

DOI: 10.20103/j.stxb.202505301365

张子洋,徐敏,林河山,姜德刚,肖兰,陈淳,林震,张琳婷,李艳霞,林彦婷,周黎.海洋生态产品价值核算——以平潭综合实验区相邻海域为例.生态学报,2025,45(24):11961-11973.

Zhang Z Y, Xu M, Lin H S, Jiang D G, Xiao L, Chen C, Lin Z, Zhang L T, Li Y X, Lin Y T, Zhou L. Research on accounting for the value of marine ecological products: a case study of the adjacent sea areas of Pingtan comprehensive experimental zone. Acta Ecologica Sinica, 2025, 45(24): 11961-11973.

## 海洋生态产品价值核算 ——以平潭综合实验区相邻海域为例

张子洋<sup>1,2</sup>,徐敏<sup>2</sup>,林河山<sup>1,3,\*</sup>,姜德刚<sup>1,3</sup>,肖兰<sup>1,3</sup>,陈淳<sup>1,3</sup>,林震<sup>1,3</sup>,张琳婷<sup>1,3</sup>,  
李艳霞<sup>2</sup>,林彦婷<sup>4,5</sup>,周黎<sup>4,5</sup>

1 自然资源部海岛研究中心,平潭 350400

2 南京师范大学海洋科学与工程学院,南京 210023

3 自然资源部海岛研究中心福建省海岛资源生态监测与保护利用重点实验室,平潭 350400

4 福建省气象科学研究所福建省灾害天气重点实验室,福州 350001

5 福建省大气探测技术保障中心平潭台湾海峡海洋气象福建省野外科学观测研究站,平潭 350400

**摘要:**开展海洋生态产品价值核算可以反映生态系统对经济社会发展的支撑作用,有助于促进海洋资源可持续利用,为生态保护政策制定提供科学依据。然而,当前研究通常仅对单一年份或起止两个年份进行核算,对于海洋生态产品的多期核算研究相对较少。提出五大筛选原则,依据原则与实际情况建立了平潭海洋生态产品目录。核算其 2015、2018、2021、2023 年海洋生态产品总值。基于多期核算结果,分析其价值量变化特征及结构演变规律,探究价值跃升的驱动因素,提出建议对策与发展方向。结果表明:(1)2015 至 2023 年间,平潭海洋生态产品总值累计增幅达 150.34%,四期海洋生态产品总值分别为:2015 年 43.94 亿元、2018 年 71.37 亿元、2021 年 76.72 亿元、2023 年 109.99 亿元。价值总量变化呈现“快-慢-快”的阶段性波动特征,2015—2018 年的年均增长率为 17.55%,2018—2021 年显著放缓至 2.44%,而 2021—2023 年回升至 19.73%。(2)平潭海洋生态产品占比的演变呈现出明显的结构优化趋势,价值结构体系由单一生态功能主导逐步转型优化为“文旅驱动-供给支撑-调节补充”的多元协同发展格局。(3)2015 至 2023 年间平潭海洋生态产品总值保持持续增长,其中旅游观光服务贡献最为突出,占比超过七成。这一变化与政策支持、基础设施完善及海洋生态修复的协同作用密切相关,同时也受到后疫情时期生态旅游偏好上升的推动,带动游客规模和相关收入快速提升。(4)提升平潭海洋生态产品价值需协同推进渔业转型、生态旅游和价值实现机制,未来方向包括特色养殖生态化、蓝碳交易、旅游设施完善及多元化补偿和市场化路径等。

**关键词:**海洋生态产品;筛选原则;生态产品目录;价值核算;平潭综合实验区

## Research on accounting for the value of marine ecological products: a case study of the adjacent sea areas of Pingtan comprehensive experimental zone

ZHANG Ziyang<sup>1,2</sup>, XU Min<sup>2</sup>, LIN Heshan<sup>1,3,\*</sup>, JIANG Degang<sup>1,3</sup>, XIAO Lan<sup>1,3</sup>, CHEN Chun<sup>1,3</sup>, LIN Zhen<sup>1,3</sup>,  
ZHANG Linting<sup>1,3</sup>, LI Yanxia<sup>2</sup>, LIN Yanting<sup>4,5</sup>, ZHOU Li<sup>4,5</sup>

1 Island Research Center, Ministry of Natural Resources, Pingtan 350400, China

2 School of Marine Science and Engineering, Nanjing Normal University, Nanjing 210023, China

3 Fujian Provincial Key Laboratory of Island Conservation and Development, Island Research Center, Ministry of Natural Resources, Pingtan 350400, China

4 Fujian Provincial Key Laboratory of Disaster Weather, Fujian Institute of Meteorological Sciences, Fuzhou 350001, China

5 Pingtan Marine Meteorological Observation and Research Station for the Taiwan Strait of Fujian Province, Fujian Atmospheric Detection Technology Support

**基金项目:**福建省自然科学基金项目(2023J011388,2022J01513);福建省科技计划项目(2023Y0075)

**收稿日期:**2025-05-30; **网络出版日期:**2025-09-16

\* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: lhs9811@126.com

Center, Pingtan 350400, China

**Abstract:** Conducting value assessment of marine ecological products could reflect the support role of ecosystems in economic and social development, which was conducive to promoting the sustainable utilization of marine resources and providing a scientific basis for the formulation of ecological protection policies. However, current research at that time usually only conducted assessments for a single year or two years at the beginning and end, and there were relatively few studies on multi-period assessments of marine ecological products. This paper proposed five screening principles and, based on these principles and actual conditions, established a directory of marine ecological products in Pingtan. It calculated the total value of marine ecological products in 2015, 2018, 2021, and 2023. Based on the multi-period assessment results, it analyzed the characteristics of value changes and the evolution of the structure, explored the driving factors of value surges, and put forward suggestions and development directions. The results showed that: (1) From 2015 to 2023, the cumulative increase in the total value of marine ecological products in Pingtan reached 150.34%, with the total values of marine ecological products in the four periods being 4.394 billion yuan in 2015, 7.137 billion yuan in 2018, 7.672 billion yuan in 2021, and 10.999 billion yuan in 2023. The change in the total value showed a phased fluctuation feature of “fast-slow-fast”, with an average annual growth rate of 17.55% from 2015 to 2018, significantly slowing down to 2.44% from 2018 to 2021, and rebounding to 19.73% from 2021 to 2023. (2) The evolution of the proportion of marine ecological products in Pingtan showed a clear trend of structural optimization, with the value structure system gradually transforming and optimizing from being dominated by a single ecological function to a diversified and coordinated development pattern of “tourism and culture-driven-supply-supported-regulation-complemented”. (3) Between 2015 and 2023, the gross value of marine ecological products in Pingtan showed continuous growth, with tourism and recreation services making the most significant contribution, accounting for over 70 percent. This trend was closely associated with policy support, improvements in infrastructure, and coordinated efforts in marine ecological restoration, while the rising preference for ecological tourism in the post-pandemic era further stimulated market demand, leading to a rapid increase in both tourist numbers and related revenues. (4) Enhancing the value of marine ecological products in Pingtan requires coordinated efforts in fishery transformation, ecological tourism, and value realization mechanisms. Future directions include ecological upgrading of characteristic aquaculture, blue carbon trading, improvements in tourism facilities, and diversified approaches through compensation schemes and market-based pathways.

