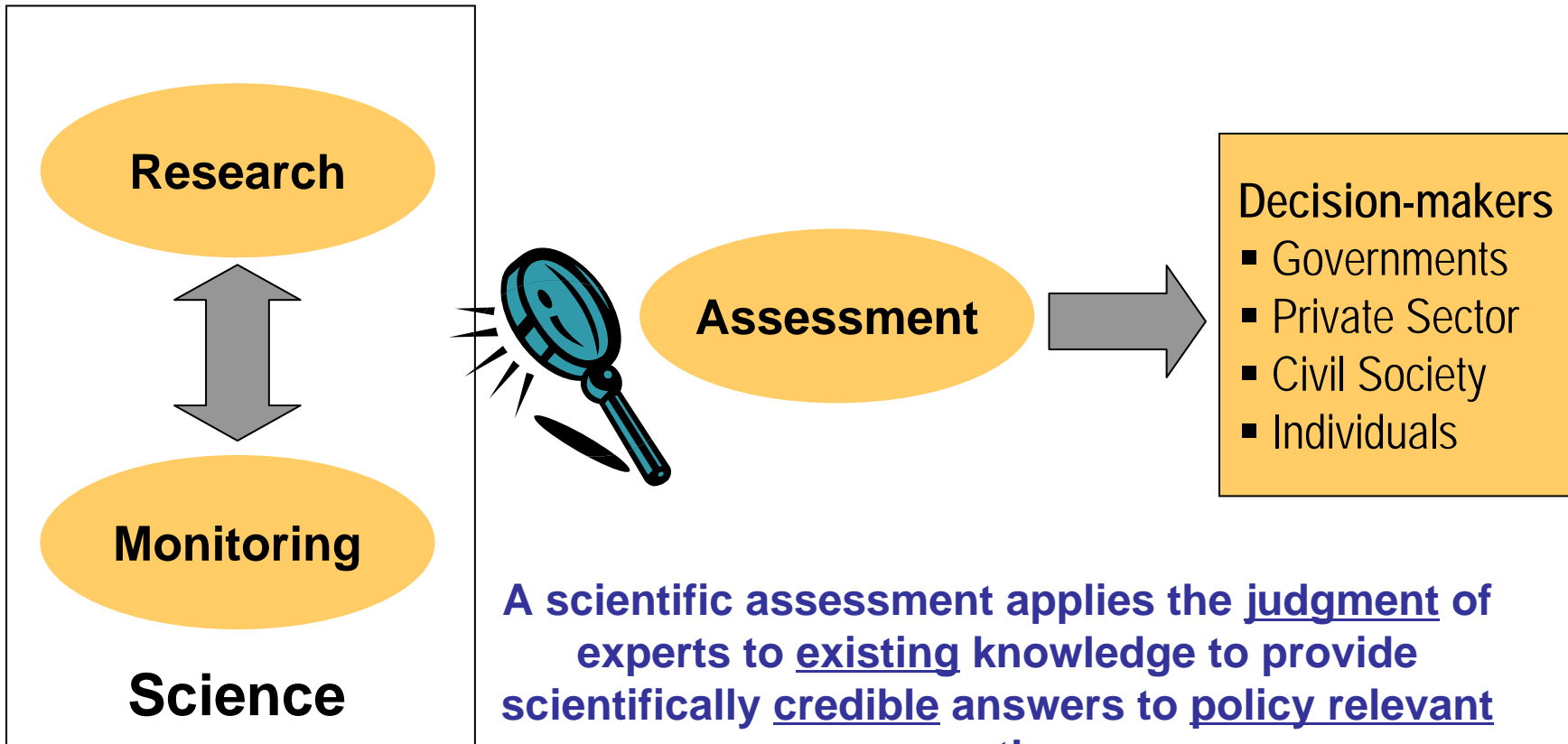
(Well-being)

一种以环境和情形而定的状态，它的组成要素包括满足高质量生活标准的基本物质需求、自由与选择、健康、良好的社会关系以及安全等。



Science Assessment

A social process designed to bring the findings of science to bear on the needs of decision-makers



A scientific assessment applies the judgment of experts to existing knowledge to provide scientifically credible answers to policy relevant questions

一 术语

■ 生态系统评估

(Ecosystem assessment)

生态系统评估是一个社会过程。它通过研究生态系统变化的原因、生态系统变化对人类福利的影响以及应对生态系统变化的管理和政策选择，进而把这些方面的科学发现提供给决策者，以满足他们制定决策的需要。



成功评估的内涵

- ✓ 政治上合法
- ✓ 科学上可信
- ✓ 成效显著-----
满足了用户的需求



Millennium Ecosystem Assessment



例如：政府间气候变化委员会(IPCC)

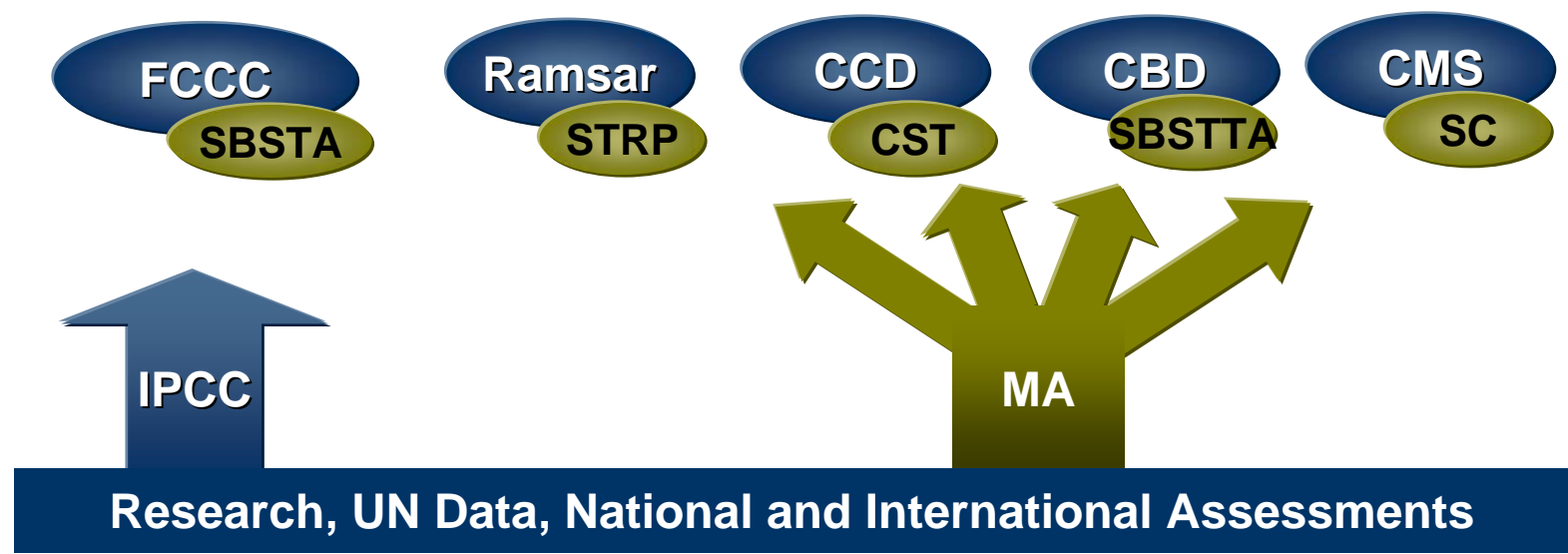
二 MA 的基本情况: 什么是MA?

- 是一项旨在为决策者提供决策依据，并且帮助公众了解为人类福祉的变化改变环境所造成的后果，以及应对这些变化的可能对策的国际合作计划。
- 着眼于生态系统服务、生态系统服务的改变如何影响人类的福祉、生态系统的变化在未来几十年可能会怎样影响人类，以及在地方、国家或者全球层次上可能采用的应对措施，以改进生态系统管理，并且为人类福祉和减贫作出贡献。
- 综合了来自科学文献、数据集成和科学模型方面的信息，并包括了私营机构、工商业者、地方社区和原著民所拥有的知识。
- 为识别行动的优先性提供有力的工具。

二 MA 的基本情况:

Key design features of the MA

| | <u>MA</u> | |
|-------------------------------|-----------|---|
| Political legitimacy | ☑ | <i>Authorized by four conventions and UN</i> |
| Scientific credibility | ☑ | <i>Follows IPCC procedures</i> |
| Utility | ☑ | <i>Focus strongly shaped by audience Strong sub-global features</i> |



二 MA 的基本情况：需回答的几个核心问题

1. 生态系统变化的速度和范围？
2. 生态系统变化对生态系统服务以及对人类福祉的影响？
3. 生态系统及其服务在今后**50年**内可能的变化状况？
4. 为保育生态系统并改善其对人类福祉的贡献所应采取的对策？



二 MA 的基本情况：目标

在不破坏生态系统的长期生产力的条件下，为提高生态系统对人类福祉的贡献而需采取的行动奠定科学基础。

(The goal of the Millennium Ecosystem Assessment (MA) is to establish the scientific basis for actions needed to enhance the contribution of ecosystems to human well-being without undermining their long-term productivity) .

二 MA 的基本情况：工作重点

把人类福祉作为评估的重点，同时它认为生物多样性和生态系统也具有其内在价值。人们做出的关于生态系统的决定是基于对人类福祉和生态系统的内在价值两方面的考虑。

(The conceptual framework for the MA places human well-being as the central focus for assessment while recognizing that biodiversity and ecosystems also have intrinsic value and that people take decisions concerning ecosystems based on considerations of both well-being and intrinsic value) .

二 MA 的基本情况：生态系统与人类福祉

MA的概念框架假设人类和生态系统之间存在着动态的相互作用。其中，人类状况的改变直接和间接地驱动生态系统发生变化，反过来生态系统的变化也导致人类福祉发生改变。同时，还有许多与环境无关的因素在改变人类的福祉状况，许多自然力量也在影响生态系统。

(The MA conceptual framework assumes that a dynamic interaction exists between people and ecosystems, with the changing human condition serving to both directly and indirectly drive change in ecosystems and with changes in ecosystems causing changes in human well-being. At the same time, many other factors independent of the environment change the human condition, and many natural forces influence ecosystems) .

二 MA 的基本情况：多尺度评估

全面评估人类和生态系统之间的相互作用需要通过多尺度的途径才能完成，这是因为多尺度途径反映了决策制定的多尺度特征。多尺度评估可以从特定区域之外对驱动力进行调查，同时它提供了一种研究生态系统变化和政策响应对不同区域和区域内不同人群的影响的差异的方法。

(A full assessment of the interactions between people and ecosystems requires a multiscale approach, as this better reflects the multiscale nature of decision-making, allows the examination of driving forces from outside particular regions, and provides a means of examining the differential impact of ecosystem changes and policy responses on different regions and groups within regions) .

二 MA 的基本情况：融合不同的知识体系

在评估中有效地融合不同类型的知识，这一方面可以完善评估的结果，另一方面，如果利益相关方发现他们的信息已经为得出评估结果做出贡献的话，则有助于他们日后对这些评估结果的采用。

(Effective incorporation of different types of knowledge in an assessment can both improve the findings and help to increase their adoption by stakeholders if they see that their information has contributed to those findings) .

二 MA 的基本情况：消除偏见

通过确定和寻求剔除结构性偏见的途经，可以提高评估的有效性。根据对议题的选择和采纳的专家知识，任一评估都会在强化某些利益相关方的同时，牺牲其他利益相关方的利益。

(The usefulness of an assessment can be enhanced by identifying and seeking to address its structural biases. Any assessment empowers some stakeholders at the expense of others by virtue of the selection of issues and of expert knowledge to be incorporated) .

二 MA 的基本情况

- 第一个对全球各类生态系统进行综合、多尺度评估的国际合作项目；
- 执行期：**2001-2005**年；
- 工作组：**4**个（生态系统状况、未来情景、对策和亚全球）；
- 参与编写评估报告的人数：来自**95**个国家的**1,360**名学者；
- 评估报告的章数和页数：共**81**章，**3,000**多页；
- 报告征求了**185**个国家和地区的意见；
- 共**20,745**各类人员对报告提出了修改意见；
- 总开支：**2,500**万美元。



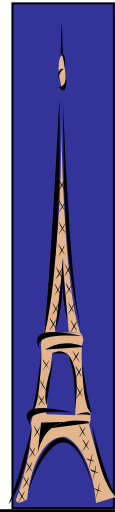


Feet

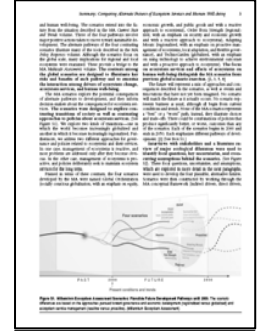
2000

1000

Eiffel Tower

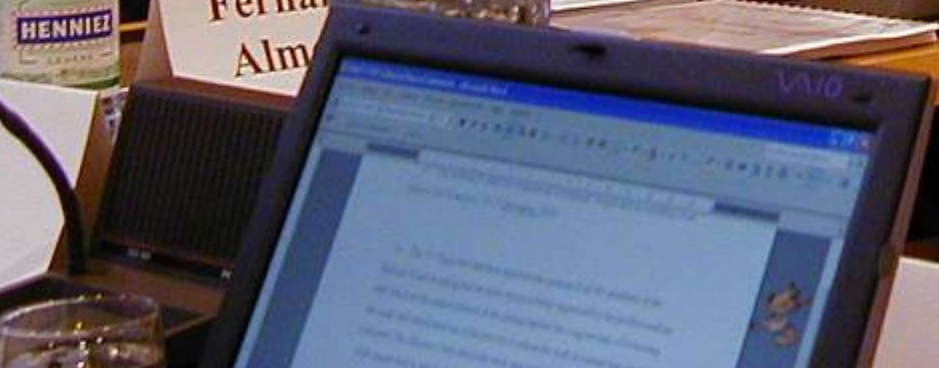


Millennium Assessment
(Pages end to end)





Fernando Alm...
A.H. Zakri
Bob Watson
Walt ...



Jose

二 MA 的基本情况:召开过的国际会议

2000

Trondheim, Norway

2001

Bilthoven, Netherlands

London, UK

Cape Town, South Africa

2002

Kuala Lumpur, Malaysia

Paris, France

Port of Spain, Trinidad and Tobago

Frascati, Italy

New Delhi, India

Panama City, Panama

Frankfurt, Germany

Sao Carlos, Brazil

Bangkok, Thailand

San Francisco, USA

2003

Manila, Philippines

Gland, Switzerland

Chantilly, USA

Penang, Malaysia

Darwin, Australia

San Jose, Costa Rica

Vancouver, Canada

Frankfurt, Germany

Stockholm, Sweden

Tashkent, Uzbekistan

Prague, Czech Republic

2004

Nairobi, Kenya

Alexandria Egypt

Montreal, Canada

Mexico City, Mexico

Portland, USA

Hamilton, Canada

Kuching, Malaysia

Kuala Lumpur, Malaysia

London, UK

2005

Rotterdam, Netherlands

New York, USA

二 MA 的基本情况:工作组

生态系统状况工作组

- 生态系统及其服务的现状和历史变化趋势如何？
- 生态系统变化对人类福祉造成的影响如何？

生态系统变化情景工作组

- 在主要驱动力变化的情况下，它们对生态系统、生态系统服务和人类福祉的后果是什么？

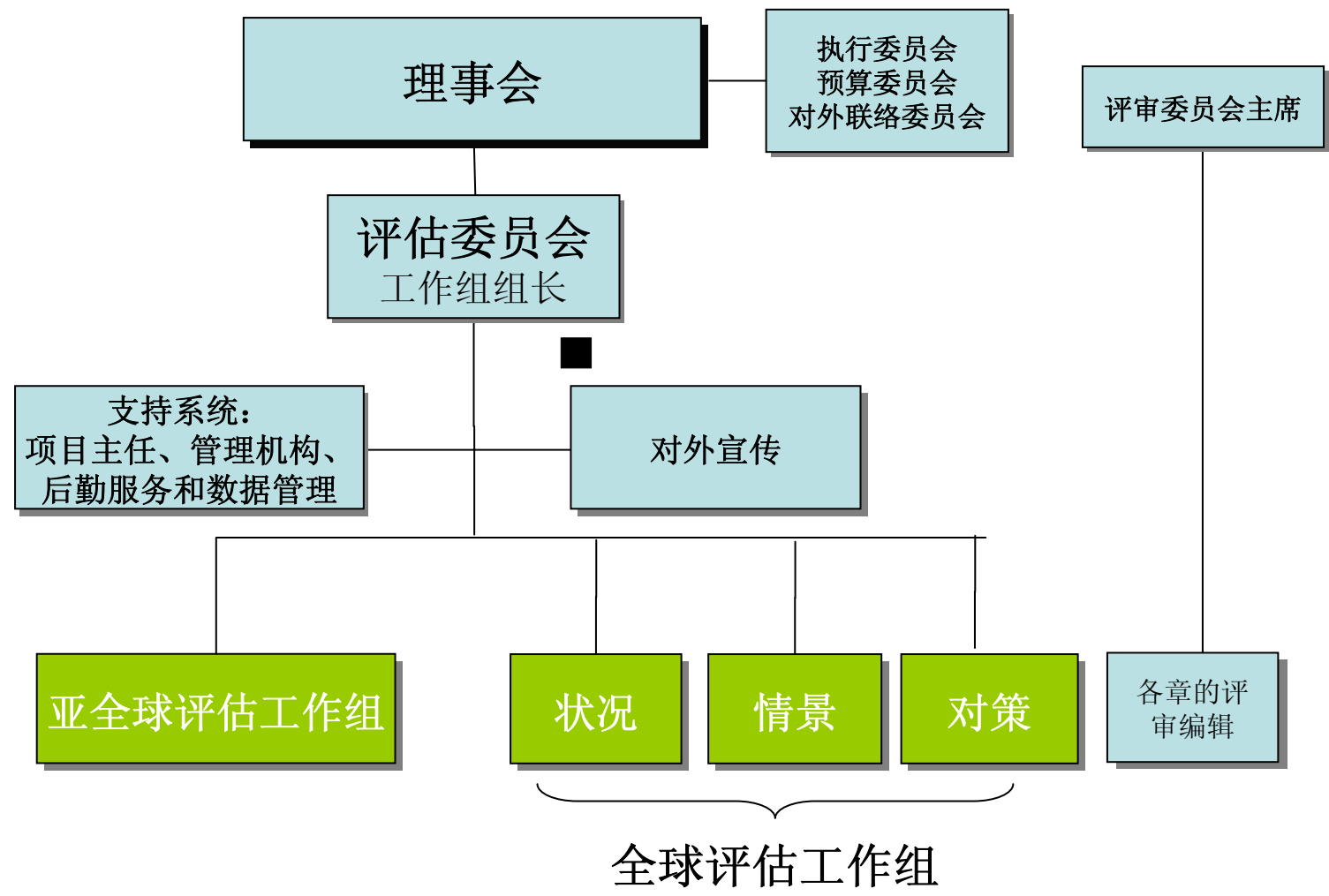
对策工作组

- 如何才能不断改善人类福祉和保护生态系统？

亚全球评估工作组

在全球尺度上完成上述各项任务

二 MA 的基本情况:组织机构



二 MA 的基本情况:出版物

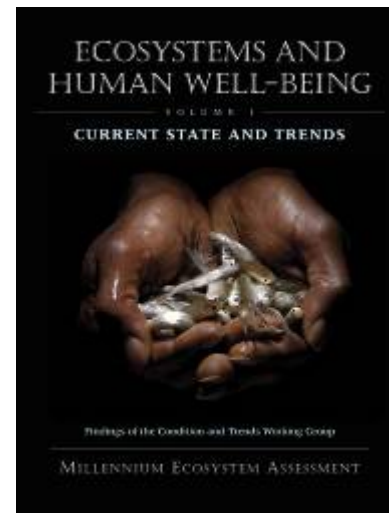
Publications

Synthesis Reports (7)

