

湿地生态系统服务功能的价值评估

刘晓辉^{1,2,3}, 吕宪国^{1,3,*}, 姜 明^{1,3}, 商丽娜³, 王锡刚⁴

(1. 中国科学院东北地理与农业生态研究所湿地生态与环境重点实验室, 长春 130012; 2. 中国科学院研究生院, 北京 100049;
3. 中国科学院东北地理与农业生态研究所, 长春 130012; 4. Hella Automotive Lighting Limited Company, 长春 130033)

摘要: 湿地生态系统服务功能的价值评估是目前生态研究的热点领域之一。综述国内外湿地生态系统服务功能、价值相关研究成果, 在此基础上, 着重评述了湿地生态系统服务功能价值评估方法研究进程和价值评价 2 个方面的内容, 给出了不同评估方法的特点, 并对湿地生态系统服务功能价值评价涉及的价值排序、价值系数、价值动态各个侧面的研究分别予以评述, 基于此对今后研究提出展望: 明确主导服务功能价值、加强价值影响因素分析、开发价值动态模型、构建生态补偿机制、探讨人工湿地生态系统的服务功能价值流的变化。旨在加深对湿地生态系统服务功能价值的认知, 为人类与湿地环境的可持续发展提供必要的理论支持。

关键词: 湿地生态系统服务功能; 价值评估; 价值系数; 区域差异

文章编号: 1000-0933(2008)11-5625-07 中图分类号: Q147 文献标识码: A

Research on the valuation of wetland ecosystem services

LIU Xiao-Hui^{1,2,3}, LU Xian-Guo^{1,3,*}, JIANG Ming^{1,3}, SHANG Li-Na³, WANG Xi-Gang⁴

1 Key Laboratory of Wetland Ecology and Environment, Northeast Institute of Geography and Agroecology, CAS, Changchun 130012, China

2 Graduate University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China

3 Northeast Institute of Geography and Agroecology, CAS, Changchun 130012, China

4 Hella Automotive Lighting Limited Company, Changchun 130033, China

Acta Ecologica Sinica, 2008, 28(11): 5625 ~ 5631.

Abstract: Ecological economics is increasingly concerned to find appropriate ways to value wetland ecosystem. This paper examines evaluation methods and values estimation of wetland ecosystem services. The characteristics of different methods are discussed. A wetland ecosystem services value sequence is described, and value coefficients, value changes are discussed. It then describes possible future developments in the field of wetland ecosystem services valuation, which includes confirming the main services, considering assessing the influence of various other factors, developing the dynamic models for values, the establishment of an ecological compensation mechanism and investigating the flow change of the constructed wetland service values. It strengthens understanding of wetland ecosystem services values and provides theoretical support for a sustainable balance between human and wetland environments.

Key Words: wetland ecosystem services; evaluation; value coefficient; regional differences

基金项目: 国家自然科学基金重点资助项目(40830535); 中国科学院东北地理所前沿领域(KSCX3-SW-NA3-01)

收稿日期: 2007-11-12; 修订日期: 2008-10-08

作者简介: 刘晓辉(1978~), 女, 黑龙江黑河人, 博士生, 主要从事湿地生态、湿地功能评价。E-mail: liuxh2752@126.com

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: Luxg@neigae.ac.cn

Foundation item: The project was financially supported by the National Natural Science Foundation of China (No. 40830535); Frontier of NEIGAE, CAS (No. KZCX3-SW-NA3-01)

Received date: 2007-11-12; **Accepted date:** 2008-10-08

Biography: LIU Xiao-Hui, Ph. D. candidate, mainly engaged in wetland ecology and wetland ecosystem services valuation. E-mail: liuxh2752@126.com

湿地生态系统服务功能价值评估是一个近期才有的现象,我国湿地生态系统服务功能价值评价工作的系统性研究始于 20 世纪 90 年代中期^[1,2]。有关湿地生态系统服务功能价值评估的研究成果陆续发表^[3~15],定量评价湿地生态系统服务功能的经济价值业已成为当前生态学与经济生态学等学科研究的前沿课题^[16]。

