

城市湿地主导生态系统服务功能及价值评估 ——以江苏省镇江市为例

肖思思, 吴春笃, 储金宇, 余颖斐

(城市水资源与水环境国家重点实验室江苏大学研究中心 江苏大学, 江苏 镇江 212013)

摘要: 依据生态系统服务功能的特点和作用机理, 利用统计资料, 结合实地调查及实验, 综合运用生态经济学、环境经济学和资源经济学的学科理论与方法, 对江苏省镇江市城市湿地主导生态服务功能进行了价值量化评估。结果表明: (1) 镇江城市湿地具有巨大和多重的生态服务功能, 主导服务功能总价值为 3.14×10^{10} 元, 直接与间接使用价值所占比例分别为 71.52% 和 28.48%。(2) 3 大类 13 亚类主导服务功能中, 文化社会服务功能价值 > 产品服务功能价值 > 调节与维护服务功能价值, 分别占主导服务功能总价值的 39.18%、32.34% 和 28.48%; 旅游休闲、蓄水调洪、水源供给、水稻生产的功能价值合计占主导服务功能总价值的 84.22%。(3) 单位面积生态系统服务功能价值约为全球和中国的 46 倍, 其中, 自然湿地单位面积价值为 5.49×10^5 元/hm², 远大于人工湿地的单位面积价值 (1.04×10^5 元/hm²)。

关键词: 城市湿地; 生态系统; 服务功能; 价值评估; 镇江市

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2012)02-0194-06

中图分类号: X196

Evaluation on Dominant Ecosystem Service Values and Functions of Urban Wetlands — The Case Study of Zhenjiang City, Jiangsu Province

XIAO Si-si, WU Chun-du, CHU Jin-yu, YU Ying-fei

(Jiangsu University Branch Center of State Key Lab of Urban Water

Resource and Environment, Jiangsu University, Zhenjiang, Jiangsu 212013, China)

Abstract: Based on documented data of 2009, field investigation, and experiments, we quantitatively evaluated the values of dominant ecosystem service functions of urban wetlands in Zhenjiang City of Jiangsu Province, comprehensively using approaches of ecological, environmental and resource economics. The results show that the wetlands possessed large and multi-dimensional ecological service functions with the total value of approximately 3.14×10^{10} Yuan, of which the direct and indirect use values were 73.71% and 26.29%, respectively. In the three major categories of dominant ecosystem service functions, the values of culture—social service function has the largest function value, as high as 39.18% of the total value, followed by those of the production service function (32.34%), and the regulation and maintenance service function (28.48%). Meanwhile, the values of tourism and leisure, flood regulation, water supply and rice production summed as 84.22% of the total value. The value per unit area of Zhenjiang City urban wetland was about 46 times of the global and national average. Specifically, the unit area value of the natural wetlands was estimated as high as 5.49×10^5 Yuan/hm², much more than that of the artificial wetland (1.04×10^5 Yuan/hm²).

Keywords: urban wetland; ecosystem; service function; evaluation; Zhenjiang City

湿地是地球上具有多种独特功能的生态系统,它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^[1-2]。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估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功能的退化,湿地利用与保护之间的矛盾日益突出^[3]。因此,湿

收稿日期: 2011-04-02

修回日期: 2011-06-13

资助项目: 国家 863 重大科技专项基金项目“镇江城市水环境质量改善与生态修复技术研究及综合示范第三分项”(2003AA601100); 江苏大学高级专业人才科研启动基金项目(08JDC042); 江苏大学学生科研立项(08A169)

作者简介: 肖思思(1979—),女(汉族),安徽省明光市人,博士,讲师,主要从事自然资源与环境可持续发展方面的研究。E-mail: xiao780@163.com。

地生态系统服务功能及价值研究成为众多学科研究的热点问题,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,对全球、国家和区域等不同尺度上的生态系统服务评估框架与评估方法进行了相关探讨,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,并取得了丰硕的成果^[4-22]。城市湿地,指处于城市(镇)的湿地,是城市环境的重要组成部分,城市的形成和发展与城市湿地的形成与演化互为相关^[23]。与乡村或荒野湿地相比,城市湿地物质生产功能弱化,非物质生产功能相对增强;由于城市人口聚集,经济发达,城市湿地在环境调节,提供休闲娱乐和环境教育方面更具优势^[24]。从经济角度对城市湿地生态系统服务功能及价值进行评估,为管理和决策人群对湿地重要性的认识提供直观的参考,是实现城市湿地保护和可持续发展的需要。目前,我国关于城市湿地生态系统服务功能价值的实证研究仅在广州市^[25]、上海市^[26-27]、厦门市^[28]、河南省开封市^[29]和山东省寿光市^[30]等5地展开,研究范围、尺度及深度不仅落后于国际先进水平,而且也与当前我国城市生态建设和“和谐城市”发展的迫切要求不相适应。

