

文章编号: 1004-8227(2010) 06-0646-07

太湖湿地生态系统服务功能价值评估

许妍^{1,2}, 高俊峰^{1*}, 黄佳聪^{1,2}

(1. 中国科学院南京地理与湖泊研究所, 江苏 南京 210008; 2. 中国科学院研究生院, 北京 100049)

摘要: 随着生物资源价值估算方法的日益成熟, 生态系统的服务评估成为生态系统研究的热点。运用市场价值、影子工程、碳税法等方法对太湖湿地生态系统的物质生产功能、环境调节功能和文化社会功能等直接与间接价值进行评估。结果表明: 太湖湿地生态系统具有巨大和多重服务价值, 总价值为 112.39×10^8 元。其中, 生态环境调节与维护功能价值最大, 占总服务价值的 48.98%; 其次是物质生产与供给功能, 占 29.1%; 文化社会功能最小, 占 21.91%。通过对 9 项子功能进行评估得出, 调蓄洪水的功能价值最大, 约占 26.23%, 供水功能其次, 约占 24.56%, 气候调节功能, 约占 18.23%, 科研教育价值约占 13.16%, 植被资源生产功能价值最小, 约占 0.09%。此项研究首次定量评估了太湖湿地生态系统的服务功能价值, 研究成果对于认识太湖湿地的价值, 有针对性地保护太湖湿地具有现实意义。

关键词: 湿地生态系统; 生态系统服务功能; 价值评估; 太湖

文献标识码: A

生态系统服务功能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, 包括对人类生存及生活质量有贡献的生态系统产品和生态系统功能^[1]。湿地是地球上三类最重要的生态系统(森林、海洋和湿地)之一, 具有陆地生态学和水域生态学所无法涵盖的特征和特性, 其独特性在于它特殊的水文状况、陆地和水域生态系统交错带作用以及由此而产生的特殊的生态系统功能^[2]。湿地生态系统不仅为人类提供大量食物、原料和水资源, 而且在维持生态平衡、涵养水源、蓄洪防旱、保持生物多样性和珍稀物种资源等方面起到重要作用^[3], 是人类生存和社会经济可持续发展的基本条件。然而, 湿地的服务功能大多为公益性的, 由于缺乏直观的价值评价而长期不为人们所重视, 由此导致了人类对湿地资源的盲目开发, 造成湿地结构的改变和湿地功能的退化, 湿地利用与保护之间的矛盾日益突出^[4]。因此, 湿地生态系统服务功能及其价值研究已经成为湿地生态学与生态经济学研究的热点, 引起全世界的广泛关注。

国内外许多学者结合具体评估对象, 探讨了不同尺度的生态系统服务评估框架与评估方法;

从不同视角对生态系统服务功能及其价值进行了客观评估, 取得了丰硕成果。Constanza 等人从功能的角度对全球生态系统服务功能的价值进行了评价^[5]; Turner 则侧重于对生态系统服务经济价值评价方法和技术的研究^[6]; Mitsch 和 Gosselink 从种群、生态系统、生物圈等不同的生态尺度入手, 分析了湿地生态系统服务功能价值^[7]; Millennium Ecosystem Assessment 项目在流域、国家、区域以及全球等多个尺度同时开展生态系统服务功能的评估^[8]。尽管国内关于生态系统服务的研究起步较晚, 但近年来仍取得了较大进步。欧阳志云、谢高地等详细介绍了生态系统服务的内涵、分类及价值评估方法, 并系统分析了生态系统服务的研究进展与发展趋势。一些学者还针对不同尺度、不同类型的生态系统进行了个案研究。如: 关于湿地生态系统服务功能的研究, 有以环渤海为研究尺度的环渤海三角洲湿地资源研究; 有以省市为研究单位的辽宁湿地、盘锦湿地生态系统价值测评与估算及以单个湖体为研究对象的乌梁素海、鄱阳湖、洞庭湖、洪湖、湖北保安湖、肇庆仙女湖等湖泊生态系统服务功能价值评估^[4,9~16]。但到

收稿日期: 2009-10-19; 修回日期: 2009-12-23

基金项目: 国家水体污染控制与治理科技重大专项(2008ZX07101-014-01和2008ZX07526-007); 科技部基础专项(2008CB418106)

