

海洋生态价值核算与应用初探

王涛 杨璐 李琳琳 王悦 化蓉

【摘要】开展海洋生态系统价值核算研究对于构建基于生态系统的海洋经济管理具有重要的理论意义和现实需求。以海洋生态价值核算为研究切入点,以完善海洋经济核算体系为目标,梳理出海洋生态系统核算的流程及内容。在研究路径上,首先分别从生态系统流量和存量核算两个层面设计海洋生态服务和海洋生态资产价值核算框架,然后探索出基于供给使用表和资产负债表为手段的海洋生态系统与经济及人类活动的融合衔接,最终从生态服务权衡、价格估算、贴现率确定及整合列报四个方面提出下一步研究难点及探索方向。

【关键词】海洋生态服务;海洋生态资产;生态经济;贴现

【作者简介】王涛,男,国家海洋信息中心,博士,副研究员,主要研究方向为海域资源资产核算,E-mail:mvpforever007@126.com;杨璐,国家海洋信息中心;李琳琳(通讯作者),女,国家海洋信息中心,硕士,助理研究员,主要研究方向为海洋经济核算,E-mail:lilinlin.1988@aliyun.com;王悦,化蓉,国家海洋信息中心(天津 300171)。

【原文出处】《海洋经济》(津),2020.6.15~21

【基金项目】广东省海洋经济发展专项[GDNRC(2020)073];山东省自然科学基金项目[2R2018BG001]。

引言

海洋作为国家的基础战略资源,是国家重要的生存资本和财富保障,海洋生态系统不断地为人类提供产品和服务,维持着人类赖以生存的物质基础和条件,受海洋生态系统承载力以及人类开发能力影响,不合理的海洋开发活动会影响生态产品与服务的供应能力,为维护海洋生态系统的持久保育功能,需开展海洋生态价值核算以权衡海洋生态资源开发与保护,保障可持续提供生态产品的能力。

海洋生态核算是生态产品价值实现的基础,当前在研究层面主要包括海洋生态服务与生态资产核算两方面,海洋生态服务研究主要侧重生态服务界定^[1-4]、价值核算方法^[5-8]、表式结构设计^[9-12],以及海洋生境恢复^[13-16]等;海洋生态资产研究相对较少,重点包括生态资产价值^[17-18]、区域均衡分析^[19]、生态崩溃阈值^[20]和管理决策^[21]等。综合分析,当前海洋生态核算理论和技术方法较多的是基于单位海域面积价值对总量的静态估算,对海洋生态系统类型、质量状况的时空差异方面缺乏动态考

虑,且与海洋经济核算账户衔接较少,需要进一步梳理完善海洋生态价值核算体系,并探索与海洋经济核算的整合衔接。

本文以海洋生态价值核算为研究对象,以实现海洋生态核算与经济核算衔接为目的,分别从生态系统流量和存量两个层面开展海洋生态服务和海洋生态资产价值核算研究,并探索海洋生态价值信息扩展以实现海洋经济的整合衔接。

1 海洋生态系统核算内容

海洋生态系统是一定海域内生物群落与周围无机环境相互作用构成的自然系统,具有相对稳定功能并能自我调控的动态复合体^[22]。在类型上可以划分为河口、潮间带、盐沼、红树林、海湾、海草床、珊瑚礁、上升流、大陆架和岛屿生态系统10种类型,并且都分别对应着相应的生物群落及海洋环境构成^[23]。

海洋生态服务是海洋生态系统所形成的流量,被认为是人类从海洋中所获取的收益,在海洋生态系统到人类福祉的价值实现路径上,由海洋生态服务来衔接,大体划分两个阶段:

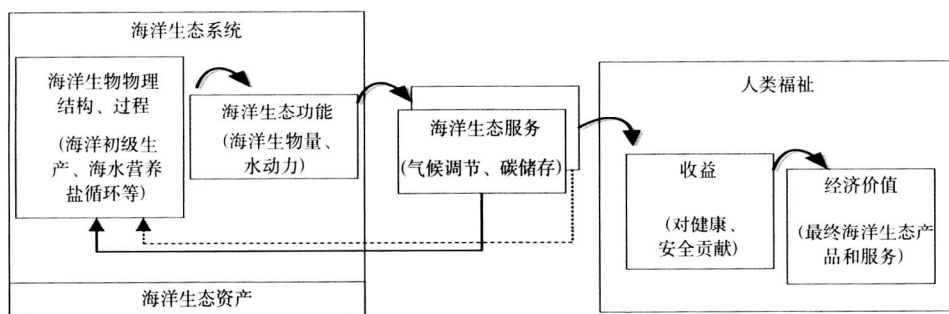


图1 海洋生态价值核算研究路径

第一阶段从海洋生物物理环境到海洋生态服务。将对海洋生态环境度量研究固化为海洋生态服务,是从海洋生态系统“生产”产品的视角来评估海洋生态资产预期可形成的生态服务实物量。

