

DOI: 10.20103/j.stxb.202505301345

王骏博, 彭本荣, 黄凌风, 龚婉卿, 郭海峡, 陈克亮. 基于实物量核算的海洋生态系统资产管理实践价值——以厦门为例. 生态学报, 2026, 46(4): 1815-1825.

Wang J B, Peng B R, Huang L F, Gong W Q, Guo H X, Chen K L. Enlightenment of marine ecosystem asset management based on physical accounting: a case study of Xiamen. Acta Ecologica Sinica, 2026, 46(4): 1815-1825.

基于实物量核算的海洋生态系统资产管理实践价值 ——以厦门为例

王骏博², 彭本荣³, 黄凌风³, 龚婉卿¹, 郭海峡², 陈克亮^{2,4,5,*}

1 自然资源部东海生态中心, 自然资源部海洋生态监测与修复技术重点实验室, 上海 201206

2 自然资源部第三海洋研究所, 厦门 361005

3 厦门大学环境与生态学院, 厦门 361102

4 厦门海洋职业技术学院, 厦门 361100

5 自然资源部第三海洋研究所, 自然资源部海洋生态保护与修复重点实验室, 厦门 361005

摘要: 掌握海洋生态系统资产的时空变化对于了解自然资源资产化管理及评价其对人类的贡献至关重要。作为海洋生态系统资产的空间位置及质量状况的重要信息来源, 海洋生态系统资产实物量核算不仅是海洋生态系统全过程核算的前提, 还为后续开展海洋生态产品总值核算提供重要的数据支撑。通过海洋生态系统的实物量核算方法, 分析了核算区海洋生态系统范围和海洋生态系统状况在 15 年间的变化情况。核算结果反映了核算区在开展海洋生态修复实践和综合管理方面取得一定的成效。从基础数据、转化应用和体制机制等 3 个方面指出了开展海洋生态系统资产实物量核算存在的瓶颈, 并提出一些建议: (1) 加强基础数据的支撑作用, 固定数据统计口径, 定期对海洋生态系统资产的实物量开展常态化核算; (2) 建立数据核算平台, 有效衔接海洋生态系统资产的核算账户与国民经济核算账户, 为后续科学合理分配海洋生态补偿资金提供支撑; (3) 加快完善海洋生态系统资产核算的相关体制机制, 为后续开展海洋生态补偿和市场化交易等方面提供制度保障。

关键词: 海洋生态系统资产; 海洋生态系统范围; 海洋生态系统状况; 实物量核算

Enlightenment of marine ecosystem asset management based on physical accounting: a case study of Xiamen

WANG Junbo², PENG Benrong³, HUANG Lingfeng³, GONG Wanqing¹, GUO Haixia², CHEN Keliang^{2,4,5,*}

1 Key Laboratory of Marine Ecological Monitoring and Restoration Technologies, Ministry of Natural Resources, Shanghai 201206, China

2 Third Institute of Oceanography, Ministry of Natural Resources, Xiamen 361005, China

3 College of the Environment & Ecology, Xiamen University, Xiamen 361102, China

4 Xiamen Ocean Vocational College, Xiamen 361100, China

5 Key Laboratory of Marine Ecological Conservation and Restoration, Ministry of Natural Resources, Xiamen 361005, China

Abstract: Marine ecosystem hold immense economic and ecological value. They have great significance to global ecological security and human well-being through sustainable utilization and management. How to regard marine ecosystems as quantifiable and manageable “assets” and integrate them into the framework of natural resource assetization management, promoting the conversion of “lucid waters and lush mountains” into invaluable assets are key pathways to achieving their scientific conservation and sustainable utilization. Understanding the temporal and spatial variation of marine ecosystem asset

基金项目: 自然资源部海洋生态监测与修复技术重点实验室开放研究基金资助 (MEMRT202401); 自然资源部第三海洋研究所基本科研业务费专项资金资助项目 (海三科 2025004); 福建省自然资源厅科技创新项目 (KY-080000-04-2024-027)

收稿日期: 2025-05-30; **网络出版日期:** 2025-11-13

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: klchen@tio.org.cn

is essential for implementing natural resources assets management and evaluating their contribution to the people. As an important source of information for understanding the spatial distribution and quality of marine ecosystem assets, physical accounting serves not only as the first step in the full process of marine ecosystem accounting, but also as a data foundation for subsequent marine Gross Ecosystem Product (GEP) accounting. Using the marine ecosystem accounting area in Xiamen as a case study, this research presented changes in marine ecosystem assets based on physical accounting over the past fifteen years, including marine ecosystem extent and marine ecosystem condition. The accounting results reflected the effectiveness of marine ecosystem restoration practice and comprehensive management in the accounting area. Then we presented the bottleneck in marine ecosystem assets physical accounting from basic data, transformation and application, and system mechanism. This article provided some recommendation: (a) It was necessary to strengthen the supporting role of basic data and fix the statistical caliber of data, aiming to implement regular physical accounting of marine ecosystem assets. (b) It was necessary to establish a data accounting platform to effective link the account of marine ecosystem assets accounting with the national economic accounting account, aiming to provide support for the subsequent scientific and reasonable allocation of marine ecological compensation funds. (c) It was necessary to speed up the improvement of relevant systems and mechanisms for the marine ecosystem assets accounting, aiming to provide institutional guarantees for the subsequent development of marine ecological compensation and market-oriented transactions. Inspired by research on marine ecosystem assets physical accounting, the article provides insights into the management of natural resources assetization. It aims to accelerate the promotion and lay the groundwork for management decisions and research related to the audit of natural resource assets upon the departure of leading officials in coastal cities of China, as well as the gross marine ecosystem product accounting and its value realization. Furthermore, it ultimately contributes to the Ecological Civilization Construction in China.