针对湿地生态系统服务功能价值评估方法研究进展,以及服务功能价值评价(价值排序、价值系数和价值动态)展开论述,并提出今后工作中有待加强的几个研究领域。

1 湿地生态系统服务功能价值评估方法研究进程

栖息地评价程序(habitat evaluation procedures)^[17]是早期比较完备的评价程序之一,目前仍被广泛使用,但其并没有考虑自然环境对人类需要的满足。在 HEP 提出后,许多湿地评价方法得以发展:HAT(habitat assessment technique)^[18]、WET(the wetland evaluation technique)^[17]等,但由于其评估依据的因子较少,对不同湿地评估的标准未作明确界定,使用并不广泛。

20 世纪 90 年代,出现了水文地貌学方法(hydrogeomorphic approach)和湿地快速评价法(wetland rapid assessment procedure),前者的评价结果只是给出一个反映功能优劣的相对数值 FCI(function capacity indice)^[19~21],而后者^[22,23]也只是求出功能指数,事实上,它们多是依赖于功能指标(生物指标、结构指标)的使用,而不是设法测量功能本身^[24]。随后出现了 DNDC 模型(denitrification-decomposition)的应用,它从物质质量的方面对湿地温室气体排放量进行了评估^[25]。

纵观上述研究成果,不难看出:以上模型以指数的形式反映了湿地功能状况,以物质量反映了湿地生物地球化学循环的环节,却没有涉及价值领域的研究,即没有将服务功能与价值相联系。

对服务功能价值进行评估,比较有代表性的是 1997 年使用的全球静态部分平衡模型^[26],若干研究以此为基础相继展开^[27~29]。2001 年,Woodward^[11]提出了一个非市场价值评价工具:复合分析(meta-analysis),同时指出了以往多个湿地研究案例中价值估算出现偏差的原因及影响湿地价值估算的因素。从中可以看出,湿地生态系统服务功能价值的研究进入了模型发展阶段。

湿地生态系统服务功能价值估算亦可采用市场价值法、影子工程法、费用替代法、条件价值法等价值量评估方法^[4,30~36],其优势在于能促进环境核算,但它也包含人类对服务功能的支付意愿,这无疑又使评估结果存在主观性,其中,市场价值法由于湿地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,故使湿地生态系统的供应水平难以预测^[37];同时由于对需要评价的湿地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了解,评估结果可信度有待验证。费用替代法关键是对需要替代的湿地生态系统的特征进行精确定义^[38],否则容易出现替代的不完善性。条件价值法由于评估行为不是基于真实的市场行为,故而问卷提供的信息、问题提出的顺序以及答卷者对问题的理解程度等都会影响评估结果,条件价值法的评估结果据此容易产生偏差;还有应用生态经济系统能值分析理论,定量分析湿地的生态效益以及系统内的物流和能流,即采用能值-货币价值的形式^[39,40],该方法有助于调整生态环境与经济的关系,但不能反映服务功能的稀缺性。

综上所述,湿地生态系统服务功能价值评估方法由模型、以及价值量和能值分析等不断发展,但目前湿地生态系统已知的各项服务功能中,能被准确规范计量的只占少数。湿地生态系统服务功能价值评估的关键在于评价过程中估算方法及指标的选择是否科学合理。随着湿地生态系统服务功能的更细划分,以及湿地类型的不同,需要更具地方特色的评价方法,不能照搬国外的,否则脱离中国的发展现实,结果亦会失去应用价值。同时,模型的运用要考虑参数的地方差异,参数的调整是模型运用成功与否的关键。

总之,湿地生态系统服务功能价值评估方法的探讨将会不断深入,同时要避免服务功能价值的重复计算。

2 湿地生态系统服务功能价值评价

2.1 湿地生态系统服务功能价值排序

湿地生态系统各项服务功能的价值按大小排序,有利于识别服务功能的重要性程度,并且确定优先保护及其主要发挥的服务功能。

通过对湖北保安湖生态系统服务功能价值进行估算^[41],得到各项服务功能价值的排列次序如下:调蓄洪水 > 有机质生产 > 固定 CO₂ > 释放 O₂ > …,文中重点指出需要发挥的是前 4 项服务功能,这与“核心”服务功能理论^[42]相一致。

而针对三江平原湿地生态系统服务功能价值排序的研究进一步表明:研究选择的时间尺度不同,各项服务功能的排列次序会发生相应的变化^[43]。

由此可见,不同生态系统服务功能具有等级性,据此可以确定这几项“核心”服务功能所对应的价值为“主导”服务功能价值,借以代表研究尺度内的湿地生态系统服务功能价值取向。同时,值得注意的是最小价值所对应的服务功能决定了整个生态系统的稳定性。为此,在发挥生态系统核心服务功能及其价值的同时,也要兼顾生态系统的持续稳定。