作者简介: 许妍(1981~), 女, 辽宁省营口人, 博士生, 主要研究方向为资源环境与区域生态安全。E-mail: xuyandlls@163.com

* 通讯作者 E-mail: gaojunf@niglas.ac.cn

目前为止, 尚未见关于太湖湿地生态系统服务功能价值评估的文章。太湖作为我国第三大淡水湖, 在长期的发育和演化过程中, 形成了具有完整结构的生态系统, 在维系自身生态平衡的同时, 也维系了区域的生态平衡, 发挥着其特有的生态服务功能和价值。但由于人类不当的生产活动和环境污染等原因, 太湖湿地生态系统的正常功能与可持续利用遭到严重威胁。为此, 在总结已有生态系统服务功能价值研究的基础上, 对太湖湿地生态系统服务功能的价值情况进行了估算, 直观地揭示了太湖湿地生态系统服务功能类型和不同服务功能的经济价值, 定量描述了太湖湿地生态系统在维持流域生态系统稳定和促进社会经济持续发展中所发挥的重大作用, 对太湖湿地生态系统的保护与管理, 恢复与重建提供理论依据与实践参考, 使太湖湿地生态系统向资源可持续利用的方向演变。

1 研究区域与方法

1.1 区域概况

太湖地处长江三角洲南缘, 是我国第三大淡水湖, 水域面积 2 338 km², 南北长 68.5 km, 东西平均宽 34 km, 湖岸线总长 405 km。太湖是一个浅水湖泊, 正常水位下容积为 44.3 亿 m³, 平均水深 1.9 m, 多年平均年吞吐量 52 亿 m³, 具有蓄洪、供水、灌溉、航运、旅游等多种功能^[7], 同时又是流域内最重要供水水源地, 不仅担负着无锡、苏州和湖州等大中城市的城乡供水, 还具有向下游地区供水并改善水质的作用。太湖的水生生物资源极其丰富, 根据太湖水生动物名录记载和近几年的调查可知, 共有鱼类 107 种, 底栖动物 40 多种, 浮游植物 91 属, 水生维管束植物 66 种、27 科、48 属; 浮游动物 135 属, 其中原生动物 63 属、轮虫类 30 属、枝角类 21 种、桡足类 21 种。

1.2 评估方法

(1) 市场价值法: 是指对有市场价格的生态系统产品和服务进行估价的一种方法, 这里主要用于对生态系统物质产品进行评价^[18], 计算公式为:

$$V = \sum S_i \cdot Y_i \cdot P_i \quad (1)$$

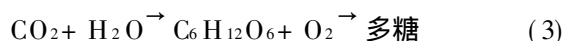
式中: V 为物质产品价值, 既包括水产品价值, 又包括原材料生产价值; S_i 为第 i 类物质的可收获

面积; Y_i 为第 i 类物质的单产; P_i 为第 i 类物质的市场价格。公式亦可写成:

$$V = \sum M_i \cdot P_i \quad (2)$$

式中 M_i 为物质产品总生产量。

(2) 碳税法与工业制氧价格法: 生物具有吸收 CO₂ 和释放 O₂ 的能力, 根据光合作用方程式:



以干物质生产量来换算固定 CO₂ 和释放 O₂ 的量即生态系统每生产 1.00 kg 植物干物质, 能固定 1.63 kg CO₂, 释放 1.20 kg O₂。根据国际和我国对 CO₂ 排放收费标准^[19] 将生态指标换算成经济指标, 得出固定 CO₂ 的经济价值; 利用工业制氧价格得出释放 O₂ 的经济价值。

(3) 影子工程法: 指以人工建造一个工程来替代生态功能或原来被破坏的生态功能的费用。湖泊调节水分功能与水库类似, 一般用总水分调节量与单位蓄水量的库容成本之积来估算湖泊的调蓄洪水价值和涵养水源价值^[12]。计算公式为:

$$R = V_i \cdot \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n c_i (1 + x_i) \quad (4)$$

式中: R 为调蓄洪水或涵养水源的价值量; V_i 为当年洪水调蓄量或涵养水源量; c_i 为当年修建 1 m³ 水库库容的平均价格; x_i 为价格的增长系数。单位蓄水量库容成本以 1988~1991 年全国水库建设投资计算, 加上物价变化指数, 算出每建设 1 m³ 库容, 需年投入成本 0.67 元^[20]。

