

# 江苏沿海地区生态系统生产总值核算和评价

臧正<sup>1,2</sup>, 高何洁<sup>1</sup>, 邹娴<sup>1</sup>, 王苏北<sup>1</sup>, 吉周琦<sup>1</sup>

(1. 淮阴师范学院城市与环境学院 淮安 223300; 2. 江苏高校哲学社会科学重点研究基地淮河生态经济带研究院 淮安 223300)

**摘要:**为衡量经济发达地区的生态资产价值,文章以人-地关系日趋紧张的江苏沿海地区为研究对象,基于卫星遥感影像和统计资料,获取典型年份土地利用与覆盖变化信息,结合生态系统服务价值当量因子法开展生态系统生产总值的核算和评价研究。研究表明:研究期内,江苏沿海地区的湿地和光滩面积呈减少趋势,建设用地、林地和养殖水域面积呈增加趋势;江苏沿海地区的生态系统生产总值均在110亿元以上,从存量来看贡献排在前两位的生态系统类型依次是农田和养殖水域,从流量来看贡献排在前两位的生态系统服务价值依次是废弃物吸纳和水源涵养,体现巨大的生态系统服务价值潜力。研究结果可为有关部门开展生态保护工作提供参考。

**关键词:**生态系统生产总值;生态经济;自然保护区;海岸带;高质量发展

中图分类号:F062.2;P748

文献标志码:A

文章编号:1005-9857(2021)04-0048-05

## The Calculation and Evaluation for Gross Ecosystem Product of Coastal Area in Jiangsu

ZANG Zheng<sup>1,2</sup>, GAO Hejie<sup>1</sup>, ZOU Xian<sup>1</sup>, WANG Subei<sup>1</sup>, JI Zhouqi<sup>1</sup>

(1. School of Urban and Environment Science, Huaiyin Normal University, Huai'an 223300, China;

2. Key Research Base of Philosophy and Social Sciences of Colleges and Universities in Jiangsu Province, Huai River Eco-economic Belt Research Institute, Huai'an 223300, China)

**Abstract:** In order to measure the value of ecological assets in economically developed areas, the paper took the coastal area of Jiangsu Province as the research object, obtained land use and cover change information in typical years based on satellite remote sensing images and statistical data, combined with ecosystem service value equivalent factor method. Calculation and evaluation of gross ecosystem product in the study area was carried out. The results showed that: during the investigation period, the area of wetland and bare beach in the coastal area of Jiangsu Province decreased gradually, and the construction land, forest land and aquaculture water area showed an increasing trend; the total gross ecosystem product of the coastal area of Jiangsu Province was more than 11 billion yuan, and the contribution of farmland ecosystem and aquaculture water ecosystem ranked the top 2 in terms of stocks rate, and the contribution of value of water conservation and the value of waste absorption ranked the top 2 in terms of flows rate, which reflected the huge po-

收稿日期:2020-09-30;修订日期:2021-03-25

基金项目:江苏高校哲学社会科学研究项目“世界自然遗产地江苏盐城的生态价值核算评价研究”(2020SJA1785);江苏省高校大学生创新创业训练计划项目(201920003XJ)。

作者简介:臧正,讲师,博士,研究方向为生态经济与区域可持续发展

tential of ecosystem service value in the region. The research results could provide reference for the relevant departments to carry out ecological protection work.

**Keywords:** Gross ecosystem product, Ecological economy, Natural reserve, Coastal zone, High quality development

## 0 引言

生态系统生产总值(gross ecosystem product, GEP)是衡量自然生态系统对人类经济社会发展贡献的综合指标<sup>[1-2]</sup>,能够反映生态系统对经济社会发展的支撑作用,并为建立生态系统保护效益与成效的考核机制提供基础<sup>[3-4]</sup>。基于由国外引入的GEP概念及其相关理论<sup>[5]</sup>,目前国内学者已针对省、市等小范围生态系统或森林等单一生态系统开展比较丰富的GEP核算和评价研究<sup>[6-10]</sup>,但既有研究多以宏观尺度为主,针对中小尺度的较少<sup>[11-13]</sup>。例如:2010年贵州的GEP合计约2万亿元,人均GEP达5.75万元,约为当年该省GDP和人均GDP的4.3倍;在经济欠发达但生态系统整体状况良好的四川甘孜,2010年GEP达7545.59亿元,人均GEP达71.18万元,约为当年该州GDP和人均GDP的61倍。丰富的森林和草原等生态系统为上述区域的发展带来巨大的生态效益,为相关地区制定生态经济发展战略提供有力的科学支撑。

