

DOI: 10.5846/stxb201510152077

程敏, 张丽云, 崔丽娟, 欧阳志云. 滨海湿地生态系统服务及其价值评估研究进展. 生态学报, 2016, 36(23): 7509-7518.

Cheng M, Zhang L Y, Cui L J, Ouyang Z Y. Progress in ecosystem services value valuation of coastal wetlands. Acta Ecologica Sinica, 2016, 36(23): 7509-7518.

滨海湿地生态系统服务及其价值评估研究进展

程 敏¹, 张丽云¹, 崔丽娟², 欧阳志云^{1,*}

1 中国科学院生态环境研究中心城市与区域生态国家重点实验室, 北京 100085

2 中国林业科学研究院湿地研究所, 北京 100091

摘要:滨海湿地是介于海陆之间的过渡地带, 具有丰富的生物多样性和很高的生产力, 能为人类提供诸多生态系统服务, 但它又是对人类活动极为敏感的生态脆弱区。沿海经济的发展使湿地资源的有限性与人类需求的无限性之间的矛盾日益突出, 导致湿地多样性丧失、服务功能退化等。在阐述滨海湿地特征及其服务产生机理的基础上, 介绍了运用经济学方法对生态系统服务进行评价的进展, 分析了各方法的优缺点及应用情况, 最后对滨海湿地生态系统服务价值评估中存在的问题进行了总结归纳, 评估所面临的困难一方面来自生态系统本身的复杂性; 另一方面来自经济学方法的局限性。因此今后的研究应从生态系统服务的形成机制入手, 注重生态学及经济学理论的结合, 改善评估方法, 提高评估结果的有效性和可信度, 为湿地资源管理及生态补偿机制制定提供有力支持。

关键词:生态系统服务; 价值; 评估方法; 滨海湿地

Progress in ecosystem services value valuation of coastal wetlands

CHENG Min¹, ZHANG Liyun¹, CUI Lijuan², OUYANG Zhiyun^{1,*}

1 State Key Laboratory of Urban and Regional Ecology, Research Centre for Eco-Environmental Sciences, Chinese Academy of Science, Beijing 100085, China

2 Institute of Wetland Research, Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091, China

Abstract: Coastal ecosystems provide diverse goods for people in terms of food, fuel, income, and other uses. More importantly, coastal ecosystems can also deliver ecosystem services to human society through provisioning, regulating, cultural, and supporting services, which influence human welfare both directly and indirectly. Humans can manage ecosystem processes by rearranging the components and structures of the ecosystem (reclamation, overfishing and altering land use) to produce or deliver services that meet their demands better. Driven by economic benefits, people have over-exploited coastal resources, which gradually have led to the degradation of coastal ecosystems. Alteration and degradation of coastal ecosystems results in weaknesses in the delivery of ecosystem services. Anthropogenic factors are thought to be the main drivers responsible for ecosystem degradation, loss, and alteration, and, therefore, the estimation of the value of the services embedded in coastal ecosystems may be an efficient way to raise people's consciousness of the importance of coastal ecosystem protection. However, coastal ecosystems are becoming under increasing threat as a result of biological capture, overfishing, and over-exploitation because some services that this ecosystem offers are not traded in markets. The value of ecosystem goods and services can be estimated and then expressed in monetary and non-monetary terms, which will help people recognize the importance of coastal ecosystems and alter the behavior that leads to ecosystem loss. Ecosystem service assessment can supplement better management choices and guide regional and national development plans.

Key Words: ecosystem services; value; valuation methods; coastal wetlands

基金项目: 林业行业科研专项资助项目 (201404305)

收稿日期: 2015-10-15; 修订日期: 2016-04-21

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: zyouyang@rcees.ac.cn

滨海湿地生态系统为人类社会提供了丰富的生态系统产品和服务^[1-2],直接或间接地影响着人类社会的生存、发展、健康和福利^[3],而人类活动又强烈地影响着滨海湿地生态系统提供服务的形式与能力。随着人口的迅速增长,当前人类对滨海湿地生态系统服务和产品的需求已远远超出其供给水平,且未来这种需求还会持续攀升^[4-5]。人类对滨海湿地生态系统干预能力的提高和规模的日益扩大导致了空前的滨海生态危机,如围填海^[6]、过度渔猎、污染、海岸侵蚀等^[7-8],这不仅导致滨海湿地生态系统多样性丧失^[9],而且严重威胁、削弱了滨海湿地生态系统功能。为遏制滨海湿地生态系统退化趋势,保障其持续为人类提供生态系统产品和服务的能力,需科学评估滨海湿地生态系统产品和服务的价值,让全社会认识到生态系统带来的巨大生态、社会和经济效益,提高人类对滨海湿地生态系统的保护意识。科学合理的评估还能管理部门制定滨海资源开发战略提供政策建议^[10],更好地保障滨海资源的可持续利用^[11]。本文对滨海湿地生态系统服务及其产生机理进行了详细描述,并对生态系统服务价值评估方法进行了归纳和总结,以期对滨海湿地生态系统服务价值评估研究提供借鉴。

