

DOI: 10.5846/stxb201306041325

夏涛, 陈尚, 张涛, 王敏. 江苏近海生态系统服务价值评估. 生态学报, 2014, 34(17): 5069-5076.

Xia T, Chen S, Zhang T, Wang M. Valuation of ecosystem services in Jiangsu coastal waters. Acta Ecologica Sinica, 2014, 34(17): 5069-5076.

江苏近海生态系统服务价值评估

夏 涛^{1,2}, 陈 尚^{2,*}, 张 涛², 王 敏³

(1. 中国海洋大学环境科学与工程学院, 青岛 266003; 2. 国家海洋局第一海洋研究所, 青岛 266061;

3. 中国海洋大学生命学院, 青岛 266003)

摘要: 海洋生态系统服务是人类从海洋生态系统中获得的效益, 对沿海地区社会经济具有重要的支撑作用。采用国家标准《海洋生态资本评估技术导则》的方法, 评估了江苏省管辖海域的生态系统服务价值, 并揭示了其空间分布特征。江苏近海海域面积 1.18 万 km², 2008 年提供的生态系统服务总价值为 426.02 亿元, 供给服务、文化服务、调节服务和支撑服务价值分别为 226.38 亿元, 186.61 亿元, 12.68 亿元和 0.34 亿元; 3 个沿海地市比较, 盐城近海生态系统服务价值最高, 为 184.55 亿元; 其次是连云港近海, 为 155.58 亿元; 南通近海最低, 为 85.89 亿元。江苏近海生态系统服务价值空间分布密度平均为 361.91 万元/km², 从近岸到远海总体呈逐渐降低趋势, 高值区主要分布在滨海旅游区和海洋保护区, 中值区出现在养殖区, 其它海域的服务价值则较低。江苏近海生态系统服务利用属于供给服务和文化服务共同主导的综合开发利用型, 连云港近海属于文化服务主导的开发利用型, 盐城近海属于供给服务和文化服务共同主导的综合开发利用型, 南通近海则属于供给服务主导的开发利用型。建议在江苏近海开展离岸养殖工程, 以提高近海供给服务价值; 在盐城, 特别是南通近岸海域开发海洋公园、渔家乐和其他亲水性旅游活动以提高文化服务价值。

关键词: 江苏; 近海; 生态系统服务; 价值评估

Valuation of ecosystem services in Jiangsu coastal waters

XIA Tao^{1,2}, CHEN Shang^{2,*}, ZHANG Tao², WANG Min³

1 College of Environmental Science and Engineering, Ocean University of China, Qingdao 266003, China

2 The First Institute of Oceanography, State Oceanic Administration, Qingdao 266061, China

3 College of Marine Life Sciences, Ocean University of China, Qingdao 266003, China

Abstract: Marine ecosystem services represent the benefits people obtain from the marine ecosystem as a key support for socioeconomic development. The value, structure and spatial distribution of ecosystem services in Jiangsu coastal waters can provide important information for socioeconomic policy and planning. This paper evaluates the ecosystem services in Jiangsu coastal waters and tries to reveal their spatial distribution characteristics based on the national standards, "Technical Directives for Marine Ecological Capital Assessment". Ecosystem services indicators were selected based on the state of the environment and resources in Jiangsu coastal waters. Provision services in Jiangsu coastal waters include mariculture, fishing and oxygen production. Regulating services include climate regulation and waste processing. Culture services include research and tourism. Supporting services include biodiversity and ecosystem diversity support. The spatial distribution of each ecosystem service was obtained using the Kriging interpolation method or "Vector to Raster" method. In 2008, the total ecosystem services value was 42.60 billion CNY in 11800 km² coastal waters of Jiangsu. The value of provisioning services, cultural services, regulating services and supporting services was 22.64 billion CNY, 18.66 billion CNY, 1.27

基金项目: 国家海洋局青年基金资助项目 (2013722); 国家海洋局第一海洋研究所中央级科研院所基本科研业务经费资助项目 (2013G41); 海洋公益性行业科研专项经费资助项目 (201105005)

