

文章编号:1001-7380(2016)06-0029-05

江苏盐城沿海滩涂湿地生态系统服务价值评估

何冬梅¹, 王磊^{1*}, 倪霞², 江浩¹, 丁晶晶¹

(1.江苏省林业科学研究院, 江苏 南京 211153; 2.南京林业大学, 江苏 南京 210037)

摘要:在对盐城沿海滩涂湿地进行实地调查的基础上,运用经济学原理对该区域湿地生态服务进行了货币价值评估。结果表明:2010年盐城沿海滩涂湿地生态系统服务的总价值为801.71亿元。其中,调节服务价值最大,为591.66亿元,占总价值73.8%;其次是供给服务价值,为163.7亿元,占总价值的20.42%;支持服务价值和文化服务价值分别为34.42亿元和11.93亿元,比例分别为4.29%和1.49%。这表明盐城滩涂湿地生态系统服务价值在江苏经济发展中起着重要的作用。在今后的沿海湿地规划和管理中,要注意平衡发展各项生态服务,实现沿海滩涂湿地生态系统在经济、社会和生态价值各方面效益最大化,从而能促进区域经济和生态环境的可持续发展。

关键词:滩涂湿地;生态系统;服务功能;价值评估;盐城;江苏

中图分类号:F301.24;X171.1 **文献标志码:**A **doi:**10.3969/j.issn.1001-7380.2016.06.007

Evaluation of ecosystem service of the coastal mudflat wetland in Yancheng, Jiangsu Province

HE Dong-mei¹, WANG Lei^{1*}, NI Xia², JIANG Hao¹, DING Jing-jing¹

(1. Jiangsu Academy of Forestry, Nanjing 211153, China; 2. Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, China)

Abstract: The coastal mudflat wetland in Yancheng, Jiangsu Province provides many important ecosystem services. Based on the results of remote sensing image interpretation and field investigation, the currency value of ecosystem service was assessed by the theory of ecological economy. The results showed that the total value of the ecological services of coastal mudflat in Yancheng, Jiangsu was 80.17 billion Yuan RMB in 2010. The regulating service value of the wetland was the greatest (59.17 billion Yuan RMB), accounting for 73.8% of the total value. The provisioning service was evaluated as 16.37 billion Yuan RMB, accounting for 20.42% of the total value. The value of supporting service and cultural service were 3.44 billion Yuan RMB and 1.193 billion Yuan RMB, respectively. The ecological services of coastal mudflat wetland in Yancheng play an important role in the development of the regional economy. Therefore, the development of each ecosystem service in the future should be balanced, in order to achieve the maximization of social, ecological and economic benefits of coastal mudflat ecosystem and make the sustainable development of the economy and ecological environment.

Key words: Coastal mudflat wetland; Ecosystem; Service function; Value estimate; Yancheng; Jiangsu Province

江苏是全国海岸滩涂资源最丰富的省份,占全国海岸滩涂总面积的1/4左右^[1]。沿海滩涂湿地不仅为人类提供丰富物质资源,而且提供了多种生态服务,如调节、支持和文化等^[2-3],形成了人类生存所必需环境条件^[4]。因此,对滩涂湿地生态系统服务功能的经济价值进行定量评估,有利于理解湿地生态系统各功能间的关系,强化全社会对湿地保护

重要意义的认识,优化湿地开发利用的政策选择和管理措施。虽然近年来,研究者、公众和政府管理部门已经逐渐意识到了沿海滩涂湿地生态系统服务的重要性,但目前关于湿地生态系统服务价值的定量评价仍没有形成一套系统的评价方法。本文以盐城沿海滩涂湿地为研究对象,运用生态经济学原理对本研究区湿地生态系统服务进行货币价

收稿日期:2016-09-06;修回日期:2016-12-01

基金项目:林业公益性行业科研专项“江苏省滨海湿地生态系统服务功能与评估技术研究”(201404305)