1 滨海湿地及其生态系统服务

1.1 滨海湿地定义、特征及生态类型

滨海湿地是海洋生态系统和陆地生态系统之间的过渡地带,由连续的沿海区域、潮间带区域以及包括河网、河口、盐沼、沙滩等在内的水生态系统组成^[12],受海陆共同作用的影响,是比较脆弱的生态敏感区。关于滨海湿地的定义,国内外学者都有一些比较重要的论述,但目前还没有比较全面的科学定义。《中华人民共和国海洋环境保护法》明确规定,滨海湿地是指低潮时水深浅于 6m 的水域及其沿岸浸湿地带,包括水深不超过 6m 的永久性水域,潮间带(或泛洪地带)和沿海低地等^[13]。陆健健以湿地公约及美国和加拿大等国的湿地定义为基础,结合我国的实际情况将滨海湿地定义为:路缘为 60%以上湿生植物的植被区、水缘为海平面以下 6m 的近海区域,包括江河流域中自然的或人工的、咸水的或淡水的所有富水区域(枯水期水深 2m 以上的水域除外),不论区域内的水是流动的还是静止的、间歇的还是永久的^[14]。此定义基本涵盖了潮间带的主要地带及与之关系密切的相邻区域^[15]。

由以上定义,滨海湿地具有以下 3 个明显特征:(1)水,地表常具积水或土壤过湿;(2)适应永久性或季节性湿地条件的特有植被或动物;(3)独特的土壤和沉积条件,土层严重潜育化或有泥炭的形成和积累,不同于毗邻的非湿地区域^[16]。水文条件是滨海湿地属性中决定性因子,水文状况的变化决定着湿地的结构、过程和功能^[17]。滨海植被是湿地的生产者,也是其他生物类群生长和代谢所需能量的来源。浮游植物是滨海湿地食物链的初始环节,直接或间接地为浮游动物、鱼虾及其幼体提供食物;而以芦苇、碱蓬、互花米草、红树林等为主的高等植物不仅为湿地鸟类和其它湿地动物提供了栖息地,也是滨海湿地分类的重要依据。适应湿生环境的哺乳动物、两栖类,以及水生动物等是滨海湿地最主要的消费者。滨海湿地土壤既是物质转化和交换的媒介,又是植物可利用化学物质的储存库。

目前国内外还没有统一的滨海湿地分类标准与方案。Cowardin 提出的成因分类法^[18]根据成因将湿地划分为海洋、河口、河流、湖泊和沼泽五大系统,但未对滨海湿地作出单独划分。Ramser 湿地公约中将滨海湿地分为 12 类,但未对人工滨海湿地进行详细划分(表 1)。Brinson 于 1993 年提出了水文动力学分类方法^[19],按照地貌位置属性将湿地划分为四大系统,其中海岸地貌湿地被单独划分出来。我国许多学者也对滨海湿地进行过划分。1996 年《全国湿地资源调查与监测技术规程》根据 Ramser 分类体系,将我国湿地划分为 5 大类 28 型,其中滨海湿地包括 12 型(表 1),涵盖了全部的自然滨海湿地类型^[20]。陆健健^[14]根据滨海湿地植被特征、土壤和淹水程度的差异将我国滨海湿地划分为 10 个类型。牟晓杰等^[21]在总结分析国内外相关研究以及系统调查的基础上,建立了我国滨海湿地的综合分类、水文分类和植被分类系统,这一分类系统虽有待于验证和完善,但是目前为止较为系统、详细的分类体系,其建立和应用将有助于不同部门、不同区域以及不同层次滨海湿地调查数据的共享和对比分析。此外,Zuo 等^[22]、赵焕庭^[23]、陈建伟^[24]、杨爱民^[25]、丁东^[26]、倪晋仁^[27]

等都都对滨海湿地进行分类,各分类方法虽然不同,但没有太大的差别。各分类方法与人们对湿地效益认识的加深、对湿地定义内涵逐渐扩展是密不可分的,湿地资源调查和监测对分类的需要促进了分类系统的逐渐完善^[24]。

表 1 滨海湿地类型划分

Table 1 Classification of coastal wetlands

深海和海岸湿地 (Ramsar 公约) Deepsea and coastal wetlands (Ramsar convention)	近海及海岸湿地 (湿地资源调查,1996) Inshore and coastal wetlands (The national wetland survey,1996)	深海和海岸湿地 (Ramsar 公约) Deepsea and coastal wetlands (Ramsar convention)	近海及海岸湿地 (湿地资源调查,1996) Inshore and coastal wetlands (The national wetland survey,1996)
-浅海水域	-浅海水域	-海床	-潮下水生层
-珊瑚礁	-珊瑚礁	-岩石性海岸	-岩石性海岸
-砂砾海岸	-潮间沙石海滩	-河口水域	-潮间淤泥海滩
-滩涂	-潮间盐水沼泽	-盐沼	-红树林沼泽
-潮间带森林湿地	-海岸性咸水湖	-咸水、碱水泻湖	-海岸性淡水湖
-海岸淡水湖	-河口水域	-海滨岩溶洞穴水系	-三角洲湿地

1.2 生态系统服务定义及分类

Daily^[28]将生态系统服务定义为自然生态系统及其物种所提供的能够满足和维持人类生活需要的条件和过程。Costanza 等^[29]则认为生态系统服务是人类直接或间接从生态系统中获得的收益,并将生态系统服务划分为 17 类。千年生态系统评估(Millennium Ecosystem Assessment, MA)对生态系统服务的定义和 Costanza 基本相同,但 MA 将生态系统服务分为了供给服务、调节服务、支持服务和文化服务四大类^[30],这一定义和分类方案目前已得到公众和学术界的接受,并被广泛使用^[31]。此外,Boyd 和 Banzhaf^[32]、Wallace^[33]、TEEB^[34]、Fisher^[35]、欧阳志云和王如松^[36]等都对生态系统服务进行了定义和分类(表 2)。虽然国内外学者对生态系统服务定义的理解和分类方案有所不同,但大都涵盖三方面的内容:即自然生态系统是生态系统服务产生的主体;生态系统服务通过生态系统过程和状况体现,并以人类偏好为基础;生态系统服务对人类经济社会的生存与发展具有支持作用^[37]。李琰等^[38]对主要的生态系统服务定义和分类进行了详细的总结。