第二阶段从海洋生态服务到人类福祉阶段。人类为了创造福祉而对海洋生态服务的需求,通过效用价值论来核算海洋生态服务价值,进而再贴现出海洋生态资产价值。

2 海洋生态系统核算流程

海洋生态核算流程应首先开展生态环境识别,描述海洋生态系统结构与功能,进而开展海洋生态服务与生态资产核算,为海洋生态产品市场化提供价值尺度,最后通过供给使用表与资产负债表实现海洋生态

与海洋经济的整合衔接,具体研究框架如下图2所示。

2.1 海洋生物物理环境度量

海洋生物物理环境度量也称海洋生态系统条件,是权衡抉择预期可形成海洋生态服务类型和数量的前提,每一项海洋生态资产都有一系列的“生态系统特征”来识别海洋生态环境,因此,应从“生产成本”的视角出发,依托海洋生态系统特点及未来预期使用类型来构建海洋生物物理环境指标框架^[24],指标涉及生物多样性、数量、状态,以及压力四个方面,综合测算出海洋生物物理环境得分及等级,为整体上海洋生态资产的状况,及预期形成海洋生态服务的能力评估提供基础,海洋生物物理环境评估的基本框架如下表1所示。

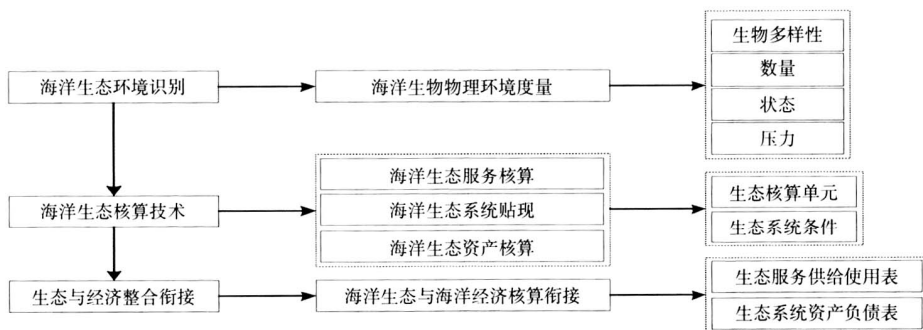


图2 海洋生态核算与海洋经济衔接流程图

表1 海洋生物物理环境度量体系构建

一级指标	二级指标
多样性	物种多样性、生态系统多样性、基因多样性、功能多样性
数量	生态系统边界、地理分布、种群大小、净初级生产力
状态	生态系统红色名录、生态系统破碎化、海洋营养指数、自然资本指数
压力	气候变化、营养盐与氮磷比、人类足迹指数、外来物种入侵

通常情况下,海洋生态环境识别需要假设核算期内各时点上海洋生态系统处于平衡状态,依据生物物理条件的参考位点设立基准,基于生态系统质量和特征差异加权形成平均指数,通常将核算期初的指标得分设置为100,计量核算期末海洋生物物理环境得分来比较生态环境质量的增减变化以计量预期形成海洋生态服务的能力。

2.2 海洋生态服务核算

海洋生态核算单元应以海洋生态系统类型为基础,实现海洋空间全覆盖,结合海洋生物物理环境评估来描述生态系统与其形成服务之间的关系,开展海洋生态服务实物和价值核算,如下页图3中

