

南四湖湿地生态系统服务功能价值初步研究

邓立斌^{1,2}

(1. 国家林业局 调查规划设计院, 北京 100714; 2. 中国科学院 生态环境研究中心, 北京 100085)

摘要:在大量详实基础数据和实地调查的基础上,应用市场价值法、影子工程法、替代费用法等方法,对南四湖湿地的物质生产、大气调节、涵养水源、调蓄洪水、净化水质、保护土壤、生物栖息地、休闲娱乐、文化科研等生态系统服务功能的生态经济价值进行了评价。结果表明:南四湖湿地服务功能总价值为 2.21×10^{10} 元 $\cdot a^{-1}$ 。其中,涵养水源价值最大,达到 9.71×10^9 元 $\cdot a^{-1}$;其次是调蓄洪水价值,为 6.45×10^9 元 $\cdot a^{-1}$;生物栖息地功能价值最小,为 2.47×10^8 元 $\cdot a^{-1}$ 。因此,在开发和利用南四湖湿地资源时要科学合理的规划,避免影响湿地生态系统服务功能的发挥。

关键词:南四湖;湿地;生态系统服务;价值评估

中图分类号:X821 **文献标志码:**A **文章编号:**1001-7461(2011)03-0214-06

Valuation of Ecosystem Services in Nansi Lake Wetland

DENG Li-bin^{1,2}

(1. Academy of Forestry Inventory and Planning, State Forestry Administration, Beijing 100714, China;

2. Research Center for Eco-environmental Sciences, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100085, China)

Abstract:Based on field investigation and statistic data available, the value of the ecosystem services of Nansi Lake wetland was evaluated for the first time by the methods of market value, shadow price, substitution expense, etc. The main services of ecosystems include material production, atmospheric regulation, water conservancy, flood control, water purification, wild species habitat, recreation service, culture and scientific research. The results showed that the total value of the ecosystem services of the wetland was about 2.21×10^{10} yuan per year. Among these services, the water conservancy had the maximal value of 9.71×10^9 yuan per year, followed by flood regulation (6.45×10^9 yuan per year). The wild species habitat had the minimal value of 2.47×10^8 yuan per year. Therefore, the decision-makers should consider the trade-off of the wetland ecosystem services of the wetland to reach the balance of the ecology and economic development of the region while selecting the developmental options.

Key words:Nansi Lake; wetland; ecosystem service; evaluation

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,它不仅包括各类生态系统为人类所提供的食物及其他工农业生产原料,更重要的是支撑与维持了地球的生命支持系统,维持生命物质的生物地球化学循环与水文循环,维持生物物种与遗传多样性,净化环境,维持大气化学的平衡与稳定^[1-2]。湿地是分布于陆地生态系统和水域生态系统之间,具有独特

水文、土壤与生物特征的生态系统,具有物质生产、调节大气组分、涵养水源、调蓄洪水、保护土壤、净化水质、生物栖息地等多种生态功能,被誉为“地球之肾”。自 20 世纪 90 年代以来,国内外学者在不同国家对不同尺度的湿地生态系统服务功能及其价值评价开展了大量的研究,同时也取得了较大的进展。Costanza 等^[1](1997)首次对全球生态系统服务功能进行了评估,其中湿地生态系统的全球总价值为每

年 48.79×10^8 美元,每公顷的价值为 14 785 美元。Turner 等^[3-5](2003)提出了湿地生态经济分析的框架及空间分析手段,为湿地生态系统经济价值的评估及其在可持续发展战略中的应用提供依据。近年来,国内学者也逐渐加强了湿地生态系统服务价值的探索研究,湿地评价工作开展得比较活跃,分别在辽宁盘锦^[6]、上海长江口^[7]、湖南洞庭湖^[8]、江西鄱阳湖^[9]、内蒙乌梁素海^[10]、香港米埔^[11]、湖北洪湖^[12]、江苏洪泽湖^[13]、黑龙江扎龙^[14]等地进行了相关湿地价值评价的研究。但是,有关南四湖湿地生态系统服务功能价值评价的定量研究未见报道。由于不同区域的湿地生态系统服务价值受自然地域分异、社会经济差异的影响,存在局部格局特征或特异现象^[15]。鉴于此,借鉴和参考前人研究方法与理论,对南四湖湿地生态系统服务功能价值进行定量评估,以期对南四湖地区的可持续发展和湿地生态保护提供参考。