**Key Words:** marine ecological products; screening principles; catalogue of ecological products; value accounting; Pingtan comprehensive experimental zone

海洋生态系统是地球生物圈内最大的生态系统,它不仅为人类提供丰富的物质资源,还在气候调节、净化污染物等方面发挥重要作用。我国作为海洋大国,明确提出建设“海洋强国”战略,海洋经济发展不断迈上新台阶。2024年,我国海洋生产总值首次突破10万亿元,较上年增长5.9%,增速比国内生产总值高0.9个百分点,海洋经济呈现出强劲发展势头<sup>[1]</sup>。海洋生态产品作为生态产品的重要组成部分<sup>[2]</sup>,通过供给、调节和文化服务,支撑着人类社会的经济发展与生态安全。当前,我国面临海水温度升高、海洋污染和生物栖息地大面积消失等问题,这些问题削弱了海洋生态系统的供给能力,难以满足经济社会可持续发展的需求。因此,有必要开展海洋生态产品价值核算,准确评估生态系统服务的贡献和价值,为当地生态保护与政策制定提供科学依据。

“生态产品”这一中国化的概念首次被官方界定于2010年国务院发布的《全国主体功能区规划》中<sup>[3]</sup>。海洋生态产品是生态产品在海洋领域的具体解释,是基于海洋生产的产品,包括物质供给、调节服务和文化服务<sup>[4]</sup>。国外关于“生态产品”的概念较少出现,与之相类似的概念是“生态系统服务”。1974年,Holdren首次提出生态系统服务概念<sup>[5]</sup>,Costanza及Daily进一步明确了该概念的分类体系<sup>[6-7]</sup>。2001年,联合国启动的千

年生态系统评估(MA)将生态系统服务归纳为供给服务、调节服务、文化服务和支持服务4个功能类别,极大推动了全球对生态系统服务价值评估的研究进程<sup>[8]</sup>。随后开展的TEEB、IPBES、SEEA-EEA等研究在MA的基础上提出了新的核算分类体系。欧阳志云、谢高地、傅伯杰等学者结合我国国情先后构建了适用于中国的指标分类体系<sup>[9-11]</sup>。国外学者从不同尺度开展了一系列海洋生态系统服务评估工作<sup>[12-13]</sup>。Dvarskas在美国长岛南海岸进行了SEEA-EEA的试点应用,旨在开发适用于海洋区域的生态系统核算方法<sup>[14]</sup>。Bertram等对全球蓝碳生态系统的碳封存进行了全面的经济评估,量化了各国对全球蓝碳财富的贡献<sup>[15]</sup>。同时也有学者对红树林、海草床和珊瑚礁等单类海洋生态系统进行价值评估<sup>[16-18]</sup>。我国学者在县域<sup>[19-22]</sup>、市域<sup>[23-28]</sup>、省域<sup>[29-32]</sup>乃至全国尺度<sup>[33-34]</sup>开展了广泛的生态系统生产总值(GEP)核算研究,也有部分学者针对特定区域<sup>[35]</sup>和流域尺度<sup>[36]</sup>进行了相关评估。中国政府高度重视生态产品价值核算工作,从国家到地方陆续出台了一系列核算技术指南和规范性文件<sup>[37-42]</sup>,在一定程度上为生态产品价值研究提供了较好的环境<sup>[43]</sup>。目前国内外较为成熟的核算方法主要包括当量因子法、能值法和功能价值法三类。当量因子法由Constanza等学者提出,最早建立了价值当量因子表。能值法由生态学家Odum提出,通过能值转换率将不同类型的服务与能量统一转换,便于定量分析<sup>[44]</sup>。功能价值法则根据生态产品分类,将其实物量与价格相乘实现货币化,目前在各地GEP核算规范中广泛应用,也用于森林、河流、湿地和冰川等多类生态系统的价值核算<sup>[45]</sup>。

我国学者在海洋生态产品领域已取得阶段性成果,主要集中于概念界定与分类、核算方法优化和价值实现机制探索<sup>[46-48]</sup>。但深入分析发现,现有核算研究通常只关注单独某一类产品,例如供给产品或文化产品<sup>[2,49]</sup>。同时,目前核算方法存在核算边界模糊、人力成本未剥离等问题,简单加总易导致重复计算或高估自然贡献。此外,多数研究仅对单一年份进行核算,或尽管考虑了较长的时间跨度,但只核算了起止两个年份,缺乏连续多期的动态核算<sup>[50-53]</sup>。这种方式难以深入揭示生态产品价值的变化趋势及驱动因素。

鉴于此,本文提出海洋生态产品五大筛选原则。在此基础上,参考已有的技术规范与指南,结合平潭综合实验区的实际情况,建立县域尺度的海洋生态产品目录清单,补充完善核算理论体系。同时,明确核算方法,对2015、2018、2021、2023年的海洋生态产品总值进行核算。基于多期核算结果,分析价值变化特征及结构演变规律,探讨价值跃升背后的主要驱动力。此外,结合当地资源禀赋与发展潜力,提出使价值增长的对策建议,并指出未来需要深入探索的方向。本文开展价值核算研究,不仅为评估生态系统对人类福祉的贡献提供支撑,亦是实现“绿水青山”向“金山银山”转化的桥梁。同时,为其他涉海地区提供参考,为平潭综合实验区生态补偿机制构建与政策制定提供科学依据。

## 1 研究区概况

平潭综合实验区位于福建省东部海域,地处北纬25°15'—25°45',东经119°32'—120°10'。平潭综合实验区与平潭县实行区县合一体制,由主岛海坛岛等11个有居民海岛、330余个无居民海岛和702个礁石组成,土地总面积396.15km<sup>2</sup>,下辖3镇3乡1街道,有28个社区、192个建制村,2024年末常住人口37.8万人。平潭属南亚热带半湿润海洋性季风气候,年平均气温20.0℃,年降水量在900—1200mm之间。地貌以丘陵、海积平原为主,兼有台地、港湾、岛礁、滩涂、湖泊等多种类型。

本研究核算范围在平潭综合实验区管辖海域(图1),由《平潭综合实验区国土空间规划(2018—2035年)》确定。平潭周边海域位于闽中渔场,受台湾暖流与闽浙沿岸流共同作用,拥有丰富的鱼类、虾蟹类及贝藻类资源。2024年,平潭农林牧渔业总产值82.79亿元,其中,渔业产值70.75亿元,占总产值的85.5%。全区四面环海,海蚀地貌景观独特,2024年共接待旅游人数1078.9万人次。然而,受风暴潮灾害、海岸侵蚀及近岸水质污染影响,生态环境压力持续加大,生态产品价值核算对平潭海洋资源可持续发展显得尤为重要。