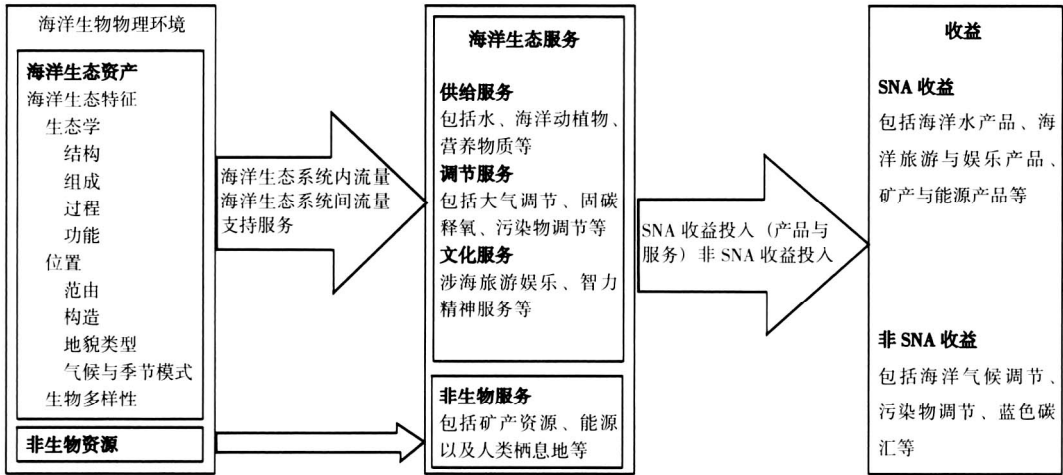


图3 海洋生态服务类型及收益类型对应

所示,海洋生态系统流量包括海洋生态服务与非生物服务,本文将非生物服务(如矿产资源)认为是在长期的海洋生态系统过程中形成的,因此在千年生态评估^[25-26]中生态服务类型上扩展,本文认定海洋生态服务包括供给服务、调节服务、文化服务和非生物服务四种类型。

海洋生态服务的实物与价值核算假定海洋生态资产是永久使用的,即海洋生态系统形成生态服务的能力是可持续的,受海洋生态核算尺度与海洋生态条件两个因素影响,海洋生态核算可优先选择生态服务评估数据可获取性较好的情形,价值核算函数关系可以表示为:

$$E_i = \sum_{i=1}^4 E_{ii} \quad (1)$$

式中: E_i 表示核算时点上的海洋生态服务总价值; E_{ii} 分别为供给服务、调节服务、文化服务和非生物服务价值,是海洋生态系统范围和海洋生态系统条件的函数,即

$$E_{ii} = f(F_i, M(B_{ii}, S_{ii}, N_{ii}, P_{ii})) \quad (2)$$

式中: F_i 表示海洋生态核算单元; $M(B_{ii}, S_{ii}, N_{ii}, P_{ii})$ 表示海洋生态系统条件; $B_{ii}, S_{ii}, N_{ii}, P_{ii}$ 分别表示海洋生态系统多样性、状态、数量、压力等影响因素。

海洋生态核算单元尺度差异对海洋生态价值核算有重大影响,生态服务价值会随着受益人与海洋生态系统之间的距离增加而下降,因此,距离衰减有时也会纳入整个海洋生态系统核算过程。

为方便编制海洋生态服务供给使用平衡表以扩展衔接海洋经济价值核算,需要对市场和非市场流通的海洋生态服务价值有效分离,划分为两部分,一是已纳入海洋经济核算的流量,即市场价值;

二是尚未纳入海洋经济核算的流量,即非市场价值,为掌握海洋生态服务的价值构成,非市场价值方面的海洋生态服务核算是研究重点。

2.3 海洋生态系统贴现

海洋生态系统贴现率是将海洋生态系统流量还原为海洋生态资产价值的比率,贴现率的选择要求考虑未来货币化的成本与效益以权衡当前和未来福利的选择。需要在特定时点在对当代与未来、开发与保护之间进行最优的资源配置以维持海洋生态系统的长期均衡,贴现率可参考金融资本资产定价模型^[27],将海洋生态系统的开发活动被视为风险“投资”,计算公式为:

$$p = \rho + \eta g \quad (3)$$

式中: p 表示海洋生态系统贴现率; ρ 表示在无人类活动下的海洋生态系统生产率; η 表示对海洋生态系统进行经济开发的风险系数,通常基于现有海洋生态系统类型,获取生态服务收益的变化系数; g 表示有人类活动下的超额海洋生态系统生产率,可理解单纯由人类活动所引致的海洋经济增长的贡献率,在动态增长背景下,在海洋经济增长率中剔除海洋生态系统自然增长贡献部分,包括海洋经济全要素生产率、生产资本和人力资本的贡献,可表示为:

$$g = Q - \rho = Q - aNK = bHK + cMK + TFP \quad (4)$$

$$Q = aNK = bHK + cMK + TFP