1 研究区域概况

南四湖是我国第六大湖泊,也是我国淮河以北地区面积最大、结构完整、保存较好的内陆大型淡水草型湖泊,由南阳、昭阳、独山、微山四湖相连而成。该湖地处鲁西南黄河冲积平原和鲁中南山地两斜面交接带的低洼地区,是历史上黄河侵夺泗水后形成的河迹洼地湖。湖泊呈西北向东南延伸,南北 126 km,东西 5~25 km,平均水深 1.5 m,最大水深 3.0 m。该湖属淮河流域泗水水系,入湖河流 53 条,总汇水面积 30 450 km²,多年平均入湖径流量 2.96×10^9 m³。出湖河流为韩庄运河、伊家河和不牢河^[16]。2003 年,山东省人民政府批准成立了南四湖省级自然保护区,属于“生态系统类湿地生态系统类型”自然保护区,主要保护对象为大型草型湖泊湿地生态系统、以雁鸭越冬种群为主体的迁徙鸟类以及国家重点保护动植物物种。根据湿地的定义,南四湖湿地范围界定在 116°34′~117°21′E,34°27′~35°20′N 范围内,包括水体,入湖河流尾闾河段,河流三角洲和曾是河、湖、洲、滩而被人类围垦的区域,湿地总面积 1.19×10^5 hm²。

2 研究方法

- (1)市场价值法。是指对有市场价格的生态系统产品和功能进行估价的一种方法。本研究主要用于对湿地生态系统的物质产品进行评价^[2,17]。
- (2)碳税法与造林成本法。根据生物的生物学特性,其具有固定 CO₂ 和释放 O₂ 的能力,利用光合

作用方程式,计算单位干物质生产量所固定的 CO₂ 和释放的 O₂。根据年总生物量换算年固定的 CO₂ 和释放的 O₂,再根据国际和国内对 CO₂ 排放收费将生态指标换算成经济指标,得出 CO₂ 的经济价值,根据国内工业氧的现价,得出 O₂ 的经济价值^[6-8,18]。

(3)影子工程法。是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。目前,我国单位库容造价为 5.71 元·m⁻³^[19]。本研究主要用于对南四湖湿地的涵养水源与调蓄洪水价值进行评估。

(4)替代费用法。主要用湿地减少土壤肥力流失的价值代替保护土壤的价值^[20]。

(5)生态价值法。将 Pearl 的生长曲线与社会发展水平以及人们生活水平相结合,根据人们对某种生态功能的实际支付估算该生态服务价值^[21]。

(6)旅行费用法。该方法常用来评价没有市场价格的自然景点或者环境资源的价值。通过旅游者消费这些环境商品或服务所支出的费用,对湿地休闲娱乐价值进行估算^[22]。

(7)费用支出法。该方法是从消费者角度来核算生态环境效益的价值。它以人们对其中环境效益的支出费用来表示该效益的经济价值^[20]。

表 1 列出了各评估方法的评价指标。

表 1 南四湖湿地生态系统服务功能评估方法

Table 1 The methods and indicators used to valuate each service or function of the ecosystem in Nansi Lake wetland

功能	评价方法	评价指标
物质生产	市场价值法	山东历年市场价格
大气调节	碳税法与造林成本法	国际碳税率、我国造林成本
涵养水源	影子工程法	全国单位水库库容建设成本
调蓄洪水	影子工程法	全国单位水库库容建设成本
净化水质	影子工程法	山东污水处理成本
保护土壤	替代费用法	山东化肥历年市场价格
生物栖息地	生态价值法	国际生物栖息地价值标准
休闲娱乐	旅行费用法	国际国内游客旅行费用支出
文化科研	费用支出法	国际国内科研费用标准