收稿日期: 2013-06-04; **网络出版日期:** 2014-07-02

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: qdes@163.com

billion CNY, and 0.034 billion CNY, respectively, accounting for 53.14%, 43.80%, 3.00%, and 0.08%, respectively, of the total value. Yancheng coastal waters had the highest marine ecosystem services value, Lianyungang had medium value and Nantong coastal waters held the lowest value. The spatial density of the ecosystem services value of Jiangsu coastal waters averaged 3.62 million CNY/km², varying between 1.15—849.17 million CNY/km². Lianyungang coastal waters had the highest spatial density of ecosystem services value, Yancheng had medium value, whilst Nantong coastal waters held the lowest spatial density. The spatial density of ecosystem services in coastal waters was mainly dominated by the provisioning and culture services. The spatial density of provisioning service value varied little, however, a huge fluctuation existed in the spatial density of the culture service value; the spatial density of Nantong was 5.80 million CNY/km², Yancheng was 1.19 million CNY/km², and Nantong was only 400 CNY/km². The coastal tourism area and marine protected area showed the highest density of ecosystem services value, while the mariculture area showed a medium density and other areas were at lower density levels. The tourism area had a high recreation service value and the marine protected area had a high ecosystem diversity supporting service. A generally decreasing trend existed from onshore to offshore in Jiangsu coastal waters. From onshore to three nautical miles offshore showed a higher spatial density of ecosystems services value and had 64.16% of total ecosystem services value in Jiangsu coastal waters with many tourism areas, marine protected areas and mariculture areas in this zone. The spatial density of ecosystem services value was mainly determined by mariculture between three and twelve nautical miles offshore, a generally decreasing trend existed in this area with a decreasing mariculture area. The ecosystem services in Jiangsu coastal waters shows comprehensive development and utilization, dominated by both provisioning services and cultural services. Lianyungang was dominated by cultural services, Yancheng was dominated by both provisioning and cultural services and Nantong was dominated by provisioning services. Offshore aquaculture should be developed to increase provisioning services value in Jiangsu coastal waters. Marine parks and fishermen's family hotels should be established in Yancheng, especially in Nantong coastal waters, to increase cultural services value. Ecosystem health should be maintained in coastal waters when promoting the ecosystem services value.

Key Words: Jiangsu; coastal waters; ecosystem services; valuation

海洋生态系统服务是指人类从海洋生态系统获得的效益,包括供给、调节、文化和支持四组服务^[1]。海洋生态系统服务价值评估是对一定海域内海洋生态系统服务的货币化度量,其对国民经济核算、海洋生态系统服务有偿使用、生态赔偿或补偿、海洋或海岸空间规划、海岸带综合管理、碳交易等均具有重要价值^[2]。

国内外学者针对海洋生态系统服务构成要素开展了深入研究,并取得共识。Peterson 等^[3]提出了 5 项海洋生态系统服务;Costanza 等^[4]认为海洋生态系统提供了 12 项服务;徐丛春等^[5]认为海洋生态系统提供了 10 项服务;陈尚、张朝晖等^[1,6]基于联合国千年生态系统评估提出的海洋生态系统服务评估框架(MA 2003)归纳并提出了海洋生态系统服务构成要素,认为海洋生态系统服务包括供给、调节、文化和支持四组,共 14 项服务。此分类体系得到了学界的广泛采用^[6-8],并被纳入国家标准《海洋生态资本评

估技术导则》。

国内外开展了大量海洋生态系统服务价值评估研究,主要针对海湾^[5,9-10]、海岛、红树林^[11-12]、滨海湿地^[13]等自然生态类型。然而,按照行政管辖范围评估海域生态系统服务价值,有针对性地提出管理对策建议,对于政府的海洋管理与开发更加迫切。彭本荣等^[14]开展了厦门海岸带生态系统服务价值评估,提出调整海域使用金标准、实施生态补偿的政策建议;陈尚等^[15]评估山东海域生态系统服务价值并分析其对海洋产业的支撑作用;李京梅等^[16]通过福建罗源湾海洋生态系统服务对区域经济贡献度的实证分析,提出了区域经济发展对策;Glenn-Marie 等^[17]通过评估桑给巴尔岛海洋生态系统服务价值和利益相关者分析,提出了桑给巴尔岛海洋生态系统可持续开发利用方案;Sarah 等^[18]通过建立海洋生态系统服务均衡模型优化美国俄勒冈州海岸空间规划。以上研究多基于海洋生态系统服务价值及组

成结构提出对策与建议,缺少详细的服务价值空间分布信息。如果综合海洋生态系统服务价值组成结构和高分辨率空间分布信息,将可为区域海洋空间规划、生态补偿/赔偿标准确定、海洋精细化管理提供更充分的科学依据。

因此,本文采用国标《海洋生态资本评估技术导则》中的方法,评估江苏管辖海域的生态系统服务价值,绘制了生态系统服务价值空间分布图,以揭示其结构特征和空间分布规律,并提出江苏近海生态系统服务开发利用对策与建议。