(4) 价格替代法: 由于目前国内湿地科研工作尚处于初级阶段, 科研经费投入远小于实际科研价值。因此, 主要用国际和国家科研教育的平均值及栖息地保护费用标准的平均值替代科研教育和生物栖息地功能的价值进行评价。

(5) 支付意愿法^[21-23]: 支付意愿指消费者为获得某种商品或服务所愿意付出的价格。支付意愿法是以亚行和世行建议的方法估算消费者的水费支付意愿, 通过间接计算的方法来获得水资源的经济使用价值。假设消费者的水费支付意愿为 P , 供水系统的边际成本为 C , 则水资源经济价值的间接估算值即为:

$$P_T = P - C \quad (5)$$

式中: P_T 为水资源经济使用价值; P 为消费者的水费支付意愿; C 为供水系统的边际成本。

其中, 消费者的水费支付意愿为:

$$P_i = \frac{B_i}{W_i} \cdot \alpha \tag{6}$$

式中: P_i 为第 i 用水行业消费者水费支付意愿; B_i 为第 i 用水行业的销售收入或年人均收入; W_i 为第 i 用水行业的用水量或年人均用水量; α_i 为第 i 用水行业的支付意愿系数。

供水工程系统的边际成本:

$$C_d = [K_i \cdot \frac{(1+i)^n \cdot i}{(1+i)^n - 1} + U_a + x \cdot i] / W \tag{7}$$

式中: K_i 为供水工程系统相关项目的总投资量; i 为国内社会折现率; n 为供水工程经济寿命; U_a 为供水工程年运行费; x 为供水工程流动资金占用量; W 为供水工程的年供水量。

2 太湖湿地服务功能价值评估

根据千年生态系统评估及美国生态学家 Costanza 等人的生态系统服务功能划分体系, 并结合太湖湿地生态系统类型、结构和生态过程的特点, 将太湖湿地生态系统服务功能划分为生产与供给功能、生态环境调节与维护功能、文化社会功能。其中, 生产与供给功能又包括产品生产(渔业生产、植物生产)与供水两个子功能; 生态环境调节与维护功能包括调节气候、净化水质、调蓄洪水、涵养水源及维护生物多样性等子功能; 文化社会功能包括旅游休闲娱乐、科研教育等子功能。根据太湖湿地生态系统各项服务功能的特点, 选择合适的生态经济学评价方法进行评估(见表 1)。

表 1 太湖湿地生态系统服务功能类型
Tab. 1 Service Function Type of Wetland Ecosystem in Taihu

服务功能	定义	服务子功能	服务产品	评价方法	评价指标
物质生产与供给功能	人类从生态系统获取的各种产品	渔业生产、植物生产、供水	食物、淡水、薪材、生化药剂、遗传资源	市场价值法、支付意愿法	太湖湿地物质生产量、市场平均价格、水资源价值、供水量
生态环境调节与维护功能	从生态系统过程的调节作用当中获取的各种惠益	调节气候、净化水质、调蓄洪水、涵养水源、维护生物多样性	气候调节、疾病调节、水资源调节、净化水质和授粉	碳税法、工业制氧法、影子工程法、价格替代法	CO ₂ 排放收费标准、工业制氧标准、全国水库建设费用标准
文化社会服务功能	人们通过精神满足、认知发展、思考、消遣和美学体验而从生态系统获得的非物质惠益	旅游休闲娱乐、科研教育	文化多元性、知识系统、教育价值、美学价值、旅游休闲娱乐等	价格替代法	国际和国家科研教育、栖息地保护费用标准的平均值

2.1 湿地产品生产与供给功能

2.1.1 产品生产功能

太湖水产资源丰富, 其中有经济价值能被人们利用的种类较多, 水产品、水生植物都是太湖湿地生态系统直接产生的, 具有一定的经济价值, 采用市场价值法进行估算。

(1) 水产品

鱼类和虾类是太湖的主要渔获物, 也是太湖生态系统提供物质产品的主要组成部分。鱼类主要有梅鲚、银鱼、鲤鱼、鲫鱼、青鱼、草鱼、鲢鱼、鳙鱼等二十余种, 其中梅鲚鱼数量最大, 约占总产量的 24.8%~67.0%。虾类主要有白虾(秀丽长臂虾)、青虾(日本沼虾), 虾产量约占总产量的 3.6%~15.1%, 其中白虾产量又占虾类产量的 22.1%~78.9%^[24]。从太湖渔业管理委员会统计年报获得太湖鱼类产量为 30 458.67 t(包括人工养殖), 按照当地普通鱼类的平均价格为 15 元/kg 估算, 得到太湖鱼类产品价值为 4.57×10⁸ 元。按照占总渔获量