本研究以江苏省镇江市城市湿地为例,基于对实地调查和对已有文献资料的分析,综合运用资源经济学、生态经济学等多学科理论与方法,对湿地主导生态系统服务功能进行价值评估,为镇江市城市湿地的保护与建设规划提供科学依据,研究结果也将极大丰富我国城市湿地生态系统服务功能及价值的研究个案。

1 研究区概况

江苏省镇江市位于长江之滨,地理位置为 $118^{\circ}58'$ — $119^{\circ}58'E$ 和 $31^{\circ}37'$ — $32^{\circ}19'N$,属暖温带向北亚热带过渡的季风气候,年平均气温 $15.40^{\circ}C$,无霜期约241 d,年均降雨量1740 mm、蒸发量1277 mm。

镇江市城市湿地资源丰富,以《中国湿地调查纲要》为基本依据,参考1979年美国渔业和野生生物局发表的《美国湿地与深水生境的分类》,1978年加拿大国家湿地工作组提出的“加拿大综合湿地分类方案”,1990年《Ramsar公约》提出的湿地分类系统及国内一些湿地分类研究成果,镇江市城市湿地可分为河流湿地、湖泊湿地、水库湿地、坑塘湿地、稻田湿地、盐碱地、养殖水面、沼泽湿地、苇地和滩涂湿地等10类^[31-32]。2009年镇江城市湿地总面积157952.66 hm^2 ,其中自然湿地占21.18%,人工湿地占78.82%(表1)。

近年来,由于人类活动的频繁,受人为污染因素影响,镇江市城市湿地服务结构、功能退化迹象明显。据统计,2009年镇江全市年工业废水排放量近 $1.0 \times 10^8 t$,农药超过 $3.0 \times 10^3 t$,化肥近 $9.0 \times 10^4 t$,工业废弃物达 $4.0 \times 10^6 t$,大部分未经处理的工业废水、30%~40%的生活污水都将直接进入镇江城市内江湿地,部分污染较严重河段湿地悬浮物(SS)峰值浓度更高达2122 mg/L,COD高达1107 mg/L,生化需氧量(BOD_5)高达232 mg/L。

表1 镇江市城市湿地类型面积及其比例

湿地分类	湿地类型	面积/ hm^2	占湿地总面积/%
自然湿地	河流湿地	29503.16	18.68
	湖泊湿地	582.75	0.37
	盐碱地	0	0
	沼泽湿地	7.92	0.01
	苇地	2633.04	1.67
	滩涂湿地	732.71	0.46
人工湿地	水库湿地	4888.34	3.09
	坑塘湿地	21184.78	13.41
	稻田湿地	93450.00	59.16
	养殖水面	4969.96	3.15
合计		157952.66	100.00

2 城市湿地服务功能价值评估框架

城市湿地服务功能与特定生态系统的特征与结构相对应,伴随城市湿地物质循环和能量转化过程,城市湿地服务功能得以产生。特征、结构、过程及由此产生的城市湿地生态功能就构成了生态层面。在该层面中,特征类生态要素主要采用大小、位置、坡度、基质、地质、物种、水深、pH值、溶氧量、降雨、季节变化等表征;结构类生态要素采用生物量、土壤/沉积物剖面、生物群落等表征;而过程类生态要素则对应于光合作用、蒸腾、生物地球化学循环和分解过程等。

然而,城市湿地的服务功能并不能直接产生经济价值。例如,肥力和营养对于产生林业和农业效益至关重要,但这些特征本身并不代表利益。研究表明,经济价值取决于人类的偏好,在某种意义上,代表人类选择某种湿地功能服务类型所放弃的另一些服务收益(机会成本)。因此,明确城市湿地各项功能的服务类型是建立城市湿地功能与价值关联、进行城市湿地生态功能价值评估的关键层面,本研究将其定义为生态经济交界层面,该层面中,城市湿地功能的服务类型按照人类对城市湿地功能需求的不同,分为产品服务、调节与维护服务和文化社会服务3大类。其中,产品服务主要指植物生产、渔业生产、供水等;调