1 评估海域、评估方法、评估指标和数据来源

1.1 评估海域

江苏管辖海域北起苏鲁交界的绣针河口,南抵长江口北侧,宽度为离岸 12 海里的海域,总面积 1.18 万 km^2 ,其中连云港近海 2012 km^2 ,盐城 5874 km^2 ,南通 3885 km^2 。全省自然海岸线长约 1007 km,海岸类型主要包括砂质海岸、基岩海岸和粉砂淤泥质海岸。

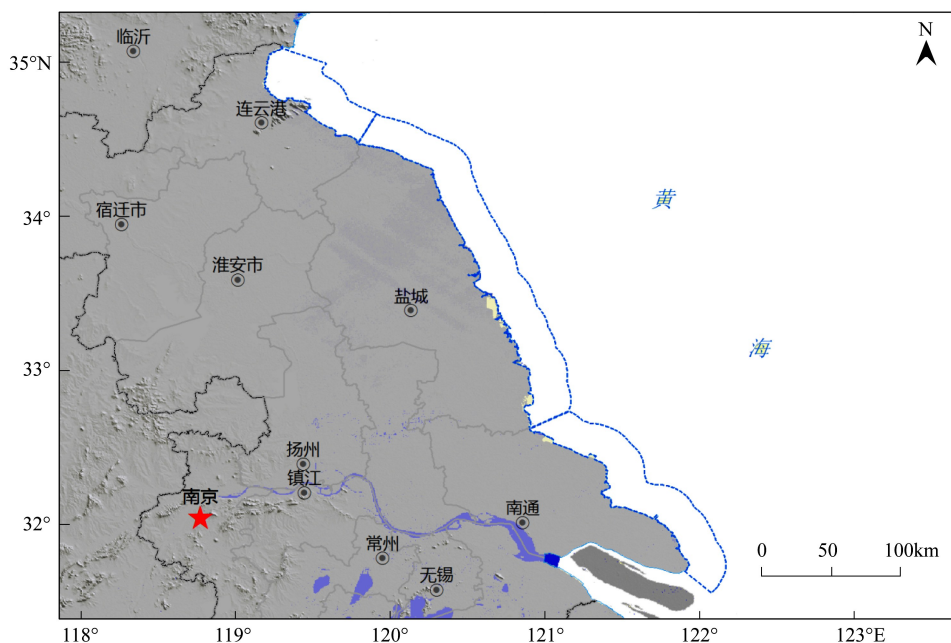


图 1 江苏近海生态系统服务评估范围

Fig.1 Spatial domain of ecosystem services assessment of Jiangsu coastal waters

1.2 评估指标

江苏近海生态系统服务包括四组:供给服务、调节服务、文化服务和支持服务。其中,供给服务包括养殖生产、捕捞生产、氧气生产和提供基因资源;调节服务包括气候调节、废弃物处理、生物控制和干扰调节;文化服务包括休闲娱乐、科研服务和文化用途;支持服务包括初级生产、营养物质循环、物种多样性维持和生态系统多样性维持。海洋生态系统服务价值评估主要考虑那些可计量、可货币化的服务要素,根据江苏海域的实际情况,江苏海域供给服务评估指标考虑养殖生产、捕捞生产和氧气生产;调节服务评估指标考虑气候调节和废弃物处理;文化服务评估指标考虑休闲娱乐和科研服务;支持服务评估指标考虑物种多样性维持和生态系统多样性

维持。

1.3 评估方法

本文中江苏近海生态系统服务评估方法均来自国家标准《海洋生态资本评估技术导则》(GB/T 28058—2011)。

1.4 数据来源

本文采用数据主要来自国家和江苏省海洋综合调查专项的调查数据,以 2008 年作为评价基准年。其它年份的数据采用国标《海洋生态资本评估技术导则》的方法调整到 2008 年。所有评估数据均针对江苏海域内的生态系统服务价值要素,非评估海域的数据尽可能剥离剔除。

江苏省养殖生产数据和捕捞数据来自 2008 年《中国渔业统计年鉴》和《江苏统计年鉴》;养殖用海

面积与分布数据来自《江苏省海域使用基础调查报告》,捕捞数据中来自评估海域外的捕捞生产数据已经剔除;海产品价格来自南京水产品批发市场。

江苏近海氧气生产量和二氧化碳固定量分别采用近海浮游植物和大型海藻通过光合作用生产的氧气量和吸收的二氧化碳量进行评估。浮游植物氧气产量和二氧化碳吸收量根据初级生产力,基于光合作用方程计算获得,初级生产力利用国家和江苏省海洋综合调查专项提供的浮游植物叶绿素浓度、同化系数及水层透光度计算得到。大型藻类氧气产量和二氧化碳固定量根据大型藻类干重实测值,基于光合作用方程计算获得,因江苏近海缺乏大型海藻干重调查数据,以近海养殖及捕捞的大型海藻的总量去除含水量计算数据替代,数据来自 2008 年《中国渔业统计年鉴》和《江苏统计年鉴》。氧气价格为 567 元/t^[15],二氧化碳价格以 2008 年北京环境交易所的二氧化碳排放权平均交易价格为准,为 106.2 元/t。