的 7.6%^[24] 估算虾类产量为 2 330.4 t, 市场平均售价为 19 元/kg, 得出虾类产品价值为 0.44×10⁸ 元。由此, 估算出太湖湿地生态系统物质生产功能中水产品生产价值为 5.01×10⁸ 元。

(2) 植物资源

由于太湖大量湖滩在 20 世纪 60 年代、70 年代被围垦, 水草种类不多。挺水植物主要分布在沿湖水深约 0.8 m 以内的水域; 浮叶植物在挺水植物外围水深 1.2 m 之内的范围; 漂浮植物无独立植物带, 只散布在挺水植物丛中; 沉水植物分布在水深不超过 2.0~4.0 m 的范围内。根据中国科学院南京地理与湖泊研究所对东太湖和西太湖(除东太湖以外的湖区)水生植物生物量调查结果显示^[25, 26], 太湖水生植物优势种主要有荇菜、伊乐藻、芦苇、苦草、轮叶黑藻、微齿眼子菜、菹草和金鱼藻等, 水生植物量为 1 406.03×10³ t, 其中东太湖水生植被量为 506.67×10³ t, 西太湖为 899.36×10³ t。据了解, 当地渔民主要利用金鱼藻、黑藻、竹叶眼子菜等沉水

植物作为放养鱼类的饲料, 因为这项服务的价值最终转移到渔业等水产品的价值中, 所以这项服务的价值不纳入单独评估。在这里只对芦苇的经济价值进行评估, 芦苇的产量为 34 401. 1 t, 以 300 元/t 的市场价格计算, 每年芦苇的产值为 $0. 1 \times 10^8$ 元。

水产品 and 植物资源两项合计得到太湖湿地物质生产功能总价值约为 $5. 11 \times 10^8$ 元。

2. 1. 2 供水功能

根据当地水资源量和引江水量合计得到太湖可供水资源量为 184 亿 m^3 。利用公式 (5) 估算太湖水资源的经济使用价值。其中, 消费者的水费支付意愿可根据公式 (6), 对居民的生活用水, 一般以家庭收入的 1%~ 2% 作为生活用水的水费支付意愿^[21]。参考长三角地区的工业、农业、生活供水价格, 最终得到综合水费支付意愿为 2 56 元/ m^3 ; 根据公式 (7) 估算出太湖地区供水的边际成本约为 2. 41 元/ m^3 , 进而得到水资源价值为 0 15 元/ m^3 , 乘以可供水资源量即为太湖供水功能价值 $27. 6 \times 10^8$ 元。

2. 2 生态环境调节与维护功能

2. 2. 1 气候调节

湿地通过大面积挺水植物芦苇及其他水生植物的光合作用, 固定大气中的 CO_2 , 向大气释放 O_2 , 从而达到对大气的调节作用。按照鲜样平均含水率 84% 计算得出太湖湿地生态系统形成的植物干物质为 $118. 11 \times 10^4$ t。根据反应式的比值关系得出湿地固定 CO_2 和释放 O_2 量分别为 $1 925. 13 \times 10^6$ kg 和 $1 417. 27 \times 10^6$ kg。目前, 国际上通用的碳税率通常为瑞典的碳税率 150 美元/t, 对于我国来说无疑是偏高的, 所以这里采用中国造林成本 250 元/t^[27] 和国际碳税标准 150 美元/t^[10] 的平均值 770 元/t, 得出太湖湿地固定 CO_2 的功能价值为 $14. 82 \times 10^8$ 元; 湿地释放 O_2 功能价值采用工业制氧成本法估算, 我国工业制氧成本为 0 4 元/kg^[28], 得出太湖湿地释放 O_2 价值为 $5. 67 \times 10^8$ 元。

湿地植被在固定 CO_2 释放 O_2 的同时, 还释放大量的温室气体, 对大气环境产生了一定的负面影响。根据相关研究得出^[29, 30], CH_4 和 N_2O 排放均有明显的季节变化规律, 且植被型湖滨带 CH_4 和 N_2O 排放通量是湖体水面的 50 余倍。太湖湖滨 CH_4 和 N_2O 的平均排放通量分别为 2. 74 和 0 19 $mg/(m^2 \cdot h)$, 按照太湖挺水植物分布面积 10 5 km^2 , 排放时间 4~ 10 月估算得出太湖植被型湖滨带每年排放 CH_4 和 N_2O 的总量分别为

