

文章编号: 1000-1190(2007)02-0304-05

洪湖湿地生态系统服务价值评估研究

刘 韬^{1,2}, 陈 斌³, 杜 耘^{1*}, 江炎生³, 魏显虎¹

(1. 中国科学院 测量与地球物理研究所, 武汉 430077; 2. 中国科学院 研究生院, 北京 100049; 3. 湖北省水利厅, 武汉 430071)

摘 要: 针对目前生态系统服务价值评估研究中存在的一些问题,以洪湖湿地为例,通过分析生态系统服务影响范围的尺度及其主要受益人,确定应纳入评估的生态系统服务及其评价指标的方法,避免评估过程中的重复计算,并提高评价结果的准确性. 研究表明:洪湖湿地的生态系统服务总价值为 21.0204×10^8 元,其中水产品供给价值占 59.0%,涵养水源与调蓄洪水价值占 29.1%,因此,在制定洪湖开发利用政策时应综合考虑其生态效益,避免生态环境破坏,才能实现当地社会和经济的可持续发展.

关键词: 生态系统服务; 洪湖; 湿地; 价值

中图分类号: K921; P964

文献标识码: A

湿地是地球上水陆间相互作用的独特生态系统,兼有水域和陆地景观的特性,是地球上生产力最高的生态系统之一. 过去人们在开发利用湿地和制定政策时,往往忽视了湿地生态系统自身的价值,造成湿地生态环境的退化和丧失^[1]. 因此,研究湿地生态系统服务价值的评估方法,正确认识湿地生态系统的价值,将有助于自然资源开发的合理决策,避免损害生态系统服务的短期经济行为,从而有利于人类社会的可持续发展.

1 生态系统服务评价研究进展

20 世纪 60 年代末,生态系统服务概念第一次出现在研究文献中^[2-3],80 年代 Ehrlich 等的研究确定了生态系统服务的定义^[4],后来 Costanza、Turner、De Groot 以及 Millennium Ecosystem Assessment 等的研究提出了生态系统服务评估的框架,并对生态系统服务功能评估的方法和技术进行了探索^[5-7].

随着研究的广泛开展,不同学者研究的侧重角度也不相同:Costanza 从功能的角度对生态系统进行了分类,并从经济学的角度探讨了生态系统服务的价值^[5];De Groot 等从生态系统服务的空间和社会性研究生态系统服务评估的方法^[8];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^[9];Ruitenbeek、Van Beukering 等分别对

不同类型的生态系统的服务价值评估进行了探索^[10-11].

国内生态服务的研究起步较晚,相关研究 90 年代才在国内展开. 欧阳志云、王如松、辛琨、肖笃宁、谢高地等多位学者详细介绍了生态系统服务的定义、内涵和价值评估方法,并系统地分析生态系统服务的研究进展与发展趋势,探讨了生态系统服务及其与可持续发展研究的关系^[12-14].

除了对国外生态服务理论和方法进行探讨,国内的许多科学家还对不同区域和类型的生态系统进行了案例研究. 欧阳志云和苗鸿分析中国陆地生态系统服务功能的类别并对其经济价值进行了评估^[15];谢高地对青藏高原生态资产进行了评估^[16];庄大昌以洞庭湖湿地生态系统为对象分析了湖泊湿地生态服务的特点和价值^[17]. 总体而言,我国生态系统服务的研究在很多方面都取得了一定的进展.

但是由于生态系统及其功能在时空上存在异质性,以及一些研究方法的不完善,目前生态系统服务功能评价研究中还存在一些问题:(1) 生态系统服务的效益会有重叠,可能导致评估中价值的重复计算,尤其在调节服务价值的计算中容易出现. 例如,昆虫授粉这项服务对水果产量至关重要,水果生产又是供给服务的一部分,这些服务的价值同时纳入计算则会造成部分价值的重叠.(2) 评价方

收稿日期: 2006-12-28.

基金项目: 973 项目(2003CB415201);湖北省水利科技重大攻关课题.

* 通讯联系人. Email: duyun@asch.whigg.ac.cn.