节与维护服务主要指调节气候、净化水质、调蓄洪水、涵养水源、生存栖息地等;文化社会服务主要指旅游休闲娱乐、科研教育、遗产等。

城市湿地价值源于人类对城市湿地生态系统服务功能的直接或间接利用,是进行城市湿地生态功能价值评估的经济层面。根据价值类型的不同,湿地生态功能价值评估包括对使用价值的评估和对非使用价值的评估,其中,对使用价值的评估包括对直接使用价值的评估和间接使用价值的评估。就评估方法而言,国际上尚未形成统一、规范、完善的评估标准,目前常用的评估方法有:(1)直接市场法,包括市场价格法、影子工程法、专家评估法、费用支出法等;(2)揭示偏好与替代市场法,包括旅行费用法、防护费用法等;(3)模拟市场价值法,包括条件价值法;碳税法 and 造林成本法等。据相关研究结果显示,价值评估方法的可信度由高到低依次为直接市场法、替代市场法、模拟市场法。故本研究在选取评估方法时,首选直接市场法,其次依次为替代市场法、模拟市场法等其它方法。

3 城市湿地主导生态系统服务功能价值

3.1 服务功能划分及价值评估方法选择

根据价值评估需要,将产品服务、调节与维护服务和文化社会服务 3 大类主导生态服务类型进一步细分成 13 亚类。

3.2 评估结果

3.2.1 产品服务价值 采用市场价格法对产品服务价值,包括物质产品价值和水源供给价值进行估算。其中,物质产品主要包括水稻、芦苇、水产品共 3 类。

(1) 水稻生产价值。研究区稻田面积比重较大,为 93 450.00 hm²,占人工湿地面积的 75.06%,占研究区湿地资源总面积的 59.16%,且以单季稻为主。根据《2009 年镇江市统计年鉴》,取水稻单位面积产量 8 507.00 kg/hm²,得出水稻总产量为 7.95 × 10⁸ kg;据市场调查,可知水稻平均价格 5.25 元/kg、成本投入 5.74 × 10³ 元/hm²,据此计算水稻生产价值为 36.38 × 10⁸ 元。

(2) 芦苇生产价值。研究区芦苇滩面积为 2 633.04 hm²,芦苇在 11 月份生物量达到顶峰,按照地上部生物量 3 496 g/m² 计算,得知芦苇地上部分总生物量为 9.21 × 10⁴ t。按干芦苇含水率 20% 计算,得出年产芦苇量 1.15 × 10⁵ t,以 300 元/t 的市场价格计算,则湿地芦苇年生产价值为 3.50 × 10⁷ 元。

(3) 水产品价值。根据《2009 年镇江农村统计年鉴》,取水产品总产量为 7.38 × 10⁴ t,其中,内陆捕捞和内陆养殖产品产量分别为 5.20 × 10³ t 和 6.86 × 10⁴ t(海洋产品产量较少,忽略不计)。以当地水产品的平均价格 20.00 元/kg 估算,得到镇江年水产品价值为 1.48 × 10⁹ 元,其中,内陆捕捞水产品价值为 1.04 × 10⁸ 元、内陆养殖水产品价值为 1.37 × 10⁹ 元。

(4) 水源供给价值。目前镇江每年工业用水 2.15 × 10⁹ m³,生活用水 2.90 × 10⁸ m³,农业用水 1.20 × 10⁹ m³,分别按镇江市自来水公司用水价格 2.44, 1.51 和 1.40 元/t 计算,得到各项水源供给价值分别为 5.25 × 10⁸, 4.38 × 10⁸ 和 1.68 × 10⁹ 元,三者合计得出水源供给总价值为 49.93 × 10⁸ 元。