Key Words: marine ecosystem asset; marine ecosystem extent; marine ecosystem condition; physical accounting

自然资源资产是人类社会经济活动的物质基础,也是社会财富的重要源泉。自党的十八大以来,“绿水青山就是金山银山”的理念已融入到我国生态文明建设的全方位和全过程。2013年11月,党的十八届三中全会通过《中共中央关于全面深化改革若干重大问题的决定》,要求“探索编制自然资源资产负债表,对领导干部实行自然资源资产离任审计”。2019年4月,中央办公厅 国务院办公厅印发《关于统筹推进自然资源资产产权制度改革的指导意见》,再次强调了“研究建立自然资源资产核算评价制度,开展实物量统计,探索价值量核算”,旨在通过对自然资源的清查核算,摸清自然资源的家底,实现国土空间规划“一张图”下资源的有序管理与保护利用^[1]。

海洋生态系统作为全球生态系统的重要组成部分,不仅为地球上的生命提供了赖以生存的环境条件,还在全球气候调节、生物多样性维护、资源供给等方面发挥着不可替代的作用。有学者提出通过评估海洋生态资本可以定量的掌握其对当地社会经济活动的贡献^[2]。根据马克思主义的劳动价值理论,海洋生态资源具有潜在价值或存在价值的可能性,但其能否通过明晰产权成为具有物质和环境生产能力的资产是影响其资产化的关键^[3]。我国还有一些海洋领域的学者认为海洋生态系统也可作为一种生态资产,能够为人类提供“蓝色福利”,造福社会经济发展,有利于海洋生态资源的可持续利用^[4-8]。但目前来看,我国海洋资源的核算管理体系尚不完善^[9]。资产化管理作为自然资源管理的调控手段之一,有助于平衡海洋生态资源保护与社会经济发展。

联合国统计委员会于2021年3月通过了《环境经济核算体系:生态系统核算》(SEEA-EA),补充了《2021年环境经济核算体系:中心框架》(SEEA-CF)中未对生态系统资产(生态资产)及其服务的衡量,丰富了SEEA-CF中所述的对环境与经济之间的关系^[10]。而且,根据SEEA-EA,生态系统核算的一个核心特征是对生态系统资产(范围和状况)进行核算。SEEA-EA框架不仅明确提供了生态系统资产的定义,即“特定生态系

统类型的连续空间”,用于揭示生态系统面积的增减和海洋质量状况的好坏,这些变化影响着生态系统资产价值的变化^[11],还提供了编制相应账户的示例^[10-11]。这为后续开展生态系统服务的实物量和价值量的核算提供了前置条件,也是作为后续开展生态系统提供服务潜力评估的重要环节。但赵钰等学者认为 SEEA-EA 框架的生态系统状况评估方法还处在建议与探索实践阶段,且大多数国家和地区都只实施了变化状况的核算的研究,即仅提供评估的相关变量或原始单位结果^[12]。另一方面,现有利用 SEEA-EA 框架开展生态系统资产核算的研究大部分停留在陆地和流域的生态系统,对海洋领域的生态系统资产核算的研究还略显不足。因此,摸清海洋生态系统的家底是掌握海洋资源开发利用和生态环境损害现状,进一步推动开展海洋资源资产化管理和精细化管理的重要一环^[13],为后续编制自然资源资产负债表、实行领导干部离任审计制度、推动我国生态文明建设具有重要意义。

厦门是习近平生态文明思想的重要孕育地和先行实践地,位于中国东南部、台湾海峡以西的海港城市(图 1)。由于其特殊的地理位置,厦门海域不仅是天然的避风良港,还拥有丰富的海洋生物资源(文昌鱼、中华白海豚等)。这些重要的生态资源为厦门城市“两高两化”的发展作出了重要贡献。特别是近年来,厦门地区海洋生产总值(GDP)一直保持相对稳定增长。2020 年,厦门海洋 GDP 占厦门 GDP 比重在 20% 以上^[14]。基于上述背景,本研究基于 SEEA-EA 框架,以厦门市海洋生态系统为研究对象,将海洋生态系统资产定义为“特定海洋生态系统类型的连续空间”,并受核算区海洋生态系统资产实物量核算工作的启发,对未来沿海城市开展海洋生态系统的管理提出了一些思路建议。



图 1 厦门市地理位置

Fig.1 Location of Xiamen

1 研究方法

1.1 核算区域

厦门市行政管辖海域面积约 355 km²^[15]。理论上,在开展核算研究时应将行政管辖范围内的海域都作为研究区的核算对象。然而在实际操作过程中,因受到数据可得性的限制,本研究选取厦门的东部海域、大嶝海域、九龙江河口区、南部海域、同安湾和西海域六个海域作为海洋生态系统核算区(MEAA)进行研究。同时,

在划定 MEAA 边界时,按照核算一致性原则,本研究以 2006 年核算区的边界作为 MEAA 的边界,同时规定 2020 年核算区的边界应与 2006 年一致。

1.2 核算周期

本研究综合考虑了厦门数据的可得性,将核算周期确定为 15 年,以 2006 年为期初,2020 年为期末,以揭示核算区海洋生态系统资产的变化情况。

1.3 海洋生态系统范围核算

海洋生态系统的范围是指在近岸海域的海洋生态系统核算区域内每种海洋生态系统类型所占的面积,即把面积作为范围核算的实物量指标。范围核算作为海洋生态系统资产实物量核算的环节之一,旨在揭示海洋生态系统类型变化的程度和组成,以及海洋生态系统类型之间转换的情况,并追踪了解产生这些类型转换的原因,有助于为利益相关方在经济规划和决策制定等方面提供科学支撑。