此外,不同尺度上的利益相关方对湿地生态系统服务功能的重要性也有不同的理解。以荷兰 De Wieden 湿地^[5]为例,局域尺度的利益相关方侧重芦苇(*Phragmites australis*)收割及渔业收获效益,而国家尺度的利益相关方侧重的是湿地生物多样性保护功能及旅游价值。

2.2 湿地生态系统服务功能价值系数

Value coefficient(译作“价值系数”),即单位面积生态系统提供的各项服务功能的价值^[44]。若干学者的研究成果^[1~10,26,27]见表 1。

表 1 湿地生态系统各项服务功能价值系数(yuan·hm⁻²·a⁻¹)
Table 1 The value coefficient of different wetland ecosystem services

项目 Item	气体 * 调节	气候 调节	水源 涵养	土壤形成 与保护	废物 处理	生物多样 性维持	食物 生产	原材 料	娱乐 文化	总计 Total
全国 Nation ^[27]	1593	15131	13715	1513	16087	2212	266	62	4911	55489
莽措湖 Mangcuo Lake ^[3]	319	3032	2748	303	3224	443	53	12	984	11120
全国 Nation ^[1]	1573	—	—	2	—	—	—	—	—	1575
全国 Nation ^[2,6]	—	—	10423	385	—	—	—	—	—	10808
鄱阳湖 Poyang Lake ^[7]	598	—	301	2008	—	—	—	—	—	2906
长江口 Yangtze River Estuary ^[4]	—	—	716	—	1585	1328	—	—	2235	5863
湿地保护区 Wetland Reserve ^[8]	—	—	—	—	—	5063	—	—	—	5063
Modeling watershed ^[9]	—	—	2675	—	—	—	—	—	—	2675
De Widen ^[5]	—	—	—	—	—	—	258	884	3096	4238
水田 Rice paddy ^[10]	—	—	—	16	—	—	—	—	—	16
全球 Global ^[26]	1104	37674	31665	—	34171	2523	2125	880	12077	122218

中国湿地面积约为 6594 万 hm²^[45]; * 气体调节 Gas regulation, 气候调节 Climate regulation, 水源涵养 Water storage, 土壤形成与保护 Soil formation and conservation, 废物处理 Waste treatment, 生物多样性维持 Biodiversity maintenance, 食物生产 Food production, 原材料 Raw materials, 娱乐文化 Recreation and culture

从表 1 中可以看出,在有关湿地生态系统服务功能价值评估的研究中,分类系统多以自然湿地为主,对人工湿地尤其是水田的服务功能价值研究较少^[9];就服务功能的分类体系而言,对气候调节功能价值的研究亦不多^[3,27],湿地生态系统服务功能负向价值评估(如:温室气体排放损失价值^[46])的相关研究有待深入。

基于尺度和具体服务功能价值两个层次的分析,就全国尺度而言,不同学者对湿地生态系统气体调节功能价值^[1,27]、水源涵养功能价值^[6,27]分别估算,各自研究结果也较为接近,评估方法颇为成熟。从局域尺度考虑,即使对于同一类型的生态系统,不同大小、结构及与其它生态系统的空间组合,其生态系统服务功能价值均存在差异^[3,7],可见价值量是与空间相关的。

就具体服务功能价值而言,对土壤形成与保护功能(土壤形成、营养循环、侵蚀控制 3 项)功能的相关研究,赵同谦^[2,6]、崔丽娟等^[7]计算了其中的养分循环和侵蚀控制两项,其价值系数差异的原因可能与生态系统的生物量密切相关,一般来说,生物量越大,生态系统服务功能越强,全国生态系统服务功能价值系数也只是

一个全国的平均状态。也有学者仅对土壤形成与保护功能所包含的某一项进行了估算^[1]。

对生物多样性维持功能(授粉、生物控制、栖息地、基因资源4项)的研究,都只给出了栖息地这一单项价值评估结果^[4,8,26],其中陈鹏^[8]估算结果高于全球平均值,反映了厦门市对珍稀海洋物种自然保护区予以高度重视。另外,也有学者^[47]在计算栖息地功能价值时,同时参照多个研究成果^[26,27]并取其均值。