水稻生产价值、芦苇生产价值和水产品价值这 3 项价值合计,得到研究区年产品服务价值为 5.15 × 10⁹ 元。

3.2.2 调节与维护服务价值 调节与维护服务价值包括气候调节、蓄水调洪调节、消浪护岸和抵御风暴功能、保护土壤、成陆造地、降解污染物和生存栖息地这 7 项价值。

(1) 气候调节价值。采用碳税法、造林成本法及工业制氧价格法进行估算。气候调节价值由固碳(CO₂)、释氧(O₂)价值和温室气体(CH₄)排放损失价值两项构成。根据光和作用方程式(CO₂ + H₂O → C₆H₁₂O₆ + O₂ → 多糖),得到每生产 1.00 kg 植物干物质,能固碳 1.63 kg,释氧 1.20 kg。按照鲜样平均含水率 80% 计算得到植物干物质为 7.28 × 10⁵ t,则相应的固定 CO₂ 和释放 O₂ 的量分别为 1.19 × 10⁶ t 和 8.74 × 10⁵ t。采用中国造林成本 250 元/t 和国际碳税标准 150 元/t 的平均值 770 元/t,以及我国工业制氧成本为 0.4 元/kg 得出研究区固定 CO₂ 释放 O₂ 的价值为 1.26 × 10⁹ 元。此外,有研究表明^[30],CH₄ 较 NO₂ 排放量大,且以稻田湿地和芦苇湿地排放为主,故本研究主要计算稻田和芦苇湿地 CH₄ 排放造成的价值损失。其中,稻田、芦苇湿地 CH₄ 的平均排放通量分别按 3.75 mg/(m² · d) 和 1.20 mg/(m² · h) 计,分别按照排放时间 6—10 月、4—10 月估算得出研究区年排放 CH₄ 数量为 1.30 × 10⁷ kg。依据 Pearce 等人提出的 CH₄ 的散放值 0.11 美元/kg,合 0.75 元/kg(人民币汇率按 1: 6.79 美元)计,得到年 CH₄ 气体排放造成的经济损失为 9.77 × 10⁶ 元。气候调节功能价值为(固定 CO₂ + 释放 O₂)的正效应价值减去排放(CH₄)的负效应价值,合计年 1.25 × 10⁹ 元。

(2) 蓄水调洪价值。蓄水调洪价值包括水库蓄水价值和稻田、芦苇湿地蓄水调洪价值进行的估算。据统计,研究区内水库蓄水总量为 $1.87 \times 10^8 \text{ m}^3$,按照当地单位蓄水量库容成本 5.71 元/m^3 计,得到水库蓄水价值为 $1.07 \times 10^9 \text{ 元}$ 。同时根据孟宪民^[33]的研究结果,每 1 hm^2 稻田或芦苇湿地可蓄水 $8\ 100 \text{ m}^3$,得出稻田和芦苇沼泽湿地总蓄水量为 $7.78 \times 10^8 \text{ m}^3$,单位蓄水量库容成本按照2004年不变价,即每建设 1 m^3 库容需年投入成本 5.71 元 ,据此采用影子工程法,得出调节洪水的价值为 $4.44 \times 10^9 \text{ 元}$ 。两者合计得到研究区湿地年蓄水调洪总价值为 $5.51 \times 10^9 \text{ 元}$ 。

(3) 消浪护岸和抵御风暴功能价值。据 Ledoux^[34]的研究成果,岸滩防御风暴潮的价值为 $9\ 140 \sim 30\ 760 \text{ 美元/hm}^2$,考虑到研究区江域强风暴潮和灾害出现的频次,取其最低值 $9\ 140 \text{ 美元/hm}^2$,合 $6.21 \times 10^4 \text{ 元/hm}^2$,本研究认为具有此项功能的湿地类型主要为滩涂湿地,面积为 732.71 hm^2 ,据此采用专家评估法,得到研究区湿地年消浪护岸和抵御风暴价值为 $4.55 \times 10^7 \text{ 元}$ 。

(4) 保护土壤价值。保护土壤的价值采用湿地减少土壤养分流失的价值代替。参与生态系统维持养分循环的物质种类很多,其中的大量营养元素以氮、磷、钾为主,因此,主要选取易溶于水或容易在外力作用下与土壤分离的氮、磷、钾这3种养分进行计算。湿地减少土壤侵蚀的总量,采用有无耕作土壤侵蚀深度差异量的平均值来代替,即 2.64 mm/a ,土壤容重取表土层土壤容重 1.23 g/cm^3 ,土地面积取研究区自然湿地面积 $33\ 459.58 \text{ hm}^2$,据公式:流失土壤重量 = 有无耕作土壤侵蚀深度差异量的平均值 \times 土层容重 \times 湿地面积,得出流失的土壤重量为 $1.09 \times 10^6 \text{ t}$ 。根据湿地土壤表层养分含量平均值全氮 0.41 g/kg ,全磷 1.42 g/kg ,全钾 22.72 g/kg ,氮、磷、钾肥现实的平均价格 $2\ 365.00 \text{ 元/t}$,及公式:土壤价值 = 流失的土壤重量 \times 单位质量土壤中氮、磷、钾养分含量 \times 氮磷钾化肥平均价格,采用市场价格法,得到研究区湿地年保护土壤的价值为 $6.30 \times 10^7 \text{ 元}$ 。