为了避免重复核算,本研究基于前人研究^[4, 16-17]和厦门实际情况,将海洋生态系统按潮间带和水体划分为 7 个类型,包括丛草滩、树木滩、沙滩、岩滩、砾石滩、淤泥滩和水体。然后,通过卫星遥感影像和实地调查等手段,利用 ArcGIS 10.8 和 ENVI 5.3 软件对厦门市卫星遥感影像进行数据处理,获取核算周期内不同海洋生态系统类型在期初和期末的面积数据,并以核算账户的结构对核算区海洋生态系统范围的核算结果进行记录,包括范围(面积)增加和下降的程度。其中,增加(下降)程度又按照人类活动和自然因素划分为管理型和非管理型。例如,管理型下降表示海洋生态系统类型面积的减少,指由于海洋生态系统中的人类活动,无论计划内或计划外,或可能由于非法的活动,造成的一种海洋生态系统类型面积减少的情况;而非管理型下降表示由于自然过程造成某种海洋生态系统类型面积范围的下降。同时,为了解这些海洋生态系统类型的变化情况,采用土地利用过渡矩阵进行研究^[18],并将变化数据对应记录在核算账户。

1.4 海洋生态系统状况核算

海洋生态系统的状况是通过海洋生态系统内的生物和非生物特征来反映海洋生态系统的质量情况,不仅能为后续海洋生态系统资产及其生态产品的价值量核算提供支撑,还能为政府部门制定提供信息,对支持环境政策和决策具有重大意义^[11]。

相比于海洋生态系统范围核算,海洋生态系统状况核算较为复杂和繁琐,具体步骤可划分为二个阶段。第一阶段是建立海洋生态系统状况的变化账户。首先需要选择海洋生态系统特征,明确状况评价指标。但海洋生态系统的高度复杂性为确定用于核算海洋生态系统状况特定特征的指标造成了一定困难。本研究基于 SEEA-EA 中对生态系统状况的分类框架^[11]和 Czucz 等学者为生态系统状况的特征和指标确定的三大选择原则^[19],结合海洋生态系统状况分类框架(MECT)^[4],明确了核算区海洋生态系统状况的实物量核算指标,包括:2 个一级指标(非生物生态系统特征、生物生态系统特征);5 个二级指标(海水、海洋沉积物、碳、植被和海洋生物多样性);6 个三级指标,包括主要超标污染物浓度(如无机氮或活性磷酸盐)、海水水质综合指数、海洋沉积物综合指数、碳封存量、潮间带植被覆盖度、一般物种(用多样性指数表征)和特有物种(如中华白海豚),并编制了核算区海洋生态系统状况的变化账户记录上述指标数据。这些数据主要来自地方政府主管海洋和生态环保等部门公布的质量公报以及研究文献资料。但由于这些数据无法在同一个账户中进行比较和汇总,并为了反映核算区海洋生态系统在期初和期末生物和非生物生态系统特征的综合变化情况,需要通过综合指数来反映。第二阶段是在状况变化账户的基础上,通过标准化分析^[20],形成海洋生态系统状况的标准化指数,并把标准化后的数值根据指数权重记录在海洋生态系统状况的综合指数账户。其中,考虑到在 MEAA 范围内每种海洋生态系统的状况指标都很重要,本研究采用等权重法,对 5 个二级指标均赋予同等权重,并在三级指标中再根据指标的个数平均分配。最后,当汇总核算区海洋生态系统状况的综合指数时,再用核算区各海域分区的面积加权平均来计算,由此得到核算区的期初和期末海洋生态系统状况的综合指数。

海洋生态系统状况的变化核算涉及的指标较多,本研究在收集数据过程中对于所需但未能收集到的数据,采用文献、报告等资料中有关的最接近年份的平均值来测量某些特征。以二级指标“碳封存量”为例,在

计算过程中需要用到叶绿素 a 的数据。但期初的数据受到监测站点和监测年份的限制,并无法获取每个海域分区有关叶绿素 a 的数值。考虑到除非有重大人为活动干预或突发自然灾害,相邻年份的海洋生态系统状况不会有较大幅度的变化,因此,针对未获取的数值,本研究通过平均相邻年份的数据来代替计算时所需的数据,以此方式来弥补数据获取不足的遗憾,但此举对海洋生态系统状况的核算结果将造成一定的误差。

2 结果与分析

2.1 核算区海洋生态系统范围核算结果分析

整体来看,2006 年至 2020 年的核算区面积从期初(349.63 km²)到期末(320.49 km²)下降了约 8.34%(表 1),共下降了 2914.56 hm²。从图 2 和图 3 发现变化较大的区域是大嶼海域,有部分沙滩转变为陆地,而南部海域则未发现有明显变化。再结合表 1 的核算账户来看,主要的变化体现在潮间带的海洋生态系统类型,共下降了 2499.42 hm²,特别是沙滩、淤泥滩和水体为面积下降较多的海洋生态系统类型,分别减少了 2239.82 hm²、165.51 hm²和 415.14 hm²,而丛草滩(57.96 hm²)和树木滩(51.1 hm²)的面积则表现为增加。鉴于沿海城市人类活动与近岸海域海洋生态系统有紧密联系,通过进一步分析引起核算区海洋生态系统范围产生变化的原因来看,一方面反映了自然因素是导致核算区不同海洋生态系统类型面积变化的主要原因,另一方面反映了由人类管理型活动导致的核算区海洋生态系统类型面积的下降,达到 3404.81 hm²,说明了人类活动对核算区的海洋生态系统进行了一定程度的开发利用。虽然为满足城市发展需要的城市建设用地需求而进行的围填海工程,造成核算区面积下降较多,但厦门市政府在推动城市发展和建设过程中,仍然十分重视生态修复的工作,通过种植潮间带植被、沙滩修复等措施保护核算区海洋生态环境和维持资源的可持续利用。

