

生态系统服务价值评估研究进展

赵 军 杨 凯*

(华东师范大学资源与环境科学学院,上海市城市化生态过程与生态恢复重点实验室,上海 200062)

摘要 生态系统服务价值评估是当前生态经济学和环境经济学的研究热点和焦点。在系统回顾国内外生态系统服务价值评估研究进展的基础上,从研究对象、价值构成、研究方法、时空过程等 4 个方面对生态系统服务价值评估的当前特征进行了分析,探讨了价值评估中评估基础、评价方法以及结论应用等问题。指出国内必须加强生态系统服务理论和方法研究,展望了未来生态系统服务价值评估研究和工作的重点领域。

关键词 生态系统服务;价值;评估;特征;问题

文章编号:1000-0933(2007)01-0346-11 中图分类号:Q146,Q148 文献标识码:A

Valuation of ecosystem services : characteristics , issues and prospects

Zhao Jun , Yang Kai *

School of Resources and Environmental Sciences , Shanghai Key Laboratory of Urbanization Ecological Process and Ecological Restoration , East China Normal University , Shanghai 200062 , China

Acta Ecologica Sinica 2007 27 (1) 0346 ~ 0356.

Abstract : For about 30 years the valuation of ecosystem services has been the focus of ecological economics and environmental economics , and China begin the study since later 1990s. This paper firstly in four spatial scales reviews the international study of ecosystem services valuation , as global/regional ecosystem , single ecosystem , watershed , and species and biodiversity. Then the domestic studies up to date are summarized and some notable empirical cases are singled out for their importance. The main characteristics of current study of ecosystem valuation are critically remarked based on four points like study object , value components , valuation method , and spatial and temporal scales. It is showed that , (1) Large scale ecosystems are our common valuation objects , this may be greatly helpful for us to recognize the global or national natural assets , but studies in this scale contribute little to regional ecosystem management. (2) Direct market valuation method is generally chosen for those large scale objects. Unfortunately , the non-use or intrinsic value of ecosystem services are often ignored , so we suggest that the non-market valuation method such as contingent valuation method (CVM) , and travel cost method (TCM) should be introduced into domestic studies , only in this way the non-use value and some direct use value such as recreation could be effectively calculated for government environmental decision-making. (3) Almost all the case studies are just in a static perspective , in that the total value is often assessed but the value change caused by land use or climate change is rarely concerned , and we can not establish a clear relationship between one ecosystem and its adjacency , so the in-situ value is better valued than the off-site.

基金项目 国家自然科学基金资助项目 (70673022) ;上海市生态学重点学科资助项目 国家教委 211 学科建设资助项目

收稿日期 2005-11-24 ;修订日期 2006-05-21

作者简介 赵军 (1981 ~) ,男,安徽巢湖人,博士生,主要从事环境经济与管理、城市水资源与水环境研究. E-mail zhaojun571@sohu.com

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail : kyang@re.ecnu.edu.cn

Foundation item :The project was financially supported by National Natural Science Foundation of China (No. 70673022) ;Key Subject Project of Ecology of Shanghai and 211 Project

Received date 2005-11-24 ; **Accepted date** 2006-05-21

Biography Zhao Jun , Ph. D. candidate , mainly engaged in environmental economics and management. E-mail zhaojun571@sohu.com

Some basic problems in current studies are pointed out , and the key point is that there is not yet a consensus on the understanding of total economic value of ecosystem , so fundamental research about ecosystem services classification and its valuation method is of imperative importance. The most interesting is that valuation results of the same ecosystem vary greatly from one researcher to another , in this sense we hold that the reliability of today's valuation results might be seriously doubted by the public. What's more , we find that the valuation results of ecosystem services are seldom used for the government public policy making and this must be greatly strengthened in the future study. Beside this , the domestic must pay much more attention to the theory and method of valuation , because these two aspects still are in a blank state though we have practiced quite many cases. Some other issues for the further direction are also put forward.

Key Words : ecosystem services ; value ; assessment ; characteristics ; issues

2005 年 4 月联合国发布《千年生态系统评估报告》指出 , 全球自然资源提供的 2/3 以上的各类服务呈下降趋势 , 且这种趋势可能在未来 50a 内仍然不能有效扭转^[1]。科学家必须要找到合理的途径和科学的方法来计量经济发展的环境成本^[2]。近 30a 以来 , 国际和国内基于各种时空尺度的自然资源价值评估工作从生态系统服务、自然资本、生态资产、生物多样性等角度大量展开 , 在相关理论、方法和应用的广度和深度上取得了前所未有的进展。本文在回顾近年来该领域的国内外研究成果的基础上 , 以国内研究为重点 , 从 4 个方面对现阶段研究的主要特征作了归纳和分析 , 并据此概述了当前生态系统服务价值评估中存在的若干问题和不足 , 指出了未来的重要研究方向及趋势 , 以期对当前正方兴未艾的生态系统服务价值评估研究有所裨益。

1 国内外研究进展

1.1 国外研究回顾

1970 年联合国大学 (United Nations University) 发表的《人类对全球环境的影响报告》中首次提出生态系统服务功能的概念 , 同时列举了生态系统对人类的环境服务功能^[3] , 其后 Holder^[4]、Westman^[5]和 Odum^[6]等进行了早期较有影响的研究。但直到 1991 年后 , 关于生物多样性和生态系统服务价值评估方法的研究和探索才逐渐增多。20 世纪 90 年代后期取得了突破性进展 , 其中以 Costanza 等^[7]在 Nature 上发表的论文最为引人注目 , 对生态系统服务价值评估研究产生了深远影响。国际上关于生态系统服务的价值及其评估研究开始得到了广泛关注 , 并展开了大量实践。可归纳为以下 4 个方面 :

(1) 全球或区域生态系统服务价值评估 具有代表性的如 Costanza 等^[7]世界 13 位科学家对全球生态系统服务价值的分类与全面评估 , Pimentel^[8]对全球生物多样性和美国生物多样性进行的比较研究 , Sutton^[9]研究了全球生态系统的市场价值和非市场价值及其与世界各国 GDP 的关系 , 联合国千年生态系统评估工作组开展的全球尺度和 33 个区域尺度的“生态系统与人类福利”研究 , 是目前最新也是规模最大的评估工作^[10]。

(2) 流域尺度生态系统价值 Gren^[11]等对欧洲多瑙河流域经济价值的评估 , Dixon^[12]讨论了英国某流域土壤和沉积物保持的价值评价及其对流域环境管理的指导作用 , Pattanayak^[13]则评价了印度尼西亚 Manggarai 流域减轻旱灾的价值 , 并着重对其 3 步评价方法进行了具体讨论。