从各项服务功能的价值系数来看,在进行价值核算过程中,必须要考虑区域差异,生态系统服务功能受不同区域的地理、生态、气候等条件的影响,其价值大小不同。除此之外,还要考虑社会、经济条件的影响,娱乐文化价值为人们提供的服务是深远的、无形的,而这些因素差异的干扰要大于生态系统本身存在的差异。可见,没有一种方法能评价湿地的所有功能或用于所有的区域,基于某个区域的评价模型不能简单地应用于其它地区,重要的是匹配与否的问题^[22]。

生态系统服务功能价值系数的大小与生态系统的种类、结构、生物多样性等因素有关,每一个大的生态系统都包含几个相关的生态系统,因此,对于二级类型甚至更低层次生态系统价值系数的研究工作需要进一步加强。

生态系统服务功能的间接价值虽不表现在国家的核算体制上,但它们的价值已大大超过直接价值,而且直接价值常常源于间接价值。对供给服务功能(食物生产)的产业进行规范及调整,减轻对自然景观的破坏,保护湿地生态系统,并完善间接价值使用及受损补偿具有深远影响。

总体来看,人们越发趋于一致地认为,湿地生态系统是可为全球提供可观的社会、经济和环境利益的极为重要的生态系统。但上述功能评估针对的都是服务功能的静态价值。事实上,针对服务功能动态价值和价值动态的研究也有一定进展。

2.3 湿地生态系统服务功能价值动态

强烈的土地利用变化对生态系统及其服务功能有明显的影响^[44]。根据土地利用变化评价服务功能价值变化的研究也在近期展开^[3,48]。遥感和地理信息系统技术手段为生态系统服务功能价值动态的研究创造了条件,湿地面积减少,导致区域生态系统服务功能价值的下降^[49,50]。尽管这是由多方面因素造成的,但这些因素归根结底都与人类活动密切相关,是人类活动的加剧导致了区域生态系统服务功能价值的下降。

生态系统退化引起服务功能流的变化,相应的服务功能价值也会随之流失。如肇庆市仙女湖水生态系统服务功能价值演变评估^[51],由于水生植被的退化,导致其大气调节功能及水质净化功能等价值迅速降低。Pearce^[52]认为,人们需要知道的是如果生态系统发生某种改变时,它为人们提供的各种服务功能将会发生怎样的变化。可见,制止或逆转生态系统退化,阻止价值流失,建立生态补偿机制,维持可持续生态系统是值得追求的目标。

在价值动态研究过程中,参数的赋值如果没有考虑经济发展、物价上涨、人均支付意愿、贴现率等诸多因素,也会导致服务功能价值可行性和可信度的降低。如水库库容成本在中国1990年为0.67元/m³,近年文献^[53]中仍被用于计算湿地涵养水源功能的价值。

另外,在不同地区湿地生态系统提供服务功能的稀缺程度也是不一样的,如1t氧气在青藏高原稀缺程度肯定大于沿海地区,但是在价值核算时1t氧气的价格却是相同的,这将有待于深入探讨。

掌握价值的动态变幅,有助于把握生态与经济的平衡点,推动价值评估向纵深方向发展。

3 展望

综上所述,国内外湿地生态系统服务功能价值的研究已经取得一定的进展,但在湿地生态系统主导服务功能及其价值的确定、服务功能价值的影响因素分析、服务功能动态价值评价、生态补偿机制构建等方面存在不足。今后要加强如下几个领域的研究:

(1)明确湿地生态系统主导服务功能价值及其对总价值的贡献,将有助于核心服务功能的发挥,对研究区生态安全具有重要指示意义。

(2)着重分析湿地生态系统服务功能价值影响因素,诸如研究尺度(区域差异性)、文化、经济结构、地理

特征和受益群体等。

(3) 开发湿地生态系统服务功能价值动态模型乃至全球模型,并且随着 3S 技术、影像解译技术的飞速发展,提高生态系统服务功能价值动态评价的精度。

(4) 基于湿地生态系统服务功能、价值研究,势必要建立退化湿地生态系统服务功能生态补偿机制,将湿地生态系统服务功能经济价值纳入国民经济核算体系,最终实现绿色 GDP,全面刻画环境与经济之间的交互作用。