## 2 研究方法

### 2.1 筛选原则

为提升海洋生态产品价值核算体系的科学性与区域可比性,本文结合海洋生态系统的连通性与流动性,

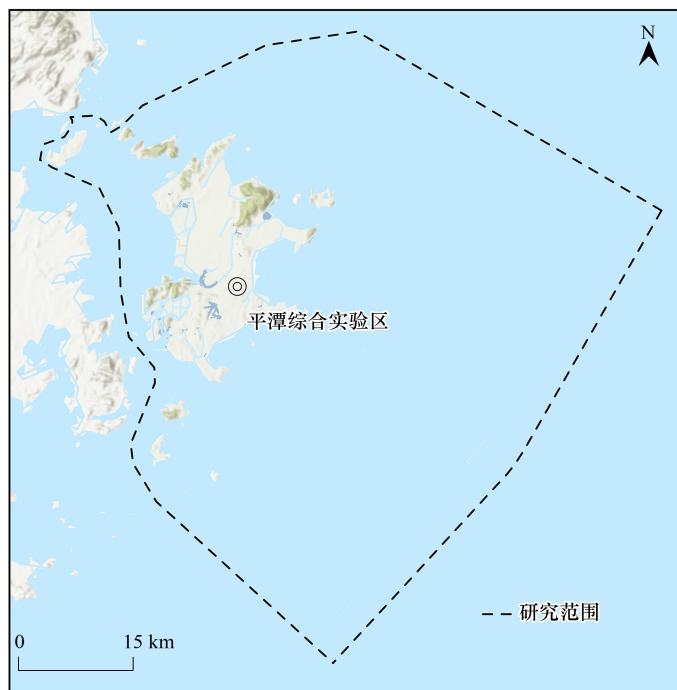


图1 平潭综合实验区地理位置图

Fig.1 Geographic location map of Pingtan Comprehensive Experimental Zone

基于核算生态系统服务流量价值的目的,提出海洋生态产品指标筛选原则。这些原则将作为建立海洋生态产品目录的理论依据,并为界定核算边界、遴选核算指标提供判定标准。

(1) 海洋生物生产性原则:纳入核算的海洋生态产品主要应由海洋生物生产过程直接驱动,强调生物参与的核心作用。例如,浮游植物固碳等依赖生物代谢的服务;排除潮汐能、海底矿产等非生物过程产生的服务以及完全由人工建造和人力资本投入占主导的指标。需明确生物生产与物理化学过程的边界,确保核算对象具备可再生性和可持续性。

(2) 终端人类受益性原则:核算的海洋生态产品需对人类福祉产生直接、可追踪的终端效益,避免中间服务重复计算。例如,渔业资源供给、滨海旅游收入等终端效益;排除海洋养分循环、水文循环等间接服务,以及尚未被人类利用或未实际贡献的生态系统功能。需通过价值链分析,明确生态系统服务功能最终人类受益的路径。

(3) 资源稀缺性与政策敏感性原则:优先选择具有经济稀缺性且反映人类活动与海洋资源供需矛盾的生态产品。排除太阳能、风能等无限量资源。需结合区域开发趋势,筛选对政策干预敏感的指标,体现核算结果的政策响应性。

(4) 实物可度量与数据标准化原则:纳入当前技术可量化实物量的服务,如渔业产量、固碳量等;排除依赖主观假设的文化遗产价值。需结合遥感、GIS技术建立标准化数据采集流程,或通过地方政府部门获取当地资料,确保数据来源可靠、方法统一,支持跨区域可比性。

(5) 时间连续性与区域专属性原则:核算指标需满足时间序列连续和空间归属明确。排除数据断层或跨区域输入的服务(如外海渔业资源)。可依据海洋功能区划划定核算范围,明确核算年份。

## 2.2 海洋生态产品目录

本文在参考国家局联合编制的《生态产品目录(2024年版)》以及资深学者代表性研究成果的基础上<sup>[54-57]</sup>,结合平潭资源基础,依据上述五项筛选原则,构建了平潭海洋生态产品目录清单。具体而言:依据海洋生物生产性原则,筛选出以生物代谢为核心机制的服务,如浮游植物主导的固碳释氧服务、海水渔产品等,

排除海上风电、水体蒸发降温等服务;依据终端人类受益性原则,优先考虑直接提升人类福祉、可追溯终端效益的产品,排除海洋养分循环等支持服务,固碳释氧、旅游观光、海景房产溢价均符合该原则;依据资源稀缺性与政策敏感性原则,优先纳入在开发利用中面临生态压力、需政策干预调控的产品,如海洋水质净化和海岸防护服务;依据实物可度量与数据标准化原则,遴选当前具备可靠数据来源、排除教育科研、文化遗产服务;依据时间连续性与区域专属性原则,排除数据存在缺失或外地生产提供的服务类型,确保核算的时空一致性。最终确定的六类海洋生态产品如表1所示。

表1 平潭海洋生态产品目录清单

Table 1 Pingtan marine ecology product catalogue list

类别 Category	产品目录 Product catalogue	产品组成 Product components	产品说明 Product description
物质供给类产品 Material supply products	海水渔产品	海水鱼类;海鳗、鳀鱼、鲱鱼、鲷鱼、带鱼、鲳鱼等; 海水虾蟹类;对虾、虾蛄、梭子蟹、青蟹、毛虾等; 海水贝类;牡蛎、鲍鱼、贻贝、蛤、蛏、螺等; 海水藻类;海带、紫菜、羊栖菜、江蓠等; 头足类;乌贼、鱿鱼、章鱼等; 棘皮动物类;海星、海胆、海参等; 其他海产品;海蜇等;	从海洋生态系统中获取的野生或生态种养的初级渔产品,包括海洋养殖和海洋捕捞。
调节服务类产品 Regulated service products	固碳释氧	浮游植物、红树林、海草床等固碳量; 浮游植物、大型藻类、红树林、海草床等氧气生产量;	生态系统通过吸收二氧化碳合成有机物质,将碳固定,降低大气中二氧化碳浓度、释放氧气的功能。
	海岸防护	滨海盐沼、红树林、珊瑚礁、牡蛎礁、海草床、海藻场等生态系统以及自然岸线的防护作用长度;	生态系统通过减低海浪,避免或减小对海堤或海岸侵蚀的功能。
	海洋水质净化	净化活性磷酸盐、化学需氧量、无机氮等入海污染物;	生态系统对水体污染物吸附、降解以及生物吸收等方式降低水体污染物浓度,净化水环境的功能。
文化服务类产品 Cultural services products	旅游观光	海洋观光、海洋自然景观生态旅游、海洋生态娱乐服务、海洋生态康养服务等;	生态系统为人类提供旅游观光、休养等服务,使其获得审美享受、身心恢复等惠益。
	海景附加值	沿海片区土地价值溢价、房产价值溢价等;	生态系统提高周边土地、房产价值,产生房屋销售和租赁中自然景观溢价的功能。

### 2.3 数据来源与定价依据

平潭综合实验区海洋生态产品价值核算的数据来源如表2所示。

表2 本研究的数据来源

Table 2 Data sources for this study

产品类别 Product category	核算数据 Accounting data	数据来源 Data source
海水渔产品 Marine fishery products	海水渔产品产量	《平潭统计年鉴》
固碳释氧 Carbon fixation and oxygen release	海洋环境调查监测数据(初级生产力)	自然资源部海岛研究中心
海岸防护 Coastal protection	2m 级遥感影像、岸线矢量数据等	自然资源部海岛研究中心
海洋水质净化 Marine water purification	海洋环境调查监测数据、排海化学需氧量等	自然资源部海岛研究中心、平潭综合实验区自然资源与生态环境局
旅游观光 Travel and sightseeing	旅游收入、游客数量、景区人流量、客源地人口、工资收入、门票费用、出游交通费用等	《平潭综合实验区国民经济和社会发展统计公报》、《平潭统计年鉴》、平潭综合实验区旅游与文化体育局
海景附加值 Sea view added value	城镇居民人均住房建筑面积、房屋成交均价、城镇人口、与最近海岸的距离	国家统计局、《平潭统计年鉴》、《平潭综合实验区国民经济和社会发展统计公报》、平潭综合实验区自然资源与生态环境局