- Synthesis
- Board Statement
- Biodiversity Synthesis
- Wetlands Synthesis
- Health Synthesis
- Desertification Synthesis
- Business Synthesis

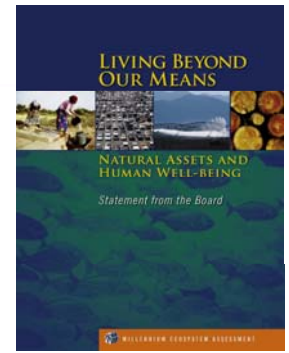
Technical Volumes and MA Conceptual Framework (Island Press) (5)

- Ecosystems and Human Well-being: A Framework for Assessment
- State and Trends
- Scenarios
- Multi-Scale Assessments
- Responses

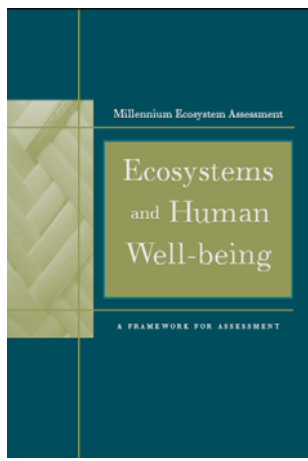




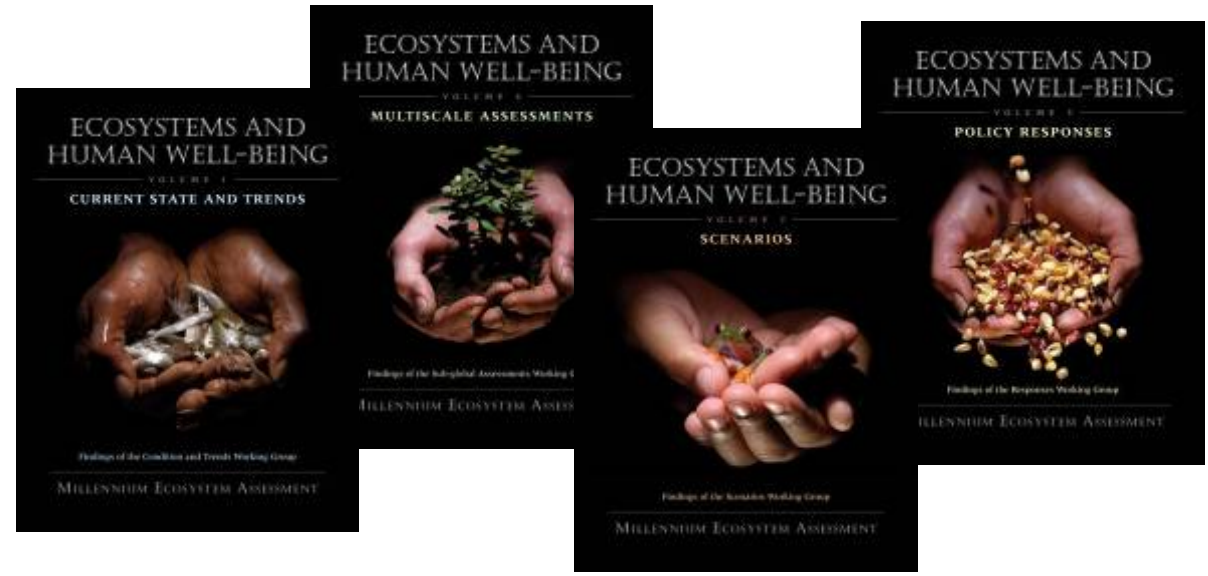
Synthesis Reports



Board Statement



MA Conceptual Framework



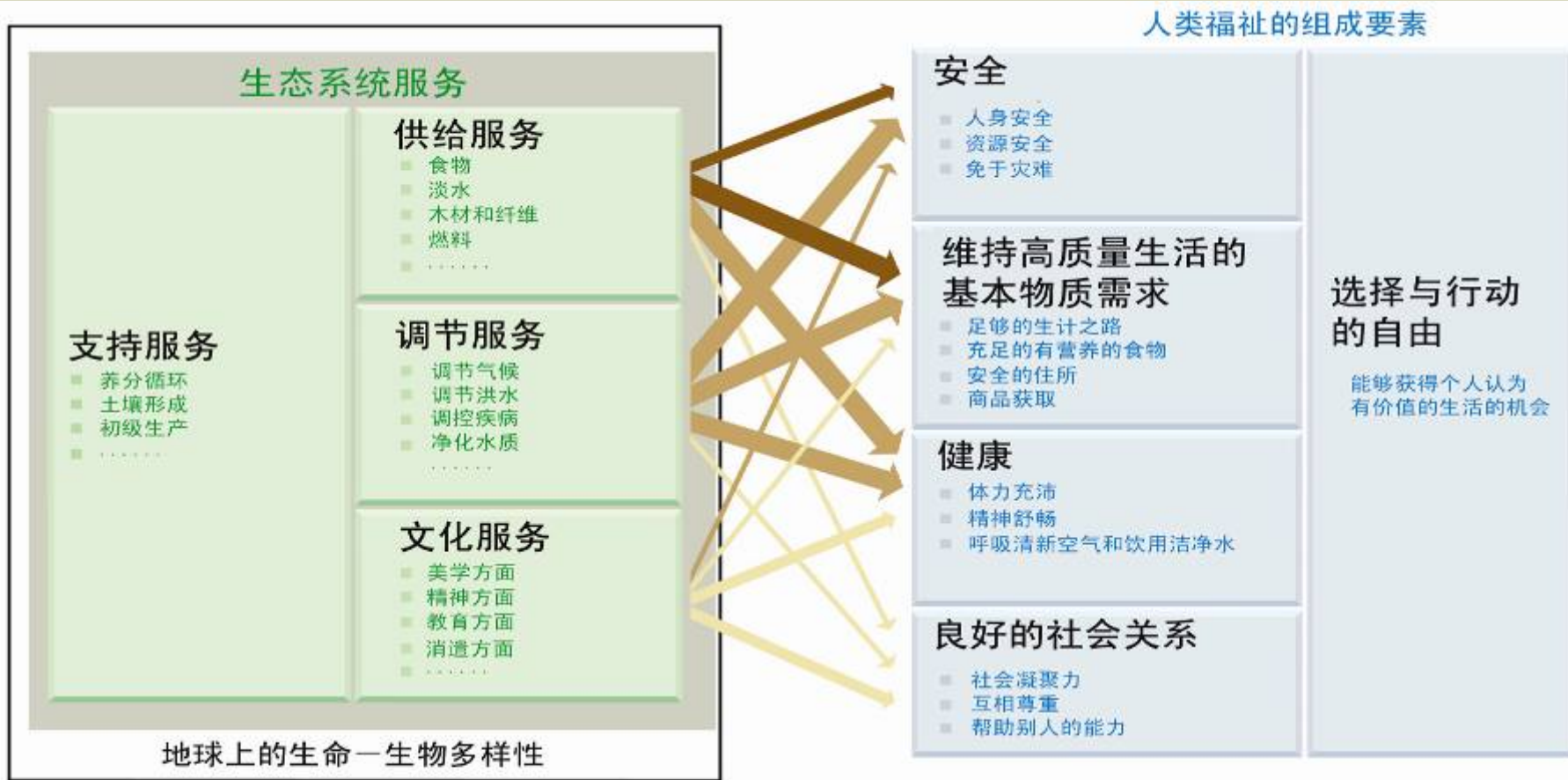
Technical Assessment Volumes

三 MA的重要贡献：丰富了生态学的内涵

- 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”及为社会经济的可持续发展服务作为现阶段生态学研究的核心内容，以及引领**21**世纪生态学发展的新方向。



MA的重要贡献：概念框架



箭头颜色表示
通过社会经济因素的调节潜力

箭头宽度表示
生态系统服务与人类福利之间联系的强弱程度

- 低
- 中
- 高

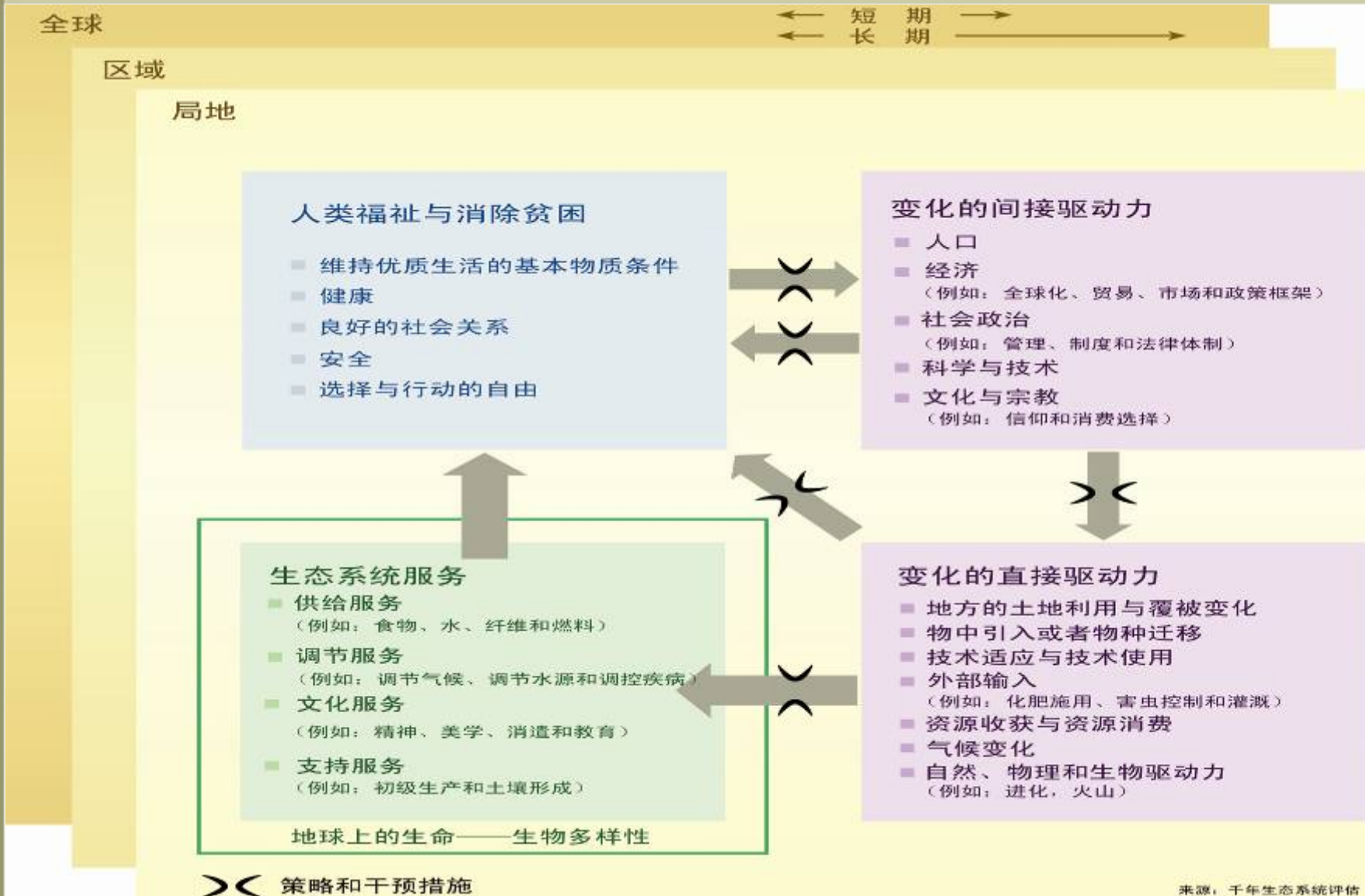
- 弱
- 中
- 强

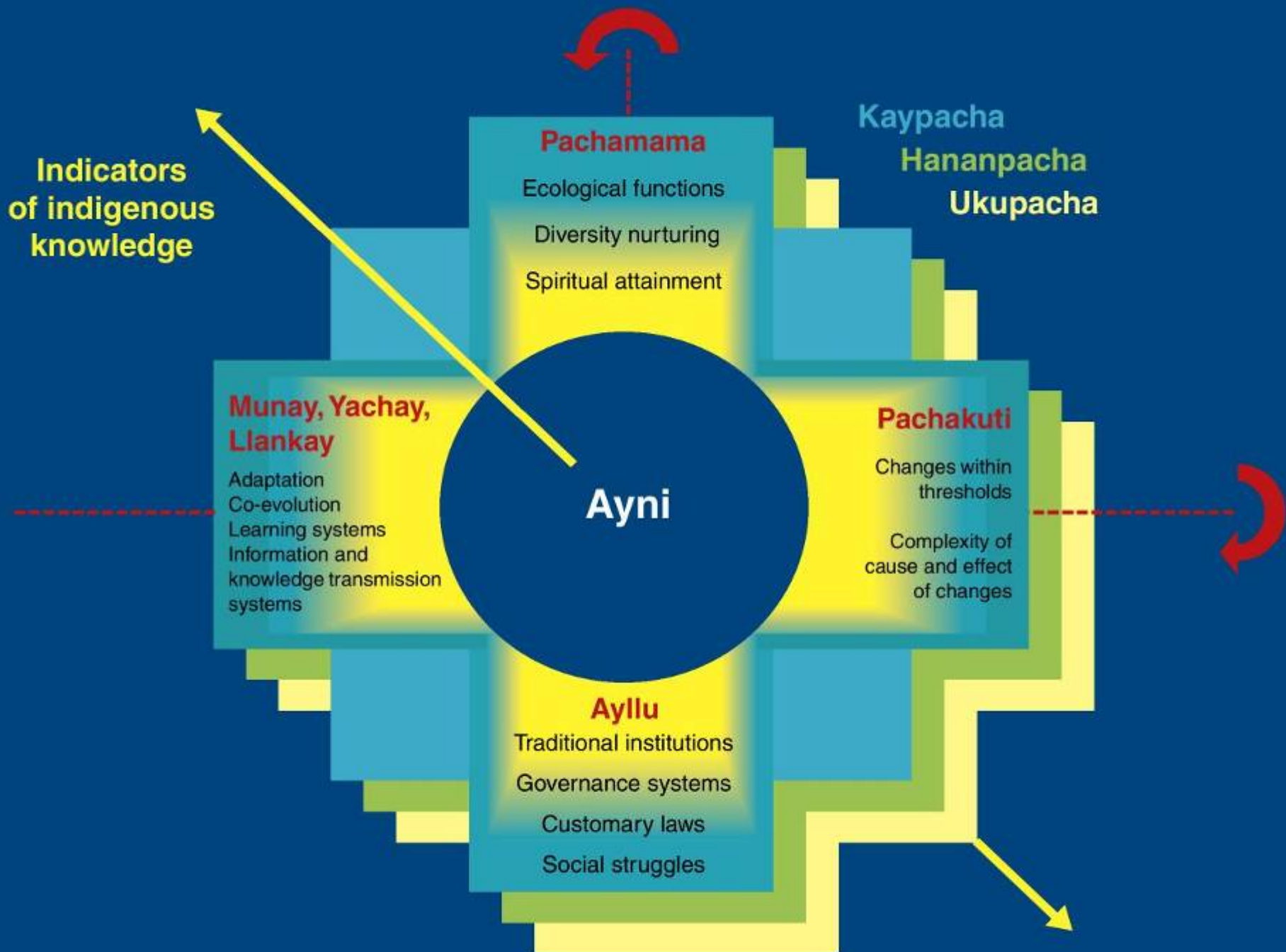
三 MA的重要贡献： 提出评估方法

- 提出了评估生态系统与人类福祉之间相互关系的框架，并初步建立了多尺度、综合评估它们各个组分之间相互关系的方法。



三 MA的重要贡献：评估框架





三 MA的重要贡献：评估步骤

- 1) 划分生态系统及其服务的类型；
- 2) 确定人类社会与生态系统服务之间的关系；
- 3) 确定间接与直接驱动力；
- 4) 选取表征生态系统状况、服务、人类福祉和驱动力的指标；
- 5) 评估生态系统及其服务和驱动力的历史变化趋势和现状；
- 6) 评估对人类福祉的影响；
- 7) 构建不同的情景；
- 8) 评估可能采取的响应措施；
- 9) 分析并揭示评估中存在的 uncertainty。



