



## 面向应用的生态系统服务 研究与展望\*

文 / 周 桔

中国科学院科技促进发展局 北京 100864

**【摘 要】** 生态系统服务是生态学研究的重要领域,将生态系统服务理念应用到生态系统管理中也是当前的热点问题。文章概述了当前生态系统服务研究的主要应用方向和所面临的挑战,并对加强面向应用的生态系统服务研究进行了展望,以期为生态系统管理和我国生态文明制度建设提供支撑。

**【关键词】** 生态系统服务,生态系统管理,可持续发展,生态文明

DOI 10.3969/j.issn.1000-3045.2014.04.006

生态系统是地球的生命支持系统,是人类经济、社会赖以生存发展的物质基础。生态系统为人类提供了自然资源和生存环境等方面的多种服务功能,这些服务功能的可持续供给保障了经济、社会的可持续发展。生态系统服务是指生态系统与生态过程所形成及所维持的人类赖以生存的自然环境条件与效用,向经济社会系统输入有用物质和能量、接受和转化来自经济社会系统的废弃物,它不仅给人类提供生存必需的食物、医药及工农业生产的原料,而且维持了人类赖以生存和发展的生命支持系统。

在人类社会发展的进程中,尤其在工业化进程中,传统工业文明的需求与自然资源供给能力、生态环境承载能力的矛盾日益尖锐,人类以消耗自然资源的代价换取经济资本的积累,但过度的

摄取导致灰霾等环境恶化以及资源枯竭等问题,使人们不得不在维护自然资源和积累经济资本之间进行合理的取舍,在各种生态系统服务和经济资本的数量和质量组合之间进行选择,在不同的保护和激励政策措施之间进行权衡。因此,迫切需要深入认识生态系统服务,创新发展模式,将生态系统服务融入国家发展的科学决策与政策,支撑生态文明建设。

近年来,围绕生态系统服务内涵、物质量评估和经济价值评估等开展了大量研究。随着研究的不断深入,面向科学决策与政策设计的生态系统服务研究也日益受到重视,以期为生态系统管理和我国生态文明制度建设提供支撑。

### 1 生态系统服务研究热点分析

为支持生态系统服务的评估与应用,近年来国内外学者在以下领域开展了大量研究,包括生

\* 修改稿收到日期:2014年6月11日

态系统服务的精确评估与展示、面向科学决策的生态系统服务研究、生态系统服务与居民福祉的关系、生态系统服务的多尺度特征等。

### 1.1 生态系统服务的定量评估与可视化

生态系统服务的定量评估是进行生态系统服务管理的基础,将生态系统服务以经济学方法用直观的数字表现,能为制定管理政策提供参考标尺,借助生态-经济综合模型还能在给定的备选政策方案中对生态系统服务的变化进行预测,在管理政策的筛选中有重要的作用。

1997年,美国的 Robert Costanza 等 13 人在 *Nature* 撰文,就全球生态系统服务与自然资源价值估算展开研究<sup>[1]</sup>。他将全球生态系统服务分为若干子系统,然后采用物质质量评价法、能值分析法、市场价值法等一系列方法分别对每一子系统进行测算,最后进行加总求和,计算出全球生态系统每年能够产生的服务价值。他们的计算结果是:全球生态系统服务每年的总价值为 16 万亿—54 万亿美元,平均为 33 万亿美元。33 万亿美元是 1997 年全球 GNP 的 1.8 倍。

近年来随着生态系统服务研究的深入,定量方法也出现了一系列新的关注点。

(1)更加注重与生态过程的结合。生态过程是生态系统服务产生的基础,生态过程的改变驱动生态系统服务的变化,因此将生态系统服务与生态过程结合能使研究更加准确。基于过程的评估模型需要一系列生物、非生物的参数(如:气候、地形、植被等),使生态系统服务的研究不只是关注经济方面的价值,能更好地体现生态系统与周围环境之间的相互作用。