(5) 成陆造地价值。目前,镇江市沿江新增加的土地 1 hm^2 使用权转让价格为当地最低基准地价计,即 250 元/m^2 ,每年新增土地面积平均值约为 $5\ 080 \text{ m}^2$,在不考虑长江径流量减少引起岸滩侵蚀而造成的造地损失情况下,依据公式:成陆造地价值 = 土地使用权转让价格 \times 年造地面积,采用市场价格法,得到研究区年成陆造地价值为 $1.27 \times 10^6 \text{ 元}$ 。

(6) 降解污染物价值。湿地降解污染物的价值主要表现在其水体中的水生生物对氮、磷等营养元素及重金属元素具有吸收、转化和滞留作用。研究区湿地中以自然湿地和人工稻田湿地对污染物的降解和吸收为主,其中,自然湿地、人工稻田湿地面积合计为 $126\ 909.58 \text{ hm}^2$,中国陆地湿地生态系统废物处理功能的单位面积价值 $16\ 086.60 \text{ 元}/(\text{hm}^2 \cdot \text{a})$ ^[9] 计算,采用生态价值法,得到研究区湿地年降解污染物价值为 $2.04 \times 10^9 \text{ 元}$ 。

(7) 生存栖息地价值。目前,研究区湿地自然保护区主要由长江豚类省级自然保护区构成,该自然保护区可供生物栖息的湿地面积为 $5\ 730 \text{ hm}^2$,采用全球湿地生物多样性价值估算标准 304 美元/hm^2 ^[6],即 $2\ 064.16 \text{ 元/hm}^2$,根据专家评估法,得出研究区生存栖息地价值为 $1.20 \times 10^7 \text{ 元}$ 。

3.2.3 文化社会服务价值 文化社会服务价值主要由教育科研、旅游休闲两项价值组成,分别采用价格替代法和费用支出法对其进行价值估算。

(1) 教育科研价值。研究区湿地自然保护区面积为 $5\ 730 \text{ hm}^2$,区内丰富的动植物群落、珍贵的物种资源等,在自然科学教育和研究中都发挥了十分重要的作用,其教育科研功能主要集中在区域国家级及地市级自然保护区内,教育价值主要体现在教学实习价值、出版物价值、野视产品价值这3方面,科研价值则体现在基础研究价值、应用开发价值等两个方面。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,故湿地教育科研价值参数采用我国教育科研价值 382 元/hm^2 及国际栖息地保护费用标准 861 美元/hm^2 ^[3] 的平均值 $3\ 114.10 \text{ 元/hm}^2$ 替代,得到教育科研价值 $1.80 \times 10^8 \text{ 元}$ 。

(2) 旅游休闲价值。研究区风光秀丽,生态系统类型多样,形成结构和功能各异的动植物群落,具有巨大的旅游价值。2009年镇江市共接待游客 2.30×10^7 人次,旅游总收入 $2.65 \times 10^{10} \text{ 元}$ 。其中到与湿地相关景点人数占整个镇江市游客总人数的 46.27% ,按此比例进行计算,得到旅游休闲功能价值 $1.23 \times 10^{10} \text{ 元}$ 。

4 结论与分析

4.1 主导生态系统服务功能价值

镇江市城市湿地主导生态系统服务功能价值为 $3.14 \times 10^{10} \text{ 元}$ (表2)。其中,文化社会服务功能价值最大,产品服务功能价值次之,调节与维护服务功能价值最小,分别占总价值的 39.18% 、 32.34% 和 28.48% 。

表 2 生态系统主导服务功能价值

服务类别	服务类型	价值/元	价值比例/%
产品服务	水稻生产	36.38×10^9	11.60
	芦苇生产	3.50×10^7	0.11
	水产品生产	1.48×10^9	4.71
	水源供给	1.00×10^9	15.92
	小计	1.01×10^{10}	32.34
调节与维 护服务	气候调节	1.25×10^9	4.00
	蓄水调洪价值	5.51×10^9	17.58
	消浪护岸、抵御风暴	4.60×10^7	0.15
	保护土壤	6.30×10^7	0.20
	成陆造地	1.30×10^6	0.00
	降解污染物	2.04×10^9	6.51
	生存栖息地	1.21×10^7	0.04
	小计	8.60×10^9	28.48
文化社会 服务	教育科研	1.80×10^7	0.06
	旅游休闲	1.23×10^{10}	39.12
	小计	1.23×10^{10}	39.18
总计		3.14×10^{10}	100.00