在各类产品的定价原则上,对于具有明确市场价格的服务,直接采用市场价格进行核算;没有明确市场价格的服务采用替代成本法进行核算,并优先采用当地单价或地方标准推荐的单价。其取值依据主要来源于福建碳交易所和地方标准<sup>[39—42]</sup>。

## 2.4 核算方法

生态产品价值核算,分为实物量核算与价值量核算两个阶段。通过野外调查、文献调研、资料收集、平台共享和部门走访等方式获取基础数据,运用生物物理模型与统计模型进行实物量计算,再通过直接市场法和替代市场法进行价值量核算,最终汇总为海洋生态产品总值。本文在参考技术规范的基础上,对部分核算方法和过程进行了优化分析。例如,在核算海水渔产品价值时,采用渔业增加值作为价值量,进一步剥离生产过程中的资源与人力成本。此外,通过向当地渔业部门的调查走访,了解到平潭当地海产品养殖主要采用近岸规模化围海养殖模式。结合渔业部门提供的平潭全域海水养殖图层矢量数据,发现平潭的渔业活动范围(养殖、捕捞)均集中在近岸的4km内。这种情况有效排除了跨区域捕捞、外海渔业资源汇入以及外来人力劳动投入对核算结果的影响,本文核算结果能够反映平潭海域生产的渔产品为当地居民带来的实际惠益;在核算海岸防护价值时,创新性地引入防护权重系数<sup>[39]</sup>,区分基岩、砂质与泥质海岸的防护差异,使核算更加科学精细;在核算旅游观光服务时,考虑到核算对象是自然旅游资源带来的价值,对以人文旅游景点进行了排除,同时运用海洋景点在自然景观中的占比数据,使核算结果精准反映实际贡献。

### (1) 海水渔产品

实物量核算方法:查阅《平潭统计年鉴》,获取海水渔产品产量,包括鱼类、虾蟹类、贝类、藻类、其他渔产品产量。

价值量核算方法:采用《平潭统计年鉴》中的海水渔产品增加值。大多技术规范常采用“产量×市价”作为价值量,未考虑人力资本投入,易造成核算价值偏高。本文所采用的增加值即总产值扣除中间消耗(物质消耗、劳务支出等)后的净值,使核算结果更贴近实际经济贡献。

### (2) 固碳释氧

实物量核算方法:

$$Q_{\text{CO}_2} = Q_m + Q_p \quad (1)$$

$$Q_m = \frac{M_{\text{CO}_2}}{M_c} \times B \times W \quad (2)$$

$$Q_p = 3.67 \times Q_{pp} \times S \times 365 \times 10^{-3} \quad (3)$$

$$Q_{\text{O}_2} = Q'_{\text{O}_2} \times S \times 365 \times 10^{-3} + Q''_{\text{O}_2} \quad (4)$$

$$Q'_{\text{O}_2} = 2.67 \times Q_{pp} \quad (5)$$

$$Q''_{\text{O}_2} = 1.19 \times Q_A \quad (6)$$

式中,  $Q_{\text{CO}_2}$  为固碳的物质量(t/a);  $Q_m$  为红树林、海草床年固碳量(t/a);  $Q_p$  为浮游植物的年固碳量(t/a);  $M_{\text{CO}_2}/M_c$  为 C 转化为  $\text{CO}_2$  的系数, 取 44/12;  $B$  为红树林、海草床的面积( $\text{hm}^2$ );  $W$  为红树林、海草床的固碳速率( $\text{t CO}_2 \text{ hm}^{-2} \text{ a}^{-1}$ );  $Q_{pp}$  为浮游植物的初级生产力( $\text{mg m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ ), 取自地方监测数据;  $S$  为评估海域面积( $\text{km}^2$ );  $Q_{\text{O}_2}$  为氧气生产的物质量(t/a);  $Q'_{\text{O}_2}$  为单位时间单位面积浮游植物产生的氧气量( $\text{mg m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ );  $Q''_{\text{O}_2}$  为大型藻类产生的氧气量(t/a);  $Q_A$  为大型藻类的干重(t/a)。

价值量核算方法:

$$V = V_{\text{CO}_2} + V_{\text{O}_2} \quad (7)$$

$$V_{\text{CO}_2} = Q_{\text{CO}_2} \times P_{\text{CO}_2} \times 10^{-4} \quad (8)$$

$$V_{\text{O}_2} = Q_{\text{O}_2} \times P_{\text{O}_2} \times 10^{-4} \quad (9)$$

式中,  $V$  为固碳释氧服务价值量(万元/a);  $V_{\text{CO}_2}$  为固碳的价值量(万元/a);  $V_{\text{O}_2}$  为氧气生产价值量(万元/a);  $P_{\text{CO}_2}$  为二氧化碳排放权的平均交易价格(元/t);  $P_{\text{O}_2}$  为工业制氧价格(元/t)。

### (3)海岸防护

实物量核算方法:

$$D_{cl} = \sum_{i=1}^n D_{cli} \quad (10)$$

式中,  $D_{cl}$  为涉海生态系统防护的海岸线总长度(km/a);  $D_{cli}$  为  $i$  类生态系统防护的海岸线长度(km/a), 取自人工实测与遥感解译得到的数据;  $n$  为核算海域海岸防护生态系统类型的数量。

价值量核算方法:

$$V_{cp} = \sum_{i=1}^n D_{cli} \times W_{cli} \times V_{ela} \quad (11)$$

式中,  $V_{cp}$  为海岸防护总价值(元/a);  $W_{cli}$  为  $i$  类生态系统海岸防护的权重系数<sup>[39]</sup>, 基岩岸线取 1, 有植被覆盖的淤泥质岸线取 3/4, 无植被覆盖的淤泥质岸线取 1/2, 砂砾质岸线取 1/4;  $V_{ela}$  为单位长度人工岸线的造价成本(元/km), 取自地方标准<sup>[41]</sup>。

### (4)海洋水质净化

实物量核算方法:

$$Q_{swt} = Q_{tco_2} \times \frac{16}{106} + Q_{tco_2} \times \frac{1}{106} + P_{cod} \quad (12)$$

式中,  $Q_{swt}$  为水体污染物净化量(t/a);  $Q_{tco_2}$  为海洋生态系统固碳量(t/a); 16/106 和 1/106 根据浮游植物对营养盐的吸收总体上遵循 Redfield 比值(C:N:P=106:16:1)的规律取得;  $P_{cod}$  为排海化学需氧量(t/a), 取自平潭综合实验区自然资源与生态环境局。

价值量核算方法:

$$V_{sw} = \sum_{i=1}^m Q_{swti} \times P_i \times 10^{-4} \quad (13)$$

式中,  $V_{sw}$  为海洋水质净化服务的价值量(万元/a);  $Q_{swti}$  为第  $i$  项污染物的净化量(t/a);  $P_i$  为第  $i$  项污染物处理成本(元/t), 取自地方标准<sup>[40]</sup>。

### (5)旅游观光

实物量核算方法:

$$PS = S \times f \quad (14)$$

式中,  $PS$  为游览自然景观的游客人数(人/a);  $S$  为全年游客总人数(人/a);  $f$  为自然景点占比, 从《海坛风景名胜区总体规划(2017—2030 年)》中计算获取。