三 MA的贡献： 得出重要结论

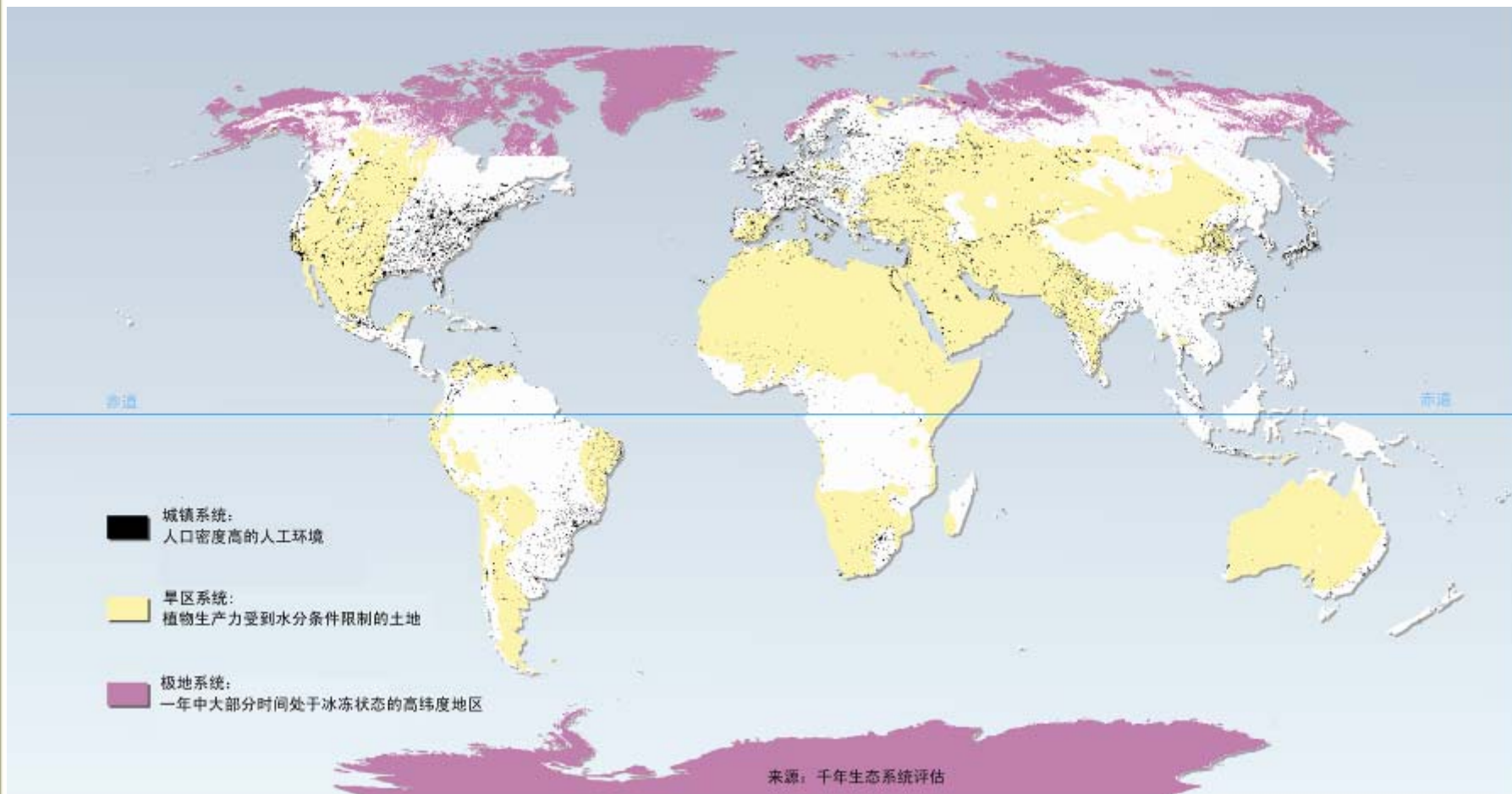
- 首次在全球尺度上系统、全面地揭示了各类生态系统的现状和变化趋势、未来变化的情景和应采取的对策，其评估结果为履行有关的国际公约改善，改进与生态系统管理有关的决策制定过程提供了充分的科学依据。



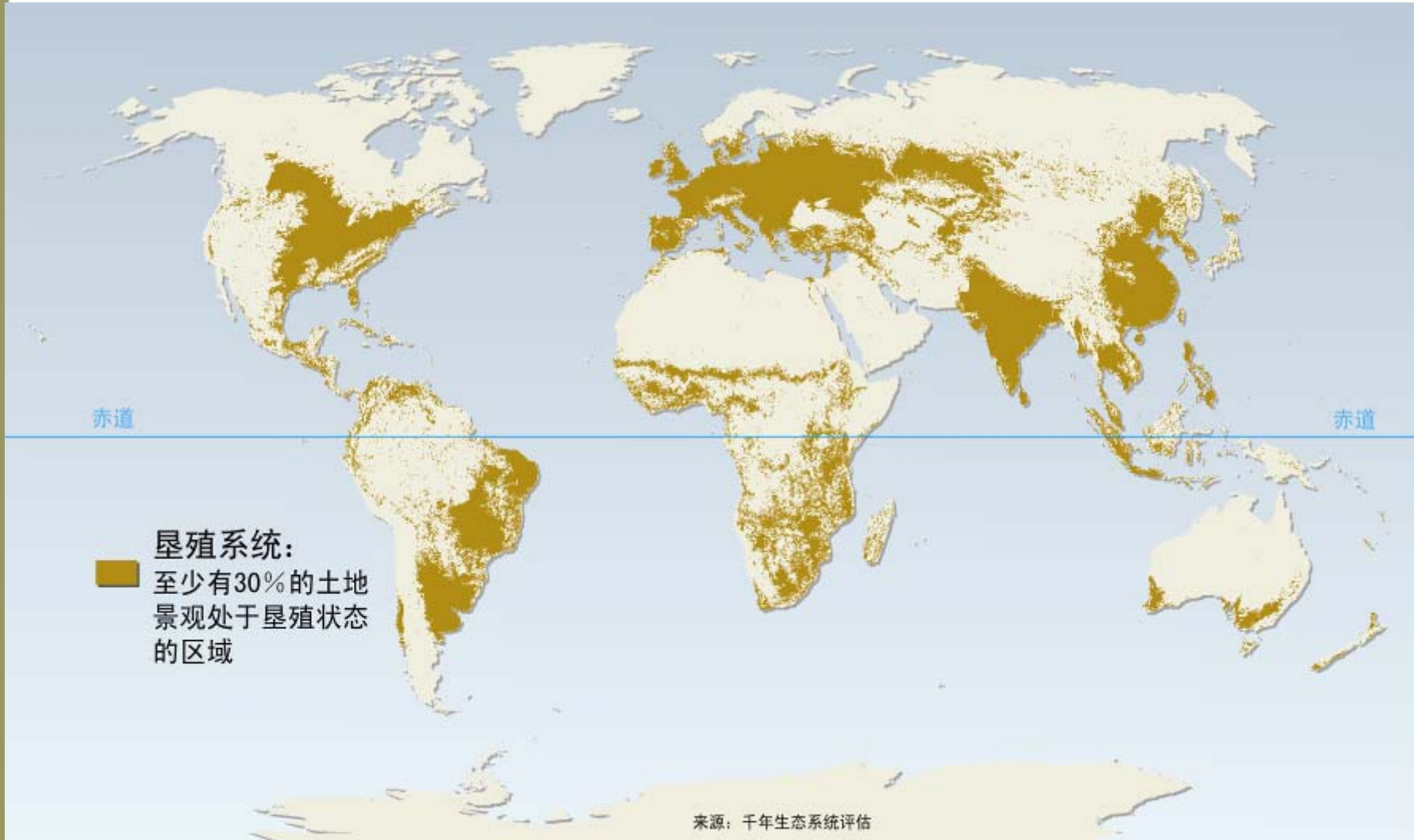
三 MA的重要贡献： 主要评估结论

- 在过去**50**年中，人类改变生态系统的速度和规模超过人类历史上任一时期的同一时段。这主要是人类对食物、淡水、木材、纤维和燃料需求的迅速增长造成的，其结果导致了地球上生物多样性的严重丧失，而且其中大部分是不可逆转的。
- 对生态系统造成的改变确实使得人类福祉和经济发展得到了实质性进展，但是其代价是生态系统诸多服务的退化、非线性变化风险的增加和某些人群贫困状况的加剧。这些问题如果得不到解决，将极大地削减人类后代从生态系统所获取的惠益。
- 生态系统服务的退化在本世纪上半叶可能会更加恶化，并将成为实现联合国千年发展目标的障碍。
- 为要逆转生态系统服务退化的趋势，又要满足人类不断增长的对生态系统服务的需求，就必须在政策、机构和实践方面进行一系列重大调整。

四 生态系统过去50年的变化状况



四 生态系统过去50年的变化状况

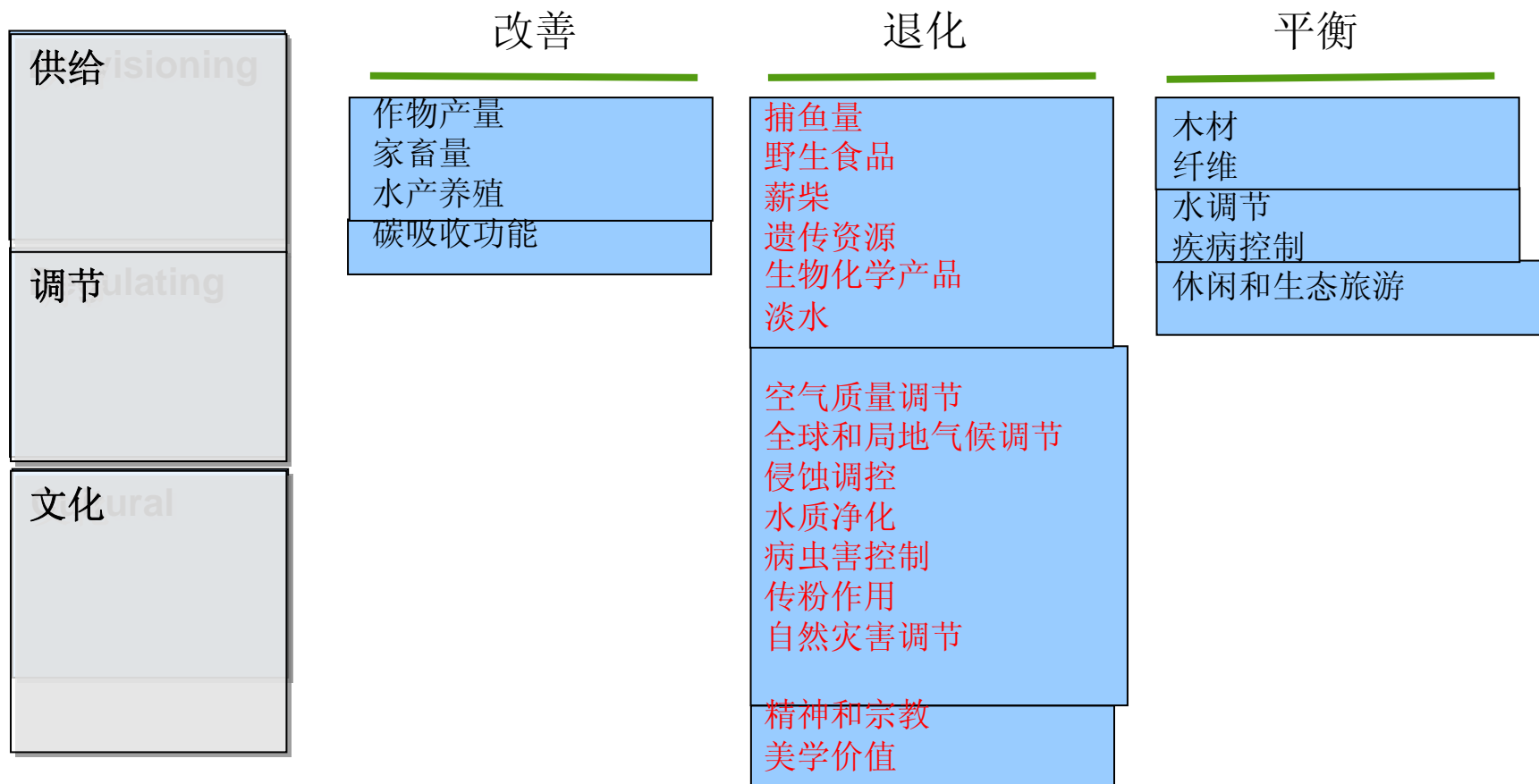


四 生态系统过去50年的变化趋势： 生态系统服务的变化情况

| 增强 | 退化 | 基本不变 |
|--|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> 作物产量 家畜量 水产养殖 碳吸收功能 | <ul style="list-style-type: none"> 捕鱼量 野生食品 薪柴 遗传资源 生物化学产品 淡水 空气质量调节 全球和局地气候调节 侵蚀调控 水质净化 病虫害控制 传粉作用 自然灾害调节 精神和宗教 美学价值 | <ul style="list-style-type: none"> 木材 纤维 水调节 疾病控制 休闲和生态旅游 |

注意： 60%的生态系统服务已经退化

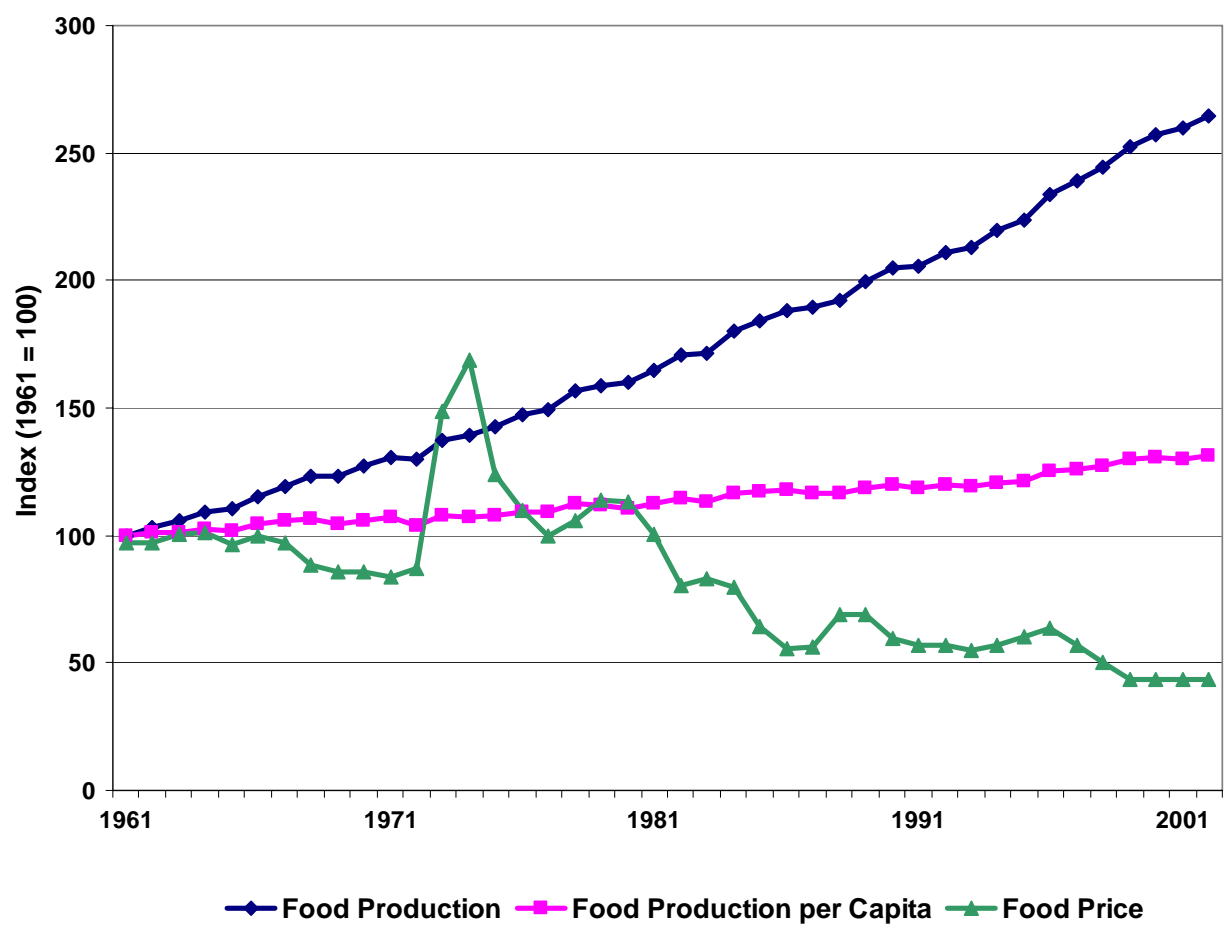
生态系统服务变化间的得失



供给功能的增强会使调节和文化功能减弱

农作物产量

状态：增加



Source: Millennium Ecosystem Assessment

捕鱼量

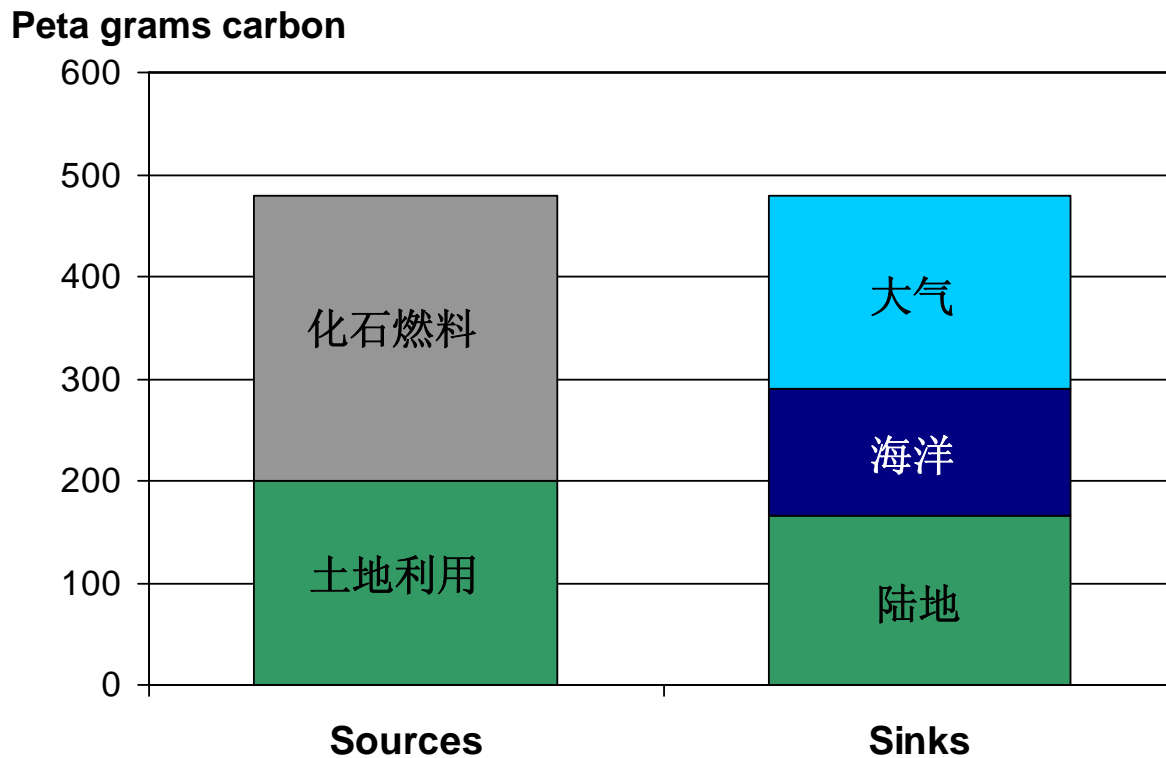
状态：增加



气候调节作用(全球)