对 13 亚类主导服务功能价值进行比较,其价值量从大到小排序依次为:旅游休闲 > 蓄水调洪 > 水源供给 > 水稻生产 > 降解污染物 > 水产品生产 > 气候调节 > 保护土壤 > 消浪护岸、抵御风暴 > 芦苇生产 > 教育科研 > 生存栖息地 > 成陆造地;其中,旅游休闲功能价值所占比重最大,为 39.12%;蓄水调洪占

17.58%,水源供给占 15.92%,水稻生产功能占 11.60%。4 者合计占镇江湿地生态服务功能总价值的 84.22%。由此可见,镇江湿地以旅游休闲、蓄水调洪、水源供给、水稻生产为其核心服务功能,在提供休闲娱乐、水源蓄积以及对长江洪峰的调蓄,为镇江城市人民生活提供水源及粮食作物水稻生产等方面均具有十分重要的作用。

通过对不同类型的价值进行分析,结果显示镇江市城市湿地生态系统服务功能的直接价值占总经济价值的 71.52%,间接价值仅占 28.48%,且直接价值以旅游休闲服务价值为主,其占直接价值的比重为 54.70%,表明镇江市城市湿地所取得的社会效益显著,同时也发挥着巨大的直接经济效益和生态效益。

4.2 不同类型生态系统服务功能间的价值比较

镇江城市湿地类型多样,水源充足,物质资源丰富,生态系统较稳定,发挥着良好的生态功能。但由于镇江湿地属于城市湿地,湿地主体区域距最繁华的镇江市中心也不足 1 km,因此,城市湿地地理位置的特殊性决定了镇江湿地受人类干扰程度较大,使得湿地类型中人工湿地所占比重较大,约 78.82%。湿地生态系统中不同湿地类型都具有其特殊的生态效益(表 3)。

表 3 不同类型生态服务功能及价值

10⁸ 元

类型	自然湿地					人工湿地				
	河流	湖泊	盐碱地	沼泽	苇地	滩涂	水库	坑塘	稻田	养殖水面
水稻生产/元										3.64×10^9
芦苇生产/元					3.50×10^7					
水产品生产/元	1.03×10^8						1.37210^9			
水源供给/元	4.99×10^9									
气候调节/元					1.60×10^8					1.09×10^9
蓄水调洪价值/元					1.22×10^8		1.07×10^9			4.32×10^9
消浪护岸和抵御风暴/元						4.06×10^7				
保护土壤/元	6.30×10^7									
成陆造地/元	1.30×10^6									
降解污染物/元	5.38×10^8									1.50×10^9
生存栖息地/元	1.20×10^7									
教育科研/元	1.80×10^7									
旅游休闲/元	1.23×10^{10}									
合计/元			1.84×10^{10}							1.30×10^{10}
单位价值/(元·hm ⁻²)			5.49×10^5							1.04×10^5

分析结果表明,尽管镇江城市湿地类型以人工湿地为主,但自然湿地的总价值 1.84×10^{10} 元,远大于人工湿地的总价值 1.30×10^{10} 元,自然湿地单位面积价值 5.49×10^5 元/hm² 也远大于人工湿地的单位面积价值 1.04×10^5 元/hm²,表明自然湿地在维护镇江

生态系统稳定性方面仍具十分重要的意义。与此同时,自然湿地生态服务功能价值主要体现在旅游休闲、水源供给和降解污染物等方面,人工湿地则体现在物质生产、尤其是水稻生产和蓄水调洪两个方面。

4.3 镇江城市湿地生态服务功能与中国及全球的

比较

全球湿地面积 $5.16 \times 10^8 \text{ km}^2$, 根据 Costanza 等^[5]的估算, 全球生态系统服务价值平均为 644.00 美元/ hm^2 , 折算后为 4 372.76 元/ hm^2 。中国湿地面积 $1.43 \times 10^7 \text{ km}^2$, 据陈仲新等^[35]估算中国生态系统服务功能价值平均值为 630.21 美元/ hm^2 , 折算后为 4 279.13 元/ hm^2 。镇江城市湿地面积 157 952.66 hm^2 , 生态服务功能价值 3.14×10^{10} 元, 单位生态服务功能价值为 198 529.74 元/ hm^2 。约是全球和中国平均水平的 46 倍。这种差距主要是由湿地生态系统的独特性造成的。由此可见, 镇江城市湿地生态系统稳定, 发挥着良好的生态功能。