作者简介:何冬梅(1983-),女,四川泸州人,助理研究员,博士。研究方向:生态系统生态学。E-mail:95550594@qq.com。

*通信作者:王磊(1980-),男,江苏宜兴人,副研究员,博士。从事生态系统的研究工作。

值评估,旨在为盐城沿海滩涂湿地生态系统的保护和管理提供科学依据。

1 研究区概况

盐城地处江苏北部,位于黄海和东海交汇处,具有有典型的辐射沙洲,淤长型滩涂湿地发育广泛。盐城属暖温带向亚热带过渡性气候,年均气温为 14.1℃,年降水量为 1 047.5 mm,降水多集中在夏季。该区湿地类型多样,由海洋向陆地依次为光滩、互花米草滩涂、碱蓬滩涂和芦苇滩涂,保存着较为完整的生态演替序列。根据 TM 遥感影像数据解析结果,盐城沿海滩涂湿地总面积为 36.86 万 hm²。其中,农业用地面积 9.09 万 hm²,渔业用地面积 8.33 万 hm²,盐田面积 0.52 万 hm²,光泥滩面积 12.39 万 hm²,米草滩涂面积 2.25 万 hm²,碱蓬滩涂面积 2.34 万 hm²,芦苇滩涂面积 1.52 万 hm²,茅草滩涂面积 887 hm²,河流沟渠面积为 0.33 万 hm²。

2 研究方法

2.1 采用的数据及来源

2010 年 TM 遥感影像数据解析结果,江苏省统计年鉴^[5]、盐城市统计年鉴^[6]及盐城市统计局提供的资料,研究区实地调查数据,中国知网上已经公开发表的科技文献数据。

2.2 评价指标体系和评估方法

参照 Costanza 的全球生态系统服务分类方法^[7],并结合盐城沿海滩涂湿地生态系统特点,本研究从供给、调节、支持和科研文化 4 方面对盐城沿海滩涂湿地生态系统服务进行了价值评估。具体评价指标体系包括食物供应、供水、原材料、航运、电力供应、调蓄洪水价值、大气调节价值、气候调节价值等 15 个指标(见表 1)。针对盐城沿海滩涂湿地生态系统特征以及所在区域社会经济状况,本研究采用了不同的评价方法对湿地生态系统服务各项指标进行了货币价值分析^[8-10]。各指标评价方法及计算公式见表 1。

3 结果与分析

3.1 供给服务价值

3.1.1 食物供应 研究区内食物供应包括粮油作物和海产品供应。根据盐城市统计年鉴^[6],2010 年盐城市水稻、小麦、棉花和油料作物的产量分别为 32.92, 17.92, 0.46, 2.60 万 t,按照当年的市场价

格,可得出水稻、小麦、棉花和油料作物的总价值为 13.81 亿元。由盐城市统计年鉴^[6]可知,2010 年盐城地区沿海滩涂水产品总价值为 101.98 亿元。根据表 1 公式计算,食物供应总价值为 115.79 亿元。