状态：增强

上世纪**90**年代中期以前，全球陆地生态系统是排放碳的源，此后成为吸收碳的汇



过去200年的碳源和碳汇

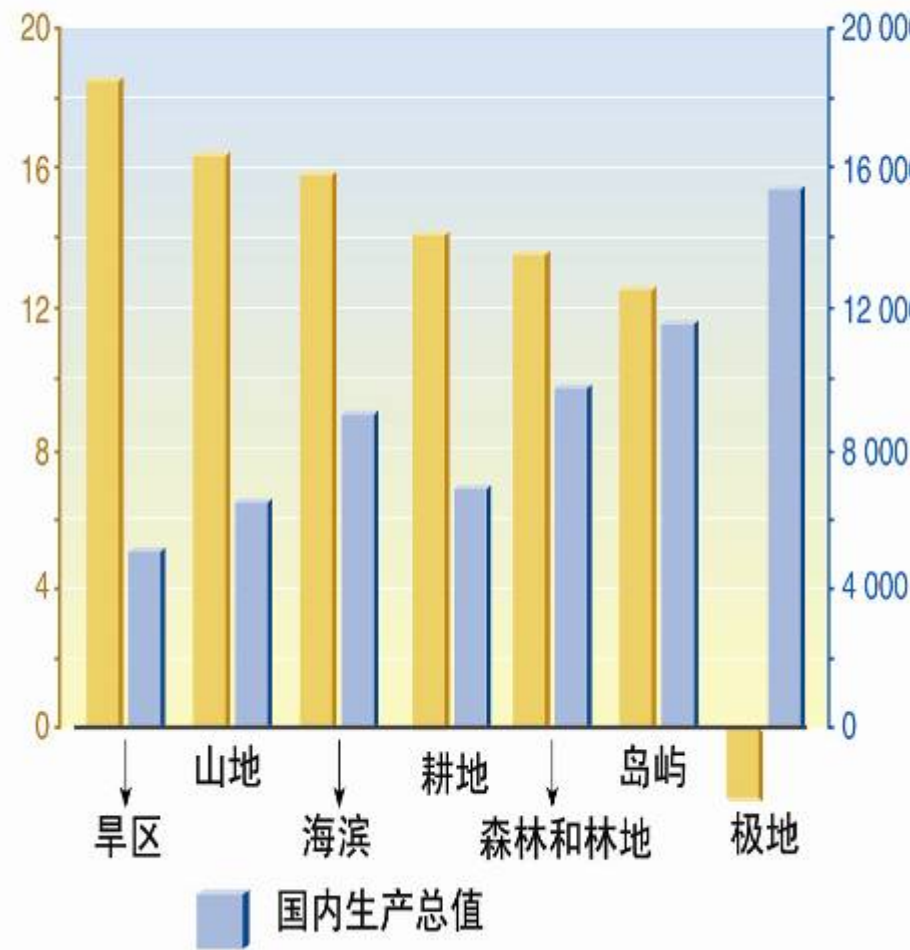
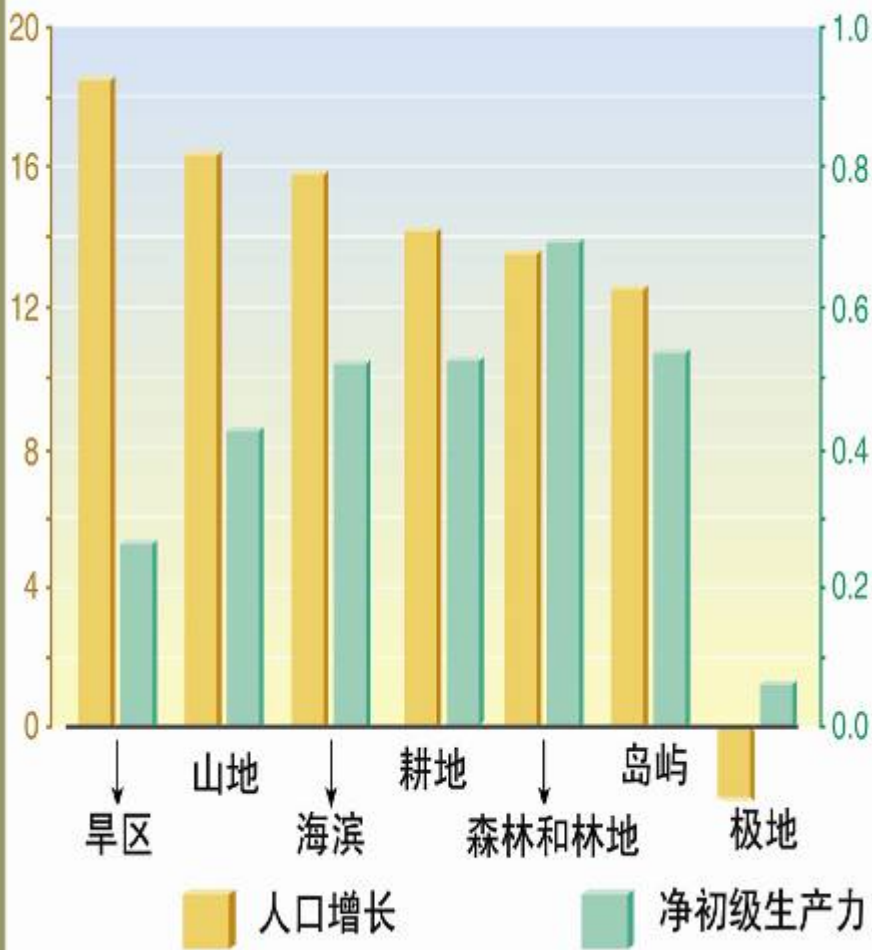
生态系统过去50年的变化状况

1990~2000年期间的人口增长百分比

净初级生产力
(千克 / 平方米 / 年)

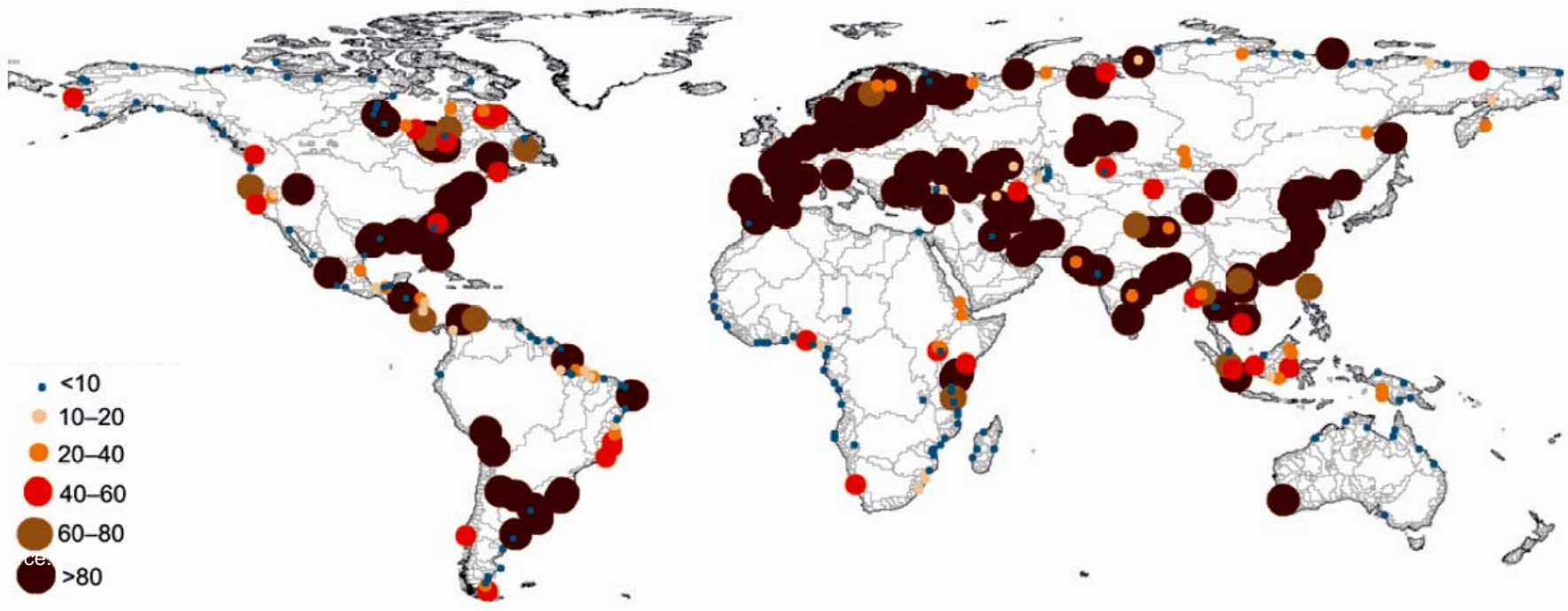
1990~2000年期间的人口增长百分比

国内生产总值
(美元 / 人)