表 1 核算区海洋生态系统范围的核算账户/hm²

Table 1 Marine ecosystem extent account in the accounting area

核算项目 Accounting items	海洋生态系统类型 Marine ecosystem types							总计 Total
	潮间带						水体	
	丛草滩	树木滩	砾石滩	沙滩	岩滩	淤泥滩		
期初存量 Opening extent	1.39	21.83	118.5	3016.66	208.44	8849.53	22747.26	34963.6
增加程度 Additions to extent								
管理型增加 Managed Expansion	58.61	67.04		132.4				258.05
非管理型增加 Unmanaged expansion			0.83	3.28	17.41	1627.36	867.19	2516.07
减少程度 Reductions in extent								
管理型下降 Managed reductions	0.17	11.49	33.81	1178.14	1.84	1675.99	503.37	3404.81
非管理型下降 Unmanaged reductions	0.48	4.45	84.41	1197.36	101.33	116.38	778.96	2283.87
净变化 Net change	57.96	51.1	-117.39	-2239.82	-85.76	-165.51	-415.14	-2914.56
变化率/%Rate of change	4169.78	234.08	-99.06	-74.25	-41.14	-1.87	-1.83	-8.34
期末存量 Closing extent	59.35	72.93	1.11	776.83	122.7	8684.01	22332.12	32049.04

部分海洋生态系统类型因期初面积基数较小,导致其变化率数值较高

2.2 核算区海洋生态系统状况核算结果分析

2006 年至 2020 年,核算区海洋生态系统状况的综合指数从 0.32 增加到了 0.33(表 2),上涨了约 3%,说明厦门在城市高速发展、经济水平不断提高和人口数不断增加的背景下,核算区海洋生态系统状况并没有降低,反而略有改善和提升,主要归功于非生物生态系统特征变化指数的增加,特别是海水水质的显著改善,以及由于潮间带植被生境面积的增加而提升了碳封存量。

从表 2 的核算区各海域海洋生态系统状况的综合指数来看,九龙江河口区和南部海域的综合指数下降较为明显,分别下降了 0.126 和 0.066。虽然九龙江河口区和南部海域的海水水质有一定改善,但九龙江河口区综合指数下降的主要原因仍受到潮间带植被覆盖度、海洋生物多样性特征中浮游植物和浮游动物的多样性指

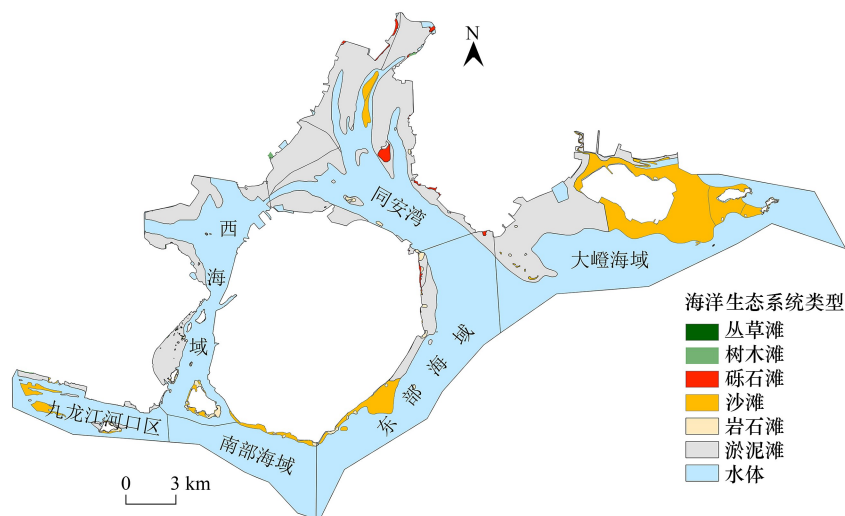


图2 核算区每种海洋生态系统类型的空间位置(2006年)

Fig.2 The spatial location of each marine ecosystem types of the accounting area in 2006

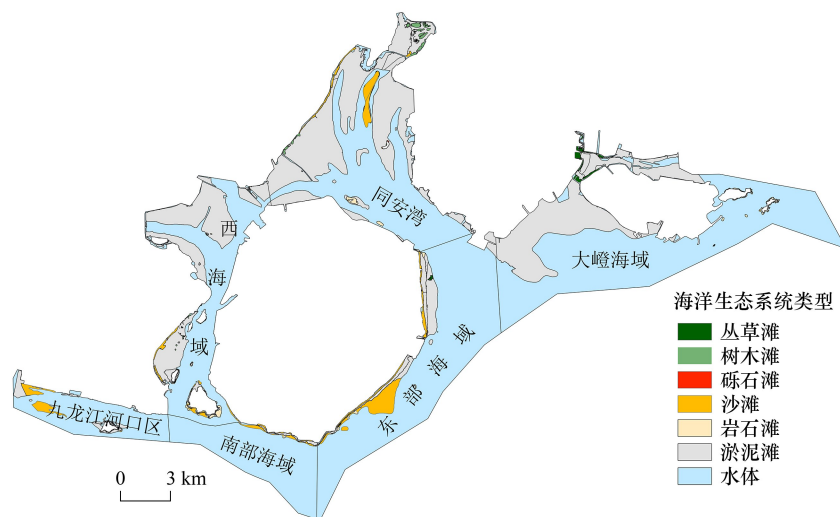


图3 核算区每种海洋生态系统类型的空间位置(2020年)