江苏省及沿海各地市废水排放量数据来自 2008 年《中国环境统计年鉴》和《江苏省环境状况公报》。江苏省废水处理单价由废水处理设施年运行成本除以废水处理设施处理能力计算得到,废水处理设施与废水处理设施年运行成本来自 2008 年《中国环境统计年鉴》。废水处理单价为 0.75 元/t。

江苏近海海洋旅游景区的年旅游人数、旅游收入及其他数据来源于 2008 年《江苏省统计年鉴》。

以江苏省近海为研究区的海洋类科技论文数量通过维普中文科技文献搜索引擎获得。科技论文的单位成本根据国家海洋局 2006 年 8 月发布的《2005 年海洋科技年报》推算,每篇海洋类科技论文的平均科研经费投入 35.76 万元。

江苏近海海洋保护物种和海洋保护区资料来自

有关保护区、保护物种的报告和国家海洋局网站。被访居民的性别、年龄、受教育程度、年收入、家庭人口数、认捐数额等数据通过本研究的问卷调查获得。调访地区人口总数、平均家庭人口数、人均年收入等资料来自 2008 年《江苏省统计年鉴》。

1.5 空间叠加分析

基于 ArcGIS 9.0 软件,把江苏省近海评估区域划分成尺寸为 100 m×100 m 的单元格。运用克里金插值法将氧气生产和气候调节的服务价值插值到整个评估区域;按地市将养殖生产服务价值平均分配到其养殖区;将捕捞生产、科研服务和物种多样性维持服务价值平均分配到评估区域;按地市将废弃物处理价值平均分配到其污染海域;按地市将休闲娱乐服务价值平均分配到各旅游海域;按地市将生态系统多样性维持服务价值平均分配到各海洋保护区。将上述 9 项指标通过空间叠加运算得到江苏省近海生态系统服务价值空间分布图。

2 评估结果

江苏近海生态系统服务总价值为 426.02 亿元(表 1)。其中供给服务为 226.38 亿元,占总价值的 53.14%;文化服务价值为 186.61 亿元,占总价值的 43.80%;调节服务为 12.68 亿元,占总价值的 2.98%;支持服务为 0.34 亿元,占总价值的 0.08%。江苏近海生态系统服务以供给服务和文化服务为主,二者合计为 652.40 亿元,占总服务价值的比例高达 96.94%。江苏近海 9 项生态系统服务中主要以休闲娱乐、养殖生产和捕捞生产等 3 项为主(表 2),其价值分别为 186.51 亿元、113.90 亿元和 82.48 亿元,占总服务价值比例分别为 43.78%、26.73% 和 19.36%,合计占总服务价值的 89.87%。

表 1 江苏省沿海 4 组生态系统服务价值

Table 1 Four group ecosystem services value in Jiangsu coastal waters in 2008

海域 Coastal waters	供给服务/万元 Provisioning service	调节服务/万元 Regulating service	文化服务/万元 Cultural service	支持服务/万元 Supporting service	合计/万元 Total
连云港	354384.11	34369.95	1166511.31	563.67	1555829.04
盐城	1084525.18	59731.77	699466.99	1791.67	1845515.61
南通	824910.82	32744.49	158.64	1088.37	858902.32
江苏省	2263820.12	126846.21	1866136.94	3443.71	4260246.97

江苏省沿海各地市中盐城近海生态系统服务价值量最高,为 184.55 亿元,占全省价值量的 43.32%,

其服务价值主要以供给服务和文化服务为主,分别为 108.45 亿元和 69.95 亿元,合计占总服务价值的 96.67%。连云港市近海生态系统服务价值居于第二,为 155.58 亿元,占全省价值量的 36.52%,其服务价值主要以文化服务和供给服务为主,分别为

116.65 亿元和 35.44 亿元,合计占总服务价值的 97.76%。南通市近海生态系统服务价值量最低,为 86 亿元,其服务价值主要以供给服务为主,为 82.49 亿元,占总服务价值的 96.04%。

表 2 2008 年江苏省近海生态系统服务价值构成
Table 2 Nine type ecosystem services value in Jiangsu coastal waters in 2008