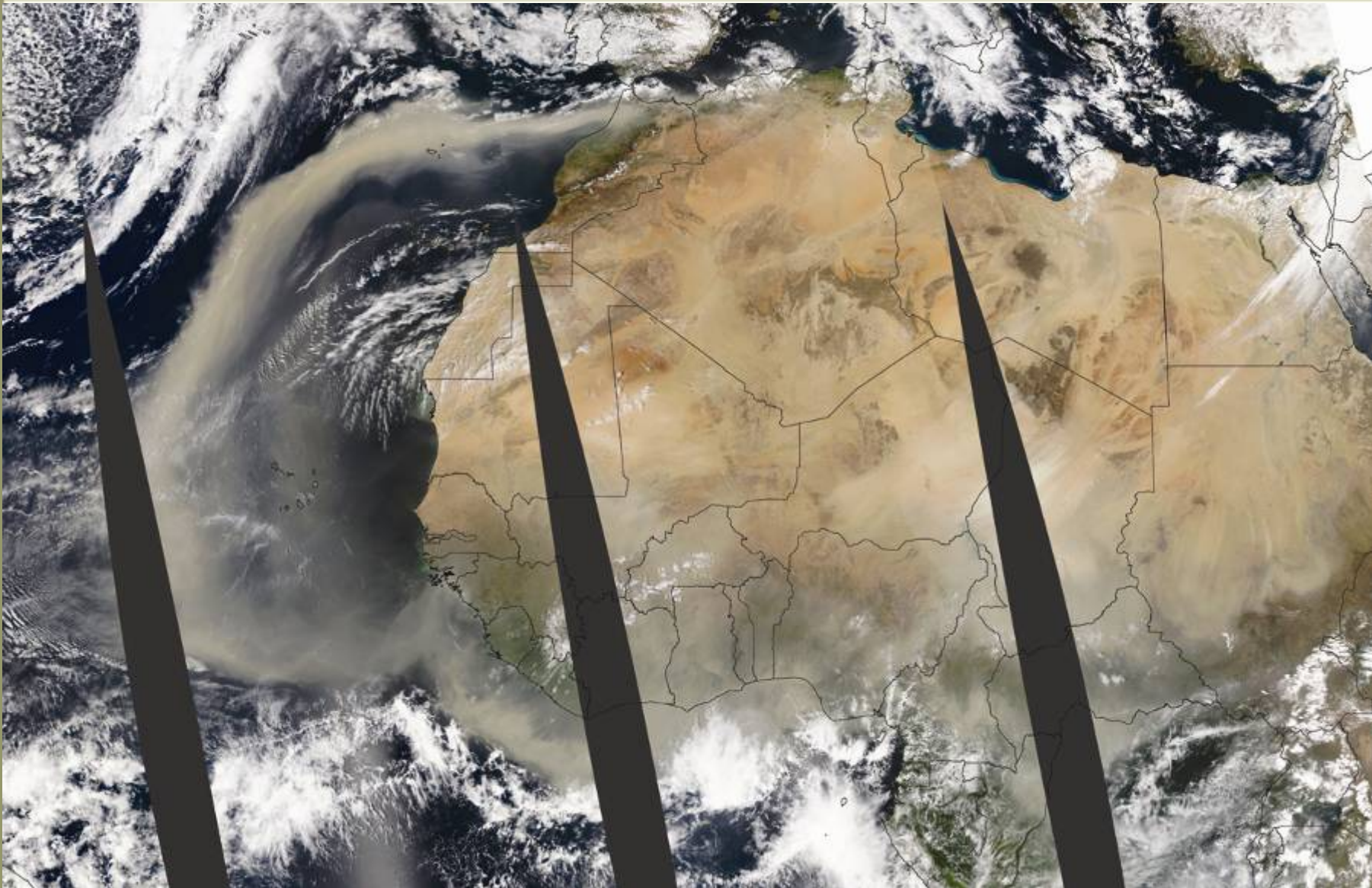


来源：千年生态系统评估

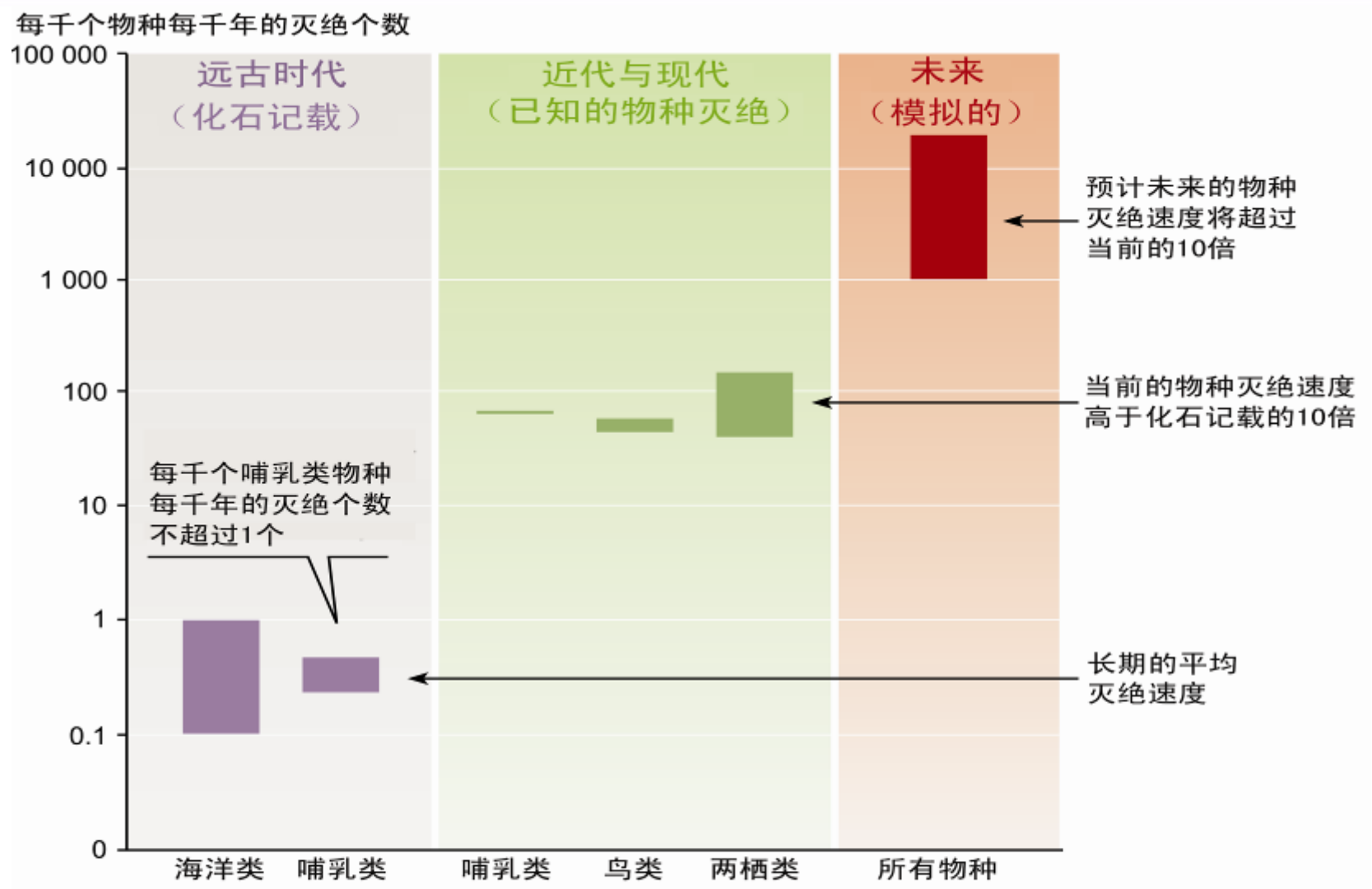
生态系统过去50年的变化状况：氮排放量



生态系统过去50年的变化状况



生态系统过去50年的变化状况



来源：千年生态系统评估

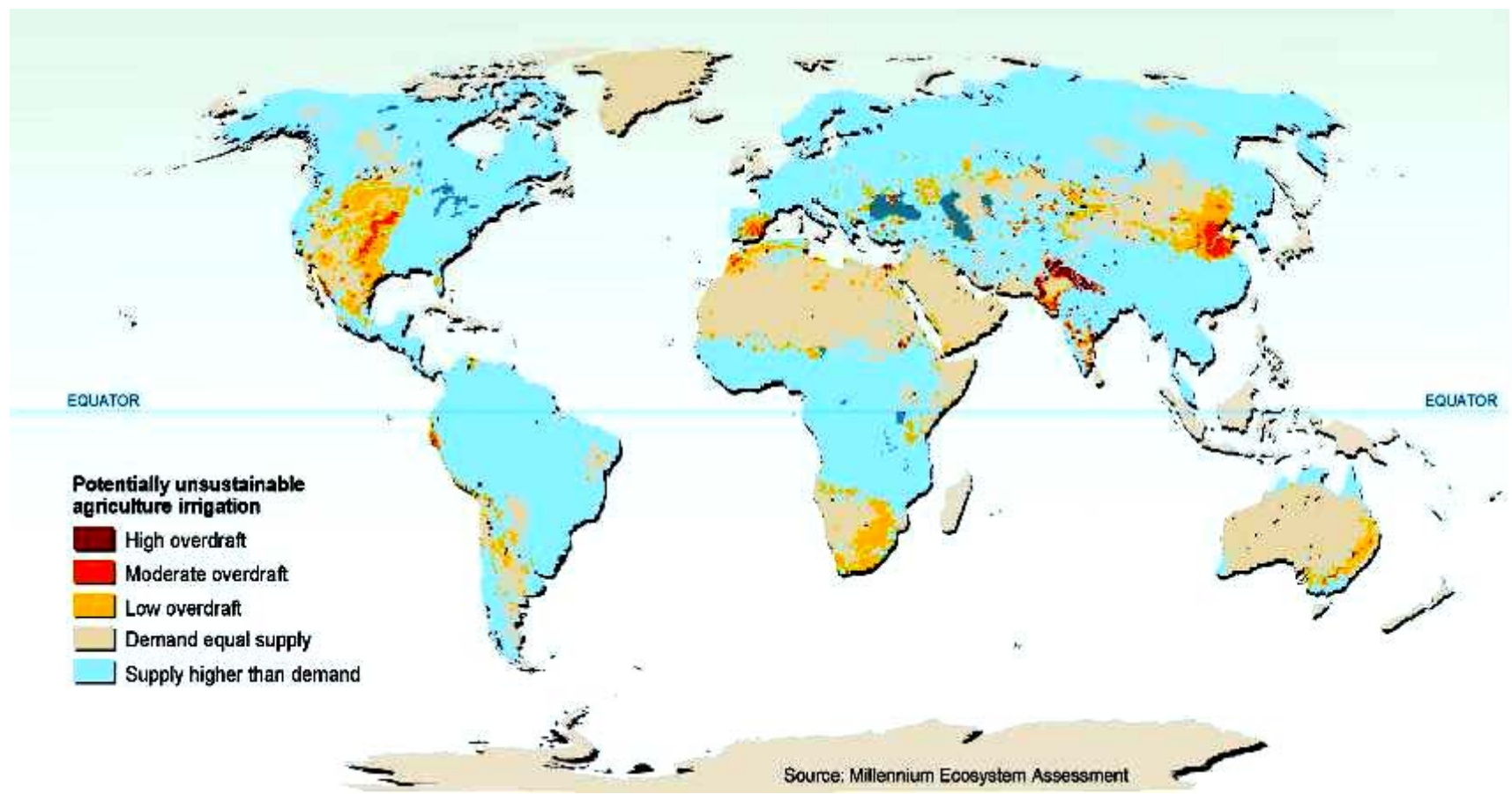
生态系统过去50年的变化状况

- 世界20%的珊瑚礁已经消失，20的珊瑚礁已经退化
- 在过去几十年中，世界35% 的红树林已经消失
- 自960年以来，世界水库中的蓄水增加了3倍



Freshwater

Status: Degraded

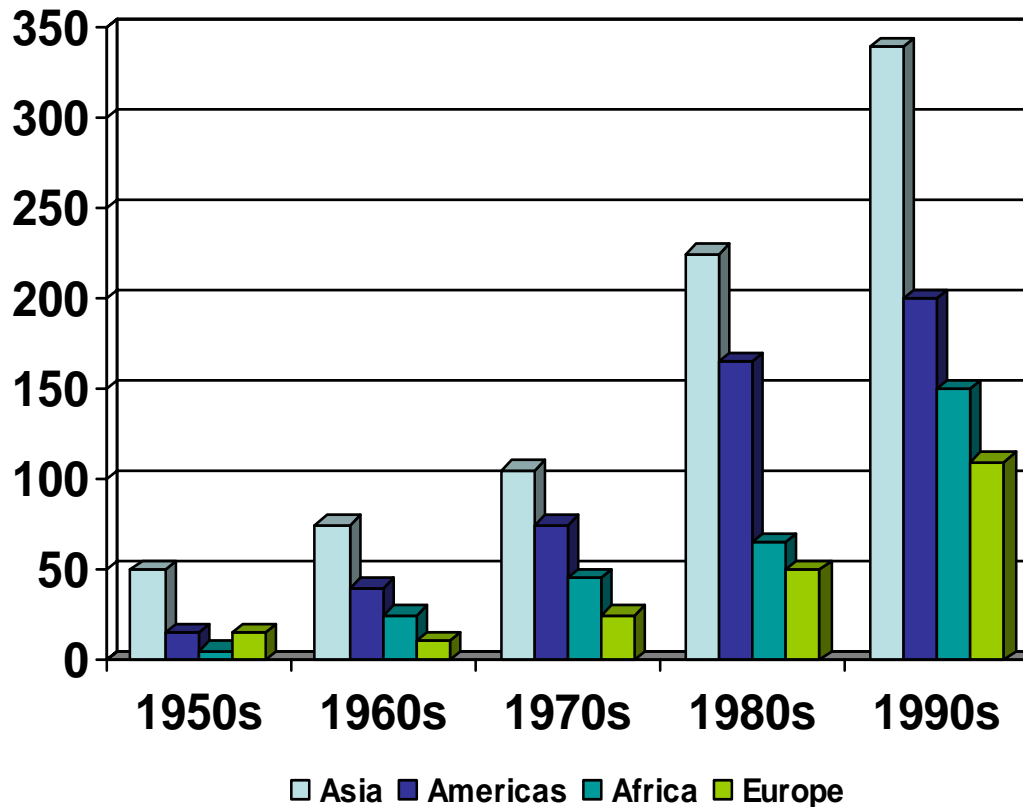


15–35% of Irrigation Withdrawals Unsustainable
(low to medium certainty)

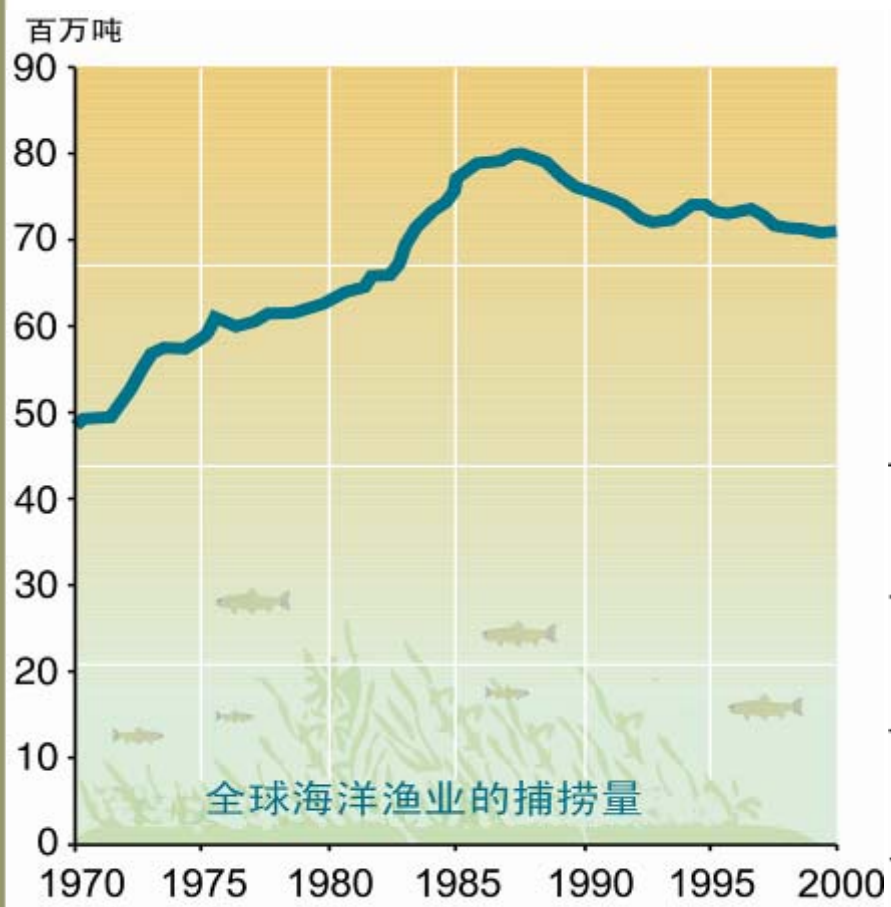
Natural Hazard Regulation

Status:
Degraded

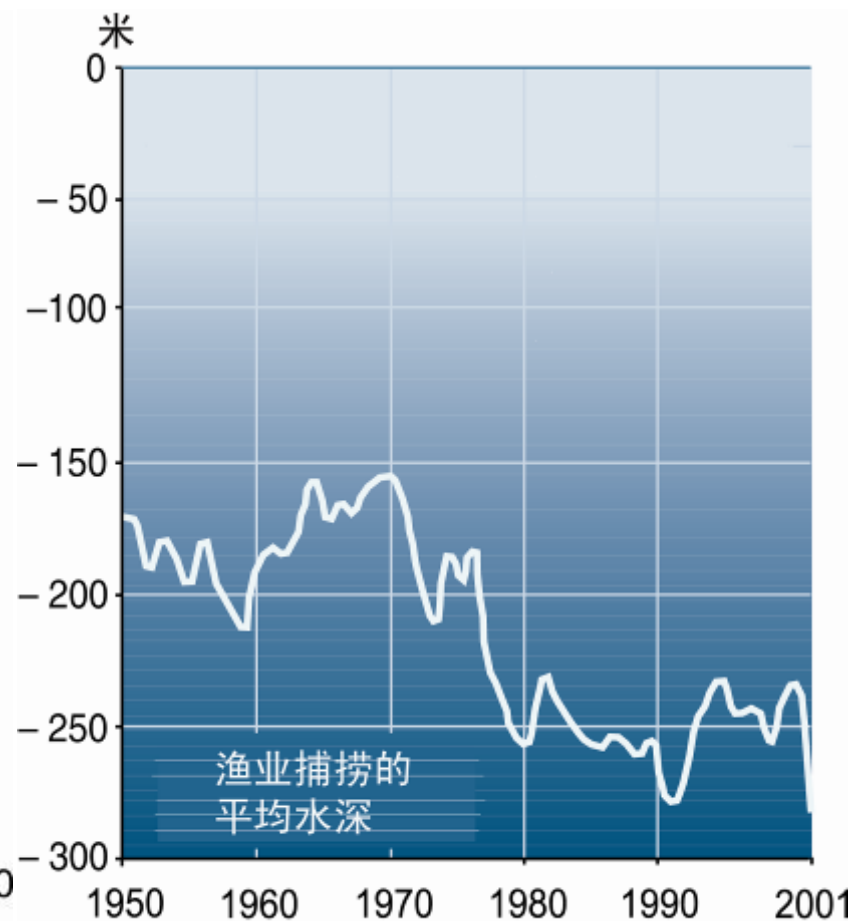
Flood events per decade



生态系统过去50年的变化状况

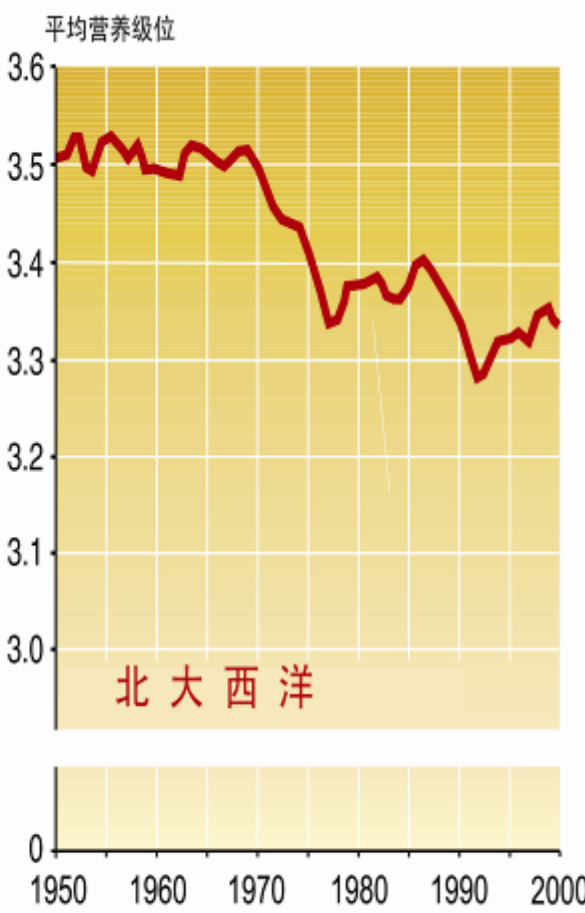
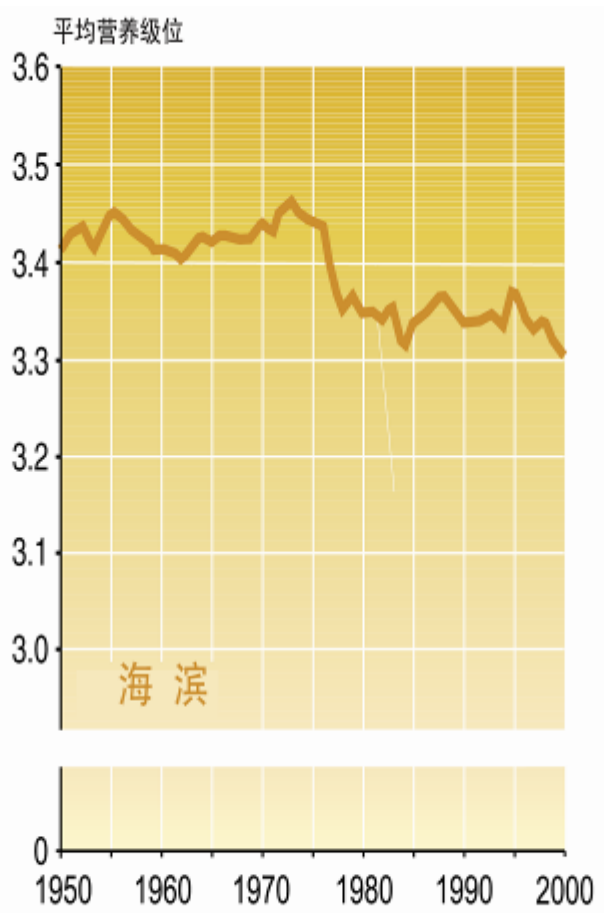
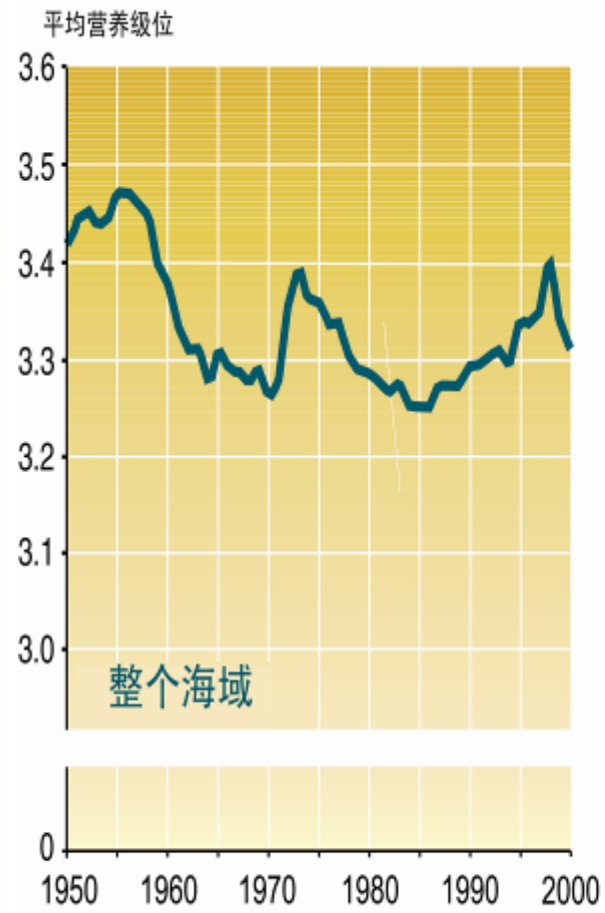