表 1 盐城沿海滩涂湿地生态系统服务价值评估指标及计算

指标体系	指标	评估方法	计算公式和参数说明
供给服务	食物		
	供水		
	原材料	市场价值法	$V_{物} = \sum Q_i P_i$, 式中 $V_{物}$ 为产品总价值; Q_i 为第 i 类物质的年产量; P_i 为第 i 类物质的市场价格。
	航运		
	电力		
调节服务	调蓄洪水	影子工程法	$A = O \times K + S \times H \times K$, 式中 A 为湿地调蓄洪水价值; K 为水库蓄水单位成本; O 为湿地泥炭土壤调蓄水量; S 为湿地面积; H 为洪水期平均淹没深度。
	大气调节	碳税法与造林成本法	大气调节功能价值 = 植物固 C 价值 + 释放 O ₂ 价值 - 温室气体排放价值
	气候调节	影子价格法	气候调节总价值 = 调节温度价值 + 增加湿度价值
	水质净化	影子工程法	净化水质价值 = 废水排放量 × 近岸海域水质达标率 × 污水处理费
	促淤造陆	增加国土面积法	$AW = S \times P$, 式中 AW 为湿地促淤造陆价值; S 为增加的湿地总面积; P 为当地每公顷国土的价格。
支持服务	消浪护岸	成果参数法	消浪护岸价值 = 单位面积岸滩防御风暴潮价值 × 面积 ^[11] 研究成果。
	生物多样性	成果参数法	参考 Costanza 研究成果 ^[7]
	保持土壤	机会成本法	保持土壤价值 = 减少土壤侵蚀的价值 + 减少土壤肥力流失的价值
文化服务	休闲旅游	旅行费用支出法	$V = C_1 + C_2 + C_3$, 式中 V 为休闲旅游价值(元); C_1 为旅行费用支出(元); C_2 为消费者剩余,单位为元; C_3 为旅游时间价值(元)。
	科研文化	影子价格法	科研文化价值 = 发表相关文章篇数 × 1/3 每篇论文的投入费用

3.1.2 供水 盐城滨海湿地水资源丰富,为当地居民的生产和生活都提供了大量的水资源。根据盐城市水资源公报,盐城市生活、农业和工业的地表水用水量分别为 2.879 亿, 47.748 亿和 5.916 亿 m³。根据江苏省物价局统计数据,居民用水、农业用水和工业用水价格分别为 2.5, 0.05 和 3.35 元/m³。计算得出盐城沿海滩涂湿地供水价值为 29.40 亿元。

3.1.3 原材料生产 盐城沿海滩涂湿地原材料生产包括芦苇和原盐生产。芦苇生长面积为 15 194.25 hm²,单位面积芦苇的产量为 6.3 t/hm²,可得出芦苇的总产量为 9.57 万 t,以当年市场价格 400 元/t 计算,湿地提供的芦苇原材料的产值为 0.38 亿元。江苏省 2010 年盐田总面积为 70 220 hm²,原盐总产量达 516.07 万 t,则单位面积盐田产量为 73.49 t/hm²。盐城沿海滩涂湿地盐田面积为 5 236.92 hm²,2010 年原盐平均价格为 300 元/t,可计算该研究区盐田产值为 1.15 亿元。原材料生产总价值为芦苇原料价值与原盐价值之和,共 1.53 亿元。

3.1.4 航运 根据盐城市统计年鉴^[6],盐城海上运输货运周转量为 153.53 亿 t,货运的运输单位价格为 0.08 元/t,则可计算出航运价值为 12.28 亿元。

3.1.5 电力供应 盐城沿海地区的风力发电装机总容量为 65.8 万 kW,风能发电量为 8.55 亿 kWh,当年的单位电价为 0.55 元/(kW·h)。由此,可计算出湿地电力供应价值为 4.70 亿元。

3.2 调节服务价值

3.2.1 调节洪水价值 本研究区滩涂、农田、盐田和池塘均具有调节洪水的作用。参考李健娜^[12]的研究,滩涂、农田、盐田和池塘洪水期的平均淹没深度为 1 m,研究区滩涂、农田、盐田和池塘的面积 24.47 万 hm²,则湿地在洪峰期的调节水量为 24.47×10⁸ m³。本研究中,水库蓄水成本取 0.67 元/m³^[13]。根据表 1 公式计算得出研究区内洪峰期调蓄水量价值为 24.47×10⁸ m³×0.67 元/m³,故盐城沿海滩涂湿地调节洪水的价值为 16.4 亿元。