14. 77×10^4 kg 和 $1. 03 \times 10^4$ kg。依据 Pearce 等人在 OECD 中提出的 CH_4 和 N_2O 态的散放值即 CH_4 为 0. 11 美元/kg (0 95 元/kg), N_2O 为 2 94 美元/kg (25 28 元/kg)^[4], 计算得到这两项气体排放造成的经济损失为 $13. 97 \times 10^4$ 元和 $26. 04 \times 10^4$ 元。太湖湿地的大气调节总价值为: (固定 CO_2 + 释放 O_2) 的正效应价值 - 排放 (CH_4 + N_2O) 的负效应价值, 结果为 $20. 49 \times 10^8$ 元。

2. 2. 2 水质净化

湖泊水体中的水生生物具有降解和去除环境污染的作用, 尤其是对氮、磷等营养元素以及重金属元素的吸收、转化和滞留具有较高的效率, 能有效降低其在水体中的浓度; 此外, 还可通过减缓水流, 促进颗粒物沉降, 从而将其上附着的有毒物质从水体中去除, 达到净化水质的目的。太湖湿地净水功能价值是鱼类和水生植物去除营养盐之总和。将太湖湿地主要水生植被的总氮、总磷平均含量 (见表 2) 作为去除总氮、总磷的数量, 以总氮 1. 5 元/kg, 总磷 2 5 元/kg^[16], 估算出太湖湿地水生植物去除营养盐的净化价值为 $2. 65 \times 10^8$ 元。根据鱼类含水率平均为 77%, 鱼类 (干重) 氮的含量为 11. 44%, 磷的含量为 0 98%^[31], 估算得出因鱼类捕捞而去除氮、磷的净化价值为 $0. 01 \times 10^8$ 元。

表 2 太湖湿地几种常见水生植物的氮、磷含量^[32]

Tab. 2 Nitrogen and Phosphorus Content in Some Aquatic Vegetation of Taihu Wetland

植被种类	植被现存量 (t)	总氮 (%)	总磷 (%)	去氮量 (t)	去磷量 (t)
芦苇	183 185. 25	2. 93	0. 77	5 372. 82	1 405. 03
凤眼莲	51 112. 25	3. 05	0. 54	1 558. 92	277. 54
苦草	124 025. 25	2. 01	0. 22	2 496. 63	274. 10
轮叶黑藻	97 381. 75	2. 34	0. 31	2 280. 68	300. 91
微齿眼子菜	113 590. 75	2. 51	0. 29	2 846. 58	332. 83
菹草	82 092. 25	3. 06	0. 65	2 507. 92	533. 60
金鱼藻	103 686. 25	2. 53	0. 22	2 619. 12	230. 18
总计	755 073. 8	18. 43	3. 01	139 122. 3	22 689. 97

2. 2. 3 调蓄洪水

湿地具有巨大的渗透能力和蓄水能力, 由于湿地植物吸收、渗透降水, 致使降水进入江河的时间滞后, 入河水量减少, 从而减少了洪水径流, 达到削洪的目的^[33]。同时, 储备大量的水资源, 可为干旱季节提供生产、生活用水。太湖水位具有明显的丰、平、枯期, 多年平均水位介于 3 00~

3.40 m(吴淞基面)。本文取太湖平均水位时的蓄水量 $44 \times 10^8 \text{ m}^3$, 采用影子工程法, 最终估算出太湖湿地生态系统水分调节功能价值为 29.48×10^8 元。

2.2.4 涵养水源

湖泊、河流和坑塘等具有较强的水源涵养功能。太湖湿地全流域多年平均地表径流为 377 mm, 流域面积为 $36\,895 \text{ km}^2$, 其中受太湖直接影响较大的区域面积为 $3\,091 \text{ km}^2$ 。采用影子工程法, 估算出太湖湿地涵养水源价值为 1.946×10^8 元。