价值量核算方法:

$$V = (PS \times TCP + SC \times f + PS \times CSP) \times R \quad (15)$$

式中,  $V$  为旅游观光服务价值量(元/a);  $TCP$  为平均每位游客的时间成本(元/人);  $SC$  为直接花费(元);  $CSP$  为平均每位游客的消费者剩余(元/人);  $R$  为自然海洋景观占比比值, 从《海坛风景名胜区总体规划(2017—2030 年)》中计算获取。

### (6)海景附加值

实物量核算方法: 本研究将房价贡献率作为实物量指标来核算海景附加值。房价贡献率采用 Hedonic 模型进行计算。Hedonic 模型的表达形式为:

$$P = P(Z_1, Z_2, Z_3, \dots, Z_n) \quad (16)$$

式中,  $P$  为小区房屋价格;  $Z$  为价格影响因子(如小区品质、公共服务系统、自然生态系统等)。

价值量核算方法:

$$V = (PC \times A \times M \times ESQ) / 60 \quad (17)$$

式中,  $V$  为海景附加值的价值量(元/a);  $PC$  为城镇人口数量(人);  $A$  为城镇居民人均住房建筑面积(m<sup>2</sup>/人);

$M$  为房屋成交均价(元/ $m^2$ );ESQ 为海洋景观对房价的贡献率,由本地数据构建模型计算求得,取 3.80%。与厦门市同类指标 4.93% 相比<sup>[42,58]</sup>,本文取值略低,可能源于海洋景观资源开发程度、配套设施及市场需求的差异,同时也表明本文取值处于合理区间。

### 3 结果与分析

#### 3.1 平潭综合实验区海洋生态产品总值

2023 年平潭综合实验区海洋生态产品总值为 109.99 亿元,单位面积价值量 388.67 万元/ $km^2$ 。旅游观光服务价值量最高,为 53.85 亿元,海景附加值价值量最低,为 0.66 亿元。与 2015 年相比,2023 年平潭综合实验区海洋生态产品总值增加了 66.06 亿元,涨幅 150.34%,主要体现在旅游观光、海洋水质净化和固碳释氧服务,旅游观光服务增长最快,约增长了 48.65 亿元(表 3)。

表 3 平潭综合实验区海洋生态产品总值

Table 3 Gross marine ecosystem product of Pingtan Comprehensive Experimental Zone

类别 Category	生态产品 Ecological products	价值量 Magnitude of value/万元				2015—2023 年的价值变化 Change in value 2015—2023	
		2015 年	2018 年	2021 年	2023 年	变化量/亿元	增长率/%
供给产品 Supply product	海水渔产品	314050	301664	360055	395146	8.11	25.82
调节服务 Regulating services	固碳释氧	19693	46311	25279	63959	4.43	224.78
	海岸防护	28990	28780	28869	28914	-0.01	-0.26
	海洋水质净化	20807	48623	26020	66779	4.60	220.94
	调节服务总值	69490	123714	80168	159652	9.02	129.75
文化服务 Cultural services	旅游观光	52008	281305	320772	538502	48.65	935.42
	海景附加值	3826	7029	6251	6648	0.28	73.76
	文化服务总值	55834	288334	327023	545150	48.93	876.38
海洋生态产品总值/亿元 Gross value of marine ecological products		43.94	71.37	76.72	109.99	66.06	150.34

#### 3.2 动态变化特征分析

基于 2015—2023 年平潭综合实验区海洋生态产品总值核算结果,其动态演变呈现以下特征:

总量持续扩张,增速阶段性分化。海洋生态产品总值从 2015 年的 43.94 亿元增长至 2023 年的 109.99 亿元,增幅达 150.34% (+66.06 亿元)。2015—2018 年的年均增长率为 17.55% (+27.43 亿元),2018—2021 年的年均增长显著放缓至 2.44% (+5.35 亿元),而 2021—2023 年回升至 19.73% (+33.27 亿元),呈现“快—慢—快”的阶段性波动特征,如图 2 所示。2018—2021 年增速明显放缓,主要是受新冠疫情冲击影响,旅游业恢复缓慢,对文化服务类产品贡献形成制约。数据显示,2018—2021 年游客数量由 484.32 万人次增长至 684.19 万人次,但年均增幅仅为 12.2%,明显低于 2015—2018 年的 28.2%;同期旅游收入仅由 56.74 亿元增长至 61 亿元,年均增幅降至 2.4%,远低于前一阶段的 105.4%。相比之下,2018—2021 年旅游市场相对低迷,从而拉低了整体海洋生态产品总值的增长水平。

#### 3.3 结构演变特征分析

各类产品的价值量变化与占比变化如图 3 所示。旅游观光服务占比从 2015 年的 11.8% 迅速扩张至 2018

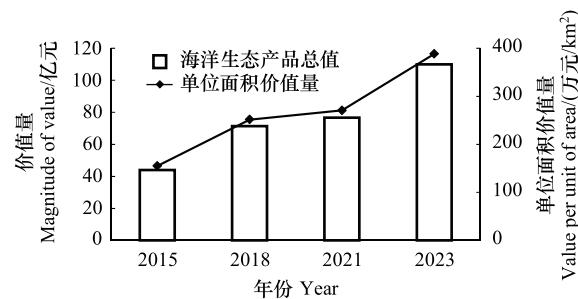


图 2 海洋生态产品总值多期变化

Fig.2 Multi-period changes in the total value of marine ecological products

年的39.4%,2023年跃升至49.0%,其价值量由5.20亿元激增至53.85亿元,年均增速达33.9%,成为结构优化的主导力量。海水渔产品作为供给服务主体,占比呈现波动下降的特征,价值量增长8.11亿元,供给产品仍维持基础性地位,反映出传统渔业经济在区域生态经济中的韧性。海岸防护的价值量整体波动较小,呈“先降后升”趋势。2015至2018年间的下降,主要受两方面因素影响:一是填海造地导致自然岸线减少,直接破坏了岸线结构;二是海浪侵蚀作用加剧,进一步削弱了自然岸线的防护能力。自2018年起,当地启动多项海洋生态保护修复工程,如砂质岸线整治、异地沙源补沙与砾石回填等,逐步恢复了自然海岸的稳定性和生态功能,推动海岸防护价值缓慢回升。固碳释氧服务与海洋水质净化服务整体呈现缓慢增长趋势,但其价值量变化具有阶段性波动特征,二者在2018—2021年均出现下降。监测资料显示,2019年春季海域表层平均初级生产力为 $214\text{mg m}^{-2}\text{d}^{-1}$ ,叶绿素a含量为 $2.91\mu\text{g/L}$ ;而2021年11月航次结果显示,两项指标分别下降至 $103.64\text{mg m}^{-2}\text{d}^{-1}$ 和 $1.02\mu\text{g/L}$ ,降幅均超过50%。显著下降不仅意味着生态系统光合作用效率减弱,也间接反映海水富营养化加剧和污染程度上升,从而影响碳固定能力与水体自净能力。海景附加值服务价值量虽有增长,从0.38亿元增长至0.66亿元,但占比始终维持在1.0%以下,对总体结构影响甚微。

