

## 生态系统服务价值评估研究进展

——国外学者观点

杨光梅<sup>1,2</sup>, 李文华<sup>1</sup>, 闵庆文<sup>1\*</sup>

(1. 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101; 2. 中国科学院研究生院, 北京 100039)

**摘要:** 生态系统服务的价值评估是目前生态学研究热点和存在较多争议的领域之一。争论的焦点主要集中在生态系统服务货币化评估的必要性和有效性。通过对大量文献的检索, 较为系统地总结了国外学者的观点, 特别是引起诸多争论的主要原因: 一是由于生态系统本身的复杂性, 各项服务之间存在着相互依赖的关系, 使生态系统服务的分类本身就缺乏严格的标准, 同时存在着时间和空间上复杂的尺度转换问题, 从而使生态系统服务的价值评估容易出现重复计算; 二是由于经济学方法本身存在着一定的局限性, 对于不同的评估对象和评估目标往往需要选取不同的评估方法, 每一种生态系统服务通常可以有几种不同的评估方法, 评估结果在很大的程度上依赖于选择的不同方法, 从而使得到的结果间缺乏可比性; 三是由于生态系统不同于经济系统, 有时用经济学方法对生态系统进行评估时往往很难反映出自然系统的价值, 特别是当人类对生态系统服务的偏好随着时间和新信息的出现而发生变化时, 可能会出现更大的差异。今后的研究应当着力于上述困难的解决, 以便使生态系统的评估结果更加客观可信, 为生态补偿机制建立和生态系统管理等提供有力支撑。

**关键词:** 生态系统服务; 价值评估; 生态系统管理; 经济学方法

文章编号: 1000-0933(2006)01-0205-08 中图分类号: Q147, Q149 文献标识码: A

## Review of foreign opinions on evaluation of ecosystem services

YANG Guang-Mei<sup>1,2</sup>, LI Wen-Hua<sup>1</sup>, MIN Qing-Wen<sup>1\*</sup> (1. Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, Beijing, 100101, China; 2. Graduated School of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100039, China). *Acta Ecologica Sinica*, 2006, 26(1): 205 ~ 212.

**Abstract:** Since the early 1960s, especially after the publication of Costanza's famous article in *Nature* in 1997, evaluation of ecosystem services has been one of the hottest and most debated issues in the field of ecology and ecological economics. Different opinions were expressed regarding the necessity and validity of evaluation using economic methods. The main difficulties for economic evaluation were discussed. Firstly, the complexity of ecosystem, including interdependence and transition of spatial-temporal scaling of various ecological functions lead to repeated calculation and difficult in extrapolating evaluation results. Secondly, the economic methods have their own limitation and weakness. For instance, different methods have been chosen in accordance with evaluation objects and purposes, and evaluation results rely very much on the methods selected. These cause non-comparability between the results. Lastly, economic methods could not always reflect real values of natural ecosystems when preferences of human to ecosystem services change with time and appearance of new information. It is recommended that future studies should focus on the above issues so as to ensure an objective and reliable assessment result, and provide a strong support for establishing ecological compensation mechanisms and improving ecosystem management.

**Key words:** ecosystem services; evaluation; ecosystem management; economic methods

基金项目: 国家自然科学基金重点资助项目(30230090)

收稿日期: 2005-05-17; 修订日期: 2005-11-29

作者简介: 杨光梅(1978~), 女, 博士生, 山东诸城人, 主要从事生态经济研究. E-mail: yanggm.04b@igsrr.ac.cn, gmyangj@126.com

致谢: 甄霖副研究员协助修改本文, 在此谨表谢意

\* 通讯作者 Author for correspondence. E-mail: minqw@igsrr.ac.cn

Foundation item: National Natural Science Foundation of China (No. 30230090)

Received date: 2005-05-17; Accepted date: 2005-11-29

Biography: YANG Guang-Mei, Ph. D. candidate, mainly engaged in ecological economics. E-mail: yanggm.04b@igsrr.ac.cn, gmyangj@126.com