来源：千年生态系统评估



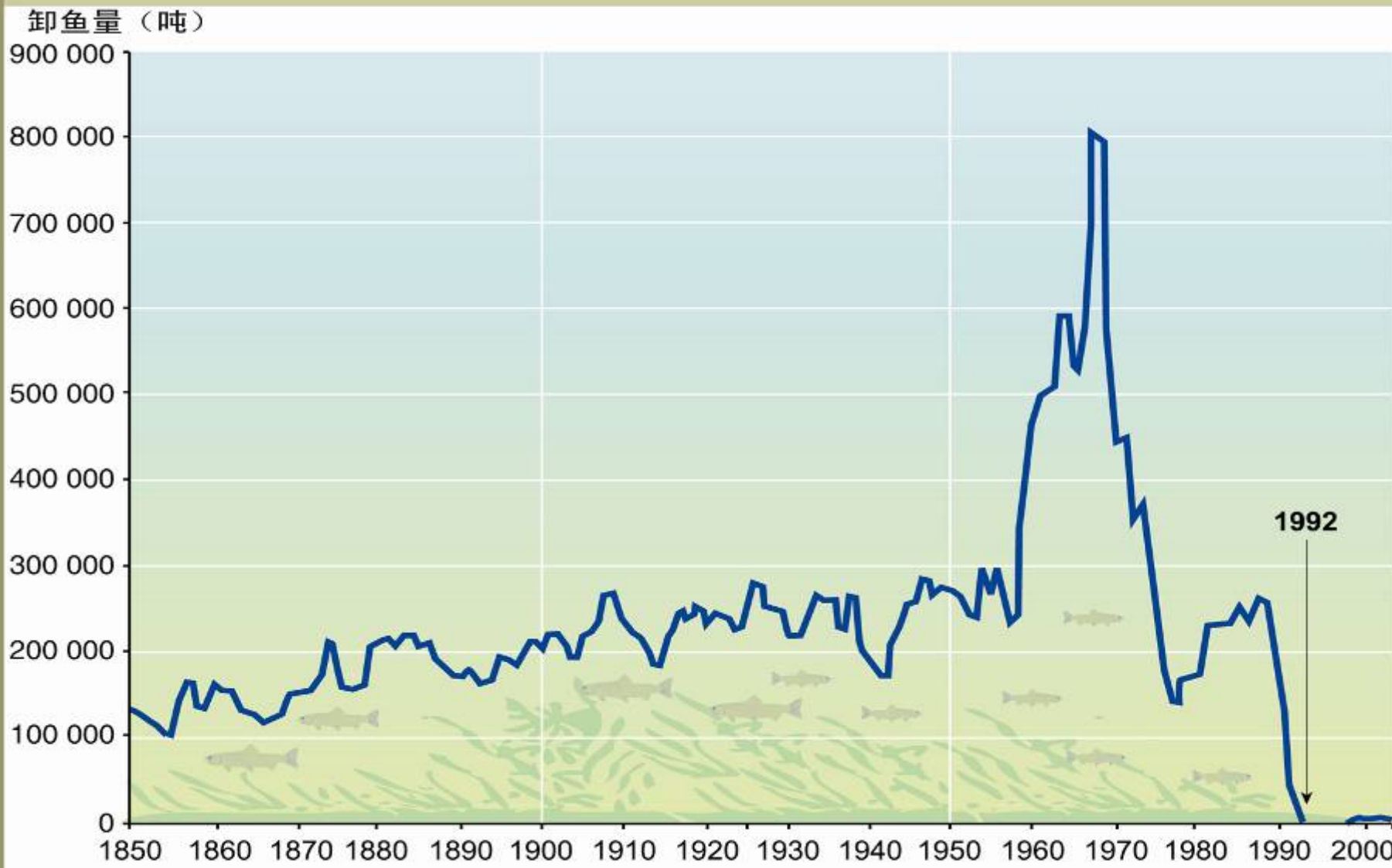
来源：千年生态系统评估

生态系统过去50年的变化状况



来源：千年生态系统评估

生态系统过去50年的变化状况： 北大西洋鳕鱼产量的变化



来源：千年生态系统评估

生态系统剧变的可能性增加

- 捕鱼业崩溃
- 水体富营养化
- 珊瑚礁迁移
- 疾病流行
- 引入外来种
- 区域气候变化



Atlantic Cod off Newfoundland

生态系统服务间的得失

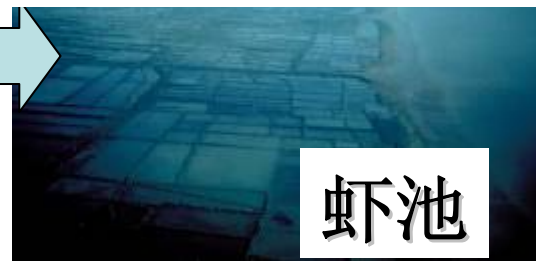


红树林生态系统



红树林的服务功能:

- 为鱼类提供栖息地
- 提供薪柴河木材
- 吸收碳
- 降解污染物
- 减少侵蚀和灾害



Millennium Ecosystem Assessment

Value
(per hectare)

\$4000



Private Net Present Value per hectare **1987**

Mangrove: \$9,100 to \$3,600

Shrimp Farm: \$20,400 to \$200

Mangrove Conversion



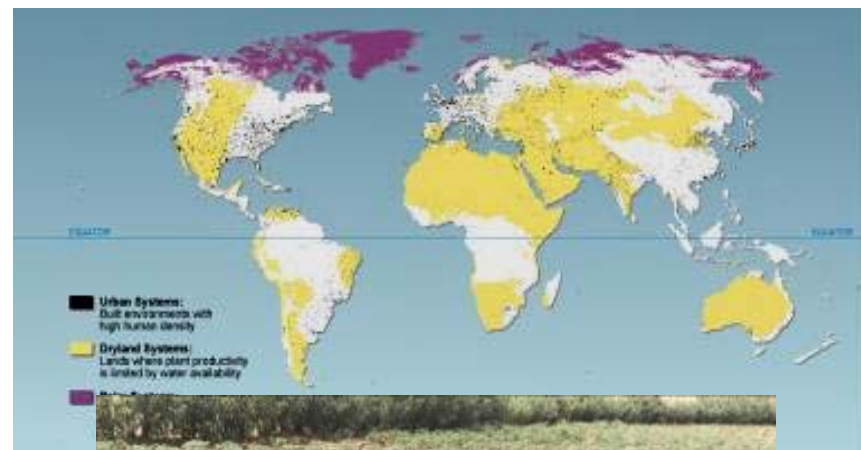
Mangrove

Shrimp Farm

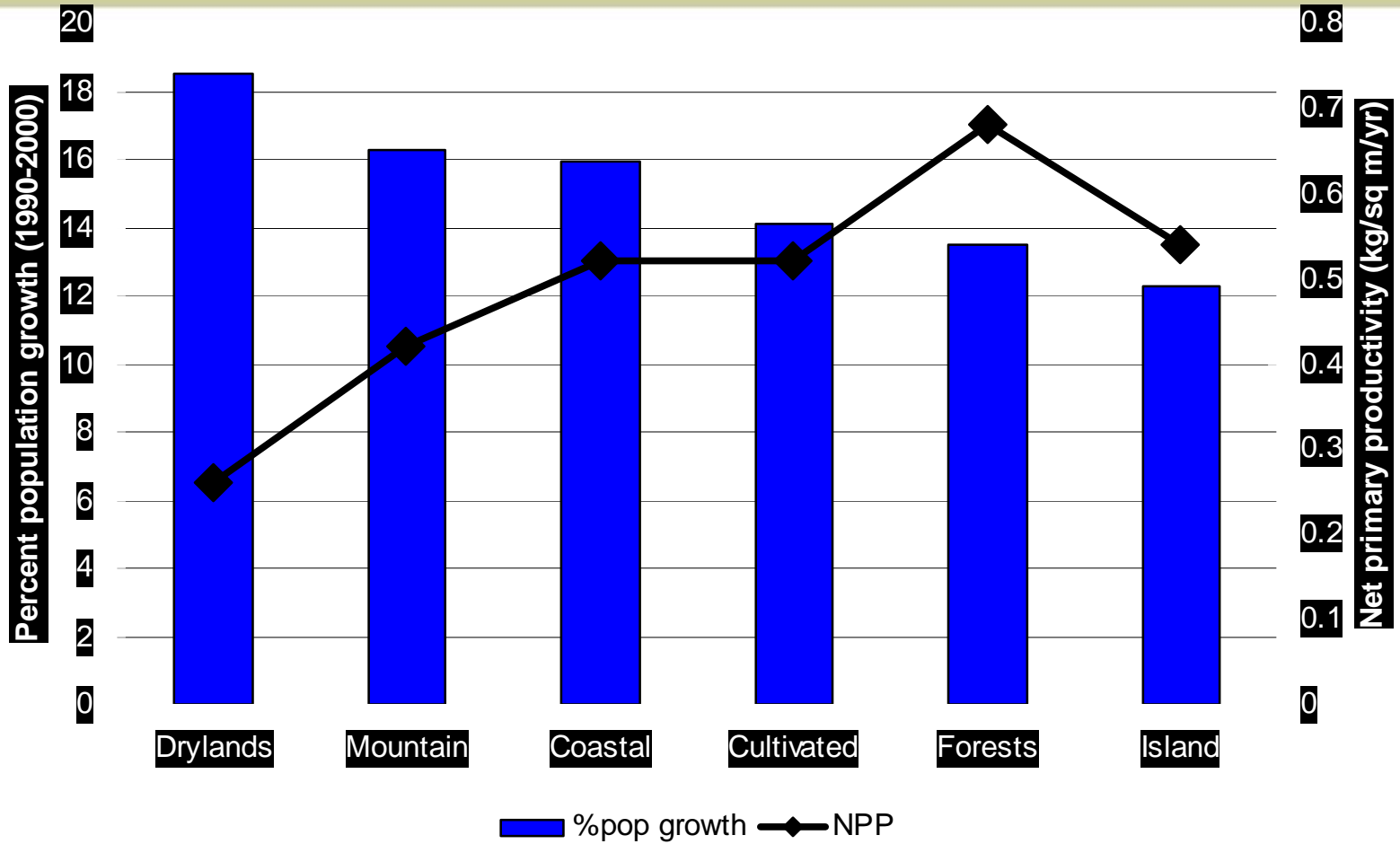
Source: Millennium Ecosystem Assessment; Sathirathai and Barbier 2001

旱区的情况令人担忧

- 旱区占地球陆地面积的40%，人口超过20亿；
- 人类福祉水平全球最低
- 10-20% 的土地退化；
- 只有 8% 的土地可以获得较充分的水供应。



Dryland Systems: Highest population growth in 1990's







生态系统服务退化对穷人的影响

生态系统服务退化对穷人的影响最为严重，因为他们对生态系统服务的依赖程度最高，对生态系统服务的退化最敏感。



五 生态系统今后50年的变化情景

| | | 世界发展(World Development) | |
|-----------------------------------|------------------|--|--|
| | | 全球化(Globalization) | 区域化(Regionization) |
| 环境管理途径 (Environmental Management) | 被动响应(Reactive) |  <p>全球协同(Global Orchestration)</p> |  <p>实力秩序(Order from Strength)</p> |
| | 主动应对(Proactive) |  <p>技术乐园 (TechnoGarden)</p> |  <p>适应组合(Adapting Mosaic)</p> |

情景 1



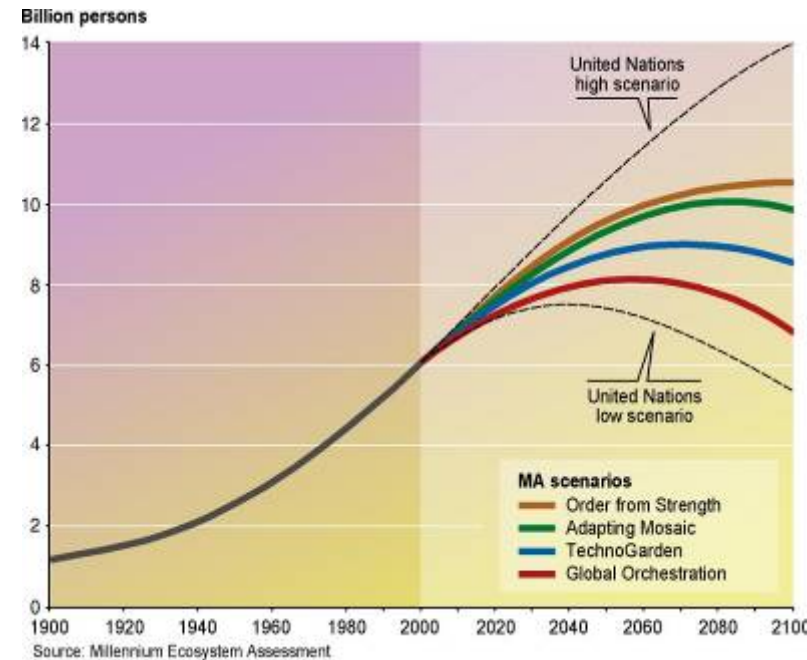
- **全球协同：** 是一个全球化的社会，其目标在于进行全球贸易和经济自由化，并采取被动途径应对生态系统的问题，同时采取有力的措施来减轻贫困和不平等问题，并增加在基础设施建设和教育等公共产品方面的投入。

Global Orchestration

Global, Reactive environmental policies



- Lower population
- Lower habitat loss
- Higher economic growth
- Higher GHG emissions



Population Scenarios

情景 2

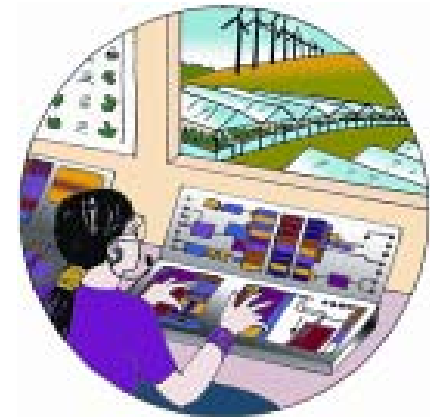


- **技术乐园：**这是一个非常重视环境友好技术，全球紧密联系的世界，通过工程途径和高度集约管理的生态系统来提供生态系统服务，并采取积极主动的途径来进行生态系统管理，以避免问题的出现。

TechnoGarden

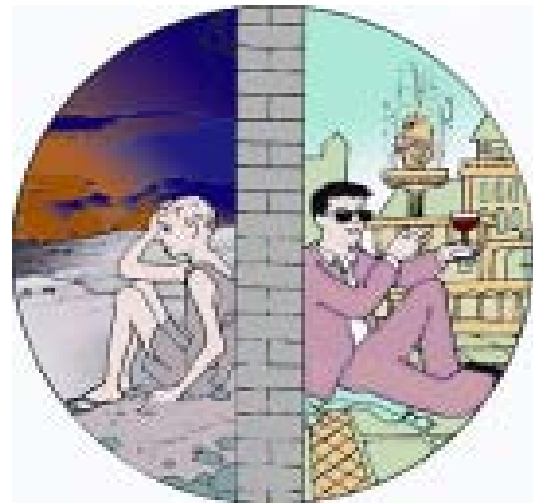
Global, Proactive environmental policies

- Best GHG
- Best Nitrogen
- Best Water
- Slower economic growth than Global Orchestration
- Reliability of ecosystem services decreased, risks increased
- New problems emerge from technologies



情景 3

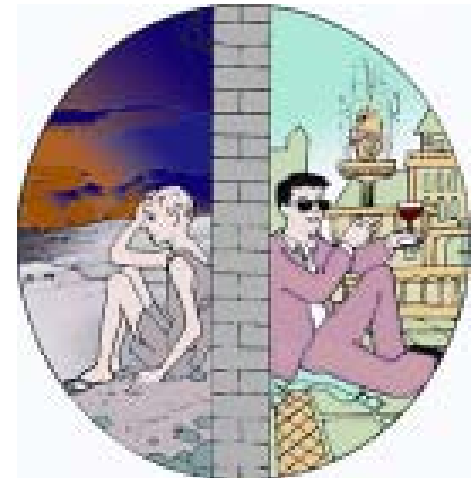
- **实力秩序**：是一个区域化，相互之间联系不紧密的世界，主要考虑安全和保护问题，重点强调区域市场的开发，对公共产品不大重视，对生态系统的问题采取消极应对的途径。



Order from Strength

Regionalized, Reactive environmental policies

- Worst across the board (except GHG/Climate due to slower economic growth)
- Slower economic growth than Global Orchestration



情景 4



- **适应组合：**政治和经济活动主要关注区域的流域尺度的生态系统。地方机构得到加强，局地的生态系统管理对策是相同的。全社会对生态系统的管理采取非常积极的应对途径。

Adapting Mosaic

Regionalized, Proactive environmental policies

- Best GHG
- Best Nitrogen
- Best Water
- Slower economic growth than Global Orchestration
- Reliability of ecosystem services decreased, risks increased
- New problems emerge from technologies