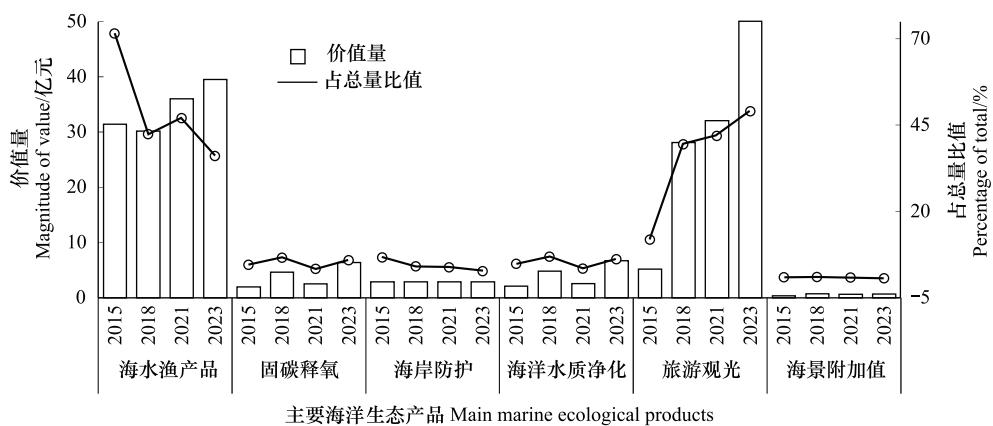


图3 各产品价值量变化与占比变化

Fig.3 Changes in value volume and share of each product

总体而言,三大类服务产品占比呈现渐进式结构优化特征(图4)。文化类产品占比持续上升,由2015年的12.7%增长至2018年的40.4%、2021年的42.6%,最终在2023年跃升至49.6%,旅游观光的爆发式增长成为结构优化的核心驱动力;供给产品的占比大幅下降但最终趋于稳定,主要源于文化类产品的迅猛扩张而非其自身的衰退;调节类产品则呈现波动中趋稳的特征。由此,平潭综合实验区海洋生态产品价值结构体系已

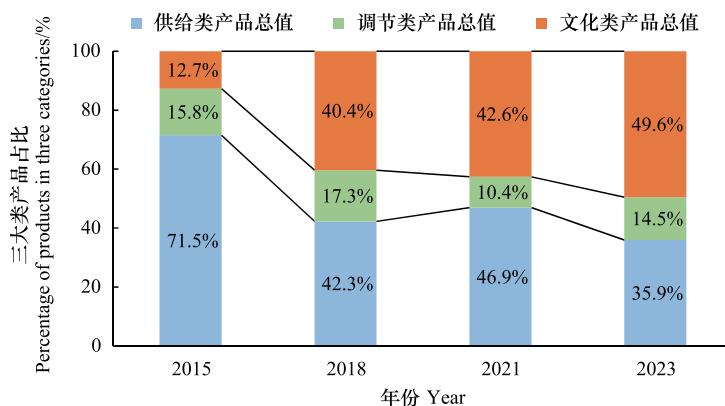


图4 三大类产品结构占比变化

Fig.4 Changes in the share of the structure of the three main product categories

由单一生态功能主导逐步转型优化为“文旅驱动-供给支撑-调节补充”的多元协同发展格局。

## 4 讨论

### 4.1 价值跃升背后的驱动因素

2015—2023年,平潭综合实验区海洋生态产品总值增长66.06亿元,其中旅游观光服务增长48.65亿元,占总增长的73.6%。这一跃升并非偶然,源于政策支持、基础设施建设与海洋生态保护修复协同发力。2015年起,福建省明确平潭建设国际旅游岛的战略定位,各类政策持续出台并快速落实,有效激发了投资与资源配置的优化。旅游基础设施体系日益完善,交通瓶颈被打破。2020年,中国首座公铁两用跨海大桥正式开通,连接平潭与福州,极大地增强了区域可达性与便利性。此外,环岛公路的建成和景区配套设施的完善也为旅游观光服务价值的迅猛扩张提供了强力支撑。

与此同时,平潭持续推进海岸带生态修复与景观提升。近年来累计整治海岸线19.42km、修复面积337hm<sup>2</sup>,典型案例例如竹屿湾建成生态驳岸7.8km、环湾木栈道2.4km,成为黑脸琵鹭等珍稀鸟类重要栖息地;坛南湾、龙王头等地通过清理滩面、拆除违建、补沙养滩、植被恢复等措施,极大改善了海岸生态风貌,构建5.1km滨海生态缓冲带,沙滩自然质量优良等级比例提升至71%。一系列修复举措重塑“水清、岸绿、滩净、湾美、物丰”的自然风貌,也使平潭荣获“和美海岛”“国家健康旅游示范基地”等称号,真正将“碧海金沙转化为金山银山”,生态本底改善是旅游价值跃升的关键因素。

随着人们健康意识的增强和对优美生态环境的向往,后疫情时代大众出行偏好发生变化,生态休闲、康养旅游需求显著上升,生态旅游成为热门,同时也为平潭生态旅游注入了新动能。平潭凭借其良好的生态环境和独具特色的旅游资源,吸引了大量游客前来观光度假。数据显示,2023年游客数量达1026.15万人,较2015年增长4.46倍,旅游收入增长16.16倍。数据充分表明政策、基建、生态和市场多重因素的耦合效应显著增强了平潭对游客的吸引力,旅游产业已成为带动海洋生态产品价值增长的主导力量。

### 4.2 提升平潭综合实验区海洋生态产品价值建议对策

推动渔业绿色高效转型与蓝碳价值实现。应立足本地鲍鱼、坛紫菜、贻贝等特色品种,推进渔排结构与养殖模式的生态化改造,构建覆盖育苗、养殖、加工、销售和文旅融合的全产业链条,提升产品附加值。同时,应积极发展休闲渔业,丰富休闲垂钓、渔业文化体验等业态,鼓励平潭经营者将渔业、水域、滩涂等生产资料以入股、租赁、抵押、合作等方式流转,形成合作社社员渔户的集海洋牧场与休闲渔业于一体的经营模式。在此基础上,积极推动蓝碳增汇和拓宽“蓝碳”变现渠道。大力开展海洋牧场,在养殖物种选择、食物链构建等方面筛选高储碳物种以及有利于碳向深海传输及储存的模式。平潭海域的养殖区域蕴含着以坛紫菜、鲍鱼等地标产品为代表的丰富蓝碳资源。加强海洋碳汇核算研究,推动海洋碳汇上市交易,创新性探索以拍卖、司法认购等形式的蓝碳交易,通过市场机制促进生态产品价值提升。

以生态修复为基础,系统提升平潭生态旅游品质与效益。应持续改善生态环境质量,加大龙凤头、澳前、将军山等岸线防护林修复,完善生态敏感区防护体系,夯实旅游发展的生态基础。在基础设施方面,对平潭环岛风景带进行提升改造,统筹滨海景观修复与废弃矿区整治。在宣传与政策支持方面,立足平潭丰富的风力资源,围绕“观风、感风、乘风、化风、悟风”开发风主题生态旅游产品,打造“风能之都”品牌。依托福州长乐、厦门高崎等空港与高铁交通枢纽,加强与长三角、珠三角、京津冀等城市群的文旅合作,不断拓宽客源市场。充分利用对台区位优势,深化对台旅游合作。在资金支持方面,应借助平潭国际旅游岛建设机遇,引导金融机构把资金投向生态旅游产业开发,持续提升平潭生态旅游产品生产能力。探索建立绿色金融风险分担机制,针对绿色信贷开发政策性保险业务。