人们对生态系统服务的认识已有很长的历史,但是关于生态系统服务价值的评估从19世纪60年代中后期才刚刚开始<sup>[1-4]</sup>,而近10a来已经成为生态学和生态经济学研究的一个热点领域,突出的特征就是发表论文的数量几乎呈指数上升<sup>[5]</sup>。其中影响最大的是1997年Costanza等在Nature上发表的题为“The value of the world's ecosystem services and natural capital”的文章<sup>[6]</sup>。该文发表后引起了强烈反响,其引用率达Nature文章平均引用率的15倍以上。许多经济学家和生态学家纷纷就生态系统评估的有效性和必要性发表文章表明自己的观点,Science, BioScience, Ecosystems, Environmental Science and Technology, Science News, New York Times, Newsweek, US News, World Report等著名杂志都曾进行过讨论。Costanza本人也发表文章希望更多不同学科的学者进行更深入的讨论。本文在广泛查阅相关文献的基础上,从生态系统服务功能价值评估产生的背景入手,拟就国外学者对生态系统服务价值评估的观点进行系统总结,进一步分析生态系统服务经济评估的主要困难,并提出今后努力的方向,希望对国内的有关研究有一定的参考价值。

## 1 生态系统服务经济价值评估产生的背景及意义

### 1.1 生态系统服务经济价值评估产生的背景

人类活动对生态系统的影响日益增强,已经远远超过了自然界遗传和进化的速度。几乎所有生态系统都受到了人类不同程度的改变<sup>[7]</sup>,从区域内物种数量的改变,到栖息地的破坏,到全球气候变化等,无一不与人类活动密切相关。一些生态系统的变化已经影响到人类本身的利益<sup>[8,9]</sup>,虽然对生态系统服务的需求(如食物、清洁的水源以及新鲜的空气)正在增加,但是人类同时也在减少生态系统提供这些服务的能力,如果仍然认为资源、环境或生态系统服务是“无偿”的,可能只会导致减少人类自身潜在的福利或增加维持这种服务的成本。

许多学者都认为环境问题只有通过多学科交叉的方法才能得到更好解决,因为环境问题是自然系统和社会经济系统相互作用的结果<sup>[10]</sup>。但是环境经济学存在着一定的缺点:它只关心人类对环境的最大化利用,至多只提供人类活动所受到的环境约束信息,没有将经济学和环境学方法进行真正的统一。正是在这种背景下,生态经济学作为一门新兴的学科应运而生,并表现出很强的活力和广阔的前景<sup>[11]</sup>。生态经济学增加了人类对自然和经济活动相互关系的理解,试图将自然生态系统对人类的服务与经济评价结合起来<sup>[12]</sup>,并且针对生态系统的价值评估进行了一系列的尝试,其中规模和影响最大的是2001年启动的千年生态系统评估(Millennium ecosystem assessment, MA)。该项目是一项为期四年的国际合作项目,来自95个国家的1300多名科学家参与了工作。这是首次在全球范围内开拓性地对生态系统及其对人类福利的影响进行的多尺度综合评估,其研究成果可以为政府决策提供可靠的地球生态系统变化的信息<sup>[13]</sup>。

### 1.2 生态系统服务经济价值评估的作用与意义

生态系统服务的经济价值评估在处理人类与自然关系方面具有多方面的作用与意义。在微观水平上,评估研究可以提供关于生态系统结构和功能的信息,提供生态系统在支持人类福祉方面所起的多样和复杂作用的信息。生态系统的边际效益的评估提供了关于自然环境相对稀缺性以及质量问题的信息,可作为指导人类正确利用生态系统的依据。当传统经济评估在公共管理机制(如市场以及公共财产制度)不能很好反映出环境退化所要付出的社会代价时,对生态系统服务进行经济评估就具有特殊的作用。如果自然资源保育或恢复政策的制定没有价值概念指导,可能导致资源的误用或滥用<sup>[14]</sup>。

在宏观水平上,生态系统服务功能价值评估有助于制定人类福利和可持续发展的指标体系<sup>[15]</sup>。自然系统不仅可以为生产和消费提供投入,而且人类通过土地利用方式的改变和废物的释放等活动又在改变这些系统。生态系统服务经济价值评估的目的不是为了给环境或其组成部分赋予价格,而是为了体现生态系统服务的边际变化对人类产生的效果。所以,追踪生态系统的改变对人类福利短期和长期的影响是一项重要的策略。

## 2 关于生态系统服务价值评估的若干争论及其产生原因

### 2.1 关于生态系统服务功能价值评估的若干争论

生态系统评估作为一个新兴的应用领域,目前受到了广泛的关注, Costanza 等的论文<sup>[16]</sup>被广泛引用也受

到不少批评。1998年 Costanza 在《Ecological Economics》上发表文章<sup>[5]</sup>公开承认其关于全球生态环境价值的估算只是初步尝试,还存在如下不足:存在太多关于自然资本形态和经济背景性质相同的假设;评估是片面的静态的而不是总体平衡的和动态变化的;影子价格的选取从理论上和时间上存在不相关性。