法和技术的选择不当也可能造成重复计算。例如,有些文章中用影子工程法计算湖泊调蓄洪水的价值(即用人工水库建设费用代替其价值),又用资产价值法计算其涵养水源价值,但是水库的基本功能就包括涵养水源和调蓄洪水。(3) 由于国内生态系统服务研究起步较晚,相关的基础研究不足,使国内的研究很多时候要借鉴国外的评价指标。但是不同区域或不同类型生态系统的服务往往存在相当大的差异,而且我国与西方国家的价值观和消费水平也存在较大差距,因此照搬国外的评价指标,评估结果往往与实际价值存在差异。(4) 评价结果的可信度问题。目前国内外生态系统服务物理量和价值量的评估都难以得出让公众和学术界普遍接受的结果^[18]。不同时空的研究尺度和评价方法其得出的结果可能不同,例如 NOAA/AVHRR 和 NLCD 对美国生态系统服务总价值的评估结果就分别为 2 580 亿美元/a 和 7 730 亿美元/a^[19]。

2 洪湖湿地生态系统服务功能价值评估方法

2.1 洪湖湿地生态系统服务功能及指标确定

根据对研究区域以往研究资料的分析和野外实地考察,归纳出洪湖湿地的主要生态系统服务包括:水产品生产、涵养水源、提供饲料、调蓄洪水等(如表 1)。

2.1.1 提供水产品 洪湖是湖北重要的水产品基地之一,由于湖浅底平,水草丰茂,天然饵料极其丰富,是鱼类繁殖、栖息和生长的天然场所。2003 年洪湖湿地综合调查表明,洪湖湿地有淡水鱼类 57 种,年鱼类产量 189 952 t,虾蟹类 12 028 t,贝类 1 055 t。这些水产品主要在本地销售或销往周边省市,其收益主要由当地渔民收入和政府税收组成。

2.1.2 涵养水源与调蓄洪水 洪湖位于四湖流域下游,是四湖地区的大型平原水库,承担着四湖中下游地区汛期蓄洪、冬春灌溉以及周围城镇居民生活用水的任务。研究区域内生态系统涵养水源和调蓄洪水这两个服务的直接影响区域范围是四湖流域,将这两项服务统一评估是因为它们的服务效果都与洪湖湿地的蓄水能力有关,评估指标取国内人工水库建设投资标准。

2.1.3 提供饲料、草料 研究区域内主要植被类型为水生或湿生植物,且分布广泛,当地渔民主要利用金鱼藻、黑藻、竹叶眼子菜等沉水植物做为放养鱼类的饲料。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。

2.1.4 改善空气质量 改善空气质量准确的说应该属于洪湖湿地生态系统的一种服务功能,它主要由湿地内的植物吸收 CO₂、释放 O₂ 等生态系统服务共同实现。其影响范围主要是四湖流域,根据这两项服务的影响尺度,它们的评估指标按国内造林成本和工业制氧标准取值。

2.1.5 自然和生物多样性保护 由于适宜的地理环境和气候条件,洪湖湿地成为大量野生动植物的栖息地。调研结果表明,洪湖湿地有水生植物 34 科 94 种^[20],其中属国家重点保护的植物有 10 种;现有各种鸟类 138 种,其中属国家重点保护的鸟类有 19 种,如白鹤、黑鹤、中华秋沙鸭等^[21-22];其它还有如虎纹蛙、黑眉锦蛇、黑麂和獐等省级或国家级重点保护动物。自然和生物多样性保护的影响尺度主要是国家和国际范围。

2.1.6 科学考察和旅游 洪湖作为长江中游的重要湿地,是生态学、生物学、地理学、水文学、气候学以及湿地研究和鸟类研究的自然本底和基地,为诸多基础科研提供了理想的科学实验场所,吸引了许多国内外学者和科研单位前来考察研究。做为湖北省最大的省级湖泊湿地类型的湿地自然保护区,洪湖湖泊水域面积广大,自然景色优美,而且是大量鸟类和水生动植物的栖息繁殖地,因此吸引了大量的游客前去观光旅游。

表 1 洪湖湿地生态系统服务表

Tab. 1 The list of ecosystem services in Honghu Lake wetland

服务类型	服务产品或提供的服务	主要受益人(或资产持有人)	影响范围
供给服务	水产品	当地的渔业主和政府	县、市
	涵养水源	当地居民、工业和农业	县、市
	饲料、草料	当地渔业主	县、市
调节服务	调蓄洪水	该流域内居民及企业	四湖流域
	吸收 CO ₂	当地居民	四湖流域
	释放 O ₂	当地居民	四湖流域
文化服务	自然和生物多样性(保护野生动植物物种及其栖息地)	子孙后代	国际
	提供科学和教育信息 旅游和休闲娱乐		国内、国际 省内

2.2 洪湖湿地生态系统服务价值评估

根据以上方法,本文对洪湖湿地生态系统的水产品供给、涵养水源与调蓄洪水、调节空气质量、自然和生物多样性保护以及科考旅游 5 项生态系统服务或功能进行评估。根据各项服务的特点,分别选择合适的生态经济学方法进行评价(如表 2)。