3.2.2 大气调节价值 盐城沿海滩涂湿地主要靠米草、碱蓬、芦苇、茅草群落以及粮油作物等这几种类型进行大气调节。根据光合作用公式,植物每生产 1 g 干物质可吸收 1.63 g CO₂,释放 1.2 g O₂。根据盐城沿海滩涂湿地生态系统产生的干物质总量,利用光合作用方程式可计算出固定 CO₂量和释放 O₂量(见表 2)。本研究采用瑞典碳税率 150 美元/t(C)(按 2010 年人民币对美元汇率折合人民币 1 020 元)与中国的平均造林成本 260.9 元/t(C)的平均值 640.45 元/t(C)作为碳税标准。释放 O₂的价值采用 O₂造林成本 352.9 元/t(O₂)和工业制氧价格 0.4 元/kg(O₂)的平均值 376.5 元/吨计算。大气调节功能价值主要由植物固碳价值、释氧价值和温室气体排放损失价值构成。可计算出盐城沿

海滩涂各湿地类型总固碳价值为 2.25 亿元和总释氧价值为 3.57 亿元(见表 2)。本研究中温室气体的排放主要考虑水稻、芦苇和米草群落 CH₄的排放。温室气体排放损失价值根据温室气体排放通量、湿地面积、温室气体散放值 3 者的乘积计算^[14]。计算得出,稻田、芦苇和米草群落的甲烷排放损失价值为 885.35 万元。综合以上固碳、释氧和甲烷排放损失价值可得,盐城沿海滩涂湿地的大气调节功能总价值为 5.74 亿元。

表 2 盐城沿海滩涂湿地固碳和释氧价值

湿地类型	总生物量/t	固定 CO ₂ 量/t	释放 O ₂ 量/t	固碳价值/(万元)	释氧价值/(万元)
水稻	329 249.54	536 676.74	395 099.44	9 374.04	14 875.49
小麦	179 344.13	292 330.93	215 212.95	5 106.09	8 102.77
棉花	4 650.53	7 580.36	5 580.63	132.40	210.11
油料	26 013.49	42 401.99	31 216.19	740.63	1 175.29
米草群落	66 800.68	108 885.10	80 160.81	1 901.88	3 018.05
碱蓬群落	86 530.05	141 043.98	103 836.06	2 463.59	3 909.43
芦苇群落	95 723.78	156 029.75	114 868.53	2 725.34	4 324.80
茅草群落	2 464.09	4 016.46	2 956.90	70.15	111.33
总计				22 514.12	35 727.27

3.2.3 气候调节价值 湿地年蒸发总量 = 水面蒸发量 + 滩涂湿地蒸发量 + 光滩蒸发量。江苏平均水面蒸发量为 1 425 mm,而天然水体的蒸发量为蒸发器测得的蒸发量乘以折减系数 0.8^[15]。盐城沿海滩涂湿地水域(河流沟渠、盐田、稻田和池塘)面积为 18.28 万 hm²,则水面蒸发量为 2.08×10⁸ m³。研究区滩涂植被主要为芦苇、米草、碱蓬和茅草群落等,总面积约 6.2 万 hm²,参考奚歌等^[16]研究成果,滩涂湿地的平均蒸散量为 1 307 mm,则本研究区滩涂湿地年蒸发量为 0.81×10⁸ m³。光滩蒸发量按王根绪等^[17]关于无植被覆盖区的平均蒸发强度为 74 mm 进行计算,本研究区光滩面积为 12.39 万 hm²,则年蒸发量为 0.09×10⁸ m³。因此,可得出盐城沿海滩涂湿地年蒸发总量为 2.98×10⁸ m³。

气候调节功能总价值 = 调节温度价值 + 增加湿度价值。调节温度价值:随着温度的升高,水的汽化热会越来越小,按照取水在 100 ℃,1 标准大气压下的汽化热 2 260 kJ/kg^[15],则盐城沿海滩涂湿地能被人类利用的蒸发吸收的总热量为 2.98×10⁸×