Fig.3 The spatial location of each marine ecosystem types of the accounting area in 2020

数,以及中华白海豚数量的指数下降的影响,而南部海域的状况综合指数下降推测是受到近岸人类活动及其上游九龙江河口区的影响,导致指数的下降。同安湾是综合指数上升较为明显的海域,综合指数上涨了32.07%,达到了0.097,主要归功于海水水质的显著改善与植被覆盖度的提高。该海域海水水质改善的原因推测是由于截止到2020年,同安湾海水养殖的全面退出,以及较好地控制了污染物入海,如该海域以化学需氧量作为污染物入海的指标,从期初的20749 t和减少到期末的3373.58 t^[21],反映了陆源入海污染物减少,这也说明了该区域的海水水质得到了明显的改善;而植被覆盖度的提高,一方面说明厦门市政府在生态修复方面取得了积极的成果^[22],特别是在同安湾附近的下潭尾红树林公园生态修复工程,不仅实现了环保和经济效益,同时还兼具促进海洋生态文明建设的效果^[23]。

3 存在问题

3.1 基础数据获取限制

统一适用的标准与数据统计体系是编制海洋生态系统资产实物量核算账户的基础。从本研究的核算结

果来看,虽然本研究在核算区中尽最大努力收集了有关海洋生态系统状况的数据,但受到了所收集环境数据可用性和有效性的限制,离预期还具有一定的差距,在一定程度上影响了核算区海洋生态系统状况核算结果的准确性。特别是对于核算初期的环境数据,由于早期监测设施不足,仅能从调查监测报告和有限的相关文献中获得部分数据。但即使到 2020 年收集到的数据,也仍然面临着部分数据收集不全的问题。

表 2 核算区海洋生态系统状况的综合指数账户

Table 2 Comprehensive index account of marine ecosystem condition in the accounting area

海洋生态系统状况特征分类 Marine ecosystem condition characteristics classification			东部海域 Eastern sea	大嵵海域 Dadeng sea	九龙江河口区 Estuary zone	南部海域 Southern sea	同安湾 Tong'an bay	西海域 Western sea	核算区 The accounting area
期初值 Opening value			0.355	0.38	0.293	0.286	0.29	0.231	0.32
非生物生态系统 Change in abiotic ecosystem characteristics	海水	无机氮	0.05	0.05	0.00	0.018	0.048	0.008	
		活性磷酸盐	0.007	0.002	-0.028	-0.017	0.028	-0.007	
		海水水质综合指数	0.052	0.028	0.000	0.006	0.068	0.034	
	海洋沉积物	海洋沉积物质量综合指数	-0.068	-0.088	-0.016	-0.044	-0.052	0.013	
	碳	碳封存量	0.00038	0.00058	-0.0003	0.0002	0.0030	0.0001	
		合计	0.042	-0.01	-0.044	-0.037	0.095	0.048	0.031
生物生态系统 Change in biotic ecosystem characteristics	植被	潮间带植被覆盖度	0.016	0.074	-0.040	0.000	0.051	-0.005	
	海洋生物多样性	一般物种							
		浮游植物多样性指数	-0.010	-0.007	-0.013	-0.006	-0.015	-0.017	
		浮游动物多样性指数	-0.00008	-0.006	-0.007	-0.006	-0.005	-0.007	
		底栖生物多样性指数	-0.003	0.001	0.004	0.008	-0.003	0.004	
		特有物种							
		中华白海豚数量	-0.026	-0.026	-0.026	-0.026	-0.026	-0.026	
		文昌鱼平均生物量	-0.021	-0.014	—	—	—	—	
		合计	-0.043	0.02	-0.082	-0.029	0.002	-0.051	-0.019
净变化 Net change			-0.002	0.01	-0.126	-0.066	0.097	-0.003	0.01
期末值 Closing value			0.352	0.39	0.167	0.22	0.383	0.228	0.33

另一方面,现阶段由于自然资源实物量分类统计标准不统一^[24],导致各地区海洋生态系统资产不同统计口径的资源数据存在较大差异,不利于在实践中开展海洋生态系统资产的实物量核算工作。以本研究为例,不论是范围数据还是状况数据,有很多数据是通过市场调查、文献研究、实地勘察等方式获取的,另一部分数据来自相关资源与环境相关管理部门。虽然前者是对后者数据的一种有益补充,但不同的数据获取方式可能存在数据可靠性、数据标准不统一、数据采集工作难以常态化、成本高、适用范围有限等问题^[25]。

3.2 核算的管理应用还需拓展

从上述核算账户来看,其能作为地方政府开展自然资源资产化管理工作重要的信息来源。但目前来看,不论是对生态系统资产还是生态产品的大部分研究还停留在初步探索阶段^[26-28],而且大多数的公共(私营)部门的决策者还仍相对追求某些高价值的生态系统服务,忽视了这些服务所依赖的生态系统资产的状况^[28],不过,已经有学者们逐渐开始关注到生态系统资产仍需要通过持续统计、核算来形成数据基础,以探索数据在海岸带管理实践中的应用,从而更好地支撑自然资源的管理工作^[29]。因此,将海洋生态系统资产纳入到国民经济的决策体系,更有利于利益相关者获得可持续的海洋生态产品。海洋生态系统资产的实物量核算正是为此提供了重要的基础支撑。另一方面,随着学者们对自然资源资产化管理的研究深入,生态系统作为资产推动经济发展的理念将会快速普及^[28]。但受限于目前自然资源资产产权制度尚不完善,全国性的生态系统资