类型 Type	海域 Coastal water			
	连云港	盐城	南通	江苏省
氧气生产 Oxygen production/万元	99265.40	136607.60	64224.40	300097.40
养殖生产 Aquaculture/万元	60427.77	379567.62	384763.31	824758.70
捕捞生产 Fishing/万元	194690.94	568349.96	375923.11	1138964.02
气候调节 Climate regulation/万元	24308.08	33442.01	15728.87	73478.96
废弃物处理 Waste treatment/万元	10061.87	26289.76	17015.62	53367.25
休闲娱乐 Entertainment/万元	1165995.73	699149.71	0	1865145.44
科研服务 Research/万元	515.58	317.28	158.64	991.5
物种多样性维持 Biodiversity maintenance/万元	563.67	1645.48	1088.37	3297.52
生态系统多样性维持 Ecosystem diversity maintenance/万元	0	146.18	0	146.18
合计 Total/万元	1555829.04	1845515.61	858902.32	4260246.97

3 讨论

3.1 江苏近海生态系统服务利用类型

江苏近海生态系统服务价值以供给服务和文化服务为主(图 2),二者合计占总服务价值的 96.94%,近海生态系统服务利用是以供给服务和文化服务共同主导的综合开发利用型。沿海各地市近海生态系统服务利用类型存在一定的差异,连云港近海属于文化服务主导的开发利用型,供给服务价值较低,应通过增养殖提高其供给服务价值;盐城近海属于供给服务和文化服务共同主导的综合开发利用型,而文化服务价值相对较低,应适当加强近海旅游活动开展,提高文化服务价值;南通近海属于供给服务主导的开发利用型,文化服务价值极少,应在近岸海域适当开发海洋公园、渔家乐和其他亲水性旅游活动以提升文化服务价值。

江苏近海生态系统服务价值总计 426.02 亿元,支撑着 2114.5 亿元的海洋生产总值,主要支撑着海水养殖和滨海旅游等产业。每 1 元海洋生态系统服务价值支撑着 4.96 元的海洋生产总值。

3.2 江苏近海生态系统服务价值空间分布

2008 年,江苏近海生态系统服务价值的空间分布密度平均 361.91 万元/km²(图 3,表 3),变化范围

在 115.12—84917.06 万元/km²之间,主要空间分布特征如下:(1)江苏沿海各地市近海生态系统服务价值空间分布密度从高至低,依次为连云港、盐城和南通;各地市近海生态系统服务价值空间分布密度主要由供给服务和文化服务价值空间分布密度决定;其供给服务价值空间分布密度差别较小,而文化服务差异较大,连云港为 579.73 万元/km²,盐城为 119.08 万元/km²,而南通仅为 0.04 万元/km²。(2)江苏近海生态系统服务价值高值区主要分布在滨海旅游景区和海洋保护区等区域,由于旅游景区具有较高的休闲娱乐服务价值,海洋保护区则具有较高的生态系统多样性维持服务价值。(3)江苏近海生态系统服务价值空间分布密度从近岸到远海基本呈逐渐降低的趋势(图 4)。由于近岸至离岸 3 海里海域存在大量海洋旅游景区、海洋保护区和养殖区,服务价值空间密度较高,该海域生态系统服务价值占总服务价值的比例高达 64.16%;3 海里至 12 海里海域服务价值空间分布密度主要由养殖生产决定,向外海随着海水养殖区域降低,服务价值空间分布密度也逐渐降低。因此,应在远海区域开展离岸养殖工程,实现海洋生态资源的合理开发与有效利用,提高江苏近养殖生产服务价值。