3 结果与分析

3.1 物质生产功能

南四湖湿地的物质产品主要包括四鼻孔鲤鱼、鲫鱼、鳊鱼、鳖、河蚌、田螺、芦苇、菖蒲、菱、菰茭草、莲子、芡实等。评价方法采用市场价值法,公式为:

$$V_t = \sum_{i=1}^n V_i = \sum_{i=1}^n Y_i P_i$$

(1)

式中: V_t 为物质生产总价值, V_i 为某类产品价值, Y_i 为某类产品产量, P_i 为单位物质产品价格。

根据南四湖湿地主要物质产品产量及单价(表2),可得到南四湖湿地物质生产功能价值为 3.21×10^8 元 \cdot a⁻¹。

表 2 南四湖湿地物质生产功能价值

Table 2 The value of material production in Nansi Lake wetland			
产品名称	产品产量 ^① /(t \cdot a ⁻¹)	产品单价 /(元 \cdot t ⁻¹)	产品价值 /(元 \cdot a ⁻¹)
四鼻孔鲤鱼	1.3×10^4	7.2×10^3	9.07×10^7
鲫鱼	1.6×10^4	8.4×10^3	1.33×10^8
鳊鱼	500.0	3.6×10^4	1.80×10^7
鳖	40.0	3.0×10^4	1.20×10^6
河蚌	410.0	2.1×10^3	8.61×10^5
田螺	4.8×10^3	6.3×10^3	3.02×10^7
芦苇	3.0×10^4	1.0×10^3	3.00×10^7
蒲草	7.0×10^2	1.0×10^3	7.00×10^5
菱	7.0×10^2	8.0×10^3	5.60×10^6
菰茭草	5.9×10^2	0.5×10^3	2.95×10^5
莲子	5.5×10^2	1.8×10^4	9.90×10^6
芡实米	7.0	2.4×10^4	1.68×10^5
合计			3.21×10^8

①数据来源于国家林业局调查规划设计院编写《山东南四湖自然保护区综合科学考察报告》。

3.2 大气调节功能

湿地对气候的调节主要是通过湿地中的浮游植物和水生植物的光合作用固定大气中的CO₂,向大气中释放O₂。根据植物光合作用过程,植物每生产1.0 g干物质能固定1.630 g CO₂,释放1.191 g O₂。

南四湖湿地浮游植物的年平均生物量为1.7

表 4 南四湖湿地固定CO₂价值

Table 4 The value of CO ₂ fixation in Nansi Lake wetland					
植物类型	总生物量 /t	固定CO ₂ 量 /(t \cdot a ⁻¹)	折合纯碳 /(t \cdot a ⁻¹)	碳税率 /(元 \cdot t ⁻¹)	固定CO ₂ 价值 /(元 \cdot a ⁻¹)
浮游植物	3.03×10^3	4.95×10^3	1.35×10^3	637	8.59×10^5
水生植物	沉水植物	1.99×10^6	3.24×10^6	637	5.63×10^8
	浮叶植物	2.31×10^5	3.77×10^5	637	6.55×10^7
	挺水植物	5.99×10^5	9.75×10^5	637	1.69×10^8
	湿生植物	2.55×10^5	4.16×10^5	637	7.22×10^7
合计	3.08×10^6	5.01×10^6	1.37×10^6		8.71×10^8

南四湖释放O₂的总量主要是浮游植物和水生植物两者释放量之和。根据光合作用和呼吸作用的反应方程式,估算得到南四湖湿地浮游植物释放O₂的总量为 3.62×10^3 t,水生植物释放O₂的总量为 3.66×10^6 t,两项相加得到南四湖湿地释放O₂的总量为 3.67×10^6 t。应用工业制氧影子价格法估算释放O₂的经济价值,按工业制氧的现价为每吨400元计算,可得到南四湖湿地释放O₂的功能价值为 1.47×10^9 元 \cdot a⁻¹。由此得出,南四湖湿地大气调节功能价值为 2.34×10^9 元 \cdot a⁻¹(表5)。