GEP是对生态系统服务功能的货币化表达,是衡量“绿水青山”所表征的良好生态环境的关键指标。本研究以人-地关系日趋紧张的江苏沿海县级行政单元为研究区,开展GEP核算和评价研究,以为沿海地区权衡和缓解生态保护与经济发展的矛盾提供科学依据,从而提高生态价值评价成果与当地决策的衔接水平。

## 1 研究区和研究方法

### 1.1 研究区

江苏沿海地区位于经济相对发达的我国东部沿海地区,包括连云港、盐城和南通3个地级市的所有县级行政单元,陆域面积为3.25万km<sup>2</sup>,海岸线长950km,土地资源丰富度和类型多样性在省内具有比较显著的优势。近年来,江苏结合“一带一路”和“长江经济带”建设,提出瞄准沿海与周边融合互动的江苏沿海经济带一体化发展目标,加快实施包

括连云港、盐城和南通等地在内的沿海经济带开发战略,使之成为全省增长速度最快、发展活力最强和开发潜力最大的区域。

当前,陆海交互作用的海岸带地区已成为我国经济社会可持续发展的关键地带,包括各类滨海生态系统在内的“碧海银滩”也是“金山银山”。江苏沿海地区拥有2处以丹顶鹤和麋鹿等珍稀物种为保护对象的滨海湿地,均为国家级自然保护区,同时被“拉姆萨国际重要湿地名录”收入。2019年7月,以盐城为提名地的中国黄海候鸟栖息地被收入“世界自然遗产名录”,成为江苏乃至长三角地区唯一的世界自然遗产。此外,江苏沿海地区还建有海州湾国家级海洋公园、蛎蚜山国家级海洋公园和小洋口国家级海洋公园等自然保护地,因此该地区在全球生物多样性保护领域具有极其重要的地位和作用。近年来,在苏南和长三角地区促进经济高质量发展目标的带动下,江苏正在加快实施“1+3”重点功能区战略,包括连云港、盐城和南通在内的苏北和苏中等省内沿海地区正在加快融入长江经济带及其绿色生态廊道建设中。与此同时,一些围填海历史遗留问题导致的滨海湿地面积萎缩和自然岸线缩减等生态保护与经济发展之间的矛盾,成为地方政府必须面对的难点和挑战。

### 1.2 研究方法

与人类生产和生活直接相关的终端生态系统服务价值是GEP的核心,由生态系统类型、生物量和生态系统质量等因素决定,在全国范围内具有时空异质性。

为提高评价结果的准确性,本研究借鉴已有研究成果,参照全国土地利用与覆盖方式的分类,以不同生态系统类型的单位面积生态系统服务价值的动态当量因子表为基础,结合降水、土壤、气温和植被的遥感参数,经分项计算和汇总核算,开展“山水林田湖草”GEP的核算(表1)。