(3) 单个生态系统价值评估 Turner^[14]对湿地经济价值评估及管理做了大量工作 , Hanley^[15]对森林景观和娱乐价值的评价 , Loomis^[16]对美国 Platte River 河流生态系统总经济价值的评价 , Lal^[17]研究了太平洋沿岸海洋红树林价值及其对环境决策制定的意义。

(4) 物种和生物多样性保护价值评估 如 Jakbosson^[18]采用条件价值评估方法对澳大利亚维多利亚州所有濒危物种的价值评估 , Mendoca^[19]采用支付意愿和种群生存分析模型 (PVA) 讨论了巴西金狮绢毛猴等 3 个物种的货币价值 , 并预测了未来各个物种的生存概率 , Bandara^[20]讨论了斯里兰卡亚洲象保护的净效益及其政策含义。

1.2 国内研究进展

相比国外 , 国内生态系统服务价值评估研究开展较晚 , 但近年来取得了快速发展。1999 年 , 薛达元

等^[21~23]采用费用支出法、旅行费用法、条件价值法等当时较少采用的方法对长白山自然保护区生物多样性的间接使用价值、非使用价值、旅游价值进行了较为详细的分析和评价。从已检索的文献来看,薛达元等是国内较早开展生态系统价值评估工作的学者之一,但并非基于生态系统服务视角。

欧阳志云^[24~25]首先采用了生态系统服务的概念,并对中国陆地生态系统的6种服务功能进行了初步评估,指出了评价参数的选择可能导致结论的偏差。陈仲新等^[26]按中国的自然地理状况分类,把中国植被类型化分为10类陆地生态系统和2类海洋生态系统,首次对我国的生态系统效益价值进行了较为全面的评价。潘耀忠^[27]、何浩^[28]、毕晓丽^[29]等也对中国陆地生态系统进行了价值评估,但结论相互差异明显。赵景柱^[30]对世界13个主要国家的区域生态系统服务价值进行了比较,吴刚^[31]评价了长白山森林生态系统服务价值并认为水源涵养价值是主要价值组成。欧阳志云、王如松、赵同谦等^[32~35]对中国陆地地表水、中国草地、中国森林、海南岛等大尺度区域的生态系统服务进行了价值评估,谢高地、鲁春霞等^[36~38]分别评价了中国自然草地、青藏高原、青海草地等区域和群落生态系统的经济价值。此外,国内就城市^[39]、流域^[40]、湿地^[41,42]、河口海岸^[43]等生态系统以及生态系统的单项服务功能^[44]也开展了一些评价案例。谢高地^[37]在 Costanza 等提出的评价模型的基础上,对国内200多位生态学学者进行了问卷调查,提出了“中国生态系统服务价值当量因子表”。

最近徐中民等^[45~47]采用直接市场法、条件价值法(CVM)的各种模式以及环境选择模型方法(CM)等各种价值评估方法,对黑河中上游的甘肃张掖地区和黑河下游的内蒙古额济纳旗两个地区的生态恢复项目作了大量的实地调查评估工作,获得了区域生态恢复的总经济价值并对各种方法进行了比较研究。蓝盛芳^[48]、崔丽娟^[49]等探讨了能值分析法的理论与应用,为国内生态系统服务价值评估引进了一条新思路。

欧阳志云等的研究成果在我国现阶段的生态学领域具有较重要地位,他们将国内的生态系统服务及其价值的实证探讨逐步推向快速发展时期。值得注意的是,国外生态系统服务价值评估多为经济学的研究领域,而我国从事环境与生态系统服务价值评估的研究人员主要为生态与环境领域专家学者。从国际上的趋势来看,我国这方面的研究可能需要经济学学科的更多支持。

2 生态系统服务价值评估的现阶段特征

2.1 以大尺度区域生态系统为主的研究对象

大尺度区域生态系统服务价值评估在现阶段占据主导地位,尤以全球和国家尺度为甚。这方面的研究国际上以 Constanza 和 de Groot 等为代表,国内欧阳志云、谢高地等做了大量工作。然而,基于省市和区县等行政区域尺度,重点流域、自然保护区等自然区域尺度的价值评估研究较少。大尺度群落生态系统服务评估方面,国内外多集中于森林、草地等陆域群落类型^[50]。但国际上同时亦对湿地^[51,52]、河流/湖泊^[13,53]、河口/海岸^[54]、海洋珊瑚礁^[55]等水域生态系统有大量研究,国内少见。同时,国内外对城市生态系统及其子系统、农田生态系统等研究较少。

大尺度生态系统服务价值评估对于认识区域层次的生态资产具有重要意义,同时这也与社会政治过程的特征尺度相吻合,便于环境公共政策能从相应的决策尺度(如国家尺度)上有效实施。但大尺度评估往往容易使某些局部格局特征或特异现象消失,对于具有阈值和非线性特征的生态过程,这个问题尤为突出^[10],即大尺度评估不利于局地尺度的生态系统管理工作变化。

2.2 以不完全使用价值为主的价值构成

目前,对生态系统价值评估集中在间接经济价值,探讨了土壤保持、CO₂固定和O₂释放、污染物降解、水源涵养等主要功能,但气候调节、干扰调节、营养循环、栖息地与生物多样性维持等功能较少受到关注和评价,而生态系统的产品生产、景观娱乐、文化教育等直接经济价值功能更少考虑,对非使用价值则基本少有涉及。Gren^[11]在评价欧洲多瑙河流域生态系统服务价值时只评价了污染物降解、洪水调节等5类间接经济价值。赵同谦^[31]在评价中国陆地地表水生态系统服务功能价值过程中,对休闲娱乐价值采用国家旅游局的统计资料进行分析,得出结论应该是明显保守的,这都反映了直接市场方法评价该类价值的局限。

国内对生态系统使用价值种类的辨识和评价一般未能超过 10 种 (Costanza 等将全球生态系统服务分为 17 大类) 这可能是部分生态服务功能的识别和测算受到相关理论、方法和基础数据的局限。如休闲娱乐价值通常表现为人类福利大部分在市场中并没有体现,并非只有或一定要要通过旅游来实现。国外较多采用 CVM 方法来估算景观娱乐价值和非使用价值。实际上,评价生态系统服务的总经济价值都直接或间接依赖于支付意愿^[7],需要 CVM 等非市场评价手段的支持,CVM 方法在国外经过近 40a 的发展在理论和方法上已相当成熟^[56]。