$10^3 \text{ kg} \times 2\,260 \text{ kJ/kg} = 6.73 \times 10^{14} \text{ kJ} = 18.69 \times 10^{10} \text{ kW} \cdot \text{h}$ 。空调的能效比取 $3.0^{[15]}$,耗电量约为 $125 \text{ kW} \cdot \text{h}$,2010 年江苏省居民用电价格约为 $0.52 \text{ 元/kW} \cdot \text{h}$,得出调节温度价值为 $18.69 \times 10^{10} \text{ kW} \cdot \text{h} \div 3.0 \times 0.52 \text{ 元/(kW} \cdot \text{h)} = 323.96 \text{ 亿元}$ 。

增加湿度价值:盐城沿海滩涂湿地蒸发量损失为 $2.98 \times 10^8 \text{ m}^3$,提高了空气湿度。增加空气湿度的价值采用加湿器使用能耗进行计算,以市场上较常见的家用加湿器功率 32 W 来计算,将 1 m^3 水转化为蒸汽耗电量约为 $125 \text{ kW} \cdot \text{h}^{[15]}$,2010 年电价取 $0.52 \text{ 元/kW} \cdot \text{h}$,得出增加湿度价值为 $2.98 \times 10^8 \text{ m}^3 \times 125 \text{ kW} \cdot \text{h/m}^3 \times 0.52 \text{ 元/(kW} \cdot \text{h)} = 193.7 \text{ 亿元}$ 。

盐城沿海滩涂调节温度价值为 323.96 亿元 ,增加湿度价值为 193.7 亿元 ,故盐城沿海滩涂气候调节总价值为 517.66 亿元 。

3.2.4 水质净化价值 水质净化价值采用污染防治成本法来估算。2010 年盐城的废水排放量为 $37\,095 \text{ 万 t}$,盐城地区近岸海域为水污染物的主要接纳水体,近岸海域水质达标率为 $55.55\%^{[6]}$,则可近似认为湿地净化污水总量为 $20\,607.76 \text{ 万吨}$ 。按照当年污水处理费用为 0.55 元/吨 计算,盐城沿海滩涂湿地净化水质功能价值为 1.13 亿元 。

3.2.5 促淤造陆价值 促淤造陆功能主要包括两方面:一是加快淤积速度,二是增加土壤。根据王志明等^[18]对近 20 年江苏海岸线调查结果表明,江苏盐城滩涂面积以平均每年 580.7 hm^2 的速度增加。根据盐城年鉴^[6],2010 年每公顷国土价格为 210 元/m^2 ,促淤造陆价值为 12.19 亿元 。

3.2.6 消浪护岸价值 根据 Ledoux 的研究成果^[11],岸滩防御风暴潮的价值为 $9\,140\text{—}30\,760 \text{ 美元/hm}^2$,考虑到盐城强风暴和海浪灾害出现的频次,本文取其最低值 $9\,140 \text{ 美元/hm}^2$ (按 2010 年人民币兑美元汇率 $1:6.8$,换算为 6.22 万元/hm^2)。本研究中滩涂植被面积约为 $61\,959.56 \text{ hm}^2$ 。因此,盐城沿海滩涂湿地消浪护岸功能价值为 38.54 亿元 。

3.3 支持服务价值

3.3.1 生物多样性价值 盐城沿海滩涂具有国家级珍禽自然保护区、麋鹿国家级自然保护区、盐城丹顶鹤自然保护区等多个保护区,在维护和调节生态平衡,保持生物多样性方面起着非常重要的作用。根据 Costanza 对全球湿地生态系统服务功能研究成果,单位面积湿地生物多样性保护价值为

$2\,520.16 \text{ 元/hm}^2^{[7]}$ 。本研究只考虑该区域中自然保护区的生物多样性价值,则可根据自然保护区总面积 77.83 万 hm^2 ,计算得出盐城沿海滩涂湿地维护生物多样性功能的价值 19.61 亿元 。