(5) 探讨人工湿地,尤其是水田生态系统的服务功能价值流的变化(年为单位),更好地辅助湿地生态系统管理和决策。

References:

- [1] Ouyang Z Y, Wang X K, Miao H. A primary study on Chinese terrestrial ecosystem services and their ecological-economic values. *Acta Geographica Sinica*, 1999, 19(5): 607—613.
- [2] Zhao T Q, OUYANG Z Y, Jia L Q, *et al.* Ecosystem services and their valuation of China grassland. *Acta Ecologica Sinica*, 2004, 24(6): 1101—1110.
- [3] 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.
- [4] 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.
- [5] Hein L, van Koppen K, de Groot R S, *et al.* Spatial scales, stakeholders and the valuation of ecosystem services. *Ecological Economics*, 2006, 57(2): 209—228.
- [6] 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.
- [7] Cui L J. Evaluation on functions of Poyang Lake ecosystem. *Chinese Journal of Ecology*, 2004, 23(4): 47—51.
- [8] Chen P. Evaluation on service value of wetland ecosystem in Xiamen City. *Wetland Science*, 2006, 4(2): 101—107.
- [9] Tilley D R, Brown M T. Dynamic emergy accounting for assessing the environmental benefits of subtropical wetland stormwater management systems. *Ecological Modelling*, 2006, 192(3-4): 327—361.
- [10] Li J L, Tong Y Q, Yang X P, *et al.* Soil conservation of agro-ecosystems and its eco-economic value in south coast of Hangzhou Bay. *Research of Soil and Water Conservation*, 2005, 12(4): 202—205.
- [11] Woodward R T, Wui Y S. The economic value of wetland services; a meta-analysis. *Ecological Economics*, 2001, 37(2): 257—270.
- [12] Mitsch W J, Gosselink J G. The value of wetlands: importance of scale and landscape setting. *Ecological Economics*, 2000, 35(1): 25—33.
- [13] Acharya G. Approaches to valuing the hidden hydrological services of wetland ecosystems. *Ecological Economics*, 2000, 35(1): 63—74.
- [14] Schuyt K D. Economic consequences of wetland degradation for local populations in Africa. *Ecological Economics*, 2005, 53(2): 177—190.
- [15] Ojeda M I, Mayer A S, Solomon B D. Economic valuation of environmental services sustained by water flows in the Yaqui River Delta. *Ecological Economics*, 2008, 65(1): 155—166.
- [16] Kumar M, Kumar P. Valuation of the ecosystem services; a psycho-cultural perspective. *Ecological Economics*, 2008, 64(4): 808—819.
- [17] Mitsch W J, Gosselink J G. *Wetlands*, third ed. America: John Wiley & Sons, Inc, 2000.
- [18] Kent M. A method for habitat assessment in agricultural landscapes. *Applied Geography*, 1980, 1(1): 9—30.
- [19] Hill A J, Neary V S, Morgan K L. Hydrologic modeling as a development tool for HGM functional assessment models. *Wetlands*, 2006, 26(1): 161—180.
- [20] Yin S B, Lu X G. Discussion on some problems of rapid assessment of wetland function. *Wetland Science*, 2006, 4(1): 1—6.
- [21] Yuan J, Lu X G. Progress in research of functional assessment of wetlands. *Wetland Science*, 2004, 2(2): 153—160.
- [22] Hatfield C A, Moks J T, Hartman J M. Development of wetland quality and function assessment tools and demonstration. 2004. In: <http://www.state.nj.us/dep/dsr/wetlands2/report.pdf>.
- [23] Yin S B. Study on the structure of wetland system and its effect on the function. Northeast Institute of Geography and Agroecology, CAS, 2006.
- [24] Cole C A. HGM and wetland functional assessment; six degrees of separation from the data? *Ecological Indicators*, 2006, 6(3): 485—493.
- [25] Pampolino M F, Manguiat I J, Ramanathan S R, *et al.* Environmental impact and economic benefits of site-specific nutrient management (SSNM) in irrigated rice systems. *Agricultural Systems*, 2007, 93(1-3): 1—24.