2.2.5 维护生物多样性

太湖湿地位于人口稠密区, 湖滨带被围垦, 建堤筑闸, 水位受人工控制, 湖内交通、渔业、旅游等行舟繁忙。因此, 除了东太湖自然保护区外, 其余湖区罕有种群数量大的游、涉禽的自然分布。东太湖自然保护区可供生物栖息的湿地面积为 131 km^2 , 生物多样性价值按 Costanza 等人对全球湿地生物多样性价值的估计标准 $3\,512 \text{ 元/hm}^{2[6]}$, 估算得出太湖湿地为生物提供栖息地的多样性保育价值为 0.46×10^8 元。

2.3 文化社会功能

2.3.1 旅游休闲娱乐

湿地生态系统既包括沼泽型动植物生态系统, 又包括水陆型动植物生态系统, 具有水域、陆地、沼泽、滩涂等多种生境, 形成了结构和功能奇异的动植物群落, 具有巨大的旅游价值。根据中国 2007 年国家级风景名胜统计区数据^[34], 太湖景区资金收入包括国家拨款、经营收入, 总计为 24.45×10^8 元, 景区资金支出合计为 14.61×10^8 元。由此估算出太湖湿地旅游休闲价值为 9.84×10^8 元。此外, 湿地的旅游休闲功能还可以使人们心情愉悦、舒适, 有利于身体健康和提高工作效率, 但因数据缺乏, 难以量化, 暂时不予考虑。

2.3.2 科研教育

太湖湿地具有重要的湖泊湿地教学与科研价值, 为中国科学院南京地理与湖泊研究所、中国科学院水生生物研究所、中国科学院生态环境研究中心和南京大学等单位提供了良好的科研平台。本研究采取我国单位面积湿地生态系统的平均科研价值 382 元/hm^2 和 Costanza 等人对全球湿地生态系统科研教育功能价值 861 美元/hm^2 的平均值 $3\,893.3 \text{ 元/hm}^2$ 作为计算太湖湿地科研价值的参数^[10], 得到太湖湿地科研教育价值为 4.79×10^8 元。

表 3 太湖湿地不同生态系统服务功能价值量

Tab. 3 Evaluation of Wetland Ecosystem Service of Taihu

生态系统服务类型		价值量 ($\times 10^8$ 元)	价值比例 (%)
物质生产与供给功能	水产品生产	5.01	4.46
	植被资源生产	0.10	0.09
	供水	27.60	24.56
	小计	32.71	29.10
生态环境调节与维护功能	气候调节	20.49	18.23
	水质净化	2.67	2.38
	调蓄洪水	29.48	26.23
	涵养水源	1.95	1.74
	维护生物多样性	0.46	0.41
	小计	55.05	48.98
文化社会功能	旅游休闲	9.84	8.76
	科研教育	14.79	13.16
	小计	24.63	21.91
合计		112.39	100

3 评估结果分析

由表 3 可见, 太湖湿地生态系统服务功能的总价值为 112.39×10^8 元。在评价的三大类湿地生态系统服务功能价值量中, 生态环境调节与维护功能价值最大, 为 55.05×10^8 元, 占总服务价值的 48.98%; 其次为物质生产与供给功能, 为 32.71×10^8 , 占总价值的 29.1%; 文化社会功能价值最小, 为 24.63×10^8 元, 占总价值的 21.91%。通过比较各子生态系统服务功能价值及其所占比例得到各子功能价值量大小依次为: 调蓄洪水> 供水> 气候调节> 科研教育> 旅游休闲> 水产品生产> 水质净化> 涵养水源> 维护生物多样性> 植被资源生产。太湖湿地生态系统在调蓄洪水、供水功能及气候调节等方面发挥着重要作用, 是太湖湿地的核心服务功能。其中, 以调蓄洪水的价值最大, 约占 26.23%, 气候调节功能价值约占 18.23%。由此可见, 太湖湿地在对长江洪峰的调蓄、改善区域环境质量等方面具有十分重要的作用, 从另一方面亦说明太湖湿地是典型的过水性洪涝型湖泊湿地; 供水功能价值约占总价值的 24.56%, 仅次于调蓄洪水价值, 这进一步证实了太湖是长三角地区重要的供水水源地, 具有重要的供水功能。从以上分析可见, 这些服务功能大部分是潜在的、无形的, 但对整个太湖地区的生态环境及社会发展贡献巨大。此外, 社会文化功能中的科研教育及旅游休闲价值约占总生态系统价