2.3 以直接市场评价法为主的研究方法

这是国内生态系统服务价值评估的主要方法学特征。直接市场评价方法的基本评价范式是,研究区域选择后,在生态系统服务功能辨识的基础上,获得区域生态系统服务的各种功能类型对应的生物量或物质量,再将其折算为相应的价值量,最后对各服务功能的经济价值进行简单的线性加和,获得研究区域生态系统服务的经济价值。现阶段常用的评价方法有市场价值法、影子价格法、替代工程法、机会成本法等。如水源涵养和土壤保持主要采用影子工程法、生产率变动法,气体调节采用碳税法和影子价格法,污染物降解一般采用防治成本法等。上述方法均属于生态经济学中的直接市场法范畴,较少涉及揭示偏好技术(替代市场)和陈述偏好技术(假想市场)。

2.4 以瞬时静态价值为主的时空过程

瞬时价值评估是当前生态系统服务价值评估的时间尺度特征,这使环境与生态系统价值评估的结论只具有即时效力或短暂效力,对区域未来的环境与生态系统管理的指导重要性因而受到削弱。瞬时价值评估不能解释生态系统服务物质量的变化而引起的价格变化,从而不能对由于物质量变化而导致的价值变化作出预测。根据 Pearce^[57]的观点,生态系统服务的价值(价格)必须建立在边际分析的基础上(如边际成本和边际需求分析),应与生态系统服务的总量变化联系在一起,而不是只与总量相联系。国际上已逐渐重视对土地利用、气候变化等因素对生态系统服务影响研究^[58,59],国内则相对缺乏仅有个别案例^[60]。同时,静态评估是当前研究的另一主要特征,即未能考虑资源与生态系统价值的空间流转及其异地实现过程,只侧重于域内价值(*in-situ*)的测算^[61]。未能考虑各个系统之间以及系统内部与外部的复杂联系及其对价值评估结论的影响,这也是生态系统服务价值评估研究的主要难题之一。

3 国内生态系统服务价值评估的基本问题浅析

3.1 评价基础 对总经济价值的认知尚未形成一致,基础理论研究有待加强

生态系统服务价值构成是生态系统服务价值的概念核心,也是相关研究的基础。然而,人类对生态系统服务价值及其可计算性的认识至少目前还不一致。一些著名生态学和环境经济学专家都对生态系统服务的价值分类做了大量工作,如 Costanza^[7]、Turner^[14]、Pearce^[62]、Daily^[63]等人,我国学者李文华^[64]、李金昌^[65]也有深入研究。总体来看,环境科学界倾向于生态系统服务价值应包括 4 个方面即直接使用价值、间接使用价值、存在价值和选择价值,而生态学家和经济学家则更注重前两个方面^[66],如 Costanza 等人对全球生态系统服务价值的处理,仅涉及使用价值,我国学者基本采用 Costanza 的评价理论和分类方法。

可以认为,对非使用价值的是否认同是当前对生态系统服务经济价值构成的主要分歧。但对使用价值的组成及其与非使用价值的区别的认识仍然存在一些值得商榷之处。如吴玲玲等^[43]认为栖息地、景观娱乐等价值为非使用价值,曾贤刚等^[67]则将非使用价值与非物质利益等同,而实际上非物质利益也可以是使用价值如景观娱乐,余新晓^[68]则将水源涵养等功能归属为直接使用价值;此外,对生态系统的选择价值究竟应属使用价值还是非使用价值至今未有定论。生态系统服务理论研究对相关价值评估工作是至关重要的,也恰是国内与国际的突出差距之一。国内对生态系统服务的概念、分类,生态系统服务与生态系统结构、功能的关系等基础问题必须取得进展。

3.2 评价方法 非市场价值评估手段仍处于初级发展阶段

目前国内生态系统服务价值评估仍以直接市场技术为主,国际上则以条件价值法最为常见。CVM 虽在

国内逐渐开展并逐渐成为一种重要方法^[69],但在具体理论和方法上尚未形成突破。其它一些评价方法还包括旅行费用法、内涵资产法等,但仅见于个别案例。以直接市场技术为主主要是受到了 Costanza 研究的影响,而近年来对总经济价值的认识和评价则需要非市场价值评估方法的引入。这些方法并非完全独立,也非完全等同,因此如果同时采用则会产生重复计算,如果择一而用,又有漏算之虞^[70]。价值分析方法虽然避免了主观影响,但与人类经济过程联系过于疏远限制了方法的发展与应用。CVM 在评估非使用价值和娱乐价值等方面具有突出优势,可以弥补直接市场方法的一些不足。但 CVM 也存在自身缺陷如对大尺度评估有效性可能较差^[71],并很少能用于评估生态系统服务的单项调节功能、支持功能等。笔者对当前较为常用的 2 种主要方法进行比较如表 1。如何将这 2 种方法有效结合进而能够评估生态系统服务的总经济价值是目前国际上生态经济学领域的一个重要课题^[10,31]。

国内相关研究目前仍以直接市场方法为主,究其原因笔者认为可能有以下 4 个方面:①揭示偏好方法和陈述偏好方法都需要大范围的公众调查,受访者对大尺度范围内的环境与生态系统物品的全面认识是现实障碍;②调查技术亦有较高的要求,而我国目前的市场化程度和公众环境意识水平对这种研究模式都构成了潜在约束;③采用调查方法研究生态系统服务价值,对研究经费和研究时间的要求都较高,增加了该类方法的应用难度(尤其是在大尺度区域);④旅行费用法和条件价值法等非市场价值评估方法在我国的理论和实践积累尚不成熟。

表 1 现阶段生态系统服务 2 种主要价值评估技术的比较

	直接市场价值法 Direct market methods	条件价值法 (假想市场法) Contingent valuation method
理论基础 Theoretical foundations	结合生态系统的结构、功能和生态过程,基于生态系统服务的物质质量,对区域环境与自然资源的经济稀缺性的反应能力较弱;侧重生态学理论 Based upon the structure, function and process of ecosystem, the physical quantity of ecosystem services are used to assess their value, in this sense there doesn't exist a powerful interpretation for the scarcity of natural resources; The method mainly depend on ecology theory	基于支付意愿,以研究样本的环境偏好反应研究区域对所评价的生态系统服务的资源稀缺性,与生态系统服务的物质基础关系不够明显;侧重经济学理论 Based upon Willingness to Pay (WTP) of respondents, the resource scarcity of some regional ecosystem can be well explained, but there doesn't exists a visible relation between the WTP and the physical quantity of the ecosystem under assessment
价值结构 Value components	主要评价生态系统服务的使用价值尤其是大部分间接使用价值,对非使用价值涉及较少 The use value especially the indirect use values are often assessed, while non-use value is seldom concerned	对评价生态系统服务的非使用价值具有优势,进而能评估生态系统服务的总经济价值,但少能分项评估 This method is popular for assessment of non-use value of ecosystem, so the total value can be measured. But CVM can not assess each of the total value respectively
时空尺度 Temporal and spatial scales	一般用于评价大尺度区域生态系统服务价值,可以反应区域生态系统服务的可持续性,并具有连续动态评价的技术基础 Generally large-scale system is valued by this method, and the regional ecosystem sustainability can be well defined; periodical study is possible under this valuation method	多评价小尺度区域生态系统或单个生态系统(或属于二者的某一单个生态系统服务功能)的环境服务价值,对具体工程项目的 CBA 分析具有明显优势 the medium and small scale ecosystem are often assessed by the method, and the results can be easily applied to the Cost Benefit Analysis for specific project
可比性与适用性 Comparability and applicability	多参照国外相关研究采用的经济参数,生态系统服务的功能和类型也较多引用国外成果,研究结果的可比性需要考虑 The economic parameters are often referenced from foreign studies, and also is the functions and categories of ecosystem service, so the comparability of different valuation is often under doubt	基于研究区域的支付意愿,因此研究结果必然与区域经济水平显著相关,在此意义上的评价结论适用性相对较高,但也存在可比性问题 the method is based upon WTP, so the result is necessarily related with regional economic status, so the result has a higher applicability but a lower comparability also because of the economic disparity