- [26] 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.
- [27] 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.
- [28] Yu J H, Gao Z G, Zhang L, *et al.* Change in ecosystem service value in Kunshan City. *Resources and Environment in the Yangtze Basin*, 2005, 14(2): 213 — 217.
- [29] Su X L, Kang S Z, Tong L. A dynamic evaluation method and its application for the ecosystem service value of an inland river basin: A case study on the Shiyanghe River Basin in Hexi corridor of Gansu Province. *Acta Ecologica Sinica*, 2006, 26(6): 2011 — 2019.
- [30] Cui L J. The evaluation of wetland. Beijing: Science Press, 2001.
- [31] Loomis J, Kent P, Strange L, *et al.* Measuring the total economic value of restoring ecosystem services in an impaired river basin: results from a contingent valuation survey. *Ecological Economics*, 2000, 33(1): 103 — 117.
- [32] Guo Z W, Gan Y L. Some scientific questions for ecosystem services. *Biodiversity Science*, 2003, 11(1): 63 — 69.
- [33] Tversky A, Kahneman D. Loss aversion in riskless choice: a reference dependent model. *The Quarterly Journal of Economics*, 1991, 106(4): 1039 — 1061.
- [34] Ojeda M I, Mayer A S, Solomon B D. Economic valuation of environmental services sustained by water flows in the Yaqui River Delta. *Ecological Economics*, 2008, 65(1): 155 — 166.
- [35] Xu L Z, Wu C S, Wang F F, *et al.* Testing reliability of the contingent valuation method: a case study on the tourism attraction non-use value. *Acta Ecologica Sinica*, 2007, 27(10): 4301 — 4309.
- [36] Zhang H, Wu J, Sun C Z, *et al.* Evaluation on wetland ecosystem service in Liaoning Province. *Resources Science*, 2008, 30(2): 267 — 273.
- [37] Chee Y E. An ecological perspective on the valuation of ecosystem services. *Biological Conservation*, 2004, 120(4): 549 — 565.
- [38] Bingham G, Bishop R, Brody M, *et al.* Issues in ecosystem valuation: improving information for decision making. *Ecological Economics*, 1995, 14(2): 73 — 90.
- [39] Zhao X S, Cui B S, Yang Z F. Energy analysis of ecological benefit in mangrove wetland — Case study of the Nineteenth Chong mangrove wetland in Nansha. *Chinese Journal of Ecology*, 2005, 24(7): 841 — 844.
- [40] Lan S F, Qin P, Lu H F. Energy analysis of eco-economics systems. Beijing: Chemical Industry Press, 2002.
- [41] Pan W B, Tang T, Deng H B, *et al.* Lake ecosystem services and their ecological valuation — A case study of Baoan Lake in Hubei Province. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2002, 13(10): 1315 — 1318.
- [42] Wang W, Lu J J. An approach on ecosystem services classification and valuation. *Chinese Journal of Ecology*, 2005, 24(11): 1314 — 1316.
- [43] Zhang B. The effects of landscape change on values of ecosystem services in Songnen-Sanjiang Plain. 2005.
- [44] Kreuter U P, Harris H G, Matlock M D, *et al.* Change in ecosystem service values in the San Antonio area, Texas. *Ecological Economics*, 2001, 39(3): 333 — 346.
- [45] Department of wildlife conservation, State Forestry Administration of P. R. China. Wetland management and research approaches. Beijing: China Forestry Press, 2001.
- [46] Chen Z M, Chen G Q, Chen B, *et al.* Net ecosystem services value of wetland: Environmental economic account. *Communication in Nonlinear Science and Numerical Simulation*, In Press, Corrected Proof, Available Online 21 May 2008.
- [47] Zhang T H, Chen L D, PuBuDanBa, *et al.* Evaluation of lal wetland ecosystem services in Lhasa, Tibet. *Acta Ecologica Sinica*, 2005, 25(12): 3176 — 3180.
- [48] Wang Z M, Zhang B, Zhang S Q. Effects of land use change on values of ecosystem services of Sanjiang Plain, China. *China Environmental Science*, 2004, 24(1): 125 — 128.
- [49] Zhang Z Q, Xu Z M, Wang J, *et al.* Value of the ecosystem services in the Heihe River Basin. *Journal of Glaciology and Geocryology*, 2001, 23(4): 360 — 367.
- [50] Xu Z Q, Li W H, Min Q W, *et al.* Research on changes in value of ecosystem services in Xilin River Basin. *Journal of Natural Resources*, 2005, 20(1): 99 — 104.
- [51] Zhang X F, Liu Z W, Xie Y F, *et al.* Evaluation on the changes of ecosystem service of urban lakes during the degradation process a case study of Xianniti Lake in Zhaoqing Guangdong Province. *Acta Ecologica Sinica*, 2007, 27(6): 2349 — 2354.
- [52] Pearce D. Auditing the earth: The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Environment*, 1998, 40(2): 23 — 25.
- [53] Liu Q, Hu Z P. Ecosystem services and their economic values on the riverhead area of East River. *Journal of Lake Sciences*, 2007, 19(3): 351 — 356.