3.3.2 保持土壤价值 湿地保持土壤的价值包括两个方面:一是湿地减少土壤侵蚀价值,二是湿地减少土壤肥力流失的价值。根据我国土壤侵蚀的研究成果^[19],无林地的土壤中等程度的侵蚀深度为 $(15\text{—}35) \text{ mm/a}$,侵蚀模数为 $(150\text{—}350) \text{ m}^3/(\text{hm}^2 \cdot \text{a})$ 以无林地土壤中等程度的侵蚀模数 $200 \text{ m}^3/(\text{hm}^2 \cdot \text{a})$ 作为湿地植被减少土壤侵蚀的模数。减少土壤侵蚀总量 = 减少土壤侵蚀模数 \times 有林地面积。盐城沿海滩涂植被面积为 $61\,959.56 \text{ hm}^2$,则减少土壤侵蚀量为 $200 \text{ m}^3/(\text{hm}^2 \cdot \text{a}) \times 61\,959.56 \text{ hm}^2 = 1\,239.19 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{a}$ 。全国土地耕作层的平均厚度为 0.6 m ,林地单位面积生产年平均效益 282.17 元/hm^2 ,计算得到研究区湿地减少土壤侵蚀的价值为 $1\,239.19 \times 10^4 \text{ m}^3 \div 0.6 \text{ m} \times 282.17 \times 10^{-4} \text{ 元/m}^2 = 58.28 \text{ 万元}$ 。

前期试验测得,盐城沿海滩涂湿地土壤养分平均全 N 含量 0.069% ,全 P 含量 0.076% ,全 K 含量 1.61% ,该区土壤容重取 1.44 g/cm^3 。假定侵蚀土壤中 N、P、K 元素只来源于人们施用的化肥,其中,磷酸氢二铵的 P 含量为 15.01% 、N 含量为 14% ,氯化钾的 K 含量为 50% 。由于施用磷肥的同时,也施用了氮肥,参考森林生态系统服务功能评估规范^[20],磷酸氢二铵和氯化钾的价格,分别为 $2\,400 \text{ 元/t}$ 和 $2\,200 \text{ 元/t}$ 。计算得出减少土壤肥力流失的价值为 $1\,239.19 \times 10^4 \text{ m}^3 \times 1.44 \text{ t/m}^3 \times (0.076\% \times 2\,400 \text{ 元/t} \div 15.01\% + 1.61\% \times 2\,200 \text{ 元/t} \div 50\%) = 1.4809 \times 10^9 \text{ 万元}$ 。所以,盐城沿海滩涂湿地保持土壤总价值为,减少土壤侵蚀的价值 + 减少土壤肥力流失的价值 = 14.81 亿元 。

3.4 文化服务价值

3.4.1 休闲旅游价值 据江苏省统计年鉴^[5],2010 年盐城的旅游收入为 102.18 亿元 。消费者剩余通过调查问卷得出其为旅行费用支出的 40% 左右,旅游时间价值 = 旅行总时间花费 \times 单位时间的机会成本工资,机会成本工资一般为成本工资的 $1/3$,国外游客取平均值 300 元/d ,国内游客取 50 元/d 。由此得出盐城的休闲旅游价值为 108.08 亿元 。根据盐城市国土面积为 $1\,697\,200 \text{ hm}^2$,可计算出盐城市单位面积旅游效益价值为 $6\,368.33 \text{ 元/hm}^2$,盐城沿海

滩涂具有旅游价值的湿地面积为 18.58 万 hm^2 , 则其休闲旅游价值为 11.83 亿元。

3.4.2 科研文化价值 本研究采用实际调查法计算科研文化价值,即通过每年发表论文的总投入来计算。通过在中国知网上搜索盐城沿海湿地相关文章,2010 年共发表的中文文献共计 45 篇;在 Science Direct 上搜索,2010 年共发表相关文献 36 篇。参考王其翔^[21]计算每篇论文的投入费用 35.76 万元,由于我国的科研项目完成期一般为 3 年,本文每篇文献的投入费用取其 1/3。可计算出盐城沿海滩涂湿地文化科研价值为 965.52 万元。