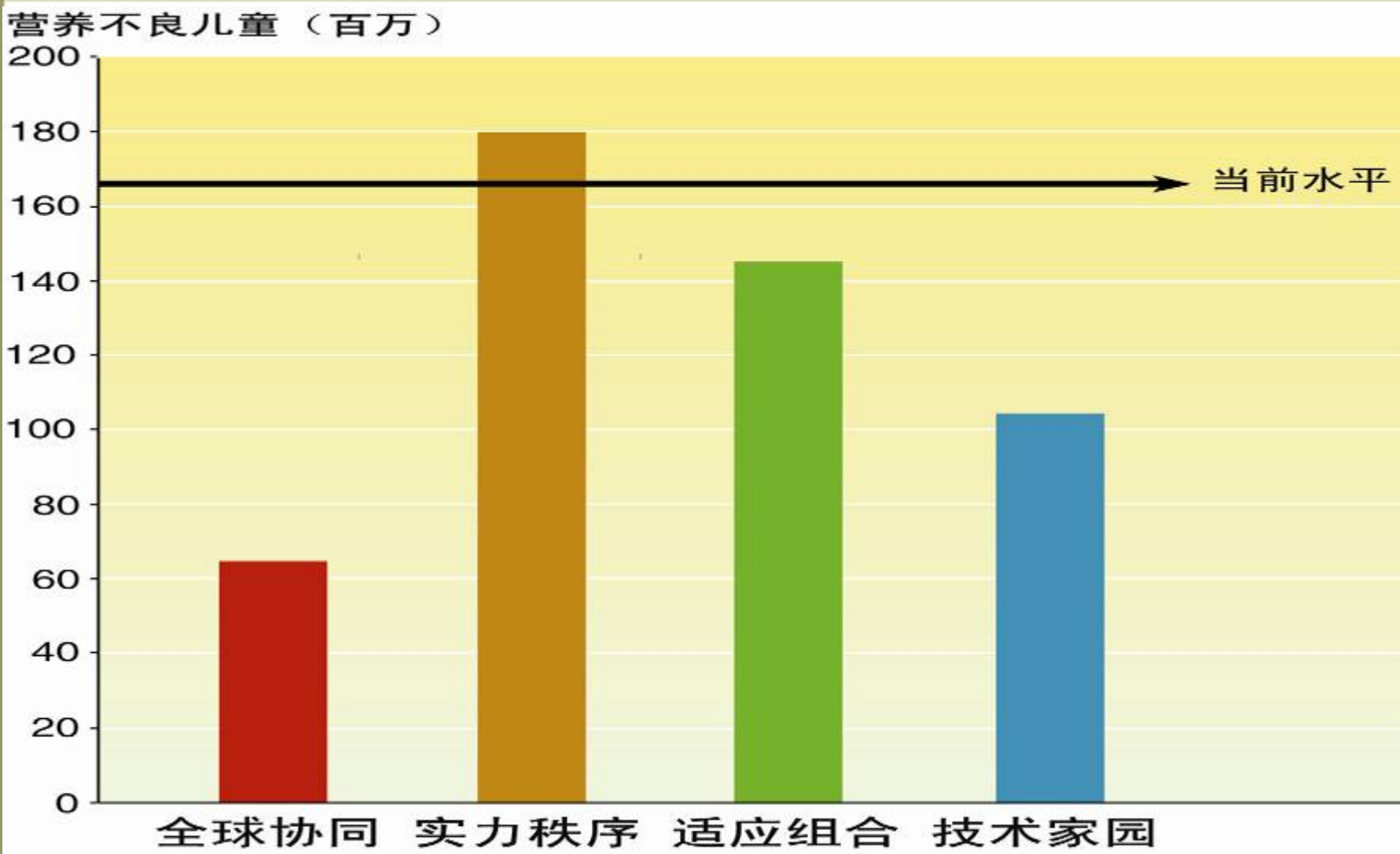
Some services improved in three of the four MA scenarios

Examples:

- Freshwater
- Water regulation
- Erosion control
- Water purification
- Storm protection
- Aesthetic values
- Recreation

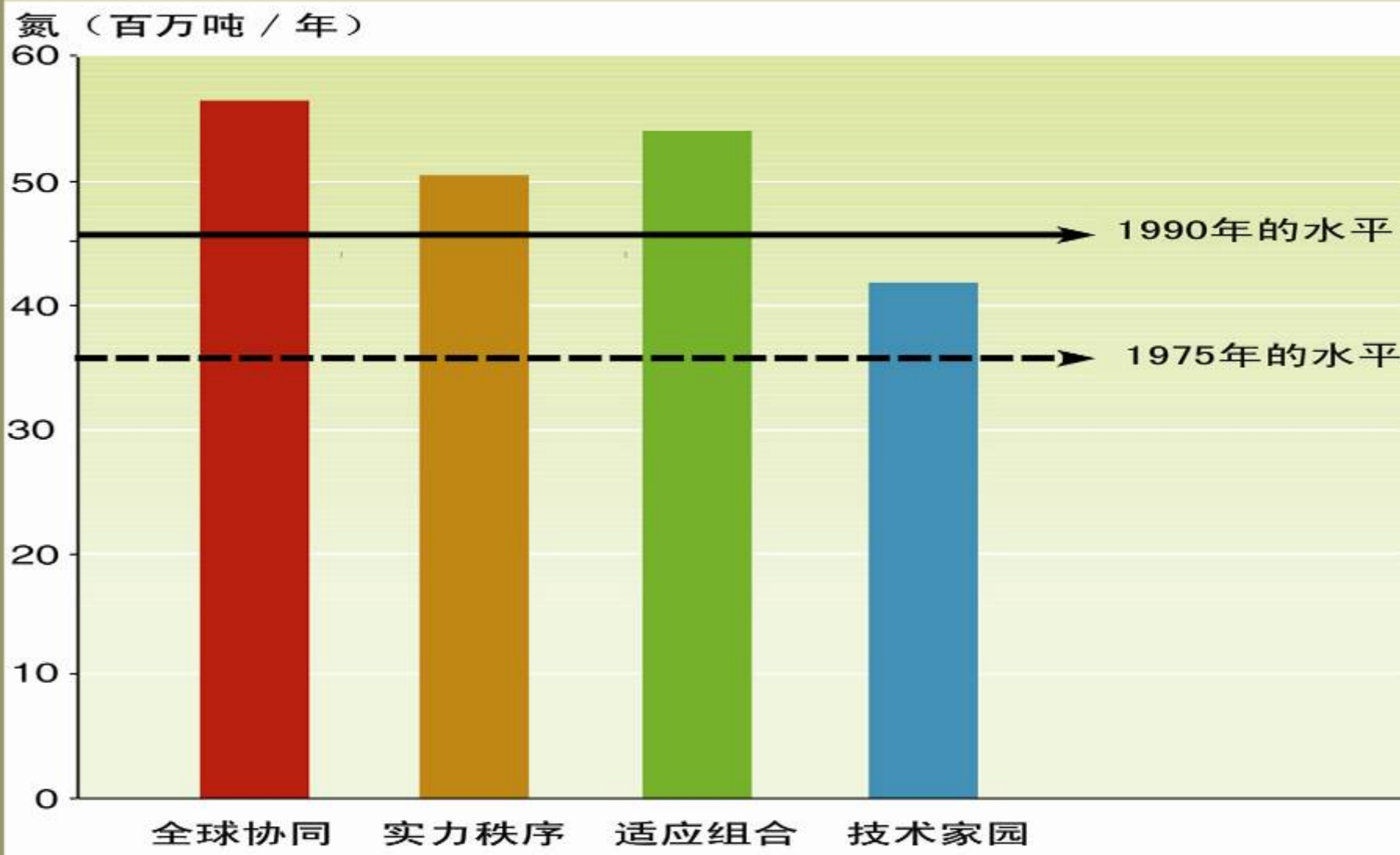


各种情景下生态系统服务的可能变化



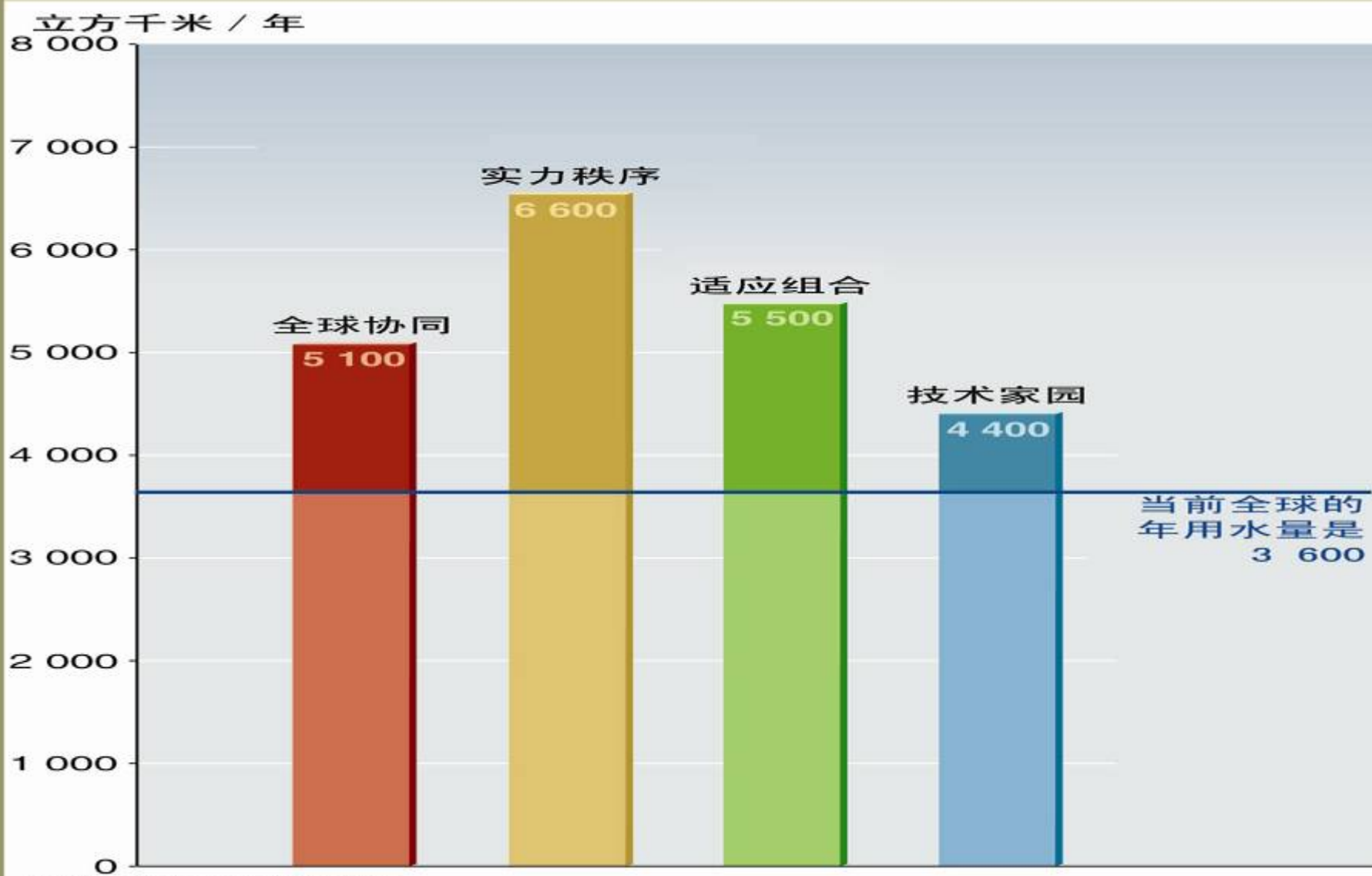
来源：千年生态系统评估

各种情景下生态系统服务的可能变化



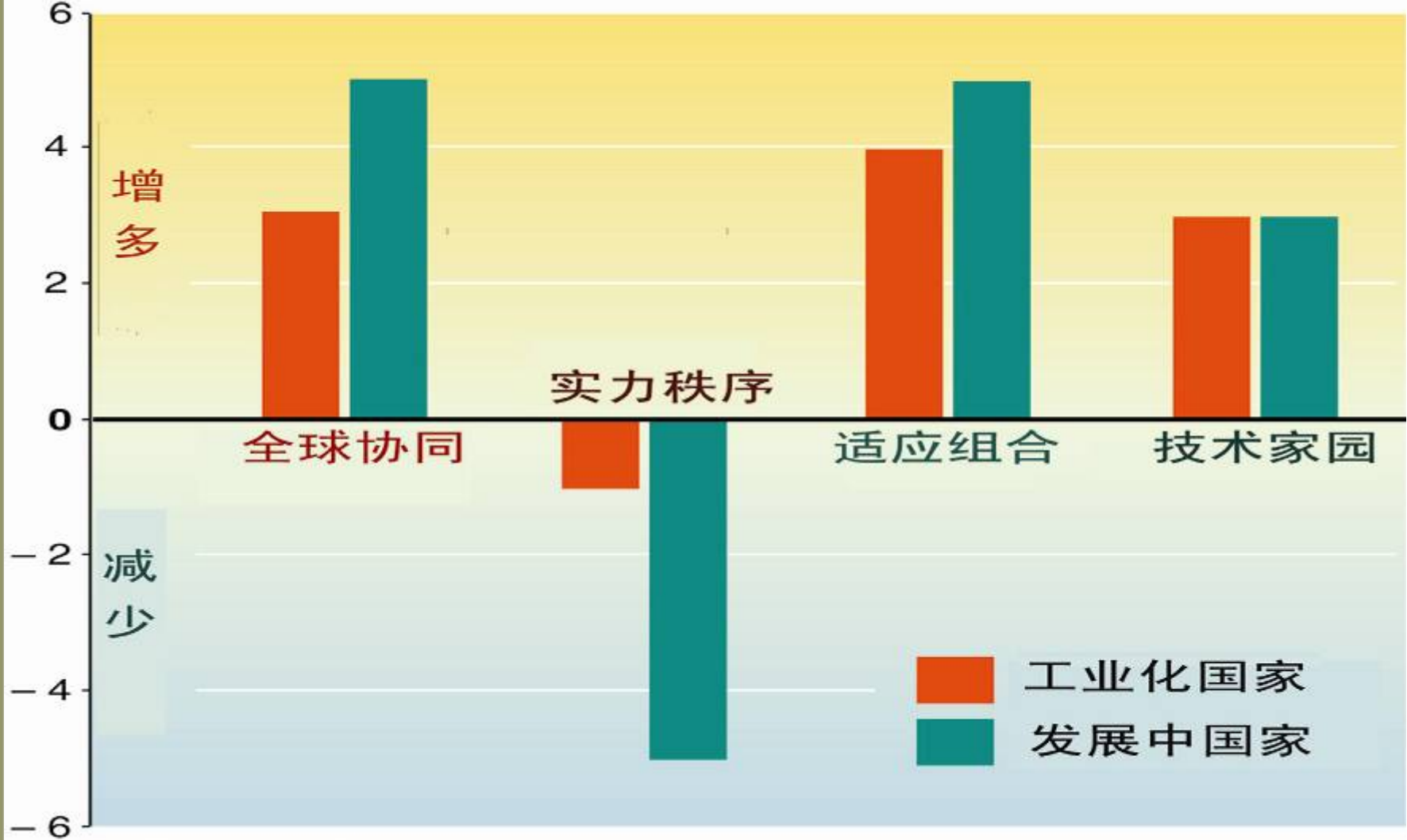
来源：千年生态系统评估

各种情景下生态系统服务的可能变化



各种情景下人类福祉的可能变化

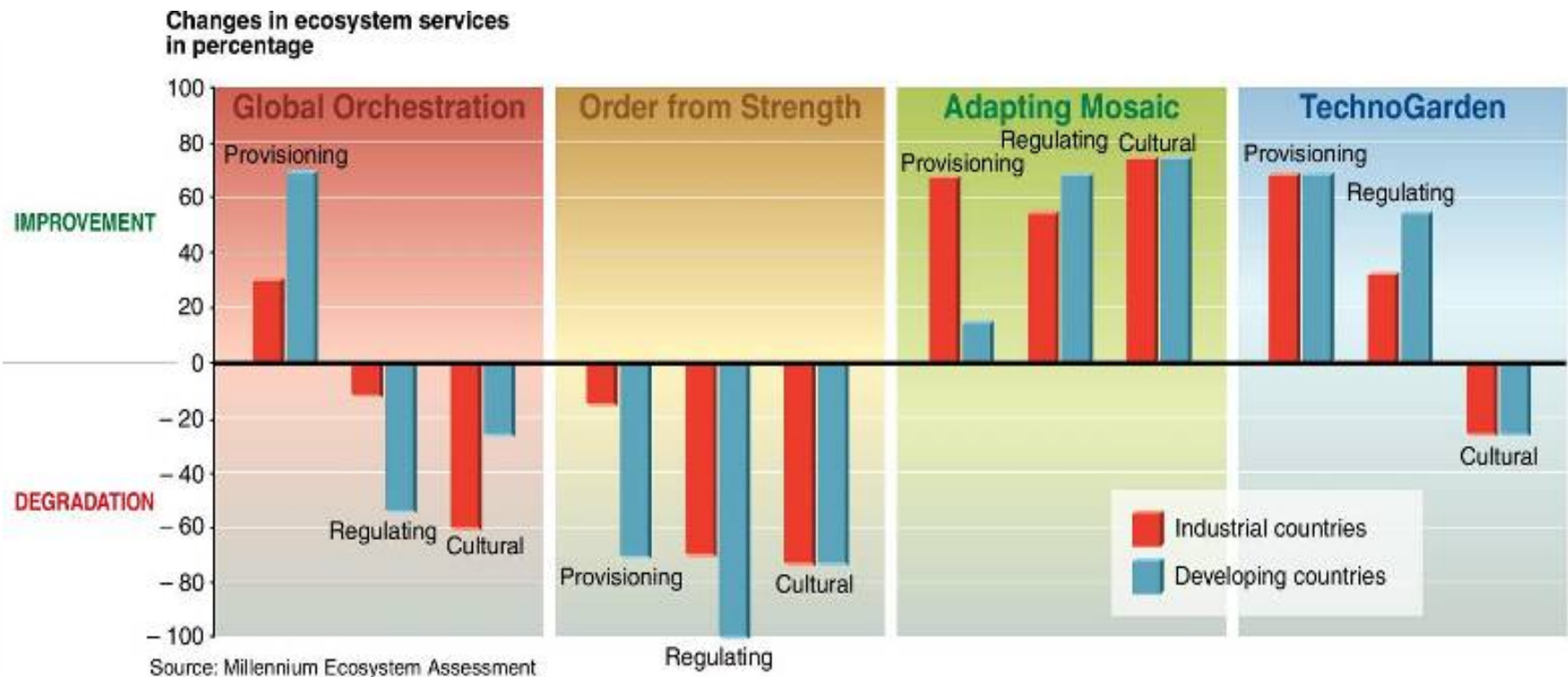
人类福祉组成要素的净变化



来源：千年生态系统评估

Degradation of many services can be reversed by 2050

In three of the four MA scenarios, many currently degraded ecosystem services were enhanced by 2050