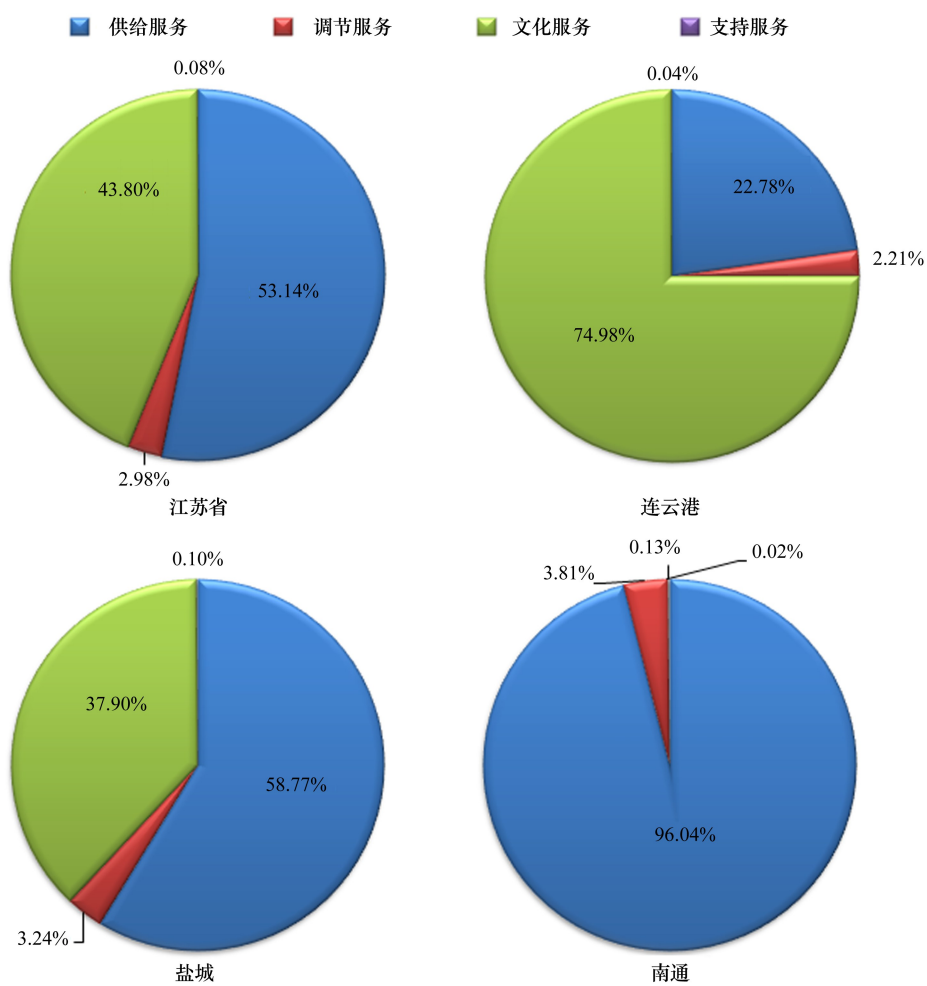


图2 江苏近海生态系统服务价值组成

Fig.2 Component of ecosystem services value of Jiangsu coastal waters

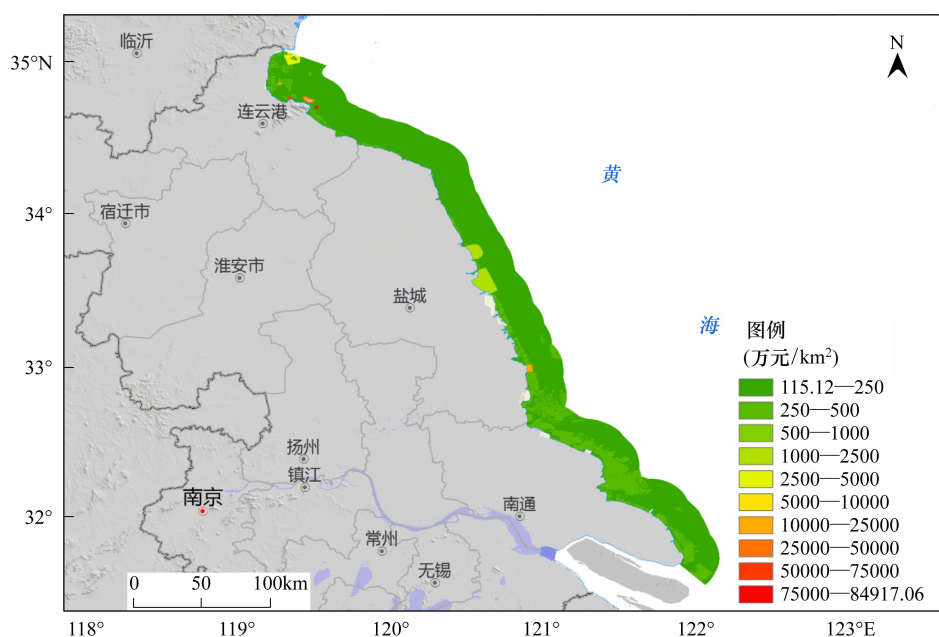


图3 2008年江苏近海生态系统服务价值分布

Fig.3 Spatial distribution of ecosystem services value in Jiangsu coastal waters in 2008

表 3 2008 年江苏近海生态系统服务价值空间分布密度

Table 3 Spatial density of ecosystem services value in Jiangsu coastal waters in 2008

海域 Coastal waters	供给服务/(万元/km ²) Provisioning service	调节服务/(万元/km ²) Regulating service	文化服务/(万元/km ²) Cultural service	支持服务/(万元/km ²) Supporting service	合计/(万元/km ²) Total
连云港	176.12	17.08	579.73	0.28	773.21
盐城	184.63	10.17	119.08	0.31	314.18
南通	212.32	8.43	0.04	0.28	221.07
全省	192.31	10.78	158.53	0.29	361.91