3.3 涵养水源功能

南四湖各湖自形成之后,平均水深1.5 m,全湖最大蓄水量 2.20×10^9 m³。1960年,二级坝建成

mg \cdot L⁻¹,平均水深按1.50 m计算,则单位面积生物量为 2.55 g \cdot m⁻²。水面面积 1.19×10^5 hm²,浮游植物年生物量为 3.03×10^3 t(表3)。

表 3 南四湖湿地植物生物量

Table 3 Biomass of plants in Nansi Lake wetland			
植物类型	分布面积 /hm ²	单位面积 生物量/(g \cdot m ⁻²)	总生物量 /t
浮游植物	1.19×10^5	2.55	3.03×10^3
水生植物	沉水植物	2 235	1.99×10^6
	浮叶植物	260	2.31×10^5
	挺水植物	2 850	5.99×10^5
	湿生植物	2 835	2.55×10^5
合计			3.08×10^6

南四湖CO₂固定总量主要是浮游植物和水生植物两者固定量之和。根据光合作用和呼吸作用的反应方程式,估算得到南四湖湿地浮游植物固定CO₂的总量为 3.03×10^3 t,水生植物固定CO₂的总量为 3.07×10^6 t,两项相加得到南四湖湿地固定CO₂的总量为 3.08×10^6 t。目前,国际上通用的碳税率通常为瑞典的150美元 \cdot t⁻¹,对于我国来说偏高,本文采用中国造林成本250元 \cdot t⁻¹和国际碳税率标准(按2009年平均汇率6.82:1折算美元等同于人民币的比值。下同)的平均值637元 \cdot t⁻¹作为碳税标准^[6],可得到南四湖湿地固定CO₂的功能价值为 8.71×10^8 元 \cdot a⁻¹(表4)。

后,全湖最大库容量增加到 5.36×10^9 m³,累年平均蓄水量 1.70×10^9 m³^[23]。按南四湖的累年平均蓄水量作为其涵养水源量,根据目前单位库容造价为5.71元 \cdot m³^[9]进行计算,可得到南四湖湿地涵养水源价值为 9.71×10^9 元 \cdot a⁻¹(表6)。

3.4 调蓄洪水功能

南四湖湿地的调蓄洪水的价值通过调蓄洪水量,采用影子工程法进行计算。首先,计算南四湖调蓄洪水量,然后根据储存洪水的库容量所需要的工程造价求得调蓄洪水的价值。南四湖调蓄洪水库容为 11.3×10^8 m³^[23],按照目前的单位库容造价5.71元 \cdot m⁻³^[9]计算,可得到南四湖湿地调蓄洪水价值为 6.45×10^9 元 \cdot a⁻¹(表7)。

表 5 南四湖湿地释放 O₂ 价值
Table 5 The value of O₂ release in Nansi Lake wetland

植物类型	总生物量 /t	释放 O ₂ 量 /(t·a ⁻¹)	工业制氧价格 /(元·t ⁻¹)	释放 O ₂ 价值 /(元·a ⁻¹)
浮游植物	3.03×10 ³	3.62×10 ³	400	1.45×10 ⁶
水生植物	沉水植物	1.99×10 ⁶	400	9.48×10 ⁸
	浮叶植物	2.31×10 ⁵	400	1.10×10 ⁸
	挺水植物	5.99×10 ⁵	400	2.85×10 ⁸
	湿生植物	2.55×10 ⁵	400	1.22×10 ⁸
合计	3.08×10 ⁶	3.67×10 ⁶		1.47×10 ⁹