1.3 滨海湿地生态系统服务的产生

基于 Daily 对生态系统服务的定义,滨海湿地生态系统服务是指由滨海湿地生态系统及其生态过程所提供的、人类赖以生存的自然环境条件及效用。滨海湿地生态系统是其服务产生的基础,包括各种生物组分和非生物组分,其中生物组分是构成滨海湿地生态系统的主体,各项服务的产生离不开生物组分的参与,且生态系统生物群落的组成和数量的变化,以及非生物环境的改变都会对滨海湿地生态系统服务的种类和质量产生影响。因此,没有滨海湿地生态系统组分参与的过程所提供的产品或服务不属于滨海湿地生态系统服务。陈尚^[42]、张朝晖等^[43]针对海洋生态系统提出了类似观点。

滨海湿地生态系统服务产生于其自身结构和功能之上。滨海湿地生态系统的生物组分中的生产者主要有草本植物、乔木、灌木和浮游植物等;消费者主要包括具有飞翔能力的鸟类和昆虫、适应湿生环境的哺乳类、两栖类和爬行类,以鱼类为代表的水生动物,以及种类繁多的底栖无脊椎动物;细菌和真菌是最主要的分解者类群。尹小娟等^[44]对湿地生态系统的物理化学生物过程对应的不同生态功能和生态系统服务进行了总结,参照此研究结果,从生理生态过程的角度出发,将滨海湿地生态系统每一组分或功能与其所提供的服务联系起来,得到滨海湿地生态系统服务产生过程(图 1)。滨海湿地生态系统服务或产品的产生主要有两个途径:一是滨海湿地生态系统生物组分或系统整体直接产生;二是系统内的组分之间相互作用产生某些功能,再由这些功能产生相应的生态系统服务^[45]。

滨海湿地生态系统为人类提供了多项对改善生态环境以及福祉至关重要的服务(图 1)^[46]。供给服务是

指人类从生态系统获得的产品,如食物(尤其是鱼类)和纤维是人类生存与发展所必须的;调节服务(从生态系统过程的调节作用获得的效益)和支持服务(生态系统提供其它服务的基础)对于维持为人类提供诸多惠益的重要生态系统起着至关重要的作用;此外,滨海湿地在教育、美学、科研、文化、精神等方面也具有重大的价值,为人类的休闲娱乐、旅游活动以及科研教育等提供了丰富的资源。

表 2 主要的生态系统服务定义和分类
Table 2 Main definitions and classifications of coastal ecosystem services

生态系统服务定义 The definitions of ecosystem services	分类系统 Classification system	资料来源 Sources
人类直接或间接地从生态系统中获取的收益	17 类	Costanza 等 ^[29]
自然过程和组分提供产品和服务,直接或间接满足人类需要的能力	调节功能、栖息地功能、生产功能、信息功能 四大类,23 小类	De Groot 等 ^[39]
人类从生态系统中获取的收益	供给服务,调节服务,文化服务和支持服务	MA ^[4]
自然生态系统或物种用于构成、维持和满足人类生活的状态和过程	—	Daily ^[28]
最终生态系统服务是直接被享用、消费或使用以产生人类福祉的自然组分	—	Boyd&Banzhaf ^[32]
生态系统服务是生态系统过程产生的特定结果,用于直接维持、提高人类生活或维护生态系统产品的质量	—	Brown 等 ^[40]
人类从生态系统中获得的收益	充足的资源、捕食者/疾病/寄生虫保护、友好自然和化学环境、社会文化成就 4 大类	Wallace ^[33]
生态系统对人类福祉的直接和简介贡献	供给服务、调节服务、文化服务和支持服务 4 大类,22 个小类	TEEB ^[34]
生态系统用于(主动或被动)产生人类福祉的方面	中间服务、最终服务	Fisher 等 ^[35]
生态系统对人类福祉的贡献,来源于生物和非生物部分的相互作用	供给、调节和维护、文化服务 3 大类,9 亚类,23 组	CICES
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	有机质合成与生产、生物多样性的产生于维持、调节气候、减轻洪涝与干旱灾害、土壤的生态服务功能、传粉与种子的扩散、有害生物的控制、环境净化共 8 项	欧阳志云等 ^[36]
人类从生态系统中获取的收益	物质产品、生态安全维护功能和景观文化承载功能共 3 类 12 项	谢高地等 ^[41]

滨海湿地生态系统服务的实现主要通过相互作用的生态系统和经济系统两个途径。每一种服务的实现途径都不完全相同。遗传物质、调节气候、生物调节、水文状况、防治侵蚀、调控自然灾害、养分循环、土壤形成、物种多样性主要通过滨海湿地生态系统自身的结构和过程实现,不依赖于人类社会的经济活动;食物、淡水、纤维和燃料、生物化学品、控制污染和脱毒、精神和灵感、休闲娱乐、教育以人类社会为载体,通过各种社会经济活动得以实现,为人类社会提供福祉。