表 2 洪湖湿地生态系统服务评估方法

Tab.2 The methods and indicators used to valuate each service or function of the ecosystem in Honghu Lake wetland

服务或功能	评估方法	评价指标
水产品供给	市场价值法	洪湖市历年市场价格
涵养水源与调蓄洪水	影子工程法	全国水库建设费用标准
改善空气质量	造林成本法和工业制氧法	中国造林成本、工业制氧标准
自然和生物多样性保护	假想市场法	生物多样性价值当量因子
科学考察和旅游	费用支出法	国内和国际科考旅游费用标准的平均值

2.2.1 水产品供给价值 根据洪湖市 2001 年至 2005 年的统计数据,水产品供给价值的计算公式为:

$$V_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^m W_j \cdot K_j \cdot (1 + i)$$

式中, V_i 为洪湖湿地水产品服务的价值, W_j 为 j 产

品 i 年的产量, K_j 为 j 产品 i 年的价格, i 为 i 年物价相对于 2000 年的增长指数, n 为计算的年数, m 为 i 年的产品的总数. 计算结果为 12.315 3 亿元人民币.

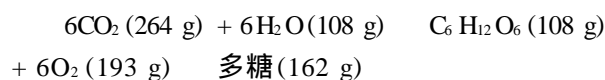
2.2.2 涵养水源与调蓄洪水价值 洪湖多年最高水位在 24.58 ~ 27.18 m 之间(1969 年长江大堤决堤时洪湖最高水位为 27.46 m), 多年最低水位 22.87 ~ 23.92 m, 多年平均水位 24.31 m, 一般年份洪湖水位变幅在 24.0 ~ 26.5 m 之间^[21]. 本文计算时取平均水位 24.31 m 时的蓄水量计算, 利用洪湖坝堤以内的湿地区域不同水位下的蓄水湖容积和淹没面积的数据在 ARCGIS 平台上的 TIN 模型模拟洪湖水位与蓄水容量的关系(如表 3), 得出洪湖的蓄水量为 $9.062 \times 10^8 \text{ m}^3$. 结合 1988 年 ~ 1991 年全国水库建设投资 0.67 元 / m^3 ^[23] 来计算, 洪湖湿地涵养水源与调蓄洪水服务的价值为 6.071 5 亿元人民币.

表 3 洪湖水位高程与淹没面积和容积关系

Tab.3 The correlativity among water level, area and cubage in Honghu Lake

水位 / m	24.0	24.1	24.2	24.3	24.4	24.5
湖泊面积 / m^2	4.227×10^8	4.251×10^8	4.273×10^8	4.295×10^8	4.315×10^8	4.331×10^8
蓄水容积 / m^3	7.783×10^8	8.207×10^8	8.633×10^8	9.062×10^8	9.492×10^8	9.925×10^8

2.2.3 改善空气质量价值 因为植物具有吸收 CO_2 和释放 O_2 的能力, 利用光合作用方程式:



可知: 植物生产 162 g 干物质可吸收 264 g CO_2 , 释放 O_2 193 g. 根据研究数据可得出洪湖湿地 2000 年的水生植物鲜重为 $500 \times 10^3 \text{ t}$ (如图 1)^[24], 按水生

植物干湿重比 1 : 20 计算^[25], 可以得出洪湖 2000 年吸收 CO_2 为 $40.740 74 \times 10^3 \text{ t}$, 释放 O_2 为 $29.783 95 \times 10^3 \text{ t}$. 采用中国造林成本 250 元人民币 / t 标准和工业制氧 400 元 / t 的标准, 将生态指标换算成经济指标, 洪湖湿地调节空气质量的价值为 0.221 0 亿元.