产交易平台和支撑生态系统资产交易的金融体系还不具备基础,在一定程度上影响了海洋生态系统资产核算的成果转化应用。

3.3 体制机制还不够完善

虽然近年来厦门已经陆续出台了《厦门市生态文明体制改革实施方案》、《厦门市自然资源产权制度改革实施方案》、《厦门市“十四五”生态文明建设规划》、《厦门市建立健全生态产品价值实现机制工作方案》等一系列政策文件,尤其是在2022年发布《厦门市建立健全生态产品价值实现机制工作方案》中明确指出要“推进自然资源确权登记”,并“推进生态产品价值核算结果在政府决策和绩效考核评价中的应用”,还特别要求到2035年,要“完善的生态产品价值实现机制全面建立,生态产品价值实现路径持续拓宽,形成具有厦门特色的生态产品价值实现模式,一批生态产品价值改革成果在全国全省范围内复制推广”。但目前来看,厦门组织开展有关海洋生态系统资产核算的相关政策制度仍不够完善。同时,在国家层面,当前还未出台支撑自然资源资产核算保障制度的顶层设计;在地方层面,各地目前在自然资源资产核算、监管、评估、审计、考评和公众参与等制度方面也处于探索阶段,最重要的自然资源资产产权制度改革的推进仍存在一定的阻碍^[25]。另一方面,虽然国家发展改革委和国家统计局联合印发了《生态产品总值核算规范(试行)》囊括了生态产品总值核算的内容,但对生态系统资产的核算规范尚未提及。此外,我国海洋自然资源资产的配置市场目前仍相对不成熟,也缺乏统一的海洋资源资产公共交易平台的制度体系设计^[30]。

4 结论与展望

开展海洋生态系统资产核算是落实基于海洋生态系统的管理、保护和恢复海洋生态系统的直接抓手,其实物量核算结果更是能直观反映海洋生态保护修复成效、展示领导干部任期内海洋生态系统资产的变化情况,并以此分析变化原因的依据,为后续开展海洋生态系统的保护和修复政策的精准实施提供科学依据。另一方面,海洋生态系统资产的实物量核算不仅是对现有资源的评价和评估,更是对未来自然资源可持续利用和城市经济发展的指引。通过科学核算,不仅揭示了十五年间厦门市在保护海洋生态系统的同时,实现了社会、经济与环境的和谐发展,还说明了通过核算结果对海洋生态资源开展科学、有效的管理能起到信息支撑作用,为今后国家和其他沿海城市开展自然资源资产化管理提供了样板和有益的经验借鉴,共同为国家生态文明建设目标的实现作出努力。

4.1 加强基础数据的支撑作用

通过海洋生态系统资产(范围和状况)的核算账户可以对不同生态系统的健康状况进行强有力的分析^[31],但需要有持续、稳定的数据来源作为基础支撑。数据的可得性及其精度对于实物量核算结果的准确性也至关重要。

海洋生态系统范围的实物量核算数据相对容易获取,其数据主要来自于遥感图像或现场调查。其数据精度受到图像分辨率的限制。同时,这意味着从遥感产品中获得的更高图像分辨率可能有利于获得当前生态系统中更多的空间或生态细节(例如较小的特征)^[32-33]。需要注意的是,当使用遥感的方法作为获取近岸海洋生态系统的范围的数据源时,无论是主动遥感或被动遥感,两者均适合作为获取海洋生态系统范围的实物量数据的来源,用于确定近岸海洋生态系统核算区的边界(岸线)位置^[34]。但考虑到数据的可获取成本,则需要根据研究区的实际情况、精度要求和数据获取的难易程度来决定使用何种数据源的数据。而海洋生态系统状况的实物量核算数据则面临着需从较多的指标中选择和收集相关数据的挑战,并且可能还会涉及到在环境监测方面需要进行大量的资金支持,至少在目标区域需要设置设施设备^[35]。因此,对于海洋生态系统状况来说,若能获得充足且必要的数据,对于海岸带综合管理是能起到更为有效的支撑。

为加快研究数据与管理应用的结合,本文认为首先应加强自然资源相关部门的联系与合作,统一数据标准和规范,并固定数据统计口径,以提高数据的可靠性和核算结果的准确性,并确保统计分类与核算方法具有较强的可操作性和基础数据的可获取性;其次,加快建立统一、规范的海洋生态系统资产的目录清单,每

年汇总统计一次,每五年编制一次海洋生态系统资产范围和状况的核算账户,以了解海洋生态系统资产的变化情况;同步开展长期跟踪监测,及时掌握行政管辖范围内海洋生态系统的“家底”及其变化情况,为后续国家和沿海城市开展海洋生态产品总值核算及生态产品价值实现机制研究提供支撑。

4.2 推动研究成果的转化应用

开展海洋生态系统资产核算的核心目的是为了对具有重大生态系统服务功能的海洋生态系统资源的保护和可持续利用提供必要的信息支撑,为“绿水青山”向“金山银山”的科学转化提供支撑。