2 滨海湿地生态系统服务价值评估

人类需求赋予了生态系统服务价值。生态系统服务总经济价值(Total Economic Value, TEV)包括直接使用价值(指人类可以直接利用的生态系统产品或服务所产生的价值,主要对应于供给服务和文化服务)、间接使用价值(指能够维持人类社会的经济活动和人类福利,但无法商品化的服务,主要对应于调节服务和支持服务)、非使用价值(包括存在价值、遗产价值和内在价值)。

Costanza 指出:“为量化湿地生态系统的潜在价值,明确其对人类社会的影响,同时为了建立未来研究的框架,迫切需要进行湿地生态系统服务价值评估”^[29]。

2.1 滨海湿地生态系统服务价值评估方法

滨海湿地生态系统服务经济价值评估主要有 3 种方法:直接市场法,揭示偏好法和陈述偏好法^[1]。这些

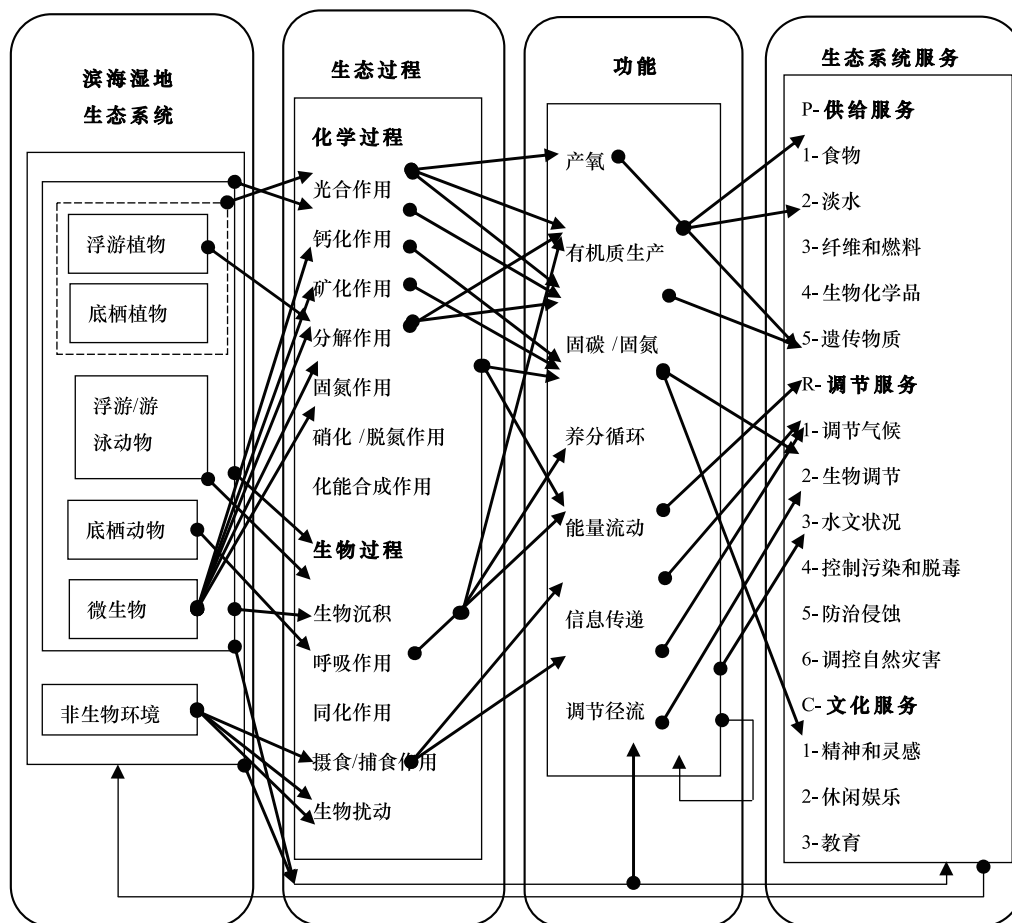


图1 滨海湿地生态系统服务产生机理及其分类

Fig.1 Generation mechanism and classification of coastal ecosystem services

方法有3个特点:1)以 Costanza、De Groot 或 MA 对生态系统服务的分类体系为基础,对确定的服务类型进行估算;2)分项并选用不同方法计算各类生态系统服务的价值,采用加和的方式得到总的服务价值;3)将人的意愿纳入无定形服务价值量化研究中,修复了支付意愿法的不确定性,引入不同各人的偏好差异以及支付意愿法与生态系统权重赋值相结合的方法等^[47]。

2.1.1 直接市场法

直接市场法以生态系统产品或服务的市场交易价格为基础估算其经济价值。主要包括市场价值法、生产函数法、替代成本法等。

张华等^[48]采用市场价值法对辽宁省滨海湿地产出的海水产品、稻田产出的稻米、盐田产出的海盐以及芦苇沼泽的产出和供给进行了估算。Engle^[49]利用该方法对墨西哥海湾滨海湿地的供给服务进行了估算。Knowler 等^[50]使用生产函数法对加拿大西海岸鲑鱼淡水栖息地的价值进行了估算。

2.1.2 揭示偏好法

揭示偏好法是通过考察人们与市场相关的行为,特别是在于环境联系紧密的市场中所支付的价格或他们获得的利益,间接推断出人们对生态系统产品或服务的偏好,以此来估算环滨海湿地环境质量变化的经济价值,常用于估算使用价值。常用的方法主要包括旅行费用法、享乐价格法和随机效用模型。