5 结论

湿地在提供旅游休闲场所, 保持良好的生态与环境, 以及为人类提供更多更好的物质财富方面具有巨大的服务功能价值。在制定镇江市城市湿地建设与发展规划时, 不但要重视生态服务及物质生产功能的开发利用, 更要重视旅游休闲功能的建设, 要均衡考虑区域内各项生态服务功能, 才能合理有效地在发展经济的同时, 保护环境。

由于受资料、估算方法等方面的限制, 估算结果并没有涵盖对镇江湿地非使用价值及价值潜力的估算, 因此, 镇江市湿地生态系统服务功能的实际价值应大于本研究的评估价值。在后续工作中应着重加强对镇江市湿地非使用价值及价值潜力的评估, 与此同时, 应加强对镇江市湿地生态系统服务功能的演变和趋势的深入研究与分析, 建立对镇江市湿地生态系统服务功能的动态价值评估体系。

[参 考 文 献]

- [1] Mitsch W J, Gosselink J G, Anderson C J, et al. Wetland Ecosystems [M]. New York: John Wiley & Sons, 2009.
- [2] 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.
- [3] 许妍, 高俊峰, 黄佳聪. 太湖湿地生态系统服务功能价值评估[J]. 长江流域资源与环境, 2010, 19(6): 646-652.
- [4] Daly G C. Nature's Services: Social Dependence on Natural Ecosystems [M]. Washington DC: Island Press, 1997.
- [5] Costanza R D, Arge R, de Groot R, et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital[J]. Nature, 1997, 387(6630): 253-260.
- [6] Turner R 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] 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.
- [9] 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): 5-9.
- [10] 崔丽娟. 湿地价值评价研究 [M]. 北京: 科学出版社, 2000: 102-112.
- [11] 傅娇艳, 丁振华. 湿地生态系统服务、功能和价值评价研究进展[J]. 应用生态学报, 2007, 18(3): 681-686.
- [12] 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.
- [13] 崔丽娟. 扎龙湿地价值货币化评价[J]. 自然资源学报, 2002, 17(4): 451-456.
- [14] 郝运, 赵妍, 刘颖, 等. 向海湿地自然保护区生态系统服务效益价值估算[J]. 吉林林业科技, 2004, 33(4): 25-34.
- [15] 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.
- [16] 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.
- [17] 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.
- [18] 鄢帮有. 鄱阳湖湿地生态系统服务价值评估初步研究[J]. 资源科学, 2004, 27(3): 61-68.
- [19] 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.
- [20] 王学雷, 杜耘. 洪湖湿地价值评价与生物多样性保护[J]. 中国科学院刊, 2002(3): 177-180.
- [21] 吴玲玲, 陆健健, 董春富, 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.
- [22] 杨慧玲, 尹怀宁, 徐惠民, 等. 双台子河口滨海湿地生态系统服务功能与价值评估[J]. 国土与自然资源研究, 2009(1): 68-70.
- [23] 崔保山, 杨志峰, 李英华. 城市拓展中湿地的综合保护与发展[J]. 自然资源学报, 2004, 19(4): 462-471.
- [24] 王建华, 吕宪国. 城市湿地概念和功能及中国城市湿地保护[J]. 生态学杂志, 2007, 26(4): 555-560.
- [25] 庄大昌, 杨青生. 广州市城市湿地生态系统服务功能价值评估[J]. 热带地理, 2009, 29(5): 407-411.
- [26] 高宇, 赵斌. 上海湿地生态系统的效益分析[J]. 世界科技研究与发展, 2006, 28(4): 58-64.
- [27] Zhao Bin, Li Bo, Zhong Yang, et al. Estimation of ecological service values of wetlands in Shanghai, China [J]. Chinese Geographical Science, 2005, 15(2): 151-156.
- [28] 陈鹏. 厦门湿地生态系统服务功能价值评估[J]. 湿地科学, 2006, 4(2): 101-107.