参考文献:

- [1] 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.

- [2] 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价值评价. 生态学报, 2004, 24(6): 1101 ~ 1110.
- [3] 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.
- [4] 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.
- [6] 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.
- [7] 崔丽娟. 鄱阳湖湿地生态系统服务功能价值评估研究. 生态学杂志, 2004, 23(4): 47 ~ 51.
- [8] 陈鹏. 厦门湿地生态系统服务功能价值评估. 湿地科学, 2006, 4(2): 101 ~ 107.
- [10] 李加林, 童亿勤, 杨晓平, 等. 杭州湾南岸农业生态系统土壤保持功能及其生态经济价值评估. 水土保持研究, 2005, 12(4): 202 ~ 205.
- [20] 殷书柏, 吕宪国. 湿地功能快速评价中的若干理论问题. 湿地科学, 2006, 4(1): 1 ~ 6.
- [21] 袁军, 吕宪国. 湿地功能评价研究进展. 湿地科学, 2004, 2(2): 153 ~ 160.
- [23] 殷书柏. 湿地系统结构及其对功能的影响研究. 中国科学院东北地理与农业生态研究所, 2006.
- [27] 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.
- [28] 喻建华, 高中贵, 张露, 等. 昆山市生态系统服务价值变化研究. 长江流域资源与环境, 2005, 14(2): 213 ~ 217.
- [29] 栗晓玲, 康绍忠, 佟玲. 内陆河流域生态系统服务价值的动态估算方法与应用——以甘肃河西走廊石羊河流域为例. 生态学报, 2006, 26(6): 2011 ~ 2019.
- [30] 崔丽娟. 湿地价值评价研究. 北京: 科学出版社, 2001.
- [32] 郭中伟, 甘雅玲. 关于生态系统服务功能的几个科学问题. 生物多样性, 2003, 11(1): 63 ~ 69.
- [35] 许丽忠, 吴春山, 王菲凤, 等. 条件价值法评估旅游资源非使用价值的可靠性检验. 生态学报, 2007, 27(10): 4301 ~ 4309.
- [36] 张华, 武晶, 孙才志, 等. 辽宁省湿地生态系统服务功能价值测评. 资源科学, 2008, 30(2): 267 ~ 273.
- [41] 潘文斌, 唐涛, 邓红兵, 等. 湖泊生态系统服务功能评估初探: 以湖北保安湖为例. 应用生态学报, 2002, 13(10): 1315 ~ 1318.
- [42] 王伟, 陆健健. 生态系统服务功能分类与价值评估探讨. 生态学杂志, 2005, 24(11): 1314 ~ 1316.
- [43] 张柏. 松嫩-三江平原土地景观格局变化对区域生态系统服务价值影响研究. 2005.
- [45] 国际林业局野生动植物保护司. 湿地管理与研究方法. 北京: 中国林业出版社, 2001.
- [47] 张天华, 陈利顶, 普布丹巴, 等. 西藏拉萨拉鲁湿地生态系统服务功能价值估算. 生态学报, 2005, 25(12): 3176 ~ 3180.
- [48] 王宗明, 张柏, 张树清. 土地利用变化对三江平原生态系统服务功能价值的影响. 中国环境科学, 2004, 24(1): 125 ~ 128.
- [51] 张修峰, 刘正文, 谢贻发, 等. 城市湖泊退化过程中水生态系统服务功能价值演变评估——以肇庆仙女湖为例. 生态学报, 2007, 27(6): 2349 ~ 2354.
- [53] 刘青, 胡振鹏. 江河源区生态系统服务价值评估初探——以江西东江源区为例. 湖泊科学, 2007, 19(3): 351 ~ 356.