其他学者也纷纷发表文章表述各自不同的观点。例如 Serafy 提出将相对独立的不同生态系统服务价值的研究结果进行加和,可能带来重复计算;而且如果加和时不考虑替代效应和经济预算可能带来的影响,往往导致估价过高<sup>[17]</sup>。生态系统评估在数据来源以及评估方法等方面也受到了许多学者的批评<sup>[18]</sup>。Heal 提出“将研究重点放在生态系统及其服务的价值评价可能存在不足”,主要是由于一种物品的价格并不能反映其社会或哲学意义上的重要性<sup>[19]</sup>,Sagoff 认为环境体系与主要的社会价值体系密切相关,所以不能也不应该局限于货币价值<sup>[20]</sup>。Wilson 等认为通过现有的环境评估方法很难体现生态资源管理过程中生态保护的平等性问题<sup>[21]</sup>。

另外,许多学者对基于人类偏好进行生态系统服务价值评估提出疑问:生态系统是否应具有特有的价值?由于人类对物理世界及经济的不确定性理解有限,基于成本-收益分析的经济评估结果是否存在太多的不确定性?生态系统变化及政策变化对生态系统的影响,及其在时空分布格局上的响应还没有明确定论,仅仅通过货币收益的计算能否形成完整的评估体系<sup>[22]</sup>?

## 2.2 关于生态系统服务价值评估争论的原因分析

关于生态系统服务价值评估的争论是激烈的、多方面的,但引起上述争论的原因主要集中在如下3个方面:生态系统的复杂性;经济学方法的局限性;用经济学方法评估自然生态系统的局限性。这3个方面既是生态系统服务功能价值评估的主要困难,也正是这一研究领域深入的主要障碍。

### 2.2.1 生态系统的复杂性

(1)生态系统服务分类的复杂性 对于生态系统服务进行价值评估首先要把复杂系统(结构和过程)分解为有限的几种功能,这些功能要能产生代表人类需要的生态系统物品或服务。由于生态系统服务和生态系统功能并非完全地一一对应。在某些情况下,某一生态系统服务是由两种或两种以上的生态系统功能共同作用的结果;相反,在另外一些情况下,某一生态功能则参与形成两种或两种以上的生态系统服务<sup>[16]</sup>。因此,不同类型的生态系统服务之间存在相互依赖性,简单地将其分成互不联系的类型可能是不现实的<sup>[23,16]</sup>,而且人类对自然生态系统过程机理了解还不充分,对生态系统服务之间存在的相互联系和相互依赖性或者相互对立的特性还缺乏足够的认识,对其进行分类时存在较多的人为因素,容易导致重复计算问题。Barbier 认为热带湿地的营养保持功能可能是其保持生物多样性必需的条件,所以将两者作为不同的类型进行单独计算可能导致重复计算<sup>[24]</sup>。而 Turner 等也认为互补性和对立性服务如果不加区分也会导致重复计算问题,如湿地的娱乐美学功能与其污水处理和储藏功能,如果对两者不加区分也会导致重复计算<sup>[25]</sup>。而且不同的作者使用不同的分类,使相关数据缺乏可比性<sup>[26]</sup>,从而影响其参考价值。因此有的学者认为计算生态系统服务价值的绝对值并没有太大意义,倒不如研究生态系统变化引起的价值变化具有更大的意义。

(2)生态系统服务时间与空间转换问题 生态系统服务决定于一定时间和空间上的生态过程。在系统中,任何现象的尺度问题、相互联系的程度问题、跨尺度的测量问题以及在不同尺度间同一现象的变化等都是非常重要的问题,这些问题是分析任何生态系统的基础<sup>[27]</sup>。目前对于生态系统服务的产生和尺度转换并没有研制出较好的转换系数<sup>[28]</sup>。但是由于资金缺乏或时间不足等影响,往往需要从其他研究中进行数据转换,这种转换存在的困难主要是时间和空间尺度的转换问题。产生这种困难的原因包括:对相似状态的质量特征认识不足;生态系统特征在不同时段内可能发生变化;对未来可能产生的影响估计不足。