(下转第 205 页)

景分析模式,可能是未来的研究方向之一。本研究仅是在宏观的市域尺度上进行了尝试;在微观尺度上,如何将情景分析法用于土地利用主体决策行为与土地利用结构变化的整合研究,也是值得探索的新命题。

[参 考 文 献]

- [1] Xu Yong ,Tang Qing. Land use optimization at small watershed scale on the Loess Plateau [J]. *Journal of Geographical Sciences* ,2009 ,19(10) :577-586.
- [2] 邱炳文,陈崇成. 基于多目标决策和 CA 模型的土地利用变化预测模型及其应用 [J]. *地理学报* ,2008 ,63(2) :165-174.
- [3] Wang Xinhao ,Yu Sheng , Huang G H. Land allocation based on integrated GIS-optimization modeling at a watershed level [J]. *Landscape and Urban Planning* ,2004 ,66(2) :61-74.
- [4] Huda A S. Optimal land-use allocation in central Sudan [J]. *Forest Policy and Economics* ,2006 ,8(1) :10-21.
- [5] Sadeghi S H R , Jalili K , Nikkamib D. Land use optimization in watershed scale [J]. *Land Use Policy* ,2009 ,26(2) :186-193.
- [6] 龚建周,刘彦随,张灵. 广州市土地利用结构优化配置及其潜力 [J]. *地理学报* ,2010 ,65(11) :1391-1400.
- [7] Churiee. E. Intergration of linear programming and gas for land use modeling [J]. *Intemational Journal of Geographical Information System* ,1993(1) :5-9.
- [8] 田光进,张增祥,王长有,等. 基于遥感与 GIS 的海口市土地利用结构动态变化研究 [J]. *自然资源学报* ,2001 ,16(16) :543-546.
- [9] 张明. 区域土地利用结构及其驱动因子的统计分析 [J]. *自然资源学报* ,1999 ,14(4) :381-384.
- [10] 龙花楼,李秀彬. 长江沿线样带土地利用格局及其影响因素分析 [J]. *地理学报* ,2001 ,56(4) :417-425.
- [11] 陈彦光,刘继生. 城市土地利用结构和形态的定量描述:从信息熵到分数维 [J]. *地理研究* ,2001 ,20(2) :146-152.
- [12] 刘闯. 区域土地数量结构分析模型及其应用 [J]. *中国土地科学* ,1989(3) :31-38.
- [13] 张明,朱会义,何书金. 典型相关分析在土地利用结构研究中的应用:以环渤海地区为例 [J]. *地理研究* ,2001 ,20(6) :761-767.
- [14] 郑群英,周生路,任奎. 土地利用结构优化生态效益考量方法研究 [J]. *资源科学* ,2009 ,31(4) :634-640.
- [15] 黎夏,刘小平,何晋强,等. 基于耦合的地理模拟优化系统 [J]. *地理学报* ,2009 ,64(8) :1009-1018.
- [16] 潘竟虎,石培基,赵锐锋. 基于 LP—MCDM—CA 模型的土地利用结构优化研究:以天水市为例 [J]. *山地学报* ,2010 ,28(4) :407-414.
- [17] Linneman P E , Klein H E. The use of multiple scenarios by U. S. industrial companies: A comparison study between 1977—1981 [J]. *Long Range Planning* ,1983 ,16(6) :94-101.
- [18] 张向龙,王俊,杨新军,等. 情景分析及其在生态系统研究中的应用 [J]. *生态学杂志* ,2008 ,27(10) :1763-1770.
- [19] 谢高地,甄霖,鲁春霞,等. 一个基于专家知识的生态系统服务价值化方法 [J]. *自然资源学报* ,2008 ,23(5) :911-919.
- [20] 除多,张镜铨,郝度. 拉萨地区土地利用变化情景分析 [J]. *地理研究* ,2005 ,24(6) :869-876.
- [29] 任曼丽. 城市湿地生态系统服务功能及其价值评估:以开封市湿地为例 [J]. *安徽农业科学* ,2008 ,36(16) :6935-6938 ,6942.
- [30] 韩美,张晓惠,江泓,等. 山东省寿光市湿地生态系统价值评估 [J]. *水土保持研究* ,2007 ,14(3) :281-282 ,286.
- [31] Mitsch W J , Gosselink J G. *Wetlands* [M]. New York: John Wiley & Sons ,2000.
- [32] 陆健健. *中国湿地* [M]. 上海:华东师范大学出版社,1990.
- [33] 孟宪民. 湿地与全球环境变化 [J]. *地理科学* ,1999 ,19(5) :385-391.
- [34] Ledoux L , Turner R K. Valuing ocean and coastal resources: A review of practical examples and issues for further action [J]. *Ocean & Coastal Management* ,2002 ,45(9/10) :583-616.
- [35] 陈仲新,张新时. 中国生态系统效益的价值 [J]. *科学通报* ,2000 ,45(1) :17-22.

(上接第 199 页)