六 改善生态系统服务的对策

当前，人类对生态系统服务的需求日益增长，怎样在满足这些需求的同时，扭转生态系统的退化状况，这是我们面临的一个重大挑战。但是，这一挑战是可以解决的。在MA的4种情景中，有3种情景认为政策、制度和作业方式的改变可以减缓因生态系统压力持续增加而造成的某些消极影响。



But the actions needed are significant and not underway

- Elimination of trade barriers and distorting subsidies
- Investments in public goods (e.g., education) and poverty reduction
- Use of active adaptive management
- Investment in education
- Investment in new technologies
- Payments for ecosystem services



必须克服的障碍

- 不合理的制度和管理办法，包括腐败以及监管与责任系统薄弱；
- 市场失灵和经济刺激不当；
- 社会和行为因素，包括某些社会群体（例如穷人、妇女和原住居民群体）的政治和经济权力的缺失等；
- 技术开发与推广方面投入不足；
- 缺乏既可提高资源收益又能保护资源的有关知识（包括对现有知识的利用水平较低），这些知识涉及生态系统服务，以及管理、政策、技术、行为和制度对策。



制度与管理

- 把生态系统的管理目标纳入到各有关部门，以及更加广泛的发展计划框架中；
- 增进在各种多边环境协议之间，以及环境协和其它国际经济与社会制度之间的协调；
- 通过利益相关方对决策制定过程的广泛参与，提高制定决策的透明度和责任心；
- 建立使决策的制定集中于满足生态系统管理的需要，同时又确保在各层次之间进行有效的协调的制度；
- 建立对市场和生态系统之间的相互作用进行监管的制度；
- 建立促进资源管理由高度的部门管理途径向更加综合的管理途径转变的制度框架。



经济手段与激励政策

- 取消促进过度利用生态系统服务的各项补贴。同时在条件许可的情况下，把这些补贴用于补偿不能在市场上交易的那部分服务。
- 尽量使用经济手段和通过市场途径对生态系统服务进行管理。



社会和行为对策

- 采取措施，减少对不可持续经营的生态系统服务的消费总量；
- 增加对交流与教育的投入；
- 授予包括妇女、原住居民和青年这些或者对生态服务依存性较强，或者容易遭受生态系统退化影响在内的人群充分的权利。



技术对策

- 提高技术水平，使得作物产量能不断增加，又不产生由于使用水资源、养分和杀虫剂而出现的各种不利影响；
- 开发生态系统服务修复；
- 提高技术水平，增加能量利用效率，减少温室气体排放。



知识与认知对策

- 在资源管理与投资决策中兼顾生态系统的市场价值和非市场价值；
- 在评估和决策制定过程中，充分利用各种形式的有关知识和信息，包括传统知识和实践知识；
- 提高和维持个人和机构在了解关于生态系统变化对人类福祉的后果，以及对这些后果进行评估的能力。



设计有效的决策制定过程

- 使用可得到的最佳信息；
- 确保决策制定过程透明，保证重要的利益相关方进行有效的知情和参与。
- 在决策制定过程中，承认并非其涉及的所有价值都可以量化；
- 争取效率，但是不要牺牲效力。
- 在成本和效益的分配方面，考虑公平和脆弱性问题。
- 确保决策制定的责任，进行定期的监测和评价。
- 考虑累积效应和跨尺度效应，特别值得注意的是评估不同生态系统服务之间的得失关系。

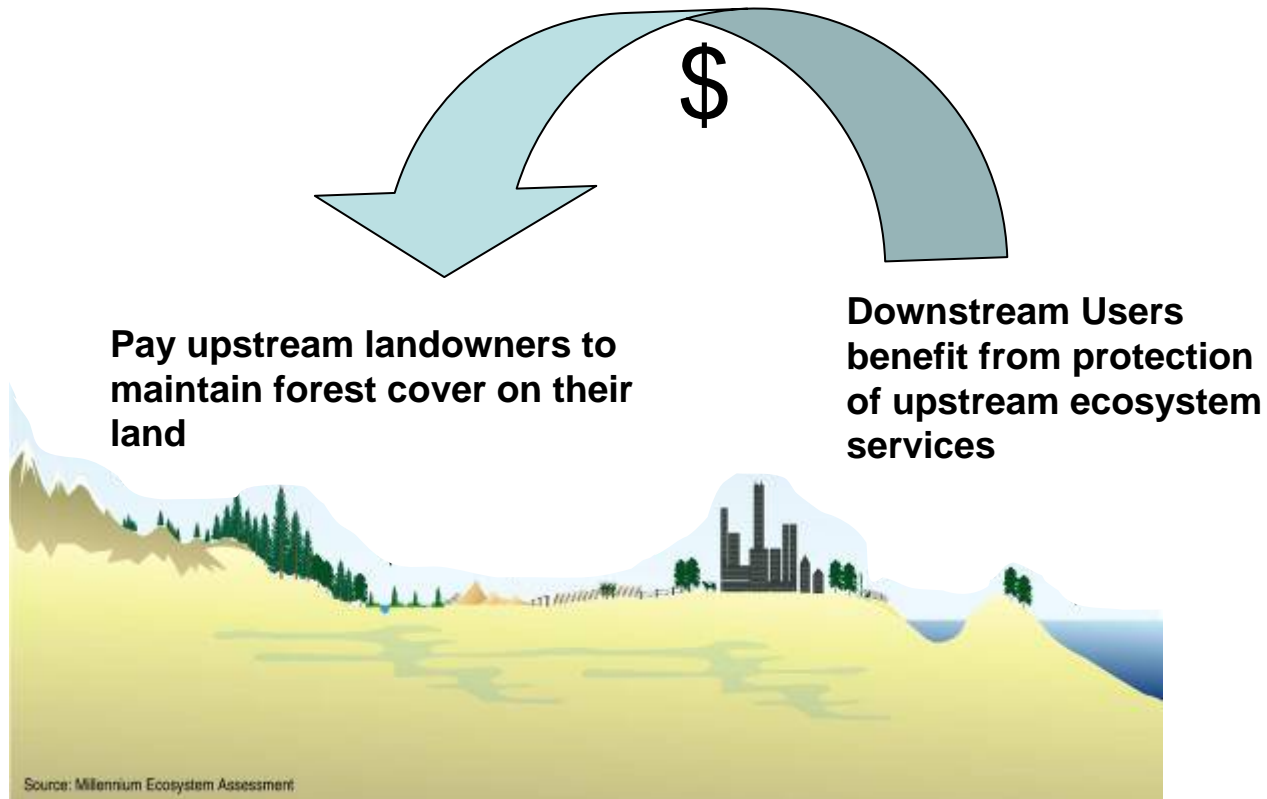


Costa Rica Payments for Ecosystem Services

Program established 1997

By 2001: 280,000 ha enrolled at cost of \$30 million

Typical payments: \$35 to \$45 per hectare





ECOSYSTEMS AND HUMAN WELL-BEING

*Opportunities and Challenges
for Business and Industry*

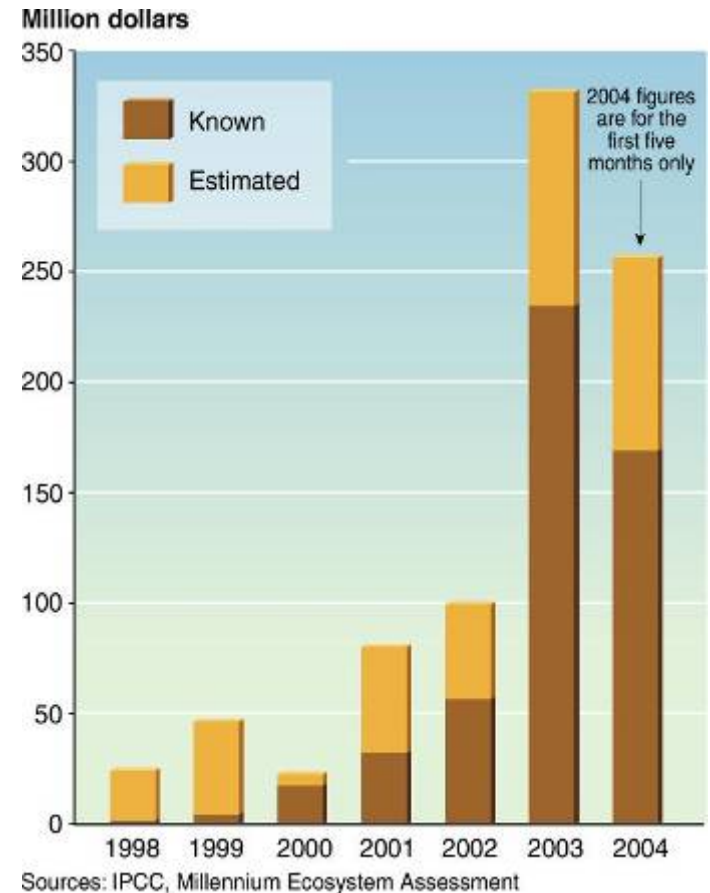


MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT

Business bottom line

New Business Opportunities

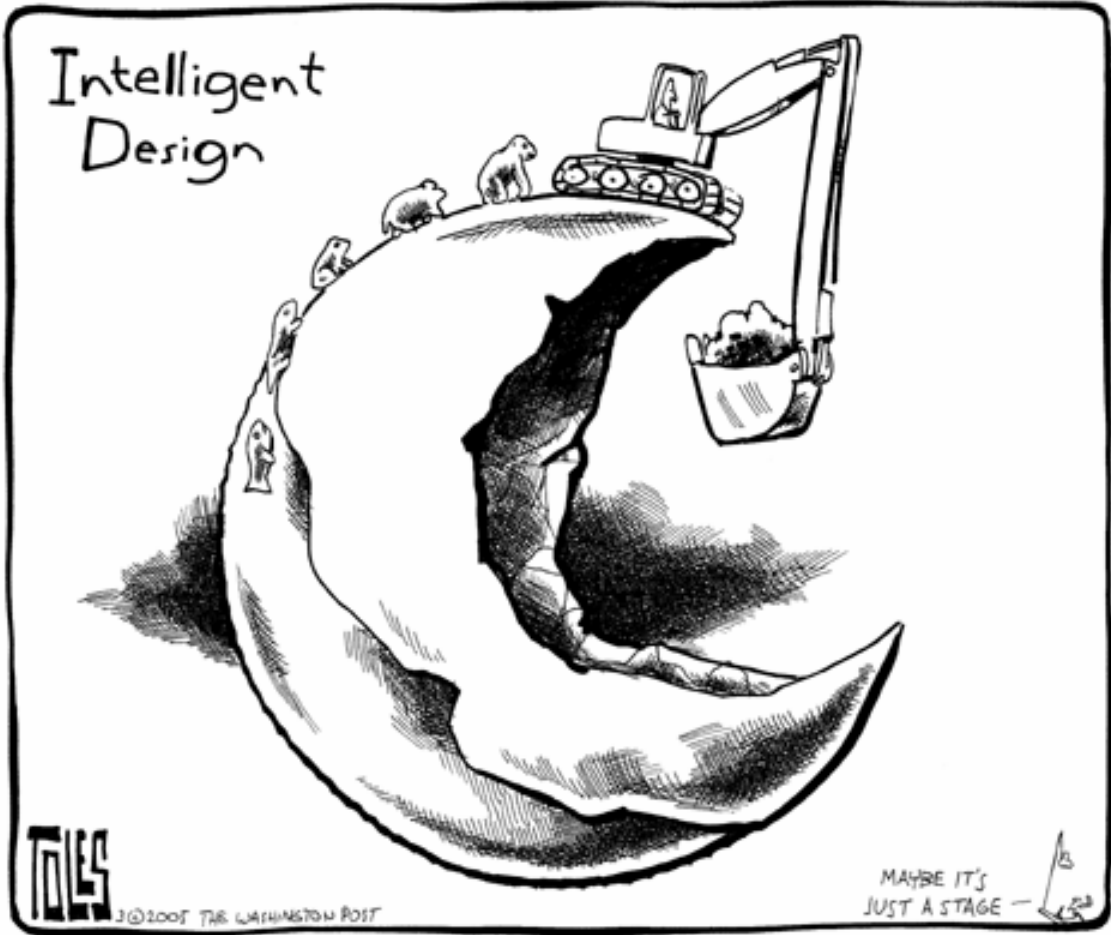
- New markets
 - *E.g., Carbon market*
- New incentives
 - *E.g., payments for ecosystem services*
- New businesses
 - *E.g., ecosystem restoration*
- New Technologies



七 今后工作的展望

- 努力在全球尺度建立一种政府间的机制和组织，筹集资金，建立标准化的评估指标和方法，定期对全球生态系统的状况和未来的变化趋势进行评估；
- 结合现有工作，在不同尺度或不同生态系统开展评估工作；
- 不断充实和完善MA所提出的一些新理念和新方法，开展相应的研究工作。
- 开展生态系统评估工作所涉及的各个自然和社会科学领域的长期监测，为评估积累必要的数据库，提高评估结果的可信度。

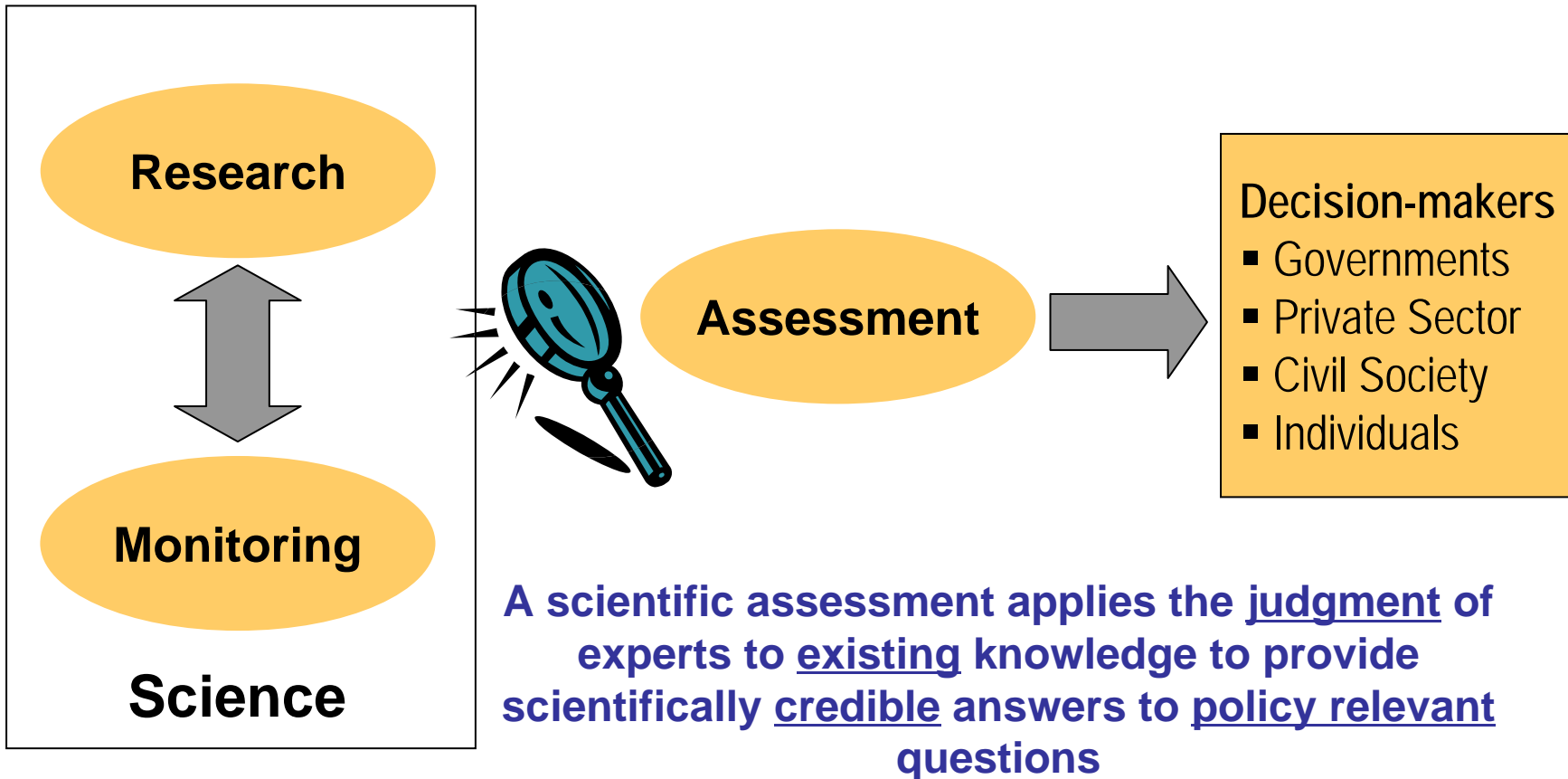




Washington Post, March 30, 2005

Science Assessment

A social process designed to bring the findings of science to bear on the needs of decision-makers



谢 谢 ！