表1 GEP的构成及其核算方法

生态系统类型		生态系统服务										
(土地利用与覆盖方式)		供给服务				调节服务				支持服务		文化服务
一级分类	二级分类	$j_1$	$j_2$	$j_3$	$j_4$	$j_5$	$j_6$	$j_7$	$j_8$	$j_9$	$j_{10}$	$j_{11}$
农田	$i_1$	$D_{1,1}$	$D_{1,2}$	$D_{1,3}$	$D_{1,4}$	$D_{1,5}$	$D_{1,6}$	$D_{1,7}$	$D_{1,8}$	$D_{1,9}$	$D_{1,10}$	$D_{1,11}$
	$i_2$	$D_{2,1}$	$D_{2,2}$	$D_{2,3}$	$D_{2,4}$	$D_{2,5}$	$D_{2,6}$	$D_{2,7}$	$D_{2,8}$	$D_{2,9}$	$D_{2,10}$	$D_{2,11}$
林地	$i_3$	$D_{3,1}$	$D_{3,2}$	$D_{3,3}$	$D_{3,4}$	$D_{3,5}$	$D_{3,6}$	$D_{3,7}$	$D_{3,8}$	$D_{3,9}$	$D_{3,10}$	$D_{3,11}$
	$i_4$	$D_{4,1}$	$D_{4,2}$	$D_{4,3}$	$D_{4,4}$	$D_{4,5}$	$D_{4,6}$	$D_{4,7}$	$D_{4,8}$	$D_{4,9}$	$D_{4,10}$	$D_{4,11}$
	$i_5$	$D_{5,1}$	$D_{5,2}$	$D_{5,3}$	$D_{5,4}$	$D_{5,5}$	$D_{5,6}$	$D_{5,7}$	$D_{5,8}$	$D_{5,9}$	$D_{5,10}$	$D_{5,11}$
	$i_6$	$D_{6,1}$	$D_{6,2}$	$D_{6,3}$	$D_{6,4}$	$D_{6,5}$	$D_{6,6}$	$D_{6,7}$	$D_{6,8}$	$D_{6,9}$	$D_{6,10}$	$D_{6,11}$
草地	$i_7$	$D_{7,1}$	$D_{7,2}$	$D_{7,3}$	$D_{7,4}$	$D_{7,5}$	$D_{7,6}$	$D_{7,7}$	$D_{7,8}$	$D_{7,9}$	$D_{7,10}$	$D_{7,11}$
	$i_8$	$D_{8,1}$	$D_{8,2}$	$D_{8,3}$	$D_{8,4}$	$D_{8,5}$	$D_{8,6}$	$D_{8,7}$	$D_{8,8}$	$D_{8,9}$	$D_{8,10}$	$D_{8,11}$
	$i_9$	$D_{9,1}$	$D_{9,2}$	$D_{9,3}$	$D_{9,4}$	$D_{9,5}$	$D_{9,6}$	$D_{9,7}$	$D_{9,8}$	$D_{9,9}$	$D_{9,10}$	$D_{9,11}$
湿地	$i_{10}$	$D_{10,1}$	$D_{10,2}$	$D_{10,3}$	$D_{10,4}$	$D_{10,5}$	$D_{10,6}$	$D_{10,7}$	$D_{10,8}$	$D_{10,9}$	$D_{10,10}$	$D_{10,11}$
裸地	$i_{11}$	$D_{11,1}$	$D_{11,2}$	$D_{11,3}$	$D_{11,4}$	$D_{11,5}$	$D_{11,6}$	$D_{11,7}$	$D_{11,8}$	$D_{11,9}$	$D_{11,10}$	$D_{11,11}$
	$i_{12}$	$D_{12,1}$	$D_{12,2}$	$D_{12,3}$	$D_{12,4}$	$D_{12,5}$	$D_{12,6}$	$D_{12,7}$	$D_{12,8}$	$D_{12,9}$	$D_{12,10}$	$D_{12,11}$
水域	$i_{13}$	$D_{13,1}$	$D_{13,2}$	$D_{13,3}$	$D_{13,4}$	$D_{13,5}$	$D_{13,6}$	$D_{13,7}$	$D_{13,8}$	$D_{13,9}$	$D_{13,10}$	$D_{13,11}$
	$i_{14}$	$D_{14,1}$	$D_{14,2}$	$D_{14,3}$	$D_{14,4}$	$D_{14,5}$	$D_{14,6}$	$D_{14,7}$	$D_{14,8}$	$D_{14,9}$	$D_{14,10}$	$D_{14,11}$

$i_1 \sim i_{14}$  分别代表旱地、水田、针叶林、阔叶林、针阔混交林、灌木林、草原、灌草丛、草甸、湿地、荒漠、裸地、水系和冰川积雪 14 个生态系统类型;  $j_1 \sim j_{11}$  分别代表食物供给、原材料供给、水资源供给、水源涵养、空气质量改善、小气候调节、废弃物吸纳、土壤保持、养分循环、生物多样性和文化娱乐 11 种生态系统服务价值; 当量因子  $D$  的全国平均值参照已有文献得出<sup>[14-15]</sup>。

## 2 结果分析

### 2.1 生态系统类型与生态系统服务价值

为了便于讨论,本研究以 1989 年为参照基础、以 2009 年江苏沿海开发上升为国家战略为转折点,比较生态系统类型的面积变化情况(图 1)。

由图 1 可以看出:江苏沿海地区的生态系统类型以农田和建设用地为主;与 1989 年相比,1999 年、2009 年和 2019 年 3 个典型时期的湿地和光滩面积呈减少趋势,建设用地、林地和养殖水域面积呈增加趋势,农田和河流湖泊面积的整体变化幅度不大且基本处于与 1989 年持平的状态。