数据转换误差大以及人与自然复合系统的动态变化导致了生态系统服务固有的复杂性和结果的不确定性;生态系统变化的非线性和可变关系,使其存在固有的不可预测性;并且人类的价值和偏好并不是静态的和预先存在的,他们的形成与社会和自然有密切关系。所以,对生态系统的功能和过程进行完全的测定是非常困难的,人类活动对复杂生态系统的影响也很难预测<sup>[29]</sup>。如果对上述困难认识不足,往往导致评估的有效性

受到置疑。要解决这一问题,需要在不同地点确定更多必要的物理参数,如生态系统特征、过程以及社会-经济参数<sup>[25]</sup>,而这方面的工作有待进一步深入。

**2.2.2 生态系统服务价值评估中经济学方法的局限性** 目前关于生态系统服务价值评估中还没有统一的方法,主要是使用福利经济学中的一些方法。由于这些方法本身有一定的适用范围,许多经济学家对其应用于生态系统评估后结果的有效性提出了置疑<sup>[30]</sup>。现就应用于生态系统服务价值评估的主要经济学方法的适用范围及其局限性进行简要的总结。目前使用的经济学评估方法可以分为4种类型。

(1) 市场价值评估方法 该方法用于生态系统服务中可以直接在交易中体现的价值的评估,主要适用于物质产品生产服务功能和信息服务功能和一些调节性服务功能的评估<sup>[31]</sup>。主要局限是由于生态系统的复杂性和动态性,在时间和空间尺度上,各组成部分之间经常为非线性关系,所以使生态系统的供应水平难以预测<sup>[32]</sup>;同时由于对需要评价的生态系统服务及其与可以市场化的商品之间的内在联系缺乏足够的了解<sup>[33,34]</sup>,使评价结果的可信度受到置疑。该方法的使用部分地依赖于对可市场化服务的需求,这意味着市场对生态系统服务的货币价值存在相当大的影响<sup>[20]</sup>。但是相对其他评估方法,该方法仍然是较有说服力的方法<sup>[35]</sup>。

(2) 非市场价值评估方法 该方法用于一些没有市场价值的生态系统服务的评估,要借助于一些间接措施。主要有如下方法可以用来评估对生态系统服务的支付愿望或失去这些服务的补偿愿望:

① 替代成本法(Replacement cost, RC) 该方法主要评估可以通过人工系统进行替代的生态系统服务,如自然湿地污水处理功能可以通过昂贵的人工处理系统来(部分)替代。在应用替代成本法时,关键的问题是对需要修复或替代的生态系统的特征进行精确定义<sup>[29]</sup>,否则容易导致出现使用范围不准确,而且容易出现替代的不完善性,如水电站的建立不能替代水域的娱乐功能,生物多样性功能和碳吸收功能等。许多著名经济学家认为:只有大部分人愿意支付由于生态系统服务不存在时所导致的替代行为所需的费用支出,使用替代成本法计算出的货币价值才是有效的<sup>[9,42]</sup>。然而如果严格按照该标准,处于贫困地区的人由于没有支付能力,就会使该地区的生态系统得不到保护<sup>[29]</sup>。多数经济学家也主要针对这一点对 Costanza 等 1997 年的研究结果进行批评<sup>[29,31,36]</sup>。这不是一种有说服力的方法,但是在评估过程中使用最多。

② 旅行费用法(Travel cost, TC) 该方法主要评估通过旅行体现的一些生态系统服务,旅行的费用可以看作生态系统服务内在价值的体现。如异地的观光者参观某地的价值至少要高于他们支付旅行的费用。该方法的使用存在一系列问题<sup>[34]</sup>,由于评价结果受不同分析者的影响,使得到的结果代表性难以把握<sup>[29]</sup>。例如:生态系统如果距离大的人类居住地越近,参观者就越多,计算所得的价值就越大;而相对难以到达的荒野就可能被认为无价值或价值较小。另外参观者对景观的重要性和存在价值认识不够也可能使价值估计不准确。如营养元素循环、传粉,供氧等生态系统服务就不能成为景观价值的一部分。

③ 享乐价值法(Hedonic pricing, HP) 该方法主要通过人们为相关商品支付的意愿评估生态系统的服务价值,如位于海滩边的房价通常比靠近较差景观的内陆房屋高。该方法的使用使人类乐观地认为,进行交易的商品总会存在一些可以度量的特性用来预测其价格。但是该方法用于自然生态系统的服务价值评估时,由于缺乏一些现实的交易,往往导致参数的选择存在一定困难<sup>[32]</sup>;如果缺乏可靠的信息,往往对环境的外部性不能准确估计<sup>[34]</sup>。