(2)生态系统服务制图。生态系统服务制图是将生态系统服务的评估结果纳入到生态环境保护规划与管理决策制定与实施

过程中的重要方法。生态系统服务制图是根据决策需求,选择合适的制图评价方法,对特定时空尺度上生态系统服务的空间分布以及在各种经济-社会因素共同影响下生态系统服务的情景变化进行量化描述的过程。它最终为决策者提供研究区域生态系统服务时空变化特征具体的、可视的量化描述,辅助决策者权衡利弊,最终制定出符合区域生态环境与人类社会协调、可持续发展的最优决策,其结果为区域保护决策与管理规划的制定提供了很好的辅助手段。

### 1.2 面向科学决策的生态系统服务研究

生态系统服务评估的主要目的之一是了解生态系统服务的状态与能力,帮助决策者科学决策,平衡经济生产消耗和生态系统服务的可持续供给。为此以生态系统服务权衡、生态系统服务保护规划和生态补偿为切入点,针对生态系统服务开展了大量研究。

#### 1.2.1 生态系统服务权衡

生态系统是一个复杂系统,内部各要素和各种生态系统服务之间都存在复杂的相互作用,当人类选择性地强调某一种生态系统服务时,往往会损害到其他一种或多种服务的提供,导致预期之外的生态系统服务衰退,并可能引起一系列系统环境问题。加深对生态系统服务权衡关系的认识是对多种生态系统服务实现可持续管理的前提。理解空间上的权衡能让管理从全局着眼,不只关注某地某一种服务,而是考虑整个区域的平衡发展;理解时间上的权衡能让管理的目标不被短期需求主导,而是充分顾及子孙后代的福利;从不同的方面深入理解生态系统服务之间的权衡则开阔各级管理者的视野,决策过程中对生态、经济、社会、政治等内容都要有所考虑。然而目前对生态系统服务的权衡理解尚浅,现阶段十分需要从不同的



中国科学院

角度来加深对权衡产生机制的认知。

### 1.2.2 生态系统服务保护规划

生态系统服务保护规划是加强生态系统服务保护和管理的有效途径,政府部门联合科学家、环境工作者、利益相关者等群体在全球范围内开展了大量工作,进行了一系列生态系统服务规划和保护的实践<sup>[2]</sup>。当前生态系统服务保护规划途径主要有:借助“3S”技术确定生态系统服务保护区;将生态系统服务的保护与传统生物多样性保护规划相结合,通过在生物多样性保护规划中增设生态系统服务保护目标,实现两者的协同保护。

### 1.2.3 基于生态系统服务的生态补偿

生态补偿是一种基于生态系统服务的管理政策设计,以经济手段为主来调节相关者的利益关系,由享受生态系统服务的一方向服务提供者进行支付补偿,从而在不损害服务提供者利益的同时实现生态系统服务的可持续利用。构建生态补偿机制能够有效改善生态系统服务、协调环境保护与经济矛盾的矛盾,被认为是高效、先进的生态系统服务管理方法之一。

生态系统服务理论在生态补偿中的应用主要体现在以下两方面:(1)确定补偿标准的根本出发点是受偿者提供的生态系统服务价值。生态补偿的核心问题是补偿标准,只有确定合理的补偿标准,生态补偿项目才能长期实施;(2)生态补偿项目对生态系统服务的影响是衡量这些项目是否有效的重要指标。随着生态补偿的概念在全球广泛传播,不同应用尺度的生态补偿项目也越来越多,但这些项目普遍缺乏对保护效果的评估,而且证明这些项目在保护自然资源效率方面的实验数据十分稀少。开发出可行的、对生态补偿的效果进行综合评估的方法是当前的一个研究热点。

### 1.3 生态系统服务与人类福祉的关系

根据2005年生态系统千年评估(MA, Millennium Ecosystem Assessment)的定义<sup>[3]</sup>,人类福祉具有5种要素:维持高质量生活的基本物质需求,健康、良好的社会关系,安全,选择和行动的自由。