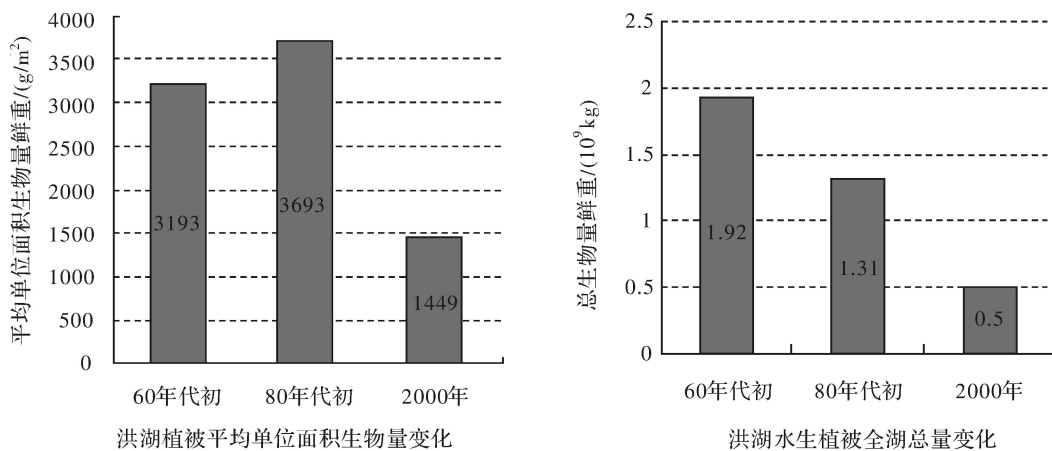


图 1 洪湖水生植被生物量的变化

Fig.1 Changes in the biomass of aquatic vegetation in Honghu Lake

2.2.4 自然和生物多样性保护价值 该服务价值的计算公式为

$$V_{BD} = IS,$$

式中, I 为生物多样性保护价值当量, S 为洪湖湿地总面积. 本文利用谢高地等人的调查报告结果: 湿地生态系统生物多样性保护价值当量 I 为 2 212.2 元 / hm^2 来计算^[13], 得出洪湖湿地生物多样性保护价值为 0.873 6 亿元.

2.2.5 科学考察和旅游价值 因为科学研究具体价值的评估, 目前尚无成熟的计算方法, 本文以科学考察代替这部分, 因此该项价值应小于其实际值. 科学考察和旅游服务的消费类似, 这里采用费用支出法将这两项服务的价值合并计算. 据统计洪湖年平均接待游客和考察 40 万人次, 主要来自湖北省内. 这里以本课题组多次实地考察的费用和省旅游局统计数据的均值做为评价指标, 计算得出洪湖年旅游价值为 1.4 亿元.

3 结果分析

通过对洪湖湿地生态系统服务的评估, 提出了避免评估中出现重复计算和提高计算结果准确性的几点看法: (1) 评估前应确定生态系统服务的影响范围. 对于主要通过提高其它生态系统服务的效果来实现其价值的服务, 由于其价值会在其它生态系统服务的价值中包含, 所以不纳入评估. (2) 生态系统服务评价所采取的时空尺度对其评估结果有很大影响, 所以对评估的服务必须确定其主要影响范围尺度. (3) 分析特定生态服务的主要受益人 (或资产持有人), 以他们和服务的影响范围尺度, 作为确定该服务的评价指标的依据, 这样评估结果才更准确, 更有实际意义.

评估结果显示, 洪湖湿地的生态系统服务总价值为 20.881 4 亿元, 其中水产品供给服务价值占 59.0%, 涵养水源与调蓄洪水的价值占 29.1%, 调节空气质量的价值占 1.1%, 生物多样性保护价值占 4.2%, 科考与旅游价值占 6.6% (如表 4). 评估

表 4 洪湖湿地生态系统服务功能价值

Tab.4 The value of each ecosystem service in Honghu Lake wetland

服务或功能	价值 / 亿元	所占比重
水产品供给	12.315 3	59.0 %
涵养水源与调蓄洪水	6.071 5	29.1 %
改善空气质量	0.221 0	1.1 %
自然和生物多样性保护	0.873 6	4.2 %
科学考察和旅游	1.4	6.6 %
总价值	20.881 4	

结果还说明洪湖湿地生态系统服务价值主要体现在水产品供给和涵养水源与调蓄洪水这几方面, 这与目前洪湖湿地的开发利用情况一致. 但是由于研究数据和方法的原因, 本文只是计算了洪湖湿地生态系统最主要的服务价值, 因此其实际生态服务功能价值应略大于评估值.

由于湿地生态系统是一个脆弱、动态、复杂的系统, 系统的各要素之间存在着复杂的相关性. 因此在洪湖湿地的利用开发中不能因为某一服务目前所占的价值比重很小就忽视它. 例如, 生物多样性保护价值在洪湖生态系统服务价值中只占 4.2%, 但它是生态系统健康状况的一个重要指标, 生物多样性的退化会导致生态系统结构和其它功能的退化, 所以在开发利用湖区湿地资源时, 必须注意洪湖湿地生态环境的保护, 制定符合湖区湿地生态系统特点的开发方案, 实现湖区湿地资源的可持续利用.