(3) 条件价值法(Contingent valuation, CV) 该方法用于评估通过假想市场体现的生态系统服务,主要通过描述不同状况,然后进行社会问卷调查。如通过问卷调查可以要求答卷者提出他们对提高河水、湖水或溪水水质,以便他们可以进行游泳、划船或钓鱼等活动的支付愿望<sup>[37]</sup>。该方法曾在 1600 多项关于环境政策方面的研究中应用<sup>[38]</sup>,同时在关于生态系统服务价值评估中也均有所使用。但是众多批评者也指出,该方法存在技术和概念上的问题,主要是由于这种评估行为不是基于真实的市场行为,其应用往往存在如下局限性:问题设计的合理性<sup>[29]</sup>,问卷提供的信息以及问题提出的顺序都会影响评估结果;同时答卷者对问题的理解程度受其已有知识、固有观念以及理解能力的影响,所以评估结果与调查对象的选择有直接的关系。所以条件价值法的调查结果容易存在各种偏差,主要有信息偏差、支付方式偏差、起点偏差、假想偏差、部分--整体偏差和策

略性偏差等。

(4)集体评价法(Group valuation, GV) 目前集体评价法越来越受到重视<sup>[20,21,39]</sup>。这种方法来自于社会学和政治学理论,建立在民主协商的基础上,认为社会政策应该通过社会公开辩论决定,而不是由基于个人偏好的单独测定和加和来决定。该方法的基本思路是:不同的社会团体聚集到一起讨论公共物品的经济价值,讨论结果可以用来指导环境政策的制定<sup>[39]</sup>。通过一种公平、公开的讨论程序,社会团体可以从被广泛接受的社会价值出发了解公共物品的信息,而不只是局限在私人利益上,其结果增加了社会平等性和政治合理性,通过集体讨论可以形成关于生态系统服务价值的更加完整并且公平的评估<sup>[10]</sup>。

大量文献均指出每一种经济评估方法都存在各自的优点和不足<sup>[21,40]</sup>,同时由于每一种生态系统服务通常可以有几种评估方法,使评估结果较大地依赖于不同方法的选择,从而使得可比性下降。De Groot 等<sup>[26]</sup>以 Costanza 1997 年的研究结果为基础,通过对 100 多项文献进行总结,提出了 23 项生态系统功能与评价方法间的关系(见表 1),通过表 1 可以看出在功能类型与可使用的方法间的关系:调节功能主要使用非市场价值法;提供栖息地功能主要使用市场价值法;生产功能主要使用市场定价和生产要素收入法;信息功能主要使用条件价值评估法(文化以及精神信息、享乐价值、美学信息)和市场定价法(娱乐旅游以及科学信息)。同时为了避免重复计算,以及使评估研究有更多可比性,De Groot<sup>[26]</sup>第 1 次将可采取的评估方法的先后顺序进行了总结(见表 1)。

**2.2.3 用经济学方法评估生态系统服务价值的局限性** 经典经济学理论认为经济活动存在 4 种资本——人力、资金、人造资本和自然资本。成熟的经济主要利用上述前 3 种资本(被认为发展的限制因素)将自然资本(认为“无偿的”并充足的)转变成消费者需要的商品或服务。生态系统服务一般被归入可以自由获取的产品和社会服务的范畴,与自然资本等同。所以生态系统服务一般没有产权,或者存在模糊的权力结构,交换往往需要昂贵的交易费用。由于这些服务无人“拥有”或无人有“权力”拥有,也就不能排除其他人使用这些服务或从中获利的权力,致使生态系统服务的可持续管理缺少激励机制。同时,由于多样性损失、污染或不可逆退化以及生态系统服务耗损等造成的负面影响,在当代或代际间进行利益重新分配时,很难从中取得补偿。所以,生态系统服务在经济学评价中往往被忽视,被排除于市场范畴之外。