Prayaga 等^[51]使用旅行费用法估算了 Capricorn 海岸的渔业休闲价值。James 等^[52]利用享乐价格法对 Peconic 海湾项目的实施带来的房价的变化来表示 Peconic 海湾的价值,研究结果表明:休闲娱乐场所面积大小、距离主道路远近等对 Peconic 海湾的价值具有强烈的影响。

2.1.3 陈述偏好法

陈述偏好法是通过询问人们在假设情况下对生态系统产品或服务的定价来估算此项服务的价值。使用价值和非使用价值均可用此方法来衡量。常用的方法主要有两种:条件价值法和选择实验模型法。

条件价值法是利用效用最大化原理,以得到商品或服务的价值为目的,采用问卷调查直接询问人们在模拟市场中对某项生态系统服务改善的支付意愿或放弃某项服务而愿意忍受的接受意愿,以此揭示被调查者对环境物品和服务的偏好,从而最终得到公共物品非使用经济价值^[53]。其核心是直接调查咨询人们对生态系统服务的支付意愿或接受意愿,并以支付意愿或接受意愿来表达生态系统服务的经济价值^[54]。Atkins 等^[55]采用该方法对丹麦居民改善兰纳峡湾水质的支付意愿进行调查,并进行了决策树和回归分析,结果表明,受访者对减轻水体富营养化具有强烈的支付意愿。

2.2 滨海湿地生态系统服务价值评估方法应用

本文以 MA 提出的生态系统服务分类体系为基础,结合滨海湿地特点,选取主要的生态系统服务构建评价指标体系,对国内外学者常用的评估方法进行总结归纳,为今后滨海湿地生态系统服务估值研究提供参考(表 3)。

表 3 滨海湿地主要生态系统服务价值评估方法

Table 3 Valuation methods for primary coastal ecosystem services

评价指标 Valuation index	核算指标 Calculating index	核算方法 Calculating methods
供给服务	物质生产	市场价值法^[56-57] $V = \sum A_i Y_i P_i$ V 为产品价值(元); Y_i 为第 i 类产品的产量(kg/hm^2); P_i 为第 i 类产品市场价格(元/t); A 为滨海湿地面积(hm^2)
		替代成本法^[58] $V = V_c + V_o = 1.63BAR_c P_c + 1.19BAP_o$ V 为固碳释氧总价值(元); V_c 为固碳价值(元); V_o 为释氧价值(元); B 为植被年净生产力(t/hm^2); A 为植被面积(hm^2); R_c 为 CO_2 中 C 所占的比例,即 12/44; P_c 为固碳成本价(元/t); P_o 为工业制氧成本(元/t)
调节服务	调节气候	影子工程法^[48,58] $V = AHP$ V 为水源涵养价值(元); A 为湿地面积(hm^2); H 为湿地平均水深(m); P 为替代水库工程修建成本(元/m^3)
	水分状况	替代成本法^[58] $V = (R_N P_N + R_P P_P) A$ V 为水质净化价值(元); R_N、R_P 分别为湿地单位面积氮、磷去除率(t/hm^2); P_N、P_P 分别为氮、磷处理成本(元/kg); A 为湿地面积(hm^2); Q 为污水排放量(t); P 为污水处理成本(元/t)
	水质净化	污染防治成本法^[59] $V = QP$
	消浪护岸	成果参照法 $V = \alpha AP$ V 为水质净化价值(元/a); α 为转换系数; A 为湿地面积(hm^2); P 为单位面积湿地消浪护岸价值(元 $\text{hm}^{-2} \text{a}^{-1}$)
文化服务	旅游休闲	旅行费用法^[51] 步骤:a、定义和划分游客的出发区域;b、对游客进行抽样调查,收集所需的数据;c、计算各个区域的旅游率;d、估计出相应需求函数;e、绘制出各区域的需求曲线;f、加总各区域旅行者的消费者剩余,即为该区域的生态价值;
		条件价值法^[60-61] 步骤:a、创建一个假象市场;b、通过调查获得个人的支付意愿(WTP)或受偿意愿(WTA);c、回收问卷,估计平均的 WTP 或 WTA;d、估计支付意愿/受偿意愿曲线;e、加总数据

续表

评价指标 Valuation index		核算指标 Calculating index	核算方法 Calculating methods
支持服务	提供生境	提供生境	替代成本法 用建设和维护保护区的费用替代某滨海湿地为物种提供栖息地功能的价值; 条件价值法 生态价值法 主要依靠人们的支付意愿,凭借主观的对于某种资源价值的认识来确定这种资源的真正的价值 生产函数法 ^[50]

3 滨海湿地生态系统服务价值评估中的问题和展望

3.1 滨海湿地生态系统服务价值评估中存在的问题

滨海湿地生态系统服务价值评估的理论和方法都已比较完善,能够为滨海湿地生态系统管理及政策制定提供建议。但由于滨海湿地生态系统本身的复杂性和人类认知的局限性,目前,滨海湿地生态系统服务价值量化过程中仍然存在以下问题:

3.1.1 生态系统服务分类的多样性

滨海湿地生态系统服务的产生是一个十分复杂的过程,生态系统功能和生态系统服务之间并不是一一对应的关系。生态系统结构的复杂性造就了生态系统功能和服务的多样性,加之生态系统服务空间分布的不均衡性以及人类的选择偏好,生态系统服务之间出现了此消彼长的权衡和相互增益的协同等形式。由此可见,生态系统服务之间是相互联系的,如上文所述,目前的分类系统仅是简单地将生态系统服务划分为互不联系的类型,不仅人为地割裂了生态系统服务之间的联系,而且容易导致重复计算的问题。不同学者使用不同的分类体系,评估结果也缺乏可比性,从而影响其参考价值。因此,有的学者认为,与其估算生态系统服务价值的绝对值,倒不如研究生态系统变化引起的价值变化的意义更大^[62]。