基于我国陆地生态系统服务价值当量因子表,计算农田等 6 个生态系统类型(不包含建设用地)的食物供给等 9 种生态系统服务价值(将水资源供给

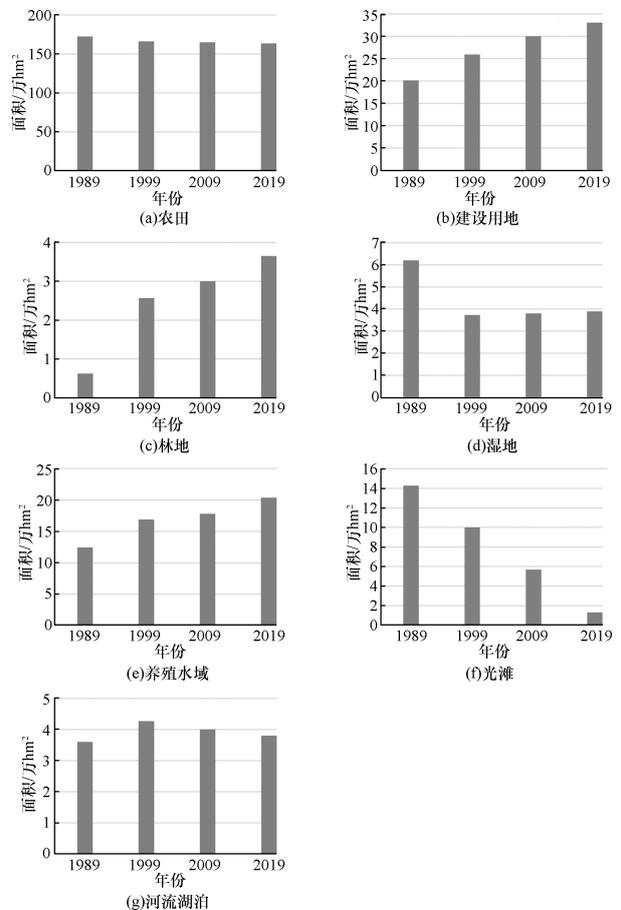


图1 江苏沿海地区生态系统类型的面积变化

和养分循环分别纳入水源涵养和土壤保持)(表2至表4),并汇总核算江苏沿海地区的GEP。

表2 1999年江苏沿海地区生态系统服务价值

亿元

生态系统服务	生态系统类型					
	农田	林地	湿地	养殖水域	光滩	河流湖泊
食物供给	7.73	0.01	0.10	0.30	0.01	0.09
原材料供给	3.01	0.08	0.07	0.20	0.03	0.06
空气质量改善	5.56	0.12	0.67	0.28	0.04	0.08
小气候调节	7.49	0.11	3.78	1.15	0.08	0.33
水源涵养	5.94	0.11	3.75	10.47	0.04	3.03
废弃物吸纳	10.74	0.05	4.01	8.29	0.17	2.40
土壤保持	11.36	0.11	0.55	0.23	0.11	0.07
生物多样性	7.89	0.13	1.03	1.91	0.26	0.55
文化娱乐	1.31	0.06	1.31	2.48	0.15	0.72
合计	61.03	0.78	15.27	25.31	0.89	7.33

表3 2009年江苏沿海地区生态系统服务价值

亿元

生态系统服务	生态系统类型					
	农田	林地	湿地	养殖水域	光滩	河流湖泊
食物供给	7.46	0.04	0.06	0.40	0.01	0.10
原材料供给	2.91	0.34	0.04	0.26	0.02	0.07
空气质量改善	5.37	0.50	0.40	0.39	0.03	0.10
小气候调节	7.23	0.47	2.27	1.56	0.06	0.39
水源涵养	5.73	0.47	2.25	14.22	0.03	3.59
废弃物吸纳	10.37	0.20	2.41	11.25	0.12	2.84
土壤保持	10.96	0.46	0.33	0.31	0.08	0.08
生物多样性	7.61	0.52	0.62	2.60	0.18	0.66
文化娱乐	1.26	0.24	0.79	3.36	0.11	0.85
合计	58.90	3.24	9.17	34.35	0.62	8.68