值的1/4,是太湖湿地的重要服务功能。而水产品与植被资源价值相对较小,仅占全部功能价值的4.6%左右。

总体来看,太湖湿地生态系统的间接价值占总经济价值量的70.9%,而物质生产等直接价值仅占29.10%。这说明湿地在发挥显著的直接经济效益同时,还发挥着巨大的生态效益和社会效益。这与人们传统观念认为生态系统的价值仅为物质生产功能是截然不同的。由于湿地生态系统是一个脆弱、动态、复杂的系统,系统内各要素之间存在着复杂的相关性,如果只重视物质生产的功能价值,势必会影响整个生态系统服务价值的发挥,造成生态系统功能价值的损失,产生一系列不良后果。因此,在开发利用湖区湿地资源时,应充分考虑太湖湿地生态系统的基本特征,以生态系统各项功能价值得到充分的持续发挥为原则,注重湿地生态环境的保护,在各项服务价值平衡发展的基础上,重点加强对核心服务功能的保护,制定符合湖区湿地生态系统特点的开发方案,从而实现湖区湿地资源的可持续利用。

4 讨论

近些年,随着城市化进程加快和人类活动加剧,太湖面积不断萎缩,水草资源量逐年下降,鱼类和浮游生物小型化趋势日益明显,沉积物中污染物浓度不断升高,湖区富营养化现象进一步加剧。为保证太湖流域社会经济与生态环境协调、可持续发展,提高太湖流域生态系统服务功能,必须要以湿地生态系统服务功能价值为指导,对现有资源实施合理利用和有效保护,加强太湖湿地的生态恢复与保护。

本文首次对太湖湿地生态系统服务价值进行了估算,有助于直观地揭示生态系统服务功能类型和不同服务功能的经济价值,定量描述太湖湿地生态系统在维持流域生态系统稳定和促进社会经济持续发展中所发挥的重大作用。由于研究数据和资料的局限性以及评估手段尚不完善等原因,只对太湖湿地生态系统主要的服务功能价值进行了价值评估。其它功能,如防止噪音、生化药剂、遗传资源等功能价值没有在本研究中进行评估,因此,太湖湿地生态系统服务功能的实际价值应大于评估值。此外,本文只对太湖湿地现状的服务价值做了静态评估,在后续工作中应进一步对太湖湿地生态系统服务功能的演变和趋势进行深入研究与分析。

参考文献:

- [1] DAILY G C. Nature's Service: Societal Dependence on Natural Ecosystems[M]. Washington DC: Island Press, 1997.
- [2] 陆健健,何文珊,童春富,等.湿地生态系统[M].北京:高等教育出版社,2006:1~6.
- [3] 张洪岩,龙恩,程维明.向海湿地动态变化及其影响因素分析[J].自然资源学报,2005,20(7):613~620.
- [4] 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[J].资源科学,2008,30(2):267~273.
- [5] COSTANZA R, D'ARCE R, GROOT R, et al. The value of the world's ecosystem services and nature capital[J]. Nature, 1997, 387(15):253~260.
- [6] TURNER K, BERGH J, BROUWER R. Economics and wetland management[M]. Cheltenham, UK: Edward Elgar, 2003:108~129.
- [7] MITSCH W J, GOSSELINK J G. The value of wetlands: importance of scale and landscape setting[J]. Ecological Economics, 2000, 35(1):25~33.
- [8] 张永民.千年生态系统评估报告集——生态系统与人类福祉评估框架[M].北京:中国环境科学出版社,2007:56~67.
- [9] 刘红玉,吕宪国,刘振乾.环渤海三角洲湿地资源研究[J].自然资源学报,2001,16(2):101~106.
- [10] 辛琨,肖笃宁.盘锦地区湿地生态系统服务功能价值估算[J].生态学报,2002,22(8):1345~1349.
- [11] 段晓男,王效科,欧阳志云.乌梁素海湿地生态系统服务功能及价值评估[J].资源科学,2005,27(2):110~115.
- [12] 崔丽娟.鄱阳湖湿地生态系统服务功能价值评估研究[J].生态学杂志,2004,23(4):47~51.
- [13] 庄大昌.洞庭湖湿地生态系统服务功能价值评估[J].经济地理,2004,24(3):391~393.
- [14] 刘韬,陈斌,杜耘,等.洪湖湿地生态系统服务价值评估研究[J].华中师范大学学报(自然科学版),2007,41(2):304~308.
- [15] 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[J].应用生态学报,2002,13(10):1315~1318.
- [16] 张修峰,刘正文,谢贻发,等.城市湖泊退化过程中水生生态系统服务功能价值演变评估——以肇庆仙女湖为例[J].生态学报,2007,27(6):2349~2354.
- [17] 王同生.太湖流域防洪与水资源管理[M].北京:中国水利水电出版社,2006:10~11.
- [18] 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[J].应用生态学报,1999(5):636~640.
- [19] 任志远.区域生态环境服务功能经济价值评价的理论与方法[J].经济地理,2003(1):1~4.
- [20] 李金昌,姜文来,靳乐山,等.生态价值论[M].重庆:重庆大学出版社,1999.
- [21] 孙静,阮本清,张春玲.新安江流域上游地区水资源价值计算与分析[J].中国水利水电科学研究院学报,2007,5(2):121~124.