3.3 评价结论 精确程度有限,对生态系统管理的理论支持较弱

生态系统服务价值评估研究还缺乏一整套完备的评价理论、指标体系、实施原则,同时,各国的社会经济水平差异导致了物品、人力、资本等要素并未真正的全球流通,价值评估的计量参数只能做到国家统一或区域

统一^[70]。因此,对完全相同的生态系统的价值评估,评价结论可能相差甚远。如 Constanza^[71]和 Pimentel^[81]对全球生态系统价值的评价结论产生了数量级的差异,Seidl^[52]对巴西热带湿地评价结论也仅是 Constanza 的 1/2。对近年来对相同生态系统的价值评估研究进行了整理分析(表 2),结果表明国内该领域的研究也存在同样的问题。具体原因可能有以下几个方面:①计算方法或生态经济参数选择的不同,如在评估中国草地生态系统价值时,赵同谦等^[34]基本采用了国内相关文献的评价方法和参数,而谢高地等^[36]则较多参照了 Costanza 方法;②数据来源及对区域生态系统分类的差异,陈仲新^[26]在评估中国陆地生态系统价值时采用的是 1982 年的 1:400 万中国植被图,而何浩等^[28]则采用了 2000 年分辨率为 1km×1km 的遥感数据,不同时相和不同方法获得的数据必然会导致生态系统的尺度和分类方面的变异^[29];③生态系统服务的价值构成,表 2 统计表明不同研究对同一生态系统的服务价值分类均存在不同程度差异,这可能是由于数据来源或评估方法上存在困难所致。应该指出,生态系统服务价值评估结论的精确性水平是上述因素综合作用的结果。

生态系统服务价值评估的最终目的是为环境决策和管理服务。现阶段生态系统服务价值评估对于区域生态系统管理的理论价值及对区域规划与可持续发展的作用,Daily^[63]、Crumpacker^[72]等已有较多论述。国内肖荣波^[73]等就生态系统服务与生态安全关系作过尝试,李海涛^[74]探讨了天池地区的生态资本价值及其可持续发展能力和生态系统安全问题。但总体来看国内还缺少这方面的详细专门研究,未能基于生态系统服务的供需平衡分析,阐述生态系统结构和功能现状,并提出评价结果与生态系统承载力和区域可持续发展能力指标之间的量化关系。

表 2 相同生态系统价值评估结论的差异比较
Table 2 Different valuation conclusion for the same ecosystem

研究对象 Study objects	文献 References	生态系统服务功能 ¹⁾ Ecosystem functions	生态系统价值评估结论(元/年) ²⁾ Conclusions (RMB yuan/a)
中国陆地生态系统 China terrestrial ecosystem	[25]	①④⑤⑥⑦⑨	30.48×10 ¹²
	[26]	全部 17 类 All the 17 categories	5.61×10 ¹²
	[27]	—	6.44×10 ¹²
	[28]	②④⑤⑥⑨	9.17×10 ¹²
中国草地生态系统 China rangelands	[36]	全部 17 类 All the 17 categories	1497.9×10 ⁸
	[34]	④⑤⑥⑦⑧⑨	8803.1×10 ⁸
中国森林生态系统 China forests	[75]	—	70308.42×10 ⁸
	[33]	①②③④⑤⑥⑦⑧⑩	14060.05×10 ⁸
	[68]	①④⑤⑥⑦	30601.20×10 ⁸
	[76]	①②③④⑤⑧⑩	7238.16×10 ⁸
北京森林生态系统 Beijing forests	[77]	①④⑤⑦⑨⑩	167.78×10 ⁸
	[78]	①③④⑤⑦⑧⑨⑩	2974.96×10 ⁸

1) Costanza 将生态系统服务功能分为 17 类,我国在评价实践中多可归为以下 10 类:①气体调节;②气候调节;③干扰调节;④侵蚀控制/土壤保持;⑤涵养水源;⑥营养物质循环;⑦废物处理;⑧栖息地/生物多样性维持;⑨有机物质生产;⑩休闲娱乐。Costanza (1997) divided the ecosystem services into 17 categories, while 10 of them are often valued in domestic studies, such as, ①Gas regulation; ②Climate regulation; ③Disturbance prevention; ④Erosion control and soil retention; ⑤Water supply; ⑥Nutrient regulation; ⑦Waste treatment; ⑧Habitat and biodiversity control; ⑨Organic substance production; ⑩Recreation

2) 这里忽略了价格指数的年际差异对评价结论的影响;为便于比较部分结论经过了数量级变换。Here the price index is ignored, and all valuation results are converted to the same order of magnitude for straightforward comparison of those results

4 生态系统服务价值评估研究展望

生态系统服务价值评估是现阶段国内外生态经济学和环境经济学的研究焦点和热点之一,在国外开展已近 30a 的历史,国内近年来也得到了发展但仍处于初级阶段(图 1),尚未形成一整套完备的评价理论、指标体系、实施原则。包括国际上的相关研究在内,评价结论的可靠性和可应用性都较有限,未来研究的重点及趋势可表现为以下 5 个方面:

(1)生态系统服务及其价值评估的理论研究 这方面国际上已展开了大量研究,而国内相关研究相对欠缺。必须加强生态系统服务与生态系统结构、功能的关系,生态系统服务及其价值的概念和合理分类等基础研究^[79],提出科学的生态系统服务评价指标体系。同时对相同尺度生态系统之间服务价值的线性可加性,不同尺度生态系统之间的服务价值可能存在的幂数定律与分形特征,生态过程与经济过程之间的复杂联系进行探索^[80-81]。