表4 2019年江苏沿海地区生态系统服务价值

亿元

生态系统服务	生态系统类型					
	农田	林地	湿地	养殖水域	光滩	河流湖泊
食物供给	7.34	0.05	0.06	0.48	0.00	0.09
原材料供给	2.86	0.49	0.04	0.32	0.00	0.06
空气质量改善	5.28	0.71	0.42	0.47	0.00	0.09
小气候调节	7.11	0.67	2.37	1.88	0.01	0.35
涵养水源	5.64	0.67	2.35	17.16	0.00	3.20
废弃物吸纳	10.20	0.28	2.52	13.57	0.02	2.53
土壤保持	10.79	0.66	0.35	0.37	0.01	0.07
生物多样性	7.49	0.74	0.65	3.13	0.02	0.58
文化娱乐	1.24	0.34	0.82	4.06	0.01	0.76
合计	57.95	4.61	9.58	41.44	0.07	7.73

## 2.2 GEP的存量和流量

一方面,GEP是由森林、湿地和海洋等生态系统类型提供的水资源、生物资源和海洋资源等一系列生态资源构成的存量价值,构成自然资源的重要组成部分;另一方面,GEP包括一切由生态系统产生的水文调节、生命支撑和文化娱乐等生态系统服务构成的流量价值。因此,本研究以存量和流量2个视角,对3个典型时期的江苏沿海地区GEP进行核算(表5和表6)。

表5 江苏沿海地区GEP存量

亿元

年份	生态系统类型						合计
	农田	林地	湿地	养殖水域	光滩	河流湖泊	
1999	61.04	0.78	15.26	25.30	0.89	7.33	110.60
2009	58.89	3.24	9.17	34.36	0.62	8.68	114.96
2019	57.95	4.61	9.58	41.45	0.08	7.74	121.41

表6 江苏沿海地区GEP流量

亿元

生态系统服务	年份		
	1999	2009	2019
食物供给	8.23	8.07	8.03
原材料供给	3.44	3.64	3.77
空气质量改善	6.76	6.78	6.97
小气候调节	12.95	11.98	12.39
水源涵养	23.35	26.30	29.02
废弃物吸纳	25.66	27.19	29.12
土壤保持	12.43	12.23	12.25
生物多样性	11.76	12.18	12.61
文化娱乐	6.35	7.04	7.78

从存量来看,3个时期江苏沿海地区GEP的存量均在110亿元以上。1999年贡献排在前四位的生态系统类型依次是农田、养殖水域、湿地和河流湖泊,林地和光滩的贡献均不足1%;2009年贡献排在前四位的生态系统类型同样依次是农田、养殖水域、湿地和河流湖泊,林地和光滩的贡献合计为3.36%;2019年贡献排在前四位的生态系统类型仍然依次是农田、养殖水域、湿地和河流湖泊,林地和光滩的贡献合计为3.86%且保持2009年以来的增长趋势。

从流量来看,3个时期江苏沿海地区GEP的流量均在1亿元以上。1999年贡献排在前两位的依次是废弃物吸纳和水源涵养(均超过20亿元,占比共计44%),其次是小气候调节、土壤保持和生物多样性(均超过10亿元,占比共计33%),其他生态系统服务价值均低于10亿元。2009年和2019年的整体情况与1999年基本类似,随着废弃物吸纳和水源涵养价值流量的持续增长,二者的贡献占比合计接近50%,体现巨大的生态系统服务价值潜力。

### 3 结语

本研究基于生态系统服务价值理论和GEP核算方法,以江苏沿海地区为例,开展经济相对发达地区的“绿水青山”生态系统服务价值评价,主要得到3点结论。①江苏沿海地区的生态系统类型主要包括农田、建设用地、林地、湿地、养殖水域、光滩和河流湖泊,1999年、2009年和2019年3个典型时期的生态系统类型以农田和建设用地为主;②与1989年相比,近年来江苏沿海地区的湿地和光滩面积呈减少趋势,建设用地、林地和养殖水域面积呈增加趋势,农田和河流湖泊面积的整体变化幅度不大;③研究期内江苏沿海地区的GEP均在110亿元以上,从存量来看贡献排在前两位的生态系统类型依次是农田和养殖水域,从流量来看贡献排在前两位的生态系统服务价值依次是废弃物吸纳和水源涵养,体现巨大的生态系统服务价值潜力。