4 结 论

本研究通过对江苏盐城沿海滩涂湿地的 4 大类生态服务功能的价值评估,得到 2010 年盐城沿海滩涂湿地生态系统服务功能的总价值为 801.71 亿元,占江苏省 GDP 的 1.96%,占盐城 GDP 的 35.63%,在社会经济发展中占有重要地位。从所评估的 4 大类湿地生态系统服务功能价值的大小看,调节服务价值>供给服务价值>支持服务价值>文化服务价值。调节服务和供给服务价值是盐城沿海滩涂湿地生态系统提供的主要价值,占总价值的 94%。从评价指标看,气候调节价值最大,为 517.66 亿元,表明盐城沿海滩涂资源丰富,在该区域发挥着气候调节器的功能,对区域小气候的调节有重要作用。总体而言,虽然沿海滩涂湿地各项生态服务功能的价值有所差异,但是彼此之间相互联系,密不可分。因此,在今后的沿海湿地规划和管理中,要注意平衡各项生态服务功能的发挥,使沿海湿地生态功能在经济、社会和生态价值各方面效益最大化,从而能促进该区域经济和生态环境的可持续发展。

参考文献:

- [1] 王 敏,阮俊杰,王 卿,等.上海市滩涂湿地生态服务价值评价[C].中国环境科学学会学术年会论文集,2011: 2864-2870.
- [2] 韩 爽,张华兵.盐城市沿海滩涂湿地生态服务价值研究[J].特区经济,2010(11): 54-55.
- [3] 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.
- [4] 张振明,刘俊国,申碧峰,等.永定河(北京段)河流生态系统服务价值评估[J].环境科学学报,2011,31(9): 1851-1857.
- [5] 江苏省统计局.江苏统计年鉴(2011)[Z].北京:中国统计出版社,2011.
- [6] 盐城市统计局.盐城统计年鉴(2011)[Z].北京:中国统计出版社,2011.
- [7] COSTANZA R, D'ARCE R, DE GROOT R, et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital[J]. Nature, 1997, 387: 253-260.
- [8] 刘玉龙,马俊杰,金学林,等.生态系统服务功能价值评估方法综述[J].中国人口·资源与环境,2005,15(1): 88-92.
- [9] 孔东升,张 灏.张掖黑河湿地自然保护区生态服务功能价值评估[J].生态学报,2015,35(4): 972-983.
- [10] 张晓惠.黄河三角洲湿地生态服务功能价值评估[D].济南:山东师范大学,2007.
- [11] 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: 583-616.
- [12] 李健娜.杭州西溪湿地生态系统服务功能研究[D].重庆:西南大学,2006.
- [13] 欧阳志云,赵同谦,王效科,等.水生态服务功能分析及其间接价值评价[J].生态学报,2004,24(10): 2091-2099.
- [14] 肖笃宁,裴铁凡,赵 羿.辽河三角洲湿地景观的水文调节与防洪功能[J].湿地科学,2003,1(1): 21-25.
- [15] 崔丽娟,庞丙亮,李 伟,等.扎龙湿地生态系统服务价值评价[J].生态学报,2016,36(3): 828-836.
- [16] 奚 歌,刘绍民,贾 立.黄河三角洲湿地蒸散量与典型植被的生态需水量[J].生态学报,2008,28(11): 5356-5369.
- [17] 王根绪,程国栋.干旱内陆流域生态需水量及其估算——以黑河流域为例[J].中国沙漠,2002,22(2): 129-134.
- [18] 王志明,李秉柏,严海兵,等.近 20 年江苏省海岸线和滩涂面积变化的遥感监测[J].江苏农业科学,2011,39(6): 555-557.
- [19] 中国生物多样性国情研究报告编委会.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: 45-123.
- [20] 国家林业局.森林生态系统服务功能评估规范(LY/T1721-2008)[M].北京:中国标准出版社,2008.
- [21] 王其翔.黄淮海海洋生态系统服务评估[D].青岛:中国海洋大学,2009.