表 6 南四湖湿地涵养水源功能价值

Table 6 The value of water conservancy in Nansi Lake wetland

涵养水源量 /(m ³ ·a ⁻¹)	单位库容造价 /(元·m ⁻³)	涵养水源价值 /(元·a ⁻¹)
1.70×10 ⁹	5.71	9.71×10 ⁹

表 7 南四湖湿地调蓄洪水功能价值

Table 7 The value of flood regulation in Nansi Lake wetland

洪水接纳量 /(m ³ ·a ⁻¹)	单位库容造价 /(元·m ⁻³)	调蓄洪水价值 /(元·a ⁻¹)
11.3×10 ⁸	5.71	6.45×10 ⁹

3.5 净化水质功能

湿地生物从周围环境吸收的化学物质主要是它所需要的营养物质,但也包括它不需要的或有害的化学物质,从而形成了污染物的迁移、转化、分散、富集过程,污染物的形态、化学组成和性质随之发生一系列变化,最终达到净化作用。另外,进入湿地生态系统的许多污染物质吸附在沉积物表面并随颗粒物沉积下来,从而实现污染物的固定和缓慢转化。根据济宁市环境监测站的统计资料,2005 年,南四湖流域范围内未经处理或处理不达标废水污水排放到南四湖湿地的总量为 5.19×10⁸ t·a⁻¹。其中,工业废水排放量为 1.98×10⁸ t·a⁻¹,生活污水排放量为 3.21×10⁸ t·a⁻¹。废水污水处理成本按 0.80 元·t⁻¹(南四湖周边污水处理厂的平均成本价格)计算,可得到南四湖湿地净化工业废水、生活污水的价值为 4.15×10⁸ 元·a⁻¹(表 8)。此价值没包含净化流入南四湖的残留化肥、农药以及固体废物的价值。

表 8 南四湖湿地净化水质功能价值

Table 8 The value of water purification in Nansi Lake wetland

污水接纳量 /(t·a ⁻¹)	污水处理成本 /(元·t ⁻¹)	净化水质价值 /(元·a ⁻¹)
5.19×10 ⁸	0.80	4.15×10 ⁸

3.6 保护土壤功能

湿地保护土壤、减少土壤侵蚀的价值采用替代法进行计算。通过比较湿地肥力与因土壤侵蚀而废弃的土地肥力之差,折算成化肥价格^[24]。本研究中,湿地减少土壤养分流失中的养分是指易溶解在

水中或容易在外力作用下与土壤分离的 N、P、K 等。计算公式如下:

$$V=S \times h \times R_1 \times R_2 \times P \tag{2}$$

式中:V 为湿地减少土壤肥力流失的价值,S 为湿地面积,h 为无植被的土壤中等程度的侵蚀深度,R₁ 为土壤容重,R₂ 为单位土壤养分的平均含量,P 为我国化肥的平均价格。

根据中国土壤侵蚀的研究成果,无植被的土壤中等程度的侵蚀深度为 15~35 mm。对于湿地减少土壤侵蚀的总量估算,采用草地中等程度侵蚀深度的平均值来代替,即为 25 mm·a⁻¹[9]。南四湖湿地面积为 1.19×10⁵ hm²,土壤容重为 1.30 g·cm⁻³,单位土壤 N、P、K 的平均含量为 1.96%,化肥平均价格按 2 550 元·t⁻¹计算,可得到南四湖湿地保护土壤的价值为 1.93×10⁹ 元·a⁻¹(表 9)。

表 9 南四湖湿地保护土壤功能价值

Table 9 The value of soil protection in Nansi Lake wetland

湿地面积 /hm ²	侵蚀深度 /(mm·a ⁻¹)	土壤容重 /(g·cm ⁻³)	养分含量 /%	化肥价格 /(元·t ⁻¹)	保护土壤 价值 /(元·a ⁻¹)
1.19×10 ⁵	25	1.30	1.96	2 550	1.93×10 ⁹