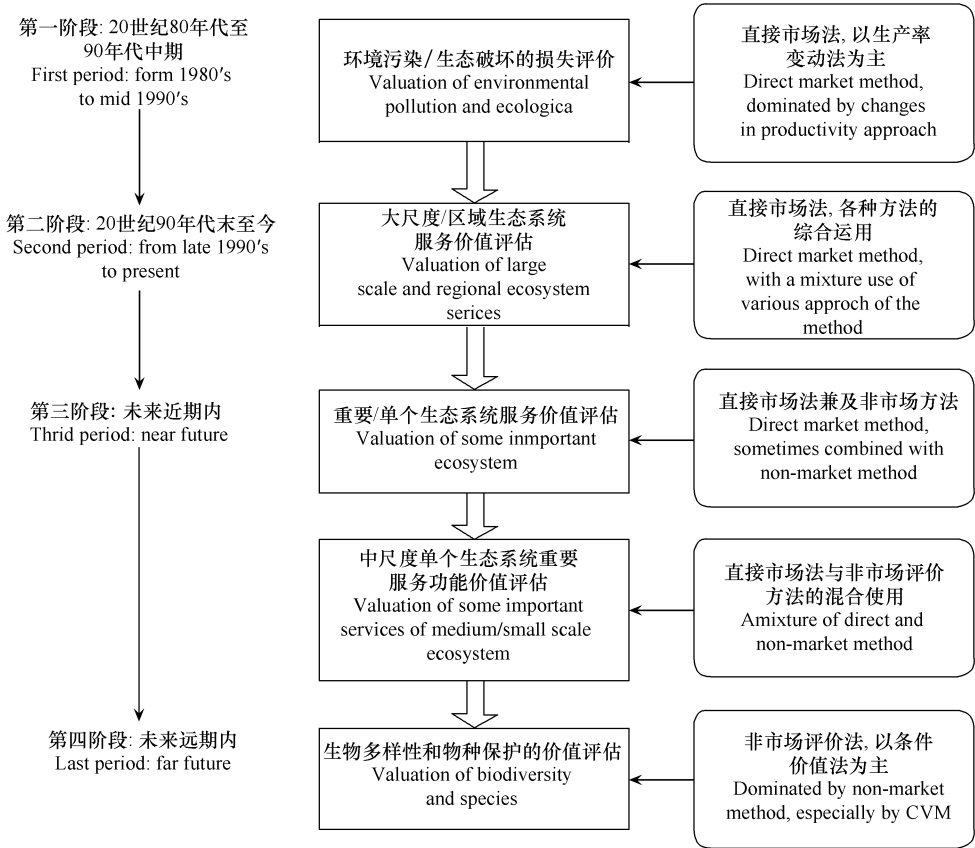


图1 我国生态系统服务价值评估研究的发展及趋势

Fig. 1 Study development and trend in ecosystem services valuation

(2)生态系统服务价值评估方法的完善 从国外研究趋势来看,生态系统服务价值评估对象将由大尺度区域逐渐向中小尺度重要生态系统和重要功能如作为环境舒适性资源方向演化,并最终趋向物种和生物多样性保护层次。研究方法也逐渐相应地从直接市场方法向非市场方法过渡(图1)。必须提出各种评价方法尤其是非市场评价方法的具体操作原则,并寻求直接市场方法与非市场方法结合的最佳途径,完善对生态系统服务总经济价值的评估。

(3)价值评估工作的尺度调整 大尺度的生态系统服务价值评估是当前主流,这对于认识国家尺度和省市区域尺度上的自然资本价值无疑具有重要的实践意义。然而,大尺度的价值评估对于小区域的环境和生态系统管理的指导意义并不直接和明确^[1],加强中小尺度生态系统如行政区域层面的省市、区县生态资产评估,自然区域层面的重点流域、各类保护区的价值评估是未来的一个重要方向。同时考虑不同尺度生态系统之间的相互作用及机制,这对于理解生态系统服务的动力学机制及其对人类福利的意义是至关重要的^[10]。

(4)一些重要生态系统和脆弱生态系统价值评估研究的跟进 对城市和水域生态系统缺少应有关注程度,而这些生态系统对国家可持续发展以及体现自然资源稀缺性具有重要价值。在完成各种大尺度的区域生态系统价值估算后,须加强较大尺度水域生态系统和城市生态系统及其子系统尤其是城市河流、湿地、森林、

水源地等重要系统的价值评估研究 ,研究方法也应逐渐转向直接市场技术和替代市场、假想市场技术的交叉结合。同时 ,加强农田生态系统、湿地生态系统^[87] ,以及农牧交错区、江河源、冰川、荒漠等脆弱生态系统的价值评估和管理工作。

(5)连续动态价值评估及价值量变化的驱动力分析 美国从 1972 年就开始了这方面的工作^[28]。对生态系统服务价值的时间尺度和空间尺度的把握在今后一段时期内仍将是评估工作的一个薄弱环节。可基于遥感和地理信息系统的技术集成逐步实现价值评估的手段现代化 ,同时加强数据规范化、指标标准化的工作 ,建立健全各种空间尺度的生态资产数据库 ,开展周期性调查评价^[10] ,NOAA、IGBP 可为此提供重要的土地利用数据支持。同时 ,利用区域社会、经济、地理信息 ,分析变化的驱动力 ,并构建环境数学模型预测生态系统服务变化与人类活动的双向影响联系。

References :

[1] Millennium Ecosystem Assessment : Biodiversity synthesis report. Washington D C : World Resources Institute , 2005.

[2] Daily G C. Management objectives for the protection of ecosystem service. Environmental Science and Policy , 2000 , 6 : 333 — 339.

[3] SCEPT (Study of Critical Environmental Problems). Man’s impact on the global environment : Assessment and recommendations for action. Cambridge , MA : MIT Press , 1970.

[4] Holder J , Ehrlich P R. Human population and global environment. American Scientist , 1974 , 62 : 282 — 297.

[5] Westman W E. How much are nature’s services worth ? Science , 1977 , 197 : 960 — 964.

[6] Odum H T. Emergy in ecosystems. In : N Polunin. Environmental Monographs and Symposia. New York : John Wiley , 1986.

[7] Costanza R , d Arge R , de-Groot R , *et al.* The value of the world’s ecosystem services and natural capital. Nature , 1997 , 386 (6630) : 253 — 260.

[8] Pimental D , Wilson C , McCulum A. Economic and Environmental benefits of biodiversity. Bioscience , 1997 , 47 (11) : 747 — 757.

[9] Sutton P C , Constanza R. Global estimates of market and non-market values derived from nighttime satellite imagery , land cover , and ecosystem service valuation. Ecological Economics , 2002 , 41 : 509 — 527.