[22] 刘卫国, 郑垂勇, 徐增标. 南水北调工程供水成本模型研究[J]. 安徽农业科学, 2008, 36(2): 768~ 769.

[23] 韩霜景, 张明泉. 水利工程供水成本核算方法的探讨[J]. 山东水利科技, 1995(2): 53~ 55.

[24] 窦鸿身, 姜加虎. 中国五大淡水湖[M]. 合肥: 中国科学技术大学出版社, 2003: 141~ 150.

[25] 谷孝鸿, 张圣照. 东太湖水生植物群落结构的演变及其沼泽化[J]. 生态学报, 2005, 25(7): 1 541~ 1 548.

[26] 刘伟龙, 胡维平, 陈永根, 等. 西太湖水生植物时空变化[J]. 生态学报, 2007, 27(1): 159~ 170.

[27] WOODWARD R T, WUI Y S. The Economic Value of Wetland Services: a Meta- analysis[J]. Ecological Economics, 2001(37): 257~ 270.

[28] 任志远, 张艳芳. 土地利用变化与生态安全评价[M]. 北京: 科学出版社, 2003.

[29] 王洪君, 王卫东, 卢金伟, 等. 太湖湖滨带秋、冬季CH₄ 排放特征及其影响因素初步研究[J]. 湿地科学, 2006, 4(1): 21~ 28.

[30] 王洪君, 王为东, 卢金伟, 等. 湖滨带温室气体氧化亚氮(N₂O) 排放研究[J]. 生态环境, 2006, 15(2): 270~ 275.

[31] 由文辉. 淀山湖水生生态系统的物质循环[J]. 中国环境科学, 1997, 17(4): 293~ 296.

[32] 种云霄, 胡洪营, 钱 易. 大型水生植物在水污染治理中的应用研究进展[J]. 环境污染治理技术与设备, 2003, 4(2): 36~ 40.

[33] 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[J]. 长江流域资源与环境, 2003, 12(5): 411~ 416.

[34] 中国大陆统计数据库. 中国 2007 年国家级风景名胜区统计[EB/ OL]. <http://www.soshoo.com/IrisBin/Text.dll?db=TJ&no=531027&cs=7633676&str=国家级风景名胜区&kz=1>. 2007.

ECOSYSTEM SERVICE VALUATION OF TAIHU WETLAND

XU Yan^{1,2}, GAO Jun-feng¹, HUANG Jia-cong^{1,2}

(1. Nanjing Institute of Geography & Limnology, Chinese Academy of Science, Nanjing 210008, China;
2. Graduate University of the Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

Abstract: Along with the maturation of estimation methods for biological resource value, the study on the service value of ecosystem becomes a hotspot in ecological field. Through using market value method, shadow engineering approach as well as carbon tax method and so on, this paper attempts to estimate both direct and indirect values of Taihu wetland such as organic matter function, environment regulation function and culture-social function. The results show that Taihu Lake wetland possesses huge and multiple ecological services value, which is about 112.39×10^8 Yuan in all. Taihu wetland has the greatest value in the function of the environment regulatory, accounting for 48.98% of the total. The organic matter production and water supply account for 29.1%. The culture-social function has the least value, accounting for 21.91%. The result of evaluation of 9 subfunctions shows that the most important function is flood regulation which is about 26.23% of the whole value. The second is water supply, accounting for 24.56% and the third is climate regulation, accounting for 18.23%. This study first assesses the value of Taihu wetland ecosystem service from the quantitative prospection. The findings of this study play a significant role in recognition the value of various ecosystem service of Taihu wetland and providing reasonable direction to the protection.

Key words: wetland ecosystem; ecosystem services; evaluation; Taihu