构建差异化的生态产品价值实现机制。以国家或地方财政先期投入资金为基础建立海洋生态补偿基金,同时对造成生态损害的企业探索建立缴纳生态补偿金制度。完善各类资源收费基金和资源有偿使用收入的征收管理办法,允许相关税费收入用于开展生态保护补偿。探索建立以政府转移支付为主导,以金融、税费、

基金会、企业、个人等为多元投资主体的投融资机制,为生态保护补偿提供充足资金。同时,在海滨、防护林、乡村等典型区域开展生态产品价值实现试点研究,依据不同生态产品的属性特征、受益主体等,探索市场化交易、政府购买生态产品、企业购买生态使用权等不同价值实现路径。搭建生态产品交易平台,努力将平潭打造为国家生态产品价值实现示范基地。

#### 4.3 未来发展方向

为了提升海洋生态产品价值核算的科学性与可操作性,本文提出以下几个方面作为未来努力的方向:

(1)理论维度的深化:海洋生态系统的空间连通性与物质流动性,决定了生态产品具有跨域生产与价值转移的特性。现行核算多基于行政区划,未充分剥离外源性价值,存在一定不确定性。未来应明确核算边界内生态过程的空间指向,形成内外部贡献的区分方法,增强核算结果的精准性。

(2)数据体系的构建与技术支撑:当前基础数据存在采集不完整、更新滞后、指标分散等问题,严重制约核算的准确性与可重复性。建议建立多部门联动的数据归集与报送制度,统一核算指标框架。依托现代信息技术,构建基于行政单元的生态产品自动核算平台,实现数据实时采集、智能预处理与结果可视化展示,显著提升核算效率与透明度,为生态管理与政策评估提供数据支撑与决策依据。

### 5 结论

(1)基于海洋生态系统服务功能特征,提出五大筛选原则,包括海洋生物生产性原则、终端人类受益性原则、资源稀缺性与政策敏感性原则、实物可度量与数据标准化原则、时间连续性与区域专属性原则。在此基础上,结合当地实际情况,构建了平潭海洋生态产品目录,包括六类海洋生态产品。

(2)以平潭综合实验区为例开展多期核算研究,2015至2023年间四期核算结果分别为:2015年43.94亿元、2018年71.37亿元、2021年76.72亿元、2023年109.99亿元。价值总量动态变化呈现“快-慢-快”的阶段性波动特征。产品占比呈现渐进式结构优化特征,价值结构体系由单一生态功能主导逐步转型优化为“文旅驱动-供给支撑-调节补充”的多元协同发展格局。

(3)2015—2023年,平潭海洋生态产品总值增长显著,旅游观光服务增长占比超七成。政策支持、基建完善、海洋生态修复协同发力,同时受后疫情时代生态旅游偏好变化影响,市场需求激增,游客和收入大幅增长,旅游观光服务已成为生态产品价值提升的主导力量。

(4)为提升海洋生态产品价值,平潭应从渔业转型、生态旅游和价值实现机制三方面协同推进海洋生态产品价值提升。通过发展鲍鱼、坛紫菜等特色养殖产业,推进生态化改造与蓝碳上市交易;以生态修复为基础,完善岸线防护与旅游配套;建立政府主导、企业参与的生态补偿机制,探索市场化交易、政府购买、使用权流转等路径,搭建生态产品交易平台。

#### 参考文献(References):

- [1] 中华人民共和国自然资源部. 2024年全国海洋生产总值首次突破10万亿元. (2025-02-25) [2025-04-01]. [https://www.mnr.gov.cn/dt/mnts/202502/20250225\\_2881380.html](https://www.mnr.gov.cn/dt/mnts/202502/20250225_2881380.html).
- [2] 郝林华, 陈尚, 何帅. 海洋供给类生态产品价值的核算方法及应用——以浙江省温州市为例. 环境保护, 2021, 49(22): 54-60.
- [3] 人民出版社. 全国主体功能区规划:构建高效、协调、可持续的国土空间开发格局. 北京: 人民出版社, 2015: 1-10.
- [4] 贺义雄. 海洋生态产品价值核算研究综述. 会计之友, 2021(11): 99-105.
- [5] Holdren J P, Ehrlich P R. Human population and the global environment. American Scientist, 1974, 62(3): 282-292.
- [6] 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. Ecological Economics, 1998, 25(1): 3-15.
- [7] Nature's Services: Societal Dependence On Natural Ecosystems. Washington: Island Press, 1997.
- [8] Millennium Ecosystem Assessment. Ecosystems and human well-being: A framework for assessment. Washington DC: Island Press, 2003: 50-59.
- [9] 欧阳志云, 朱春全, 杨广斌, 徐卫华, 郑华, 张琰, 肖懿. 生态系统生产总值核算:概念、核算方法与案例研究. 生态学报, 2013, 33(21): 6747-6761.

[10] 谢高地, 张彩霞, 张雷明, 陈文辉, 李士美. 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. *自然资源学报*, 2015, 30(8): 1243-1254.

[11] 傅伯杰, 于丹丹, 吕楠. 中国生物多样性与生态系统服务评估指标体系. *生态学报*, 2017, 37(2): 341-348.

[12] Liquete C, Piroddi C, Macias D, Druon J N, Zulian G. Ecosystem services sustainability in the Mediterranean Sea: assessment of status and trends using multiple modelling approaches. *Scientific Reports*, 2016, 6: 34162.

[13] 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.

[14] Dvarskas A. Experimental ecosystem accounting for coastal and marine areas: a pilot application of the SEEA-EEA in Long Island coastal bays. *Marine Policy*, 2019, 100: 141-151.

[15] Bertram C, Quaas M, Reusch T B H, Vafeidis A T, Wolff C, Rickels W. The blue carbon wealth of nations. *Nature Climate Change*, 2021, 11(8): 704-709.

[16] Albert J A, Olds A D, Albert S, Cruz-Trinidad A, Schwarz A M. Reaping the reef: Provisioning services from coral reefs in Solomon Islands. *Marine Policy*, 2015, 62: 244-251.

[17] Bera B, Bhattacharjee S, Sengupta N, Shit P K, Adhikary P P, Sengupta D, Saha S. Significant reduction of carbon stocks and changes of ecosystem service valuation of Indian Sundarban. *Scientific Reports*, 2022, 12: 7809.

[18] Campagne C S, Salles J M, Boissery P, Deter J. The seagrass Posidonia oceanica: Ecosystem services identification and economic evaluation of goods and benefits. *Marine Pollution Bulletin*, 2015, 97(1/2): 391-400.

[19] 白玛卓嘎, 肖燚, 欧阳志云, 王莉雁. 基于生态系统生产总值核算的习水县生态保护成效评估. *生态学报*, 2020, 40(2): 499-509.

[20] 陈梅, 纪荣婷, 刘溪, 刘臣炜, 苏良湖, 张龙江. “两山”基地生态系统生产总值核算与“两山”转化分析——以浙江省宁海县为例. *生态学报*, 2021, 41(14): 5899-5907.

[21] 徐婉莹, 蒋楠, 邵蕊, 柳敏, 高洁, 范辉, 李昊伦. 县域生态产品价值评价方法及转化对策研究——以青岛平度为例. *生态经济*, 2024, 40(6): 192-200, 217.