本文通过厦门市海洋生态系统资产实物量的核算,发现十五年来厦门的人口、社会经济发展对其周边的海洋生态环境也产生了重大影响。根据田海燕等学者的研究,填海造地对促进沿海城市的建设、经济发展具有积极作用,且填海造地面积与海洋生产总值呈正相关,但对海洋生态环境也会产生明显的负效应,因此在实际管理中,要竭力避免填海造地的负效应超过社会经济的正效应^[36]。范围核算结果反映了厦门通过填海造地的方式,以面积减少了 8.34% 为代价进行城市建设的开发和利用,一定程度的促进了当地经济的发展,促使厦门 GDP 从 1168.02 亿元增长到 6384.02 亿元。并且根据厦门经济特区年鉴,发现厦门土地面积从 2006 年的 1573.16 km² 增加到 2020 年的 1700.61 km²^[14, 37],增加了约 8.1%,与我们核算的海域面积减少 8.34% 相近,说明厦门市进行了一定规模的围填海工程,是影响核算区海域面积减少的主要因素;另一方面,厦门海域使用的面积从 2006 年的 2364.24 hm² 减少到 2020 年的 1021.5 hm²^[14, 37],减少了 56.79%,说明厦门市利用行政管理手段在一定程度尽可能减少了人类活动对海洋生态系统的影响。另一方面,从核算区海洋生态系统状况的核算结果来看,反映了厦门市政府积极保护厦门海洋生态环境,重视生态保护和修复,通过改善水质和植被生态修复等措施,使核算区的海洋生态系统的质量和状况呈现良好的态势。因此,系统看待海洋生态系统资产实物量核算结果为科学治理海洋生态系统提供了科学依据,特别是通过核算账户能更直观地反映政府管理决策对海洋生态系统范围和状况的影响情况。

本文认为通过海洋生态系统资产的实物量核算是能比海洋生态产品价值核算结果更适合作为政府决策和绩效考核评价的参考,尤其能为领导干部有关自然资源资产的离任审计、生态文明绩效评价考核和责任追究制度提供信息基础。但有学者认为将自然资源核算应用于领导干部离任审计存在领导干部任期与自然资源资产核算时期不一致、领导干部的生态环境保护责任未明确、自然灾害导致的自然资源资产贬损难以及时核算等问题^[25]。

为了提高地方政府海洋生态环境治理水平,本文认为在实际海洋管理应用中可遵循 SEEA-EA 的指导框架,分阶段采取以下措施加快推动海洋生态系统资产的核算成果在海洋生态产品价值实现、海洋生态补偿和全民所有自然资源资产所有权委托代理机制等工作的实际应用。首先,以规范、统一、可靠的数据作支撑,建立数据核算平台,将数据的“采集-传输-存储-处理-分析可视化”等环节进行整合,并与管理部门衔接,实现数据的“一键核算”;第二阶段,依托数据核算平台,合理、灵活应用海洋生态系统范围的实物量账户和海洋生态系统状况的实物量账户,将核算账户与国民经济核算账户相结合,为地方政府的决策提供参考,为海洋相关管理部门开展科学的海洋治理提供依据;第三阶段,在进一步厘清海洋生态资源的权责基础上,开展全面所有自然资源资产所有权委托代理机制试点工作,并基于海洋生态系统的核算结果,科学合理分配海洋生态补偿资金,统一调节相关资产的分配和使用,助力我国生态文明建设。

4.3 加速推动体制机制建设

随着科学生产力的发展,自然资源稀缺性日渐凸显,其稀缺性又决定了自然资源的资产价值^[38]。从长远来看,自然资源资产核算必将是我国生态文明建设的常态化工作任务^[25]。为确保海洋自然资源的资产化管理能连续、顺利地展开,建立常态化的机制保障海洋生态系统资产的核算工作显得尤其重要,也是为实现委托代理机制与行政监管机制在法律层面的整合衔接,确保全民所有自然资源资产授权委托有法可依的制度保障^[39]。因此,本文建议从法律法规、海洋生态补偿制度、市场化交易机制等方面采取措施加速推动国家有关自然资源资产体制机制的建设:(1)应加快构建自然资源资产及其产权的法律法规和政策体系,通过进一步

梳理和厘定海洋生态资源的产权,建立海洋生态系统资产的产权管理制度,以推动后续开展海洋生态系统资产的委托代理机制的试点应用;(2)应加快建立健全海洋生态补偿制度,做好将全民所有自然资源资产的“交换价值”纳入与生态环境损害赔偿制度的衔接过程,并形成由第三方专业机构来评价海洋生态补偿效果的工作机制,确保海洋生态功能区不会因海洋环境质量的变化而丧失生态系统功能;(3)应加快构建自由公平的自然资源资产的市场化交易机制,基于海洋生态系统资产的核算结果,以量化量价的方式进一步规范海洋生态系统资产的价格定价标准,充分发挥市场的主导性作用,实现自然资源的优化配置,从而促进海洋生态系统资产的保值增值。

参考文献(References):