[10] Millennium Ecosystem Assessment : Frameworks. Washington D C : World Resources Institute , 2005.

[11] Gren I M , Groth K H , Sylvén M. Economic Values of Danube Floodplains. Journal of Environmental Management , 1995 , 45 : 333 — 345.

[12] Dixon J. Analysis and management of watersheds. In : Dasgupta P , Goran-Mäter K. The environment and Emerging Development Issues. Oxford : Clarendrom Press , 1997.

[13] Pauutanayak S K. Valuing watershed services : concepts and empirics from Southeast Asia. Agriculture Ecosystems & Environment , 2004 , 104 : 171 — 184.

[14] Turner R , Bergh , Jereon C , *et al.* Ecological-economic analysis of wetlands : scientific integration for management and policy. Ecological Economics , 2000 , 35 : 7 — 23.

[15] Hanley N , Ruffell R J. The contingent valuation of forest characteristics : two experiments. Journal of Agricultural Economics , 1993 , 44 : 218 — 229.

[16] Loomis J , Kent P , Strange L , *et al.* Measuring the economic value of restoring ecosystem services in an impaired river basin : results from a contingent valuation survey. Ecological Economics , 2000 , 33 : 103 — 117.

[17] Lal P. Economic valuation of mangroves and decision-making in the Pacific. Ocean & Coastal Management , 2003 , 46 : 823 — 846.

[18] Jakobsson , Christin M , Eglar E. Contingent valuation and endangered species : methodological issues and applications. Cheltenham : Edward Elgar Press , 1996.

[19] Mendonça M , Sachsida A , Loureiro P. A study on the valuing of biodiversity : the case of three endangered species in Brazil. Ecological Economics , 2003 , 46 : 9 — 18.

[20] Bandara R , Tisdell C. The net benefit of saving the Asian elephant : a policy and contingent valuation study. Ecological Economics , 2004 , 48 : 93 — 107.

[21] Xue D Y , Bao H S , Li W H. Valuation on non-use values of biodiversity by contingent valuation method in Changbai Mountain Biosphere. China Environmental Science , 1999 , 19 (3) : 247 — 252.

[22] Xue D Y , Bao H S. A study on tourism value of biodiversity in Changbaishan Mountain Biosphere Reserve in Northeast China. Journal of Natural Resources , 1999 , 14 (2) : 140 — 145.

[23] Xue D Y. A valuation study of on the indirect values of forest ecosystems in Chanbaishan Mountain Biosphere Reserve of China , China

Environmental Science ,2000 ,20 (2) :141 — 145.

[24] Ouyang Z Y , Wang R S , Zhao J Z. Ecosystem services and their economic valuation. Chinese Journal of Applied Ecology ,1999 ,10 (5) :635 — 640.

[25] Ouyang Z Y , Wang X K , Miao H. Ecosystem services and their economic valuation of terrestrial ecosystem in China. Acta Ecologica Sinica ,1999 ,19 (5) :607 — 613.

[26] Chen Z X , Zhang X S. The benefits of China ecosystem. Chinese Science Bulletin ,2000 ,45 (1) :17 — 22.

[27] Pan Y Z , Shi P J , Zhu W Q , *et al.* Remote sensing valuation of China terrestrial ecosystem assets. Science in China (Series D) ,2004 ,34 (4) :375 — 384.

[28] He H , Pan Y Z , Zhu W Q , *et al.* Measurement of terrestrial ecosystem service value in China. Chinese Journal of Applied Ecology ,2005 ,16 (6) :1122 — 1127.

[29] Bi X L , Ge J P. Evaluating ecosystem services valuation in China based on IGBP land cover datasets. Journal of Mountain Science ,2004 ,22 (1) :48 — 53.

[30] Zhao J Z , Xu Y J , Xiao H , *et al.* Ecosystem services evaluation based on comprehensive national power for sustainable development — the evaluations of 13 countries. Systems Engineering — Theory & Practice ,2003 ,23 (1) :121 — 127.

[31] Wu G , Xiao H , Zhao J Z , *et al.* Ecosystem service function of Changbaishan Mountain. Science in China (Series C) ,2001 ,31 (5) :471 — 480.

[32] Ouyang Z Y , Zhao T Q , Zhao J Z , *et al.* Ecological regulation services of Hainan Island ecosystem and their valuation. Chinese Journal of Applied Ecology ,2004 ,15 (8) :1395 — 1402.

[33] Zhao T Q , Ouyang Z Y , Wang X K , *et al.* Ecosystem services and their valuation of terrestrial surface water system in China. Journal of Natural Resources ,2003 ,18 (4) :443 — 452.

[34] Zhao T Q , Ouyang Z Y , Jiang L Q , *et al.* Ecosystem services and their valuation of China grassland. Acta Ecologica Sinica ,2004 ,24 (6) :1101 — 1110.

[35] Zhao T Q , Ouyang Z Y , Zheng H , *et al.* Forest ecosystem services and their valuation in China. Journal of Natural Resources ,2004 ,19 (4) :480 — 491.

[36] Xie G D , Zhang Y L , Lu C X , *et al.* Study on valuation of rangeland ecosystem services of China. Journal of Natural Resources ,2001 ,16 (1) :47 — 53.

[37] Xie G D , Lu C X , Leng Y F , *et al.* Ecological assets valuation of the Tibetan Plateau. Journal of Natural Resources ,2003 ,18 (2) :189 — 196.

[38] Lu C X , Xie G D , Xiao Y , *et al.* Ecosystem diversity and economic valuation of Qinghai-Tibet Plateau. Acta Ecologica Sinica ,2004 ,24 (12) :2749 — 2755.

[39] Xu Q , He M C , Yang Z F , *et al.* Assessment on urban ecosystem services of Guangzhou city. Journal of Beijing Normal University (Natural Science) ,2003 ,39 (2) :268 — 272.

[40] Xiao Y , Xie G D , An K. Economic value of ecosystem services in Mangcuo Lake drainage basin. Chinese Journal of Applied Ecology ,2003 ,14 (5) :676 — 680.

[41] Wu L L , Lu J J , Tong C F , *et al.* Valuation of wetland ecosystem services in the Yangtze River Estuary. Resources and Environment in the Yangtze Basin ,2003 ,12 (5) :411 — 416.

[42] Xin K , Xiao D N. Wetland ecosystem service valuation — a case researches on Panjin Area. Acta Ecologica Sinica ,2002 ,22 (8) :1345 — 1349.

[43] Yang Q W , Lan C Y , Xin K. Evaluation on the value of the ecosystem services of the coastal zone in Guangdong and Hainan. Marine Environmental Science ,2003 ,22 (4) :25 — 29.