[22] Shen Y Q, Yi X, Chen M, Ouyang Z Y. Gross ecosystem product accounting in Miyun county: the supply and use of ecosystem services. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 2024, 12: 1367768.

[23] 王莉雁, 肖燚, 欧阳志云, 韦勤, 博文静, 张健, 任苓. 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. *中国人口·资源与环境*, 2017, 27(3): 146-154.

[24] 白玛卓嘎, 肖邁, 欧阳志云, 王莉雁. 甘孜藏族自治州生态系统生产总值核算研究. *生态学报*, 2017, 37(19): 6302-6312.

[25] 邓娇娇, 常璐, 张月, 周旺明, 齐麟, 周莉, 于大炮. 福州市生态系统生产总值核算. *应用生态学报*, 2021, 32(11): 3835-3844.

[26] 吴之见, 杜思敏, 黄云, 郑博福, 谢泽阳, 罗诚康, 万飞, 朱锦奇. 基于生态系统生产总值核算的生态保护成效评估——以赣南地区为例. *生态学报*, 2022, 42(16): 6670-6683.

[27] 张亚立, 韩宝龙, 孙芳芳. 生态系统生产总值核算制度及管理应用——以深圳为例. *生态学报*, 2023, 43(17): 7023-7034.

[28] 杨海龙, 刘楠, 吴小波, 卢洪杰, 梁冠. 生态系统生产总值(GEP)核算研究——以郑州市为例. *环境生态学*, 2023, 5(6): 59-65.

[29] 白杨, 李晖, 王晓媛, Juha M. Alatalo, 江波, 王敏, 刘文俊. 云南省生态资产与生态系统生产总值核算体系研究. *自然资源学报*, 2017, 32(7): 1100-1112.

[30] 宋昌素, 欧阳志云. 面向生态效益评估的生态系统生产总值 GEP 核算研究——以青海省为例. *生态学报*, 2020, 40(10): 3207-3217.

[31] Hu Q P, Lu C Y, Chen T T, Chen W T, Yuan H M, Zhou M X, Qiu Z J, Bao L X. Evaluation and analysis of the gross ecosystem product towards the sustainable development goals: a case study of Fujian province, China. *Sustainability*, 2023, 15(5): 3925.

[32] Fan Y, Ji J Y, Jia C G, Lei M, Wu W J, Zheng Y, Wang Z C, Zhang G H, Song Y T. The valuation of gross ecosystem product in the three provinces in northeast of China. *Natural Resources Forum*, 2024, 48(1): 257-273.

[33] 喻锋, 李晓波, 王宏, 张丽君, 徐卫华, 符蓉. 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. *生态学报*, 2016, 36(6): 1663-1675.

[34] 马国霞, 於方, 王金南, 周夏飞, 袁婧, 牟雪洁, 周颖, 杨威彬, 彭菲. 中国 2015 年陆地生态系统生产总值核算研究. *中国环境科学*, 2017, 37(4): 1474-1482.

[35] 涂伟豪, 刘金福, 林志伟, 黄嘉航, 周铮雯, 陈虹, 尤添革, 张翎. 基于 SEEA2012 体系的漳江口红树林保护区 GEP 核算. *林业经济问题*, 2018, 38(4): 43-47.

[36] 梁帅, 贾佳, 张展硕, 曹永涛. 黄河河南段生态系统生产总值(GEP)核算研究. *环境工程*, 2023, 41(S2): 1003-1007, 1012.

[37] 国家发展和改革委员会. 生态产品总值核算规范. 北京: 人民出版社, 2022.

[38] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. GB/T 28058—2011 海洋生态资本评估技术导则. 2011.

[39] 舟山市市场监督管理局. DB3309/T 114—2024 特定地域单元生态产品价值(VEP)核算技术规范 涉海地区. 2024.

[40] 海南省市场监督管理局. DB46/T 611—2023 生态产品总值核算技术规范. 2023.

[41] 深圳市市场监督管理局. DB4403/T 141—2021 深圳市生态系统生产总值核算技术规范. 2021.

[42] 厦门市市场监督管理局. DB3502/T 102—2023 生态系统生产总值(GEP)统计核算技术导则. 2023.

[43] 陈克亮, 王梓浩, 王骏博, 高宇, 岳亮, 蔡锋. 海洋生态产品核算理论、方法及其应用实践. 应用海洋学学报, 2024, 43(4): 708-720.

[44] Odum H T. Self-organization, transformity, and information. *Science*, 1988, 242(4882): 1132-1139.

[45] 邵卫东, 陈末, 刘浩然. 功能价值法和当量因子法在生态价值核算中的比较. 农业与技术, 2021, 41(1): 105-107.

[46] 王晓莉, 刘倡, 张健, 郑艳, 杨璐, 路文海. 海洋生态产品概念、特征及分类方法研究. 湿地科学与管理, 2022, 18(4): 36-40.

[47] 李京梅, 王娜. 海洋生态产品价值内涵解析及其实现途径研究. 太平洋学报, 2022, 30(5): 94-104.

[48] 陈倩茹, 陈彬, 谢花林. 海洋生态产品价值实现: 基本逻辑、核心机制与模式. 生态学报, 2025, 45(8): 3716-3732.

[49] 王骏博, 贺志斌, 冯淑芳, 彭本荣, 黄凌风, 吴黄铭, 陈克亮. 厦门文化服务类海洋生态产品核算研究——以休闲娱乐服务为例. 应用海洋学学报, 2024, 43(4): 735-743.

[50] 杜傲, 沈钰仟, 肖燚, 欧阳志云. 国家公园生态产品价值核算. 生态学报, 2023, 43(1): 208-218.

[51] 李同欣, 陈俊昊, 竹京玲, 曾鹿敏, 严一博, 胡澳, 王懿祥. 小尺度森林生态产品总值评估——以泰顺县司前畲族镇为例. 生态学报, 2025, 45(3): 1406-1416.

[52] Li Y H, Wang H R, Liu C J, Sun J H, Ran Q C. Optimizing the valuation and implementation path of the gross ecosystem product: a case study of Tonglu County, Hangzhou City. *Sustainability*, 2024, 16(4): 1408.

[53] Zhao N, Wang H, Zhong J Q, Bai Y, Yi S. Evaluation of the gross ecosystem product and analysis of the transformation path of “two mountains” in Hulunbuir City, China. *Land*, 2023, 12(1): 63.

[54] 陈尚, 任大川, 夏涛, 李京梅, 杜国英, 王栋, 王其翔, 张涛. 海洋生态资本理论框架下的生态系统服务评估. 生态学报, 2013, 33(19): 6254-6263.

[55] 马国霞, 赵学涛, 吴琼, 潘韬. 生态系统生产总值核算概念界定和体系构建. 资源科学, 2015, 37(9): 1709-1715.

[56] 郝林华, 何帅, 陈尚, 赵东波, 胡灯进. 海洋生态系统调节服务价值评估方法及应用——以温州市为例. 生态学报, 2020, 40(13): 4264-4278.

[57] 张林波, 陈鑫, 梁田, 王昊, 郝超志, 任耀发, 李宇昂, 吴舒尧. 我国生态产品价值核算的研究进展、问题与展望. 环境科学研究, 2023, 36(4): 743-756.

[58] 张林波, 高艳妮. 生态系统生产价值核算与业务化体系研究: 以厦门市为例. 北京: 科学出版社, 2020: 182-183.