- [1] 桑新春,吴姗姗,张春艳,李锋,王秀娜,李学峰,岳奇.海洋资源资产价值与生态产品价值核算内涵及方法辨析初探.海洋湖沼通报(中英文),2025,47(2):202-209.
- [2] 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.
- [3] 叶芳,殷以宁.海洋生态产品价值实现的理论基础、路径探索与机制建构.海洋开发与管理,2022,39(6):67-73.
- [4] Wang J B, Peng B R, Huang L F, Chen K L. Tracing offshore marine ecosystem asset changes based on physical accounting: a case of Xiamen Sea Area. *Ocean & Coastal Management*, 2024, 259: 107420.
- [5] 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.
- [6] 郑伟,石洪华,陈尚,张朝晖,王宗灵,丁德文.海洋生态资产属性与价值特征的浅析.海洋环境科学,2007,26(4):393-396.
- [7] 陈尚,任大川,李京梅,夏涛,王栋,杜国英,王其翔,柯淑云,王丽,王敏,赵志远.海洋生态资本概念与属性界定.生态学报,2010,30(23):6323-6330.
- [8] 赵梦,梁湘波,彭洪兵.海洋资源资产负债表编制初探.海洋开发与管理,2018,35(3):28-31.
- [9] 刘大海,欧阳慧敏,李晓璇,纪瑞雪.海洋自然资源资产负债表内涵解析.海洋开发与管理,2016,33(6):3-8.
- [10] 邱琼,施涵.基于SEEA EA的中国生态系统核算改进.中国国土资源经济,2023,36(11):4-15.
- [11] United Nations, European Commission, Food and Agriculture Organization of the United Nations, International Fund Monetary, OECD, Un Environment Programme, The World Bank. System of environmental-economic accounting-ecosystem accounting (SEEA EA). New York: Department of Economic and Social Affairs, 2021.
- [12] 赵钰,应凌霄,张观石,欧阳志云.生态资产质量评估方法与进展.自然资源学报,2025,40(7):1719-1742.
- [13] 李彦平,魏先昌,刘大海,代京伟,陈康源.面向海域管理的海洋资源资产负债表编制框架研究.海洋通报,2018,37(3):264-271.
- [14] 厦门市统计局.厦门经济特区年鉴.北京:中国统计出版社,2021.
- [15] 厦门市人民政府.厦门市海洋功能区划(2013—2020年).厦门:厦门市人民政府,2018.
- [16] Di Gregorio A, Jansen L J M. Land Cover Classification System (LCCS): classification concepts and user manual. Rome: FAO, 1998.
- [17] 彭本荣.海岸带生态系统服务价值评估及其在海岸带管理中的应用研究[D].厦门:厦门大学,2005.
- [18] Zhu C H, Chen Y L, Wan Z W, Chen Z B, Lin J P, Chen P R, Sun W W, Yuan H, Zhang Y P. Cross-sensitivity analysis of land use transition and ecological service values in rare earth mining areas in Southern China. *Scientific Reports*, 2023, 13: 22817.
- [19] Czúcz B, Keith H, Maes J, Driver A, Jackson B, Nicholson E, Kiss M, Obst C. Selection criteria for ecosystem condition indicators. *Ecological Indicators*, 2021, 133: 108376.
- [20] Paracchini M L, Pacini C, Jones M L M, Pérez-Soba M. An aggregation framework to link indicators associated with multifunctional land use to the stakeholder evaluation of policy options. *Ecological Indicators*, 2011, 11(1):71-80.
- [21] 王骏博.海洋生态系统核算及其在厦门的应用研究[D].厦门:厦门大学,2023.
- [22] 陈志德.下潭尾湿地公园红树林生态修复实施效果分析.南方农业,2024,18(16):162-164,177.
- [23] 黄金阳,周亮,诸姮,卢昌义.红树林生态修复工程中的景观塑造技术——以厦门市下潭尾红树林公园景观地标为例.应用海洋学学报,2024,43(4):690-695.
- [24] 侯淑涛,丁玲,李志富.国有自然资源资产报告编制的几点思考.中国土地,2019(1):49-51.
- [25] “深圳市大鹏新区生态产品开发研究”课题组.自然资源资产核算的实践经验及启示——以深圳市大鹏新区为例.城市与环境研究,2018,(3):99-112.
- [26] 张羽,傅斌,罗勇,张洪吉,陈青松,顿玉多吉.生态资产评估及管理方法研究进展.生态经济,2023,39(2):156-164.

- [27] 李宇亮, 伊然, 王梓浩, 王骏博, 高宇, 陈克亮. 生态产品价值实现理论研究的难点与对策. 生态学报, 2024, 44(19):8914-8921.
- [28] 李璞, 王晓强, 徐卫华, 欧阳志云. 基于文献计量分析的生态资产研究现状及启示. 生态学报, 2023, 43(21):9082-9095.
- [29] 张君宇, 王欢欢, 张晖, 揣雅菲, 项前, 杨微石. 全类型自然资源资产核算技术方法探索——以深圳市为例. 中国国土资源经济, 2025, 38(2):20-26.
- [30] 高升, 徐境桢, 葛姝彤, 赵宸. 海洋自然资源资产负债表编制研究. 绿色财会, 2023, 12:7-12.
- [31] Comte A, Quemmerais-Amice F, Scemama P, Mongruel R, Surun C, Levrel H. Experimenting marine extent and condition accounts in France. *Marine Policy*, 2025, 172: 106532.
- [32] Pérez-Hoyos A, Rembold F, Kerdiles H, Gallego J. Comparison of global land cover datasets for cropland monitoring. *Remote Sensing*, 2017, 9(11): 1118.
- [33] Petersen J E, Mancosu E, King S. Ecosystem extent accounts for Europe. *Ecosystem Services*, 2022, 57: 101457.
- [34] Wang J B, Wang L Y, Feng S F, Peng B R, Huang L F, Fatholahi S N, Tang L S, Li J. An overview of shoreline mapping by using airborne LiDAR. *Remote Sensing*, 2023, 15(1): 253.
- [35] 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.
- [36] 田海燕, 李杨帆, 薛雄志. 填海造地的社会经济效益与生态环境影响及对策建议. 海洋开发与管理, 2016, 33(10): 21-25.
- [37] 厦门市统计局. 厦门经济特区年鉴. 北京: 中国统计出版社, 2007.
- [38] 严金明, 张东昇, 夏方舟. 自然资源资产管理: 理论逻辑与改革导向. 中国土地科学, 2019, 33(4): 1-8.
- [39] 王涛, 辛冰, 殷悦. 全民所有自然资源资产管理体制研究. 海洋经济, 2023, 13(1):1-8.