[44] Xiao Y , Xie G D , An K. Qinghai Tibet Plateau soil retention soil erosion the universal soil loss equation. Acta Ecologica Sinica ,2003 ,23 (11) :2367 — 2378.

[45] Xu Z M , Zhang Z Q , Cheng G D , *et al.* Measuring the total economic value of restoring Ejina Banner's ecosystem services. Acta Geographica Sinica ,2002 ,57 (1) :107 — 116.

[46] Xu Z M , Zhang Z Q , Long A H , *et al.* Comparison and application of different contingent valuation methods in measuring total economic value of restoring Ejina Banner's ecosystem services. Acta Ecologica Sinica ,2003 ,23 (9) :1841 — 1850.

[47] Xu Z M , Zhang Z Q , Long A H , *et al.* Choice modeling and its potential application to ecosystem management and preservation. Acta Geographica Sinica ,2003 ,58 (3) :398 — 405.

[48] Lan S F , Qin P. Emergy analysis of ecosystems. Chinese Journal of Applied Ecology ,2001 ,12 (1) :129 — 131.

[49] Cui L J , Zhao X S. Researches on the emergy analysis of Poyanghu wetland. Acta Ecologica Sinica ,2004 ,24 (7) :1480 — 1485.

[50] Kreiger D J. Economic value of forest ecosystem services : a review. Washington D C : Resources for the Future. 2001.

[51] Söderqvist T , Mitsch W , Turner R. Valuation of wetlands in a landscape and institutional perspective. Ecological Economics ,2000 ,35 :1 — 6.

[52] Seidl A , Moraes A. Global valuation of ecosystem services : application to the Pantanal da Nhecolandia , Brazil. *Ecological Economics* , 2000 , 33 : 1 — 6.

[53] Loomis J. Balancing public trust resources of Mono Lake and Los Angeles water right : An economic approach. *Water Resource Research* , 1987 , 23 : 1449 — 1556.

[54] Brown K , Adger N W , Tompkins E , *et al.* Trade-off analysis for marine protected area management. *Ecological Economics* , 2001 , 37 : 417 — 34.

[55] Spash C. Informing and forming preferences in environmental valuation : Coral reef biodiversity. *Journal of Economic Psychology* , 2002 , 23 : 665 — 687.

[56] Yang K , Zhao J. Willingness to pay for the urban river ecosystem services using contingent valuation method and bias analysis of the results. *Acta Ecologica Sinica* , 2005 , 25 (6) : 1391 — 1396.

[57] Pearce D. *Economic values and the natural world*. London : Earchscan , 1993.

[58] Velarde S J , Malhi Y , Morant D , *et al.* Valuing the impacts of climate change on protected areas in Africa. *Ecological Economics* , 2005 , 53 : 31 — 33.

[59] Zhao B , Kreuter U , Li B , *et al.* An ecosystem service value assessment of land-use change on Chongming Island , China. *Land Use Policy* , 2004 , 21 : 139 — 148.

[60] Wang Z M , Zhang S Q , Zhang B. Effects of land use change on values of ecosystem services of Sanjiang Plain , China. *China Environmental Science* , 2004 , 24 (1) : 125 — 128.

[61] Li S C , Zheng D , Yang Q Y. Some issues on assessing natural capital of environment and ecosystems. *Environmental Science* , 2001 , 22 (6) : 103 — 107.

[62] Pearce D. *Valuing the Environment in Developing Countries : Case Studies*. Chichester , UK : Elgar , 2002.

[63] Daily G. *Nature's Services Social Dependence on Natural Ecosystems*. Washington D C : Island Press , 1997.

[64] Li W H , Ouyang Z Y , Zhao J Z. *Study of Ecosystem Service Functions*. Beijing : Meteorology Press , 2002.

[65] Li J C. *Resources Accounting*. Beijing : Marine Press , 1991.

[66] Gollin D , Evenson R. Valuing animal genetic resources : lessons from plant genetic resources. *Ecological Economics* , 2003 , 45 : 353 — 363.

[67] Zeng X G. *Economic Assessment of Environmental Impacts*. Beijing : Chemical Engineering Press , 2003.

[68] Yu X X , Lu S W , Jin F. The assessment of the forest ecosystem services evaluation in China. *Acta Ecologica Sinica* , 2005 , 25 (8) : 2096 — 2102.

[69] Zhao J , Yang K. Parametric models and measurements of natural resources. *Journal of Natural Resources* , 2004 , 19 (6) : 795 — 803.

[70] Xu S L. Economic approaches to valuing biodiversity : some theoretical barriers and relevant counter-measures. *Biodiversity Science* , 2001 , 9 (3) : 310 — 318.

[71] Carson R T. Valuation of tropical rainforests : philosophical and practical issues in the use of contingent valuation. *Ecological Economics* , 1998 , 24 : 15 — 29.

[72] Crumppacker D. Prospects for sustainability of biodiversity based on conservation biology and US Forest Service approaches to ecosystem management. *Landscape and Urban Planning* , 1998 , 40 : 47 — 71.

[73] Xiao R B , Ouyang Z Y , Han Y S , *et al.* Ecological security assessment of Hainan Island. *Journal of Natural Resources* , 2004 , 19 (6) : 769 — 775.

[74] Li H T , Xu X G , Xiao D N. Study on the value of ecological capital based on the emery theory : A case study on the forest ecosystem in the middle part of the north slope of the Tianshan Mountain. *Acta Ecologica Sinica* , 2005 , 25 (6) : 1383 — 1390.

[75] Zhang Y. Valuation of China forests biodiversity. *Forestry Economics* , 2001 , (3) : 37 — 42.

[76] Li C S , Wang D W , Wu Y H. Study on measurement of forest ecological benefit of China. *Protection Forest Science and Technology* , 2005 , (2) : 1 — 3.

[77] Yu X X , Qin Y S , Chen L H , *et al.* The forest ecosystem services and their valuation of Beijing Mountain Areas. *Acta Ecologica Sinica* , 2002 , 22 (5) : 783 — 786.

[78] Gao Y F , Jiang W T. Valuation of forest resources in Beijing mountain area. *China Rural Economics* , 2005 , (7) : 19 — 29.

[79] Groot R , Wilson M A , Boumans R. A typology for the classification , description and valuation of ecosystem functions , goods and services. *Ecological Economics* , 2002 , 41 : 393 — 408.

[80] Turner R. Valuing nature : Lessons learned and future research directions. *Ecological Economics* , 2003 , 46 : 493 — 510.

[81] Ledoux L , Turner R K. Valuing ocean and coastal resources : a review of practical examples and issues for further action. *Ocean & Coastal Management* , 2002 , 45 : 583 — 616.