3.7 生物栖息地功能

生物栖息地功能是指生态系统为野生动物提供栖息、繁衍、迁徙、越冬场所的功能。南四湖湿地是众多物种的区域性栖息地、越冬场所,同时又是候鸟主要迁徙通道和中途食物补给地。丰富的生物多样性使南四湖湿地成为生物育婴室、避难所和物种基因库。南四湖的生物栖息地功能价值的估算,采用美国经济生态学家 Robert Costanza 的研究成果,即全球湿地生态系统中单位面积上的湿地功能和自然资本价值来推算。Robert Costanza(1997 年)估算了湿地的避难所价值的价值量为每年每公顷 304 美元^[25],折合人民币 2 073.28 元,可得到南四湖湿地的生物栖息地价值为 2.47×10⁸ 元·a⁻¹(表 10)。

3.8 休闲娱乐功能

休闲娱乐功能的价值估算常采用旅游费用法,采用旅游者费用支出的总和(包括交通费、食宿费等一切用于旅游方面的消费)作为该景观旅游功能的

表 10 南四湖湿地生物栖息地功能价值

Table 10 The value of wild species habitat in Nansi Lake wetland

湿地面积 /hm ²	单位面积生物栖息地 功能价值/(元·a ⁻¹)	生物栖息地功能 价值/(元·a ⁻¹)
1.19×10 ⁵	2 073.28	2.47×10 ⁸

经济价值,公式如下:

$$P_a(t)=TV(t)+P_b(t)+P_c(t)$$
 (3)

式中: P_a 为南四湖湿地休闲娱乐功能价值, TV 为旅游费用支出, P_b 旅游时间价值, P_c 为其他消费, t 为年度。

旅游费用支出主要包括游客从出发地至景点的

表 11 南四湖湿地休闲娱乐功能价值

Table 11 The value of recreation service in Nansi Lake wetland

游客来源	游客规模 /(人次·a ⁻¹)	人均消费 /(元·人 ⁻¹)	停留时间 /(h·人 ⁻¹)	机会工资 /(元·h ⁻¹)	其他消费 /(元·人 ⁻¹)	休闲娱乐功能 价值/(元·a ⁻¹)
国内游客	35.2×10 ⁴	200	52.8	10	50	3.01×10 ⁸
海外游客	0.4×10 ⁴	800	67.2	160	300	0.51×10 ⁸
合计	35.6×10 ⁴					3.52×10 ⁸

3.9 文化科研功能

南四湖是我国淮河以北最大的淡水草型湖泊湿地,具有重要的科学研究价值。由于各方面的科研工作至今没有充分展开,迄今为止,只有中国科学院植物研究所、山东大学等单位进行了水生植物、鸟类等方面的专项调查,投入的科研经费较少。如果用科研经费来评价南四湖湿地的文化科研功能价值,将导致评估结果偏低。故本次评估采用我国单位面积生态系统的平均科研价值(382 元·hm⁻²)和 Costanza 等^[25]对全球湿地生态系统科研文化功能价值(861 美元·hm⁻²)的平均值(3 127.01 元·hm⁻²)计算南四湖湿地的文化科研价值。南四湖湿地面积为 1.19×10⁵ hm⁻²,可得到南四湖湿地的文化科研功能价值为 3.72×10⁸ 元·a⁻¹。

南四湖湿地生态系统服务功能的总价值等于物质生产、大气调节、涵养水源、调蓄洪水、保护土壤、净化水质、生物栖息地、休闲娱乐、文化科研等各项服务功能的价值之和。经初步估算,南四湖湿地生态系统服务功能的价值为 2.21×10¹⁰ 元·a⁻¹

4 结论与讨论

研究结果表明,南四湖湿地生态系统各项服务功能的价值量排序为:涵养水源功能>调蓄洪水功能>大气调节功能>保护土壤功能>净化水质功能>文化科研功能>休闲娱乐功能>物质生产功能>生物栖息地功能。其中,涵养水源功能价值最大,占全部价值的 43.86%;生物栖息地功能价值最小,仅占全部价值的 1.12%。由此可见,涵养水源、调蓄洪水是该湿地的核心服务功能。这与南四湖作为山