目前江苏沿海地区正承受经济社会高质量发展和自然资源约束趋紧的双重压力,同时面临长三角生态绿色一体化发展提速的历史机遇。因此,应充分认识生态保护与经济高质量发展的权衡与协同关系,牢固树立和践行“绿水青山就是金山银山”的发展理念,坚持生态优先、绿色发展和陆海统筹的工作思路,认真贯彻和落实《国务院关于加强滨海湿地保护严格管控围填海的通知》和《关于建立以国家公园为主体的自然保护地体系的指导意见》等方针政策,切实高效地推进生态文明和美丽中国建设的区域实践,促进区域经济社会高质量和可持续发展。

建议以盐城湿地珍禽国家级自然保护区和大丰麋鹿国家级自然保护区为核心建立江苏沿海国家公园,借此开展自然保护区范围和功能分区的优

化和调整工作。一方面,通过解决保护区范围交叉重叠等历史遗留问题,提高生物多样性和生态环境保护成效;另一方面,通过合理开发利用活动,促进“绿水青山”生态优势向高质量经济优势转化。

### 参考文献

- [1] HANNON B. Ecosystem flow analysis[J]. Canadian Bulletin of Fisheries and Aquatic Sciences, 1985, 213: 97—118.
- [2] MAGEAU M T, COSTANZA R, ULANOWICZ R E. The development and initial testing of a quantitative assessment of ecosystem health[J]. Ecosystem Health, 1995, 1(4): 201—213.
- [3] EIGENRAAM M, CHUA J, HASKER J. Land and ecosystem services: measurement and accounting in practice[C]. Ottawa: 18th Meeting of the London Group on Environmental Accounting, 2012.
- [4] ZHENG H, WANG L J, PENG W J, et al. Realizing the values of natural capital for inclusive, sustainable development: informing China's new ecological development strategy[J]. PNAS, 2019, 116(17): 8623—8628.
- [5] 欧阳志云, 朱春全, 杨广斌, 等. 生态系统生产总值核算: 概念、核算方法与案例研究[J]. 生态学报, 2013, 33(21): 6747—6761.
- [6] 董天, 张路, 肖燧, 等. 鄂尔多斯市生态资产和生态系统生产总值评估[J]. 生态学报, 2019, 39(9): 3062—3074.
- [7] 吴楠, 陈红枫, 葛菁. 绿色GDP 2.0框架下的安徽省生态系统生产总值核算[J]. 安徽农业大学学报, 2018, 27(1): 39—49.
- [8] 白杨, 李晖, 王晓媛, 等. 云南省生态资产与生态系统生产总值核算体系研究[J]. 自然资源学报, 2017, 32(7): 1100—1112.
- [9] 白玛卓嘎, 肖迈, 欧阳志云, 等. 甘孜藏族自治州生态系统生产总值核算研究[J]. 生态学报, 2017, 37(19): 6302—6312.
- [10] 王莉雁, 肖燧, 欧阳志云, 等. 国家级重点生态功能区县生态系统生产总值核算研究: 以阿尔山市为例[J]. 中国人口·资源与环境, 2017(3): 146—154.
- [11] 古小东, 夏斌. 生态系统生产总值(GEP)核算的现状、问题与对策[J]. 环境保护, 2018(24): 40—43.
- [12] 马国霞, 於方, 王金南, 等. 生态系统生产总值(GEP)核算的现状、问题与对策[J]. 中国环境科学, 2017, 37(4): 1474—1482.
- [13] 喻锋, 李晓波, 王宏, 等. 基于能值分析和生态用地分类的中国生态系统生产总值核算研究[J]. 生态学报, 2016, 36(6): 1663—1675.
- [14] 谢高地, 张彩霞, 张雷明, 等. 基于单位面积价值当量因子的生态系统服务价值化方法改进[J]. 自然资源学报, 2015, 30(8): 1243—1254.
- [15] 臧正, 邹欣庆. 基于生态系统服务理论的生态福祉内涵表征与评价[J]. 应用生态学报, 2016, 27(4): 1085—1094.