参考文献 :

[21] 薛达元 , 包浩生 , 李文华. 长白山自然保护区生物多样性非使用价值评估. *中国环境科学* , 1999 , 19 (3) : 247 ~ 252.

[22] 薛达元,包浩生. 长白山自然保护区生物多样性旅游价值评估. 自然资源学报,1999,14(2):140~145.

[23] 薛达元. 长白山自然保护区森林生态系统间接经济价值评估. 中国环境科学,2000,20(2):141~145.

[24] 欧阳志云,王如松,赵景柱. 生态系统服务功能及其生态经济价值评价. 应用生态学报,1999,10(5):635~640.

[25] 欧阳志云,王效科,苗鸿. 中国陆地生态系统服务功能及其生态经济价值的初步研究. 生态学报,1999,19(5):607~613.

[26] 陈仲新,张新时. 中国生态系统效益的价值. 科学通报,2000,45(1):17~22.

[27] 潘耀忠,史培军,朱文泉,等. 中国陆地生态系统生态资产遥感定量测量. 中国科学(D辑),2004,34(4):375~384.

[28] 何浩,潘耀忠,朱文泉,等. 中国陆地生态系统服务价值测量. 应用生态学报,2005,16(6):1122~1127.

[29] 毕晓丽,葛剑平. 基于IGBP土地覆盖类型的中国陆地生态系统服务功能价值评估. 山地学报,2004,22(1):48~53.

[30] 赵景柱,徐亚骏,肖寒,等. 基于可持续发展综合国力的生态系统服务评价研究——13个国家生态系统服务价值的测算. 系统工程理论与实践,2003,23(1):121~127.

[31] 吴刚,肖寒,赵景柱,等. 长白山森林生态系统服务功能. 中国科学(C辑). 2001,31(5):471~480.

[32] 欧阳志云,赵同谦,赵景柱,等. 海南岛生态系统生态调节功能及其生态经济价值研究. 应用生态学报,2004,15(8):1395~1402.

[33] 赵同谦,欧阳志云,王效科,等. 中国陆地地表水生态系统服务功能及其生态经济价值评价. 自然资源学报,2003,18(4):443~452.

[34] 赵同谦,欧阳志云,贾良清,等. 中国草地生态系统服务功能间接经济价值评价. 生态学报,2004,24(6):1101~1110.

[35] 赵同谦,欧阳志云,郑华,等. 中国森林生态系统服务功能及其价值评价. 自然资源学报,2004,19(4):480~491.

[36] 谢高地,张钰铨,鲁春霞,等. 中国自然草地生态系统服务价值. 自然资源学报,2001,16(1):47~53.

[37] 谢高地,鲁春霞,冷允法,等. 青藏高原生态资产的价值评估. 自然资源学报,2003,18(2):189~196.

[38] 鲁春霞,谢高地,肖玉,等. 青藏高原生态系统服务功能的价值评估. 生态学报,2004,24(12):2749~2755.

[39] 徐俏,何梦常,杨志锋,等. 广州市生态系统服务功能价值评估. 北京师范大学学报,2003,39(2):268~272.

[40] 肖玉,谢高地,安凯. 莽措湖流域生态系统服务功能经济价值变化研究. 应用生态学报,2003,14(5):676~680.

[41] 吴玲玲,陆健健,童春富,等. 长江口湿地生态系统服务功能价值的评估. 长江流域资源与环境,2003,12(5):411~416.

[42] 辛琨,肖笃宁. 盘锦地区湿地生态系统服务功能价值估算. 生态学报,2002,22(8):1345~1349.

[43] 杨清伟,蓝崇钰,辛琨. 广东-海南海岸带生态系统服务价值评估. 海洋环境科学,2003,22(4):25~29.

[44] 肖玉,谢高地,安凯. 青藏高原生态系统土壤保持功能及其价值. 生态学报,2003,23(11):2367~2378.

[45] 徐中民,张志强,程国栋,等. 额济纳旗生态系统恢复的总经济价值评估. 地理学报,2002,57(1):107~116.

[46] 徐中民,张志强,龙爱华,等. 额济纳旗生态系统服务恢复价值评估方法的比较与应用. 生态学报,2003,23(9):1841~1850.

[47] 徐中民,张志强,龙爱华,等. 环境选择模型在生态系统管理中的应用——以黑河流域额济纳旗为例. 地理学报,2003,58(3):398~405.

[48] 蓝盛芳,钦佩. 生态系统的能值分析. 应用生态学报,2001,12(1):129~131.

[49] 崔丽娟,赵欣胜. 鄱阳湖湿地生态能值分析研究. 生态学报,2004,24(7):1480~1485.

[56] 杨凯,赵军. 城市河流生态系统服务的条件价值评估及其偏差分析. 生态学报,2005,25(5):1391~1396.

[60] 王宗明,张树清,张柏. 土地利用变化对三江平原生态系统服务价值的影响. 中国环境科学,2004,24(1):125~128.

[61] 李双成,郑度,杨勤业. 环境与生态系统资本价值评估的若干问题. 环境科学,2001,22(6):103~107.

[64] 李文华,欧阳志云,赵景柱. 生态系统服务功能研究. 北京:气象出版社,2002.

[65] 李金昌. 资源核算论. 北京:海洋出版社,1991.

[67] 曾贤刚. 环境影响经济评价. 北京:化学工业出版社,2003.

[68] 余新晓,鲁绍伟,靳芳. 中国森林生态系统服务功能价值评估. 生态学报,2005,25(8):2096~2102.

[69] 赵军,杨凯. 自然资源福利计量的参数模型与表征尺度. 自然资源学报,2004,19(6):795~803.

[70] 徐嵩龄. 生物多样性价值的经济学处理:一些理论障碍及克服. 生物多样性,2001,9(3):310~318.

[73] 肖荣波,欧阳志云,韩艺师,等. 海南岛生态安全评价. 自然资源学报,2004,19(6):769~775.

[74] 李海涛,许学工,肖笃宁. 基于能值理论的生态资本价值——以阜康市天山北坡中段森林区生态系统为例. 生态学报,2005,25(6):1383~1390.

[75] 张颖. 中国森林生物多样性价值核算研究. 林业经济,2001,(3):37~42.

[76] 李长胜,王殿文,吴艳辉. 中国森林生态效益计量研究. 防护林科技,2005,(2):1~3.

[77] 余新晓,秦永胜,陈丽华,等. 北京山地森林生态系统服务功能及其价值初步研究. 生态学报,2002,22(5):783~786.

[78] 高云峰,江文涛. 北京市山区森林资源价值评价. 中国农村经济,2005,(7):19~29.