参考文献:

- [1] Mitsch W J, Gosselink J G. The values of wetlands importance of scale and landscape setting [J]. Ecological Economics, 2000, 35: 25-33.
- [2] Helliwell D R. Valuation of wildlife resources[J]. Regional Studies, 1969, 3: 41-49.
- [3] Odum E P, Odum H T. Natural areas as necessary components of man's total environment [J]. Transactions of the Thirty Seventh North American Wildlife and Natural Resources Conference, 1972, 37: 178-189.
- [4] Ehrlich P R, Ehrlich A H. Extinction: the Causes and Consequences of the Disappearance of Species[M]. New York: Random House, 1981:127-154.
- [5] Costanza, Ralph d Arge, Rudolf de Groot, et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital [J]. Nature, 1997, 387: 253-260.
- [6] Turner R K, Van den Bergh, Soderqvist, et al. Ecological-economic analysis of wetlands: scientific integration for management and policy [J]. Ecological Economics, 2000, 35: 7-23.
- [7] De Groot R S, Wilson M A, Bouman R M J. A typology for the classification, description and valuation of ecosystem services, goods and services[J]. Ecological Economics, 2002, 41: 393-408.
- [8] Lars H, Kris V K, Rudolf S G. Spatial scales, stakeholders and the valuation of ecosystem services [J]. Ecological Economics, 2006, 57: 209-228.
- [9] Turner R K, Brouwer R, et al. Economics and wetland management [M]. Cheltenham: Edward Elgar, 2003:108-129.
- [10] Ruitenbeek J H. Valuation and distribution of ecological entitlements in the forest zone of Cameroon: implications for economic and environmental security [R]. the Third

- International Meeting of the International Society for Ecological Economics, Costa-Rica, October 1994:24-28.
- [11] Van Beukering P J H, Cesara H S J, Janssen M A. Economic valuation of the Leuser National Park on Sumatra, Indonesia [J]. Ecological Economics, 2003, 44: 43-62.
- [12] 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.
- [13] 辛 琨,肖笃宁. 生态系统服务功能研究简述[J]. 中国人口·资源与环境, 2000, 10(3): 20-22.
- [14] 谢高地,鲁春霞,成升魁. 全球生态系统服务价值评估研究进展[J]. 资源科学, 2001, 23(6): 6-9.
- [15] 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[J]. 生态学报, 1999, 19(5): 607-613.
- [16] 谢高地,鲁春霞,冷允法等. 青藏高原生态资产的价值评估[J]. 自然资源学报, 2003, 18(2): 189-195.
- [17] 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): 391-432.
- [18] 谢高地,肖 玉,鲁春霞. 生态系统服务研究:进展、局限和基本范式[J]. 植物生态学报, 2006, 30(2): 191-199.
- [19] Keri M K, Paul C S, Michael C. Evaluating Scale Dependence of Ecosystem Service Valuation: A Comparison of NOAA-AVHRR and Landsat TM Datasets [J]. Ecological Economics, 2002, 41: 491-507.
- [20] 李 伟. 洪湖水生维管束植物区系研究[J]. 武汉植物学研究, 1997, 15(2): 113-122.
- [21] 陈世俊,王学雷,卢 山. 洪湖的水资源与水位调控[J]. 华中师范大学报:自然科学版, 2002, 36(1): 121-124.
- [22] 王学雷,蔡述明. 洪湖湿地自然保护区综合评价[J]. 华中师范大学报:自然科学版, 2006, 40(2): 279-281.
- [23] 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.
- [24] 彭映辉,简永兴,王建波,等. 湖北省五大湖泊水生植物多样性的比较研究[J]. 水生生物学报, 2004, 28(5): 464-470.
- [25] Hu CL, Huang X F. The Fishery Ecology and Exploitation Technology of the Bao'an Lake [M]. Beijing: Science Press. 1991:31-48.

Study on ecosystem services valuation in Honghu Lake wetland

LIU Tao^{1,2}, CHEN Bin³, DU Yun¹, JIANG Yansheng³, WEI Xianhu¹

(1. Institute of Geodesy and Geophysics, The Chinese Academy of Sciences, Wuhan 430077; 2. Graduate School of the Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049; 3. Hubei Water Resources Bureau, Wuhan 430077)

Abstract: Double counting and reliability limitations of the valuation results occur in many ecosystem services valuation studies. We value the ecosystem services supplied by Honghu Lake wetland in China. We analyze the (spatial and temporal) influence scales of ecosystem services and the beneficiaries (or stakeholders) of ecosystem services supplied by Honghu Lake wetland, in order to avoid double counting and enhance the reliability. As the conclusion shows, the total value of the ecosystem services is 21.0204×10^8 Yuan RMB, the proportion of fishery is 59.0%, the proportion of flood mitigation and waterhead is 29.1%. Therefore, the authorities should synthetically consider the ecosystem factors of Honghu Lake while they make policies, to avoid ecological environment ruin, and achieve the aim of sustainable development.

Key words: ecosystem services; Honghu Lake; wetland; valuation