直接往返费用、游客在整个旅游时间中的食宿费用、门票和景点的各种服务收费。旅游时间价值是指由于进行旅游活动而不能工作损失的价值。本次估算的旅行费用支出、旅游时间价值、其他消费采用南四湖自然保护区管理局统计资料的平均值。2005—2008 年,南四湖湿地平均每年接待游客 35.6×10⁴ 人次,其中,国内游客 35.2×10⁴ 人次,海外游客 0.4×10⁴ 人次。根据游客人均消费(包括交通、食宿、门票等服务)、人均停留时间、游客每小时的机会工资、其他消费(摄影、购物等),可得到南四湖湿地的休闲娱乐功能价值为 3.52×10⁸ 元·a⁻¹(表 11)。

东省重要的水资源调蓄区、我国南水北调东线工程重要的调蓄区的地位与作用十分吻合。

湿地具有多种生态服务功能,对其服务功能进行评估是湿地保护与合理开发的基础,也是确保湿地资源可持续利用的基础。南四湖湿地的服务功能价值巨大,而且价值类型全面,尤其是涵养水源、调蓄洪水、大气调节以及保护土壤等核心服务功能都属于潜在的、无形的服务功能,容易被人们忽视。如果只重视物质生产功能价值,必然会造成生态系统功能价值的损失,使生态系统遭到破坏,产生一系列不良后果。因此,选择规划方案时,必须均衡考虑区域内各项生态系统服务功能,才能在发展经济的同时,保护生态环境,实现区域的可持续发展。

应当指出的是,湿地生态系统功能和过程非常复杂,受科学技术水平、计量方法和研究手段的限制,本研究只考虑了湿地生态系统服务功能的 9 个功能,对南四湖湿地生态系统服务功能的评价并不全面,仅仅是对南四湖湿地生态系统各项服务功能及其价值粗略和保守的估计,这方面的研究仍需进一步深入开展。

参考文献:

[1] DALIY G C. Nature's services: Social dependence on natural ecosystems[M]. Washington D. C: Island Press, 1997. 1-2.
[2] 欧阳志云,王如松,赵景柱. 生态系统服务功能及其生态经济评价[J]. 应用生态学报, 1999, 6(5): 636-640.
OUYANG Z Y, WANG R S, ZHAO J Z. Ecosystem sservices and their economic valuation[J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 1999, 6(5): 636-640.
[3] TURNER R K, VAN DEN BERGH J C J M, BROUWER R.

Managing wetlands: An ecological economics approach[M]. Northhamton, MA:Edwam Elgar Publication,2003

[4] TURNER R K,VAN DEN BETH J C J M, STIDERQVIST T, *et al.* Ecological-economic analysis of wetlands:Scientific integration for management and policy[J]. Ecological Economics,2000,35:7-23.

[5] VAN DEN BERGH J C J M,BARENDREGT A, GILBERT A J. Spatial ecological-economic analysis for wetland management: Modeling and scenario evaluation of land use[M]. Cambridge:Cambridge University Press,2004.

[6] 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(18):1345-1348.

XIN K, XIAO D N. Wetland ecosystem service valuation[J]. Acta Ecologica Sinica, 2002,22(18):1345-1348.

[7] 吴玲玲,陆健健,童春福,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):412-413.

WU L L, LU J J, TONG C F, *et al.* Valuation of wetland ecosystem services in the Yangtze River estuary[J]. Resources and Environment in the Yangtze Basin, 2003,12(5):412-413.

[8] 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):391-394.

ZHUANG D C. The evaluation of the ecosystem services value in Dongting Lake wetland[J]. Economic Geography,2004,24(3): 391-394.

[9] 鄢帮有. 鄱阳湖湿地生态系统服务功能价值评估[J]. 资源科学,2004,26(3):61-68.