一般来说,人类福祉依赖于自然、技术、社会制度等一系列条件,但生态系统持续提供的服务是最重要的条件。通过产品提供、支持、调节、文化服务的作用,生态系统服务能直接作用于人类福祉,同时福祉状况也会改变人类对自然资源的消费强度,从而影响生态系统服务。

人类福祉是生态系统服务研究的根本目的,但目前几乎所有人类福祉指标的研究都处于起步阶段。目前围绕生态系统服务与人类福祉的关系研究,主要聚焦在如何刻画和表征生态系统服务对人类福祉的贡献,以及生态系统服务与人类福祉存在怎样的直接和间接关系等。

### 1.4 生态系统服务的尺度特征

生态系统服务的表达往往具有多尺度特征:一种生态系统服务既与局地尺度的利益相关者相关,也与区域、国家乃至全球尺度的利益相关者相关。针对生态系统服务的尺度特征,许多学者从多方面开展了大量研究。如有学者提出的远程耦合系统(Telecoupled System),就是考虑不同尺度利益相关者之间的关系而开展的研究<sup>[4]</sup>。

针对某种生态系统服务,通过政策设计与优化,既考虑局地尺度利益相关者的受益,也考虑局地尺度以外的利益相关者的受益,通过不同尺度利益相关者的协调,促进区域协调发展。例如,为了促进畜牧业的可持续发展,北方草原区加大草地恢复力度,而这种恢复措施既增强了局地畜牧产品供给服务的能力,产生的防风固沙服务也使局地尺度以外的北京受益。可见,认识生态系统服务的尺度特征,也是统筹生态系统服务多个利益相关者进行科学决策的关键。

## 2 生态系统服务研究面临的挑战

自1997年开始,生态系统服务研究成为生态学研究的一个重要方向,多年来已有的研究极大地促进了人们对生态系统服务的认识和保护的意识,但生态系统服务研究从理论走向实践应用尚面临着巨大挑战<sup>[5]</sup>。



## 2.1 生态系统服务评估结果

尽管围绕生态系统服务的物质量和经济价值评估方法、评估案例(生态系统、流域、区域、国家、全球多个尺度)开展了大量研究,如何定量测度和表征生态系统服务,使生态系统服务评估结果可信、可重复、可尺度扩展、可为决策提供有力支撑仍是当前面临的主要挑战之一。

## 2.2 生态系统服务与人类福祉关系

理论和现实都告诉我们,生态系统服务支撑了人类福祉,人类活动也影响着生态系统服务的产生和传递。然而生态系统服务与人类福祉存在怎样的定量关系,如何刻画这些关系,这关系到人类对生态系统服务的保育和管理。因此,科学揭示和认识生态系统服务与人类福祉的关系,也是当前生态系统服务研究的难点。

## 2.3 生态系统服务评估与政策的结合

生态系统服务与经济社会发展关系密切,生态系统服务的持续供给是经济社会可持续发展的物质基础。但是如何通过有效的管理途径或科学的政策设计,确保生态系统服务的稳定供给仍是当前生态系统管理的难点。因此,从管理角度,如何将生态系统服务评估与科学的政策设计结合起来,创新生态系统服务管理途径,提高生态系统服务管理效果,有待深入研究。

## 2.4 生态系统服务多尺度特征

生态系统服务关系复杂,具体体现在:一方面,生态系统服务间存在权衡和协同关系,一种管理措施往往影响着多种生态系统服务以及它们之间的相互作用关系;另一方面,生态系统服务具有多尺度特征,涉及多个尺度上的利益相关者。因此,如何关联生态系统服务的多尺度特征,有效保护不同尺度的生态系统服务;如何权衡一个地区的多种服务功能,协调区域社会经济发展与生态