近年来用经典的经济学方法评估生态系统服务主要是建立在人类的支付意愿(物品及服务)和接受赔偿的意愿(疾病、环境恶化等)上,但是人类的这些估计需要建立在相对完整和正常运行的生态系统内。而人类只是生态系统中的一个物种,由人类赋予生态系统功能、结构和过程价值,可能与生态系统特征对物种和生态系统保持的价值极不相同,其内在价值也可能与人类赋予的经济价值极不相同<sup>[40]</sup>。通常,建立在福利经济基础上的自然生态系统评估往往很难反应出自然价值的丰富程度,而且人类对生态系统服务的偏好可能随着时间或新信息的出现而变化,此时福利经济的评价往往会显得苍白无力。

如果生态系统服务可以分为可替代服务和不可替代服务,对可替代部分进行经济评估可以用来指导人类进行管理,而不可替代部分应该使用以生态系统为基础的评估或指示信息。总体上关于不可替代自然资本的有效性、可持续性和平等性的评估需要多种指标体系<sup>[16]</sup>。尤其是当生态系统被迫远离特定的稳定状态,在较短时间内发生剧烈变化,从一种相对稳定平衡的状态转变为另一种完全不同的状态时,基于边际成本的福利经济学评估结果往往难以解释,相应的评估以危险性评估更有意义。我们可以认为在生命受到威胁时生态系统的价值可以看作支付的保险费用<sup>[28]</sup>。在这种情况下对具有重要潜在价值的生态系统服务的状态和稀有程度进行评价时,生态价值的评估比经济价值的评估更为重要<sup>[41]</sup>。

### 3 讨论

生态系统服务的价值评估是生态经济学的热点领域之一,国外的众多学者认为生态系统服务价值评估过程中面临的困难,主要是由于生态系统具有内在的复杂性,使基于边际成本的福利经济学评估结果往往难以全面解释;生态系统服务经济价值评估的各种方法都具有一定的优点和不足,需要根据不同的评估对象和评估目标选择不同的评估方法,而且在选择的过程中需要注意时间和空间尺度的转换;同时用经济学方法对生

表 1 生态系统服务功能与经济价值评估方法的关系

Table 1 Relationship between ecosystem functions and monetary valuation techniques

生态系统功能(相关的产品及服务) Ecosystem function (and associated goods and services)	货币价值的范围 <sup>①</sup> (US \$/(hm <sup>2</sup> ·a)) Range of mon-etary values	直接市场定价 <sup>②</sup> Direct market pricing	间接市场定价 Indirect market pricing				条件价值 Contingent valuation	群体定价 Group valuation
			可避免成本 Avoided cost	替代成本 Replacement cost	生产要素收入 Factor income	旅行费用 Travel cost		
调节功能 Regulation function								
1 大气调节 Gas regulation	7 ~ 265		+++	0	0		0	0
2 气候调节 Climate regulation	88 ~ 223		+++	0	0		0	0
3 干扰调节 Disturbance regulation	2 ~ 7240		+++	++	+		0	+
4 水分调节 Water regulation	2 ~ 5445	+	++	0	+++		0	0
5 提供水源 Water supply	3 ~ 7600	+++	0	++	0	0	0	0
6 保持土壤 Soil retention	29 ~ 245		+++	++	0		0	0
7 形成土壤 Soil formation	1 ~ 10		+++	0	0		0	0
8 养分循环 Nutrient cycling	87 ~ 21100		0	+++	0		0	0
9 污水处理 Waste treatment	58 ~ 6696		0	+++	0	0	++	0
10 传粉 Pollination	14 ~ 25	0	+	+++	++		0	0
11 生物控制 Biological control	2 ~ 78	+	0	+++	++		0	0
提供栖息地功能 Habitat functions								
12 物种保护 Refugium function	3 ~ 1523	+++		0	0	0	++	0
13 保育功能 Nursery function	142 ~ 195	+++	0	0	0	0	0	0
生产功能 Production functions								
14 食物 Food	6 ~ 2761	+++		0	++		+	0
15 原材料 Raw material	6 ~ 1014	+++		0	++		+	0
16 遗传资源 Genetic resources	6 ~ 112	+++		0	++		0	0
17 药物资源 Medicinal resources		+++	0	0	++		0	0
18 观赏性资源 Ornamental resources	3 ~ 145	+++		0	++	0	0	0
信息功能 Information functions								
19 美学信息 Aesthetic information	7 ~ 1760			0		0	+++	0
20 娱乐及旅游 Ricreation and tourism	2 ~ 6000	+++		0	++	++	+	+++
21 文华及艺术 Cultural and artistic insp.		0		0	0	0	0	+++
22 精神及历史信息 Spiritual and historic inf.	1 ~ 25					0	0	+++
23 科学与教育 Scienceand education		+++			0	0	0	0