3.1.2 生态系统服务价值评估方法的局限性

生态系统服务价值量化主要使用的是福利经济学中的一些方法,而货币化的评估结果往往很难反映滨海湿地生态系统价值的丰富程度,而且人类对生态系统服务的选择偏好会随着时间发生改变,此时,福利经济学方法的适用性和评估结果的有效性将会受到质疑。大量的文献均指出每一种经济评估方法都存在各自的优点和不足^[63-67]、崔丽娟^[68]对几种常用的评估方法进行了详细的总结和归纳。每一种生态系统服务通常有多种不同的评估方法,且不同的评估对象和评估目标往往需要选取不同的评估指标和评估方法,因此,评估结果的差别也很大,缺乏可比性^[10]。

3.1.3 数据获取困难

对无法在市场进行交换的滨海湿地生态系统服务价值进行估算时,多采用替代市场法、假象市场法和成果参照法等,大多研究区域缺乏可靠、完整的生态监测数据,如通过社会调查获取数据,不仅调查过程费时费力,且人为构造的假想市场受主观影响很大,易造成研究结果与实际情况偏离^[44]。

3.2 展望

根据目前滨海湿地生态系统服务价值评估研究现状,为使滨海湿地生态系统服务价值评估更具科学性和可靠性,今后的研究工作应加强以下几方面内容的研究。

3.2.1 优化、统一湿地生态系统服务分类方案

上文已对生态系统服务分类进行了详细介绍。即使是同一研究目标,不同的分类方案得出的评价结果相差较大。重视源头优化湿地生态系统服务分类,能够使评价结果更为精确。且统一的分类方案有助于评价指标的建立和选取。

3.2.2 结合评估对象和目标选择评估方法

生态系统服务价值评估方法各有优缺点,但总体看来直接市场法的可信度高于替代市场法,而替代市场

法的可信度又高于模拟市场法。因此,针对不同的评估对象和评估目标选取评估方法时,应遵循以下基本原则:首先选用直接市场法,若条件不具备则采用替代市场法,当两种方法都无法采用时才使用模拟市场法^[69]。

3.2.3 推行生态监测,建立数据网络共享平台

数据的缺乏往往使生态系统服务价值评估结果的可靠性受到质疑,而通过生态监测不仅能获得连续的数据,而且还能反映研究区域的环境质量状况。另外,3S 等技术的应用也可以在时空序列上积累数据,为湿地生态系统服务价值评估提供可靠的数据基础。

4 小结

滨海湿地是自然界生物多样性最丰富的生态系统之一,也是人类最重要的生存环境之一,具有巨大的物质生产功能和社会、环境、经济功能。本文详细介绍了滨海湿地生态系统的结构和特征,对生态系统服务的定义及分类进行了详细分析,总结归纳了滨海湿地生态系统服务价值评估的主要方法,并针对其中存在的问题进行了深入探讨,指出目前研究中存在割裂生态系统服务之间的联系、重复计算等问题。在回顾国内外研究现状的基础上,认为优化并统一生态系统服务分类体系、结合研究背景和目标建立合理的评估指标体系以及推行生态监测、建立数据网络共享平台是未来湿地生态系统服务价值评估中需要进一步深化和探索的研究内容。

生态系统服务价值评估是联系生态系统研究与管理决策的关键环节,评估的目的是为了全面地认识生态系统服务的现状及其变化趋势,并以简单的方式向公众和决策者提供生态信息,从而辅助决策者更好地制定出生态保护规划与管理,以促进人类社会与生态环境的共同可持续发展^[70]。

参考文献 (References):

- [1] UNEP-WCMC. Marine and coastal ecosystem services: valuation methods and their practical application. UNEP-WCMC Biodiversity Series No.33. Cambridge: UNEP-WCMC, 2011: 1-46.
- [2] Camacho-Valdez V, Ruiz-Luna A, Ghermandi A, Berlanga-Robles C A, Nunes P A L D. Effects of land use changes on the ecosystem service values of coastal wetlands. *Environmental Management*, 2014, 54(4): 852-864.
- [3] Song W, Deng X Z, Yuan Y W, Wang Z, Li Z H. Impacts of land-use change on valued ecosystem service in rapidly urbanized North China Plain. *Ecological Modelling*, 2015, 318: 245-253.
- [4] Millennium Ecosystem Assessment. Ecosystems and Human Well-Being: A Framework for Assessment. Washington, DC: Island Press, 2005.
- [5] Vitousek P M, Mooney H A, Lubchenco J, Melillo J M. Human domination of earth's ecosystems. *Science*, 1997, 277(5325): 494-499.
- [6] Sun Z G, Sun W G, Tong C, Zeng C S, Yu X, Mou X J. China's coastal wetlands: conservation history, implementation efforts, existing issues and strategies for future improvement. *Environment International*, 2015, 79: 25-41.
- [7] EEA. 10 messages for 2010 marine ecosystems. Copenhagen: EEA, 2010: 16-16.
- [8] Cao W Z, Wong M H. Current status of coastal zone issues and management in China: a review. *Environment International*, 2007, 33(7): 985-992.
- [9] Lopes R, Videira N. Valuing marine and coastal ecosystem services: an integrated participatory framework. *Ocean & Coastal Management*, 2013, 84: 153-162.
- [10] Rao N S, Ghermandi A, Portela R, Wang X W. Global values of coastal ecosystem services: a spatial economic analysis of shoreline protection values. *Ecosystem Services*, 2015, 11: 95-105.
- [11] Su S L, Xiao R, Jiang Z L, Zhang Y. Characterizing landscape pattern and ecosystem service value changes for urbanization impacts at an eco-regional scale. *Applied Geography*, 2012, 34: 295-305.
- [12] Cicin-Sain B, Knecht R W. Integrated Coastal and Ocean Management: Concepts and Practices. Washington DC: Island Press, 1998.
- [13] 关道明. 中国滨海湿地. 北京: 海洋出版社, 2012.
- [14] 陆健健. 中国滨海湿地的分类. 环境导报, 1996, (1): 1-2.
- [15] 张晓龙, 李培英, 李萍, 徐兴永. 中国滨海湿地研究现状与展望. 海洋科学进展, 2005, 23(1): 87-95.
- [16] Maltby E, Acreman M C. Ecosystem services of wetlands: pathfinder for a new paradigm. *Hydrological Sciences Journal*, 2011, 56(8): 1341-1359.

- [17] 高永刚, 赵慧颖, 李翀, 宋卫士, 孟军. 基于气象水文因子的呼伦湖湿地消长综合模型研究. 冰川冻土, 2012, 34(6): 1310-1318.
- [18] Cowardin L M, Carter V, Golet F C, LaRoe E T. Classification of Wetlands and Deepwater Habitats of the United States. Washington, D.C: U.S. Department of the Interior, Fish and Wildlife Service, Office of Biological Services, 1979.
- [19] Albert D A, Wilcox D A, Ingram J W, Thompson T A. Hydrogeomorphic classification for great lakes coastal wetlands. Journal of Great Lakes Research, 2005, 31(S1): 129-146.
- [20] 刘爱智. 河北省滨海湿地动态变化分析与效益评价研究[D]. 石家庄: 河北师范大学, 2007: 67-67.
- [21] 牟晓杰, 刘兴土, 阎百兴, 崔保山. 中国滨海湿地分类系统. 湿地科学, 2015, 13(1): 19-26.
- [22] Zuo P, Li Y, Liu C A, Zhao S H, Guan D M. Coastal wetlands of china: changes from the 1970s to 2007 based on a new wetland classification system. Estuaries and Coasts, 2013, 36(2): 390-400.
- [23] 赵焕庭, 王丽荣. 中国海岸湿地的类型. 海洋通报, 2000, 19(6): 72-82.
- [24] 陈建伟, 黄桂林. 中国湿地分类系统及其划分指标的探讨. 林业资源管理, 1995, (5): 65-71.
- [25] 杨爱民, 王芳, 刘蓓, 刘孝盈. 我国湿地分类与分布特征及水问题分析. 中国水土保持科学, 2006, 4(3): 87-92.
- [26] 丁东, 李日辉. 中国沿海湿地研究. 海洋地质与第四纪地质, 2003, 23(1): 109-12.
- [27] 倪晋仁, 殷康前, 赵智杰. 湿地综合分类研究: I. 分类. 自然资源学报, 1998, 13(3): 214-221.
- [28] Daily G C. Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems. Washington, DC, USA: Island Press, 1997.
- [29] Costanza R, d'Arge R, de Groot R, Farber S, Grasso M, Hannon B, Limburg K, Naeem S, O'Neill R V, Paruelo J, Raskin R G, Sutton P, van den Belt M. The value of the world's ecosystem services and natural capital. Nature, 1997, 387(6630): 253-260.
- [30] 张永民. 生态系统与人类福祉: 评估框架. 北京: 中国环境科学出版社, 2007: 499-505.
- [31] Luisetti T, Turner R K, Bateman I J, Morse-Jones S, Adams C, Fonseca L. Coastal and marine ecosystem services valuation for policy and management: managed realignment case studies in England. Ocean & Coastal Management, 2011, 54(3): 212-224.
- [32] Boyd J, Banzhaf S. What are ecosystem services? The need for standardized environmental accounting units. Ecological Economics, 1997, 63(2/3): 616-626.
- [33] Wallace K J. Classification of ecosystem services: problems and solutions. Biological Conservation, 2007, 139(3/4): 235-246.
- [34] Pascual U, Muradian S R P. The economics of valuing ecosystem services and biodiversity. London/Washington: Earthscan, 2010.
- [35] Fisher B, Turner R K, Morling P. Defining and classifying ecosystem services for decision making. Ecological Economics, 2009, 68(3): 643-653.
- [36] 欧阳志云, 王如松. 生态系统服务功能、生态价值与可持续发展. 世界科技研究与发展, 2000, 22(5): 45-50.
- [37] 文一惠, 刘桂环, 田至美. 生态系统服务研究综述. 首都师范大学学报: 自然科学版, 2010, 31(3): 64-69.
- [38] 李琰, 李双成, 高阳, 王羊. 连接多层次人类福祉的生态系统服务分类框架. 地理学报, 2013, 68(8): 1038-1047.
- [39] de Groot R S, Wilson M A, Boumans R M J. A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. Ecological Economics, 2002, 41(3): 393-408.
- [40] Brown T C, Bergstrom J C, Loomis J B. Defining, valuing, and providing ecosystem goods and services. Natural Resources Journal, 2007, 47(2): 329-376.
- [41] 张彪, 谢高地, 肖玉, 伦飞. 基于人类需求的生态系统服务分类. 中国人口·资源与环境, 2010, 20(6): 64-67.
- [42] 陈尚, 张朝晖, 马艳, 石洪华, 马安青, 郑伟, 王其翔, 彭亚林, 刘健. 我国海洋生态系统服务功能及其价值评估研究计划. 地球科学进展, 2006, 21(11): 1127-1133.
- [43] 张朝晖, 吕吉斌, 丁德文. 海洋生态系统服务的分类与计量. 海岸工程, 2007, 26(1): 57-63.
- [44] 尹小娟, 宋晓谕, 蔡国英. 湿地生态系统服务估值研究进展. 冰川冻土, 2014, 36(3): 759-766.
- [45] 王其翔, 唐学玺. 海洋生态系统服务的产生与实现. 生态学报, 2009, 29(5): 2400-2406.
- [46] 赵士洞, 赖鹏飞. 千年生态系统评估报告集(二). 北京: 中国环境科学出版社, 2007.
- [47] 宋豫秦, 张晓蕾. 论湿地生态系统服务的多维度价值评估方法. 生态学报, 2014, 34(6): 1352-1360.
- [48] 张华, 张丽媛, 伏捷, 康旭. 辽宁省滨海湿地类型及生态服务价值研究. 湿地科学, 2009, 7(4): 342-350.
- [49] Engle V D. Estimating the provision of ecosystem services by gulf of Mexico coastal wetlands. Wetlands, 2011, 31(1): 179-193.
- [50] Knowler D J, MacGregor B W, Bradford M J, Peterman R M. Valuing freshwater salmon habitat on the west coast of Canada. Journal of Environmental Management, 2003, 69(3): 261-273.
- [51] Prayaga P, Rolfe J, Stoeckl N. The value of recreational fishing in the Great Barrier Reef, Australia: a pooled revealed preference and contingent behaviour model. Marine Policy, 2010, 34(2): 244-251.
- [52] Opaluch J J, Grigalunas T, Diamantides J, Mazzotta M, Johnston R. Recreational and resource Economic values for the Peconic estuary system. Washington, D.C: U.S. Environmental Protection Agency, 1999.
- [53] Loomis J B, Walsh R G. Recreation Economic Decisions: Comparing Benefits and Costs. 2nd ed. State College, Pennsylvania: Venture Publishing

Limited Company, 1997.

- [54] 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. 应用生态学报, 1999, 10(5): 635-640.
- [55] Atkins J P, Burdon D, Allen J H. An application of contingent valuation and decision tree analysis to water quality improvements. *Marine Pollution Bulletin*, 2007, 55(10/12): 591-602.
- [56] 张绪良, 陈东量, 徐宗军, 张朝晖, 叶思源. 黄河三角洲滨海湿地的生态系统服务价值. 科技导报, 2009, 27(10): 37-42.
- [57] 郑伟, 石洪华, 徐宗军, 张绪良. 滨海湿地生态系统服务及其价值评估——以胶州湾为例. 生态经济, 2012, (1): 179-182.
- [58] 孟祥江, 朱小龙, 彭在清, 黄勇, 吴良忠. 广西滨海湿地生态系统服务价值评价与分析. 福建林学院学报, 2012, 32(2): 156-162.
- [59] 杨慧玲, 尹怀宁, 徐惠民, 马广文. 双台子河口滨海湿地生态系统服务功能与价值评估. 国土与自然资源研究, 2009, (1): 68-70.
- [60] Ressurreição A, Gibbons J, Dentinho T P, Kaiser M, Santos R S, Edwards-Jones G. Economic valuation of species loss in the open sea. *Ecological Economics*, 2011, 70(4): 729-739.
- [61] Lipton D. The value of improved water quality to Chesapeake bay boaters. *Marine Resource Economics*, 2004, 19(2): 265-270.
- [62] 杨光梅, 李文华, 闵庆文. 生态系统服务价值评估研究进展——国外学者观点. 生态学报, 2006, 26(1): 205-212.
- [63] 周慧滨, 左旦平. 旅行成本法在我国应用中存在的几个问题. 自然资源学报, 2006, 21(3): 489-499.
- [64] Boutwell J L, Westra J V. Benefit transfer: a review of methodologies and challenges. *Resources*, 2013, 2(4): 517-527.
- [65] Kumar M, Kumar P. Valuation of the ecosystem services: a psycho-cultural perspective. *Ecological Economics*, 2008, 64(4): 808-819.
- [66] Spangenberg J H, Settele J. Precisely incorrect? Monetising the value of ecosystem services. *Ecological Complexity*, 2010, 7(3): 327-337.
- [67] Ariza E, Ballester R, Rigall-I-Torrent R, Saló A, Roca E, Villares M, Jiménez J A, Sardá R. On the relationship between quality, users' perception and economic valuation in NW Mediterranean beaches. *Ocean & Coastal Management*, 2012, 63: 55-66.
- [68] 崔丽娟. 湿地价值评价研究. 北京: 科学出版社, 2001.
- [69] 陆健健, 何文珊, 童春富, 王伟. 湿地生态学. 北京: 高等教育出版社, 2006.
- [70] 张立伟, 傅伯杰. 生态系统服务制图研究进展. 生态学报, 2014, 34(2): 316-325.