YAN B Y. Evaluation of wetland ecosystem's services of Poyang Lake[J]. Resources Science, 2004,26(3):61-68.

[10] 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.

DUAN X N,WANG X K,OUYANG Z Y. Evaluation of wetland ecosystem services in Wuliangsuhai[J]. Resources Science, 2005,27(2):110-115.

[11] 辛琨,谭凤仪,黄玉山,等. 香港米埔湿地生态功能价值估算[J]. 生态学报,2006,26(6):2020-2026.

XIN K, TAN F Y, HUANG Y S, *et al.* Valuation of ecologic services of Maipo Marsh in Hong Kong[J]. Acta Ecologica Sinica, 2006,26(6):2020-2026.

[12] 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.

LIU T, CHEN B,DU Y, *et al.* Study on ecosystem services valuation in Honghu Lake wetland[J]. Journal of Huazhong Normal University: Natural Science Edition, 2007, 41(2): 304-308.

[13] 翟水晶,胡维平,钱谊. 江苏泗洪洪泽湖湿地自然保护区生态系统服务功能价值评估[J]. 生态与农村环境学报,2008,24(1): 24-28.

ZHAI S J, HU W P, QIAN Y. Evaluation of the ecological service function of the Hongze Lake Wetland Nature Reserve in Sihong, Jiangsu[J]. Journal of Ecology and Rural Environment, 2008,24(1):24-28.

[14] 吴平,付强. 扎龙湿地生态系统服务功能价值评估[J]. 农业现代化研究,2008,29(3):335-337.

WU P, FU Q. Valuation of ecosystem services in Zhalong wetland[J]. Research of Agricultural Modernization, 2008, 29(3):335-337.

[15] 赵军,杨凯. 生态系统服务价值评估研究进展[J]. 生态学报, 2007,27(1):346-356.

ZHAO J,YANG K. Valuation of ecosystem services:Characteristics, issues and prospects [J]. Acta Ecologica Sinica, 2007,27(1):346-356.

[16] 闫理钦,王金秀,田逢俊,等. 南四湖湿地生态系统与水禽分布调查报告[J]. 山东林业科技,1999,(1):39-40.

[17] RICHARD T W, WUI Y S. The economic value of wetland services: a meta-analysis [J]. Ecological Economics, 2001, (37):257-270.

[18] THOMAS P S. The use of biological criteria as a tool for water resource management[J]. Environmental Science & Policy,2000(3):43-49.

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

YU X X, QIN Y S, CHEN E H, *et al.* The forest ecosystem services and their valuation of Beijing mountain areas[J]. Acta Ecologica Sinica, 2002,22(5):783-786.

[20] 崔保山,杨志峰. 吉林省典型湿地资源效益评价研究[J]. 资源科学,2001,23(3):56-61.

CUI B S, YANG Z F. Benefit valuation of typical wetlands in Jilin Province[J]. Resources Science, 2001,23(3):56-61.

[21] 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.

REN Z Y. Theories and method valuation regional ecosystem environment service economic value[J]. Economic Geography, 2003(1):1-4.

[22] 国家环境保护总局. 中国生物多样性国情研究报告[M]. 北京:中国环境科学出版社,1997. 207-208.

[23] 孙娟,张祖陆,彭利民. 南四湖湿地面临的威胁及其可持续利用对策[J]. 山东师范大学学报:自然科学版,2002,17(2):48-51.

SUN J, ZHANG Z L, PENG L M. The threat to the wetlands of the Nansi Lake and the countermeasures of its sustainable utilization[J]. Journal of Shandong Normal University:Natural Science Edition ,2002,17(2):48-51.

[24] 薛达元. 生物多样性经济价值评估[M]. 北京:中国环境科学出版社,1998. 1-5.

[25] COSTANZA R. The value of the world's ecosystem and nature capital[J]. Nature, 1997, 387: 253-256.