①指基于 Costanza(1997)的研究结果的货币价值;②指基于增加价值货币价值(即市场价格-资金-劳动成本);+++表示最常用方法; ++表示次常用方法;0表示在 Costanza 研究中未用但可能使用的方法①Dollar values are based on costanza *et al.* (1997) and apply to different ecosystems; ②Based on added value only (i.e. market price minus capital and labor costs);In the columns, the most used method on which the calculation was based is indicated with + + +, the second most with + + , etc; open circles indicate that that method was not used in the Costanza study but could potentially also be applied to that function

态系统的进行货币化评估往往很难反映出自然价值的丰富程度,而且人类对生态系统服务的偏好可能随着时间或新信息的出现而变化,此时福利经济的评价往往显得苍白无力。

正如 Costanza 所说:生态系统服务的经济价值评估无疑在最近受到了广泛的关注,不过也引起了不同的争论<sup>[5]</sup>。这些争论想要解决的正是生态经济学的核心问题<sup>[9]</sup>,也是可持续发展目标得以实现的核心问题,对该工作的基础性问题进行思考和评论都是需要的。今后的研究方向应该是在实际研究中充分重视评估过程中存在的困难,注重运用生态学与生态经济学理论,将自然科学与社会科学有机的结合起来,从生态服务功能的形成机制入手,研究和改进生态系统服务功能评估的方法,分析人类活动对生态系统服务功能的影响机制,设法通过各种有效途径,使生态系统的评估结果更具有说服力和有效性,以便为生态补偿机制制定及生态系统管理等工作提供有力支持。

#### References:

- [ 1 ] King R T. Wildlife and man. *New York Conservationist*, 1966, 20 (6): 8 ~ 11.
- [ 2 ] Helliwell D R. Valuation of wildlife resources. *Regional Studies*, 1969, 3: 41 ~ 49.
- [ 3 ] Hueting R. Moet de natuur worden gekwantificeerd? (Should Nature be Quantified). *Economica Statistische Berichten*, 1970, 55 (2730): 80 ~ 84.
- [ 4 ] Odum E P, Odum H T. Natural areas as necessary components of man's total environment. In: *Transactions of the 37th North American Wildlife and Natural Resources Conference*, Wildlife Management Institute, Washington, D C, 1972, 37: 178 ~ 189.
- [ 5 ] De Groot R S, Wilson M A, Boumans R M J. A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. *Ecological Economics*, 2002, 41: 393 ~ 408.
- [ 6 ] Costanza R, Stern D., Fisher B, et al. Influential publications in ecological economics: a citation analysis. *Ecological Economics*, 2004, 50: 261 ~ 292.
- [ 7 ] Vitousek P M, Mooney H A, Lubchenco J, et al. Human domination of earth's ecosystems. *Science*, 1997, 277: 494 ~ 499.
- [ 8 ] Diamond J. *Guns, germs, and steel: the fates of human societies*, Norton, New York, 1997.
- [ 9 ] Rapport D J, Gaudet C, Karr J R, et al. Evaluating landscape health: integrating societal goals and biophysical process. *Journal of Environmental Management*, 1998, 53: 1 ~ 15.
- [ 10 ] Gustafsson B. Scope and limits of the market mechanism in environmental management. *Ecological Economics*, 1998, 24: 259 ~ 274.
- [ 11 ] Costanza R ed. *Ecological Economics. The science and management of sustainability*. New York: Columbia University Press, 1991.
- [ 12 ] Jansson A M, Hammer M, Folke C, et al. eds. *Investing in Natural Capital. The Ecological Economics Approach to Sustainability*. Washington DC: Island Press, 1994.
- [ 13 ] Harold A. Mooney, Angela Cropper and Walter Reid, The millennium ecosystem assessment: what is it all about? *Trends in Ecology and Evolution*, 2004, 19(5): 221 ~ 224.
- [ 14 ] Howarth R B, Farber S. Accounting for the value of ecosystem services. *Ecological Economics*, 2002, 41: 421 ~ 429.
- [ 15 ] Daly H E, Cobb J B ed. *For the Common Good: Redirecting the Economy Toward Community, the Environment and a Sustainable Future*. Boston: Beacon Press, 1989.
- [ 16 ] Costanza R, d'Arge R, de Groot R, et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, 1997, 387: 253 ~ 260.
- [ 17 ] Serafy S El. Pricing the invaluable: the value of the world's ecosystem services and natural capital. *Ecological Economics*, 1998, 25: 25 ~ 27.
- [ 18 ] Van der Straaten J. The economic value of nature. In: Briassoulis, H., van der Straaten, J. Eds. *Tourism and the Environment*, Kluwer, Dordrecht. 2000: 123 ~ 132.
- [ 19 ] Geoffrey Heal. Valuing ecosystem services. *Ecological Economics*, 2000, 3: 24 ~ 30.
- [ 20 ] Sagoff M. Aggregation and deliberation in valuing environmental public goods: a look beyond contingent valuation. *Ecological Economics*, 1998, 24: 213 ~ 230.
- [ 21 ] Wilson M A, Howarth R. Discourse-based valuation of ecosystem services: establishing fair outcomes through group deliberation. *Ecological Economics*, 2002, 41: 431 ~ 443.
- [ 22 ] Toman M. Why not to calculate the value of the world's ecosystem services and natural capital. *Ecological Economics*, 1998, 25: 57 ~ 60.
- [ 23 ] Daily G Ed. *Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems*. Washington, DC: Island Press, 1997: 392.
- [ 24 ] Barbier E B. Valuing environmental functions: tropical wet-lands. *Land Economics*, 1994, 70, 155 ~ 173.
- [ 25 ] Turner R K, Paavola J, Cooper P, et al. Valuing nature: lessons learned and future research directions. *Ecological Economics*, 2003, 46: 493 ~ 510.
- [ 26 ] De Groot R S. A typology for the classification and valuation of ecosystem functions, goods and services. *Ecological Economics*, 2002, 41: 393 ~ 408.