系统服务保护的关系,都是目前的研究热点。

## 3 研究展望

尽管生态系统服务在实践应用中的作用日益突出,但面向实践应用的生态系统服务研究仍存在诸多难点,有待进一步强化研究。

### 3.1 围绕生态系统服务管理,加强多学科交叉研究

增强与社会学、经济学、人口统计学等领域的跨学科研究,建立一套跨学科的检验体系来对价值评估以及各种保护措施的结果进行评价,关注生态系统服务的变化对人类福祉的实际影响,增加研究结果的社会实用性,使其能直接为管理者服务。

### 3.2 探索生态系统服务研究成果运用到管理决策中的途径,加强面向应用的生态系统服务供给实例研究

目前对于生态系统服务评估开展研究较多,而真正针对具体区域的应用实例研究很少,这也是该工作长期停留在概念阶段而难以进一步深化应用的原因。将生态系统服务研究成果通过项目试点在小范围内进行验证,在决策内容中不断完善生态系统服务管理,使之具有更合理的原理、更可行的机制、更灵活的实施形式,以达到更好的可持续利用效果。

2014年4月,在中科院“率先行动”计划下,启动了“自然资源与生态资产核算方法与应用”科技服务网络计划项目群(STS项目群)。该项目群针对生态文明制度建设的迫切需求,以生态系统服务功能及其生态经济价值评估与GDP核算为基础,提出生态系统生产总值核算的理论框架,提出生态资产核算、生态资产投资核算和生态系统生产总值核算技术体系,选择典型县、市、省开展



中国科学院

应用示范研究,将资源消耗、环境损害、生态效益纳入经济社会发展评价体系,为我国政绩评估考核、离任环境审计、资源有偿使用、生态补偿等制度的建立和完善提供科技支撑。

#### 参考文献

1 Costanza R, d'Arge R, deGroot R et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, 1997, 387 (6630): 253-260.

2 Liu J, Hull V, Batistella M et al. Framing sustainability in a tele-coupled world. *Ecology and Society*, 2013, 18(2): 26.  
3 Millenium Ecosystem Assesement (MA). *Ecosystems and Human well-being*. Washington DC: Island Press, 2005.  
4 欧阳志云,郑华,高吉喜等.区域生态环境质量评价与生态功能区域.北京:中国环境科学出版社,2009.  
5 郑华,李屹峰,欧阳志云等.生态系统服务管理研究进展.生态学报,2013,33(3):702-710.

## Research Progress on Ecosystem Service Facing Ecosystem Management

Zhou Ju

(Bureau of Science & Technology for Development, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100864, China)

**Abstract** Ecosystem service is one of the research hotspots of ecology. It is also difficult to integrate ecosystem service notion into ecosystem management. The challenges of ecosystem service research applied in ecosystem management were put forward. The hotspots of current ecosystem service research were summarized. Finally, the questions which need to be further studied were discussed.

**Keywords** ecosystem service, ecosystem management, sustainable development, ecological civilization

周 桔 中科院科技促进发展局资源环境处处长,博士。1974年出生。E-mail:zhouju@cashq.ac.cn

(接461页)

## Practice and Consideration for Ecological Redlining

Zheng Hua Ouyang Zhiyun

(State Key Laboratory of Urban and Regional Ecology, Research Center for Eco-Environmental Sciences, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100085, China)

**Abstract** Ecological redlining demarcation is the critical content of institution design for ecological civilization. Ecological redlining institution building plays a key role in the effective protection of ecological redlining. The demarcation, implication, and management of ecological redlining were summarized. The challenges of building ecological redlining institution were discussed. Finally, the suggestions of improving ecological redlining institution were put forward.

**Keywords** ecological redlining, ecological security, sustainable development, policy design

郑 华 中科院生态环境研究中心城市与区域生态国家重点实验室研究员,博士。主要从事生态系统服务功能形成机制、评估方法及其应用研究。中国生态学会青年工作委员会副主任、美国生态学会期刊 *Frontiers in Ecology and the Environment* 编委。在国内外核心期刊发表论文100余篇,出版论著5部,获国家科技进步奖二等奖1项。E-mail:zhenghua@rcees.ac.cn