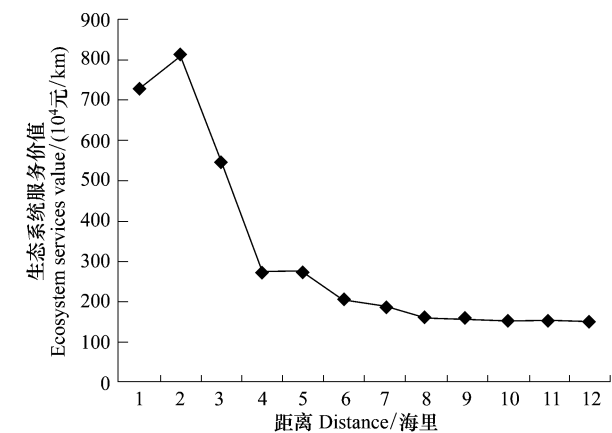


图 4 2008 年江苏近海生态系统服务价值空间密度变化趋势

Fig.4 Trends of spatial density of ecosystem services value in Jiangsu coastal waters in 2008

3.3 江苏近海生态系统服务价值与生态系统健康

本文通过评估 2008 年江苏管辖海洋生态系统服务价值,在掌握服务价值组成结构、区域差异和空间分布特征的基础上,提出了增加江苏近海生态系统服务价值的具体措施。该措施只考虑江苏近海生态系统总服务价值的提升,而没有考虑其健康状态,伴随着生态系统服务价值的增加,生态系统结构、功能和完整性等方面可能遭受损害,进而影响生态系统的可持续性,该措施存在一定的不足。

因此,应在保证江苏近海生态系统健康的前提下,采用各类提高生态系统服务价值的方法或措施,以实现生态系统服务价值最大化和生态系统的可持续发展与利用。

4 结论

2008 年江苏近海生态系统服务价值 426.02 亿元,其中供给服务 226.38 亿元,调节服务 12.68 亿元,文化服务 186.61 亿元,支持服务 0.34 亿元。

江苏近海生态系统服务利用是以供给服务和文化服务共同主导的综合开发利用型;连云港近海属

于文化服务主导的开发利用型,供给服务价值较低,应通过增养殖提高其供给服务价值;盐城近海属于供给服务和文化服务共同主导的综合开发利用型,文化服务价值相对较低,应适当加强近海旅游活动开发,提高文化服务价值;南通近海属于供给服务主导的开发利用型,文化服务价值极少,应在近岸海域适当开发海洋公园、渔家乐和其他亲水性旅游活动以提升文化服务价值。江苏近海生态系统服务价值总计 426.02 亿元,支撑着 2114.5 亿元的海洋生产总值,每 1 元海洋生态系统服务价值支撑着 4.96 元的海洋生产总值。

江苏近海生态系统服务空间密度从近岸到远海总体呈逐渐降低趋势,高值区主要分布在海洋旅游景区和海洋保护区,近海服务价值主要集中在 0—3 海里的区域;应适当开展离岸养殖工程,实现海洋水域资源的合理利用与有效开发,增加供给服务价值。

应在保证江苏近海生态系统健康的前提下,采用各类提高生态系统服务价值的方法或措施,以实现生态系统服务价值最大化和生态系统的可持续发展与利用。

References:

[1] Chen S, Zhang Z H, Ma Y, Shi H H, Ma A Q, Zheng W, Wang Q X, Peng Y L, Liu J. Program for service evaluation of marine ecosystems in China waters. *Advances in Earth Science*, 2006, 21 (11): 1127-1133.

[2] 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.

[3] Peterson C H, Lubchenco J. Marine ecosystem services // Daily G C, ed. *Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems*. Washington: Island Press, 1997: 177-194.

[4] Costanza R, d' Arge R, De Groot R, Farber S, Grasso M, Hannon B, Limburg K, Naeem S, O' neill T, Paruelo J, Raskin