- [27] O'Neill R V, De Angelis D L, Waide J B, *et al.* A Hierarchical Concept of Ecosystems. Princeton University Press, Princeton, NJ, 1986.
- [28] Limburg K E, O'Neil R V, Costanza R, *et al.* Complex systems and valuation. *Ecological Economics*, 2002, 41: 409 ~ 420.
- [29] Bingham G, Bishop R, Brody M, *et al.* Issues in ecosystem valuation; improving information for decision making. *Ecological Economics*, 1995, 14: 73 ~ 90.
- [30] Curtis I A. Valuing ecosystem goods and services: a new approach using a surrogate market and the combination of a multiple criteria analysis and a Delphi panel to assign weights to the attributes. *Ecological Economics*, 2004, 50: 163 ~ 194.
- [31] Ellis G M, Fisher A C. Valuing the environment as input. *Journal of Environmental Management*, 1987, 25: 149 ~ 156.
- [32] Chee Y E. An ecological perspective on the valuation of ecosystem services. *Biological Conservation*, 2004, 120: 549 ~ 565.
- [33] Daily G C, Soderquist T, Aniyar S, *et al.* The value of nature and the nature of value. *Science*, 2000, 289: 395 ~ 396.
- [34] Spash C L. The Concerted Action on Environmental Valuation in Europe (EVE): an introduction. *Environmental Valuation in Europe (EVE)*, Cambridge Research for the Environment, U K, 2000.
- [35] Geoffrey Heal. Valuing ecosystem services. *Ecosystems*, 2000, 3: 24 ~ 30.
- [36] Pearce D. Cost-benefit analysis and environmental policy. *Oxford Review of Economic Policy*, 1998, 14: 84 ~ 100.
- [37] Wilson M A, Carpenter, S R. Economic valuation of freshwater ecosystem services in the United States 1971 ~ 1997. *Ecological Applications*, 1999, 9 (3): 772 ~ 783.
- [38] Gregory R. Identifying environmental values. In: Dale V H, English M R, eds. *Tools to Aid Environmental Decision Making*. New York: Springer-Verlag New York Inc, 1999.
- [39] Jacobs M. Environmental valuation, deliberative democracy and public decision-making. In: Foster, J. ed. *Valuing Nature: Economics, Ethics and Environment*. London: Rutledge, 1997.
- [40] Farber S C, *et al.* Economic and ecological concepts for valuing ecosystem services. *Ecological Economics*, 2002, 41: 375 ~ 392.
- [41] Randall A. Benefit cost considerations should be decisive when there is nothing more important at stake. In: Bromley, D W, Paavola, J. ed. *Economics, Ethics and Environmental Policy: Contested Choices*. Oxford: Blackwell Publishing, 2002.