- R G, Sutton P, Vandenbelt M. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, 1997, 387 (6630): 253-260.
- [5] Xu C C, Han Z L. Frameworks for evaluation of marine ecosystem service. *Ecological Economy*, 2003, (10): 201-204.
- [6] Zhang Z H, Lü J B, Ye S F, Zhu M Y. Values of marine ecosystem services in Sanggou Bay. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2007, 18(11): 2540-2547.
- [7] Wu S S, Liu R Z, Qi L M, Liang X B. Value assessment of marine ecosystem service in Bohai Sea. *China Population Resources and Environment*, 2008, 18(2): 65-69.
- [8] Zheng W, Shi H H, Chen S, Zhu M Y. Benefit and cost analysis of mariculture based on ecosystem services. *Ecological Economics*, 2009, 68(6): 1626-1632.
- [9] Shi H H, Zheng W, Ding D W, Lü J B, Zhang X L. Valuation of typical marine ecosystem services — A case study in Sanggou Bay. *Marine Environmental Science*, 2008, 27(2): 101-104.
- [10] Wang L, Chen S, Ren D C, Ke S Y, Li J M, Wang D. Valuation of species diversity maintenance service in Luoyuan bay based on contingent valuation method. *Advances in Earth Science*, 2010, 25(8): 886-892.
- [11] Han W D, Gao X M, Lu C Y, Lin P. The ecological values of mangrove ecosystems in China. *Ecologic Science*, 2000, 19(1): 40-46.
- [12] Xin K, Huang X, Hong M L, Lan C Y, Liu Q. Analysis and valuation of mangrove ecosystem function. *Ecological Economy*, 2009, (3): 138-140.
- [13] Liu J, Chen S, Xia T, Wang Q X. Analysis on changes of wetland landscape in Yellow river delta and influences on ecosystem services. *Advances in Earth Science*, 2008, 26(4): 464-470.
- [14] Peng B R, Hong H S, Chen W Q, Xue X Z, Cao X L, Peng J P. Ecological damage appraisal of sea reclamation: theory, method and application. *Journal of Natural Resources*, 2005, 20(5): 714-726.
- [15] Chen S, Du G Y, Xia T. Valuation of Ecological Capital of Shandong Coastal Waters. Beijing: Ocean Press, 2012: 98-105.
- [16] Li J M, Zhang G Q, Chen S, Li L. An empirical analysis of marine ecological capital's contribution to regional economy of Luoyuan bay. *Periodical of Ocean University of China*, 2012, (1): 43-47.
- [17] Lange G M, Jiddawi N. Economic value of marine ecosystem services in Zanzibar: Implications for marine conservation and sustainable development. *Ocean & Coastal Management*, 2009, 52 (10): 521-532.
- [18] Lester S E, Costello C, Halpern B S, Gaines S D, White C, Barth J A. Evaluating tradeoffs among ecosystem services to inform marine spatial planning. *Marine Policy*, 2013, 38: 80-89.

参考文献:

- [1] 陈尚, 张朝晖, 马艳, 石洪华, 马安青, 郑伟, 王其翔, 彭亚林, 刘键. 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.
- [5] 徐丛春, 韩增林. 海洋生态系统服务价值的估算框架构筑. *生态经济*, 2003, (10): 201-204.
- [6] 张朝晖, 吕吉斌, 叶属峰, 朱明远. 桑沟湾海洋生态系统的服务价值. *应用生态学报*, 2007, 18(11): 2450-2457.
- [7] 吴姗姗, 刘容子, 齐连明, 梁湘波. 渤海海域生态系统服务功能价值评估. *中国人口·资源与环境*, 2008, 18(2): 65-69.
- [9] 石洪华, 郑伟, 丁德文, 吕吉斌, 张学雷. 典型海洋生态系统服务功能及价值评估——以桑沟湾为例. *海洋环境科学*, 2008, 27(2): 101-104.
- [10] 王丽, 陈尚, 任大川, 柯淑云, 李京梅, 王栋. 基于条件价值法评估罗源湾海洋生物多样性维持服务价值. *地球科学进展*, 2010, 25(8): 886-892.
- [11] 韩维栋, 高秀梅, 卢昌义, 林鹏. 中国红树林生态系统生态价值评估. *生态科学*, 2000, 19(1): 40-46.
- [12] 辛琨, 黄星, 洪美玲, 蓝崇钰, 刘强. 红树林生态系统服务功能价值分析与评价. *生态经济*, 2009, (3): 138-140.
- [13] 刘键, 陈尚, 夏涛, 王其翔. 黄河三角洲湿地景观格局变化及其对生态系统服务的影响. *地球科学进展*, 2008, 26(4): 464-470.
- [14] 彭本荣, 洪华生, 陈伟琪, 薛雄志, 曹秀丽, 彭晋平. 填海造地生态损害评估: 理论、方法及应用研究. *自然资源学报*, 2005, 20(5): 714-726.
- [15] 陈尚, 杜国英, 夏涛. 山东近海生态资本评估. 北京: 海洋出版社, 2012: 98-105.
- [16] 李京梅, 张国庆, 陈尚, 李蕾. 罗源湾海洋生态资本对区域经济贡献度的实证分析. *中国海洋大学学报: 社会科学版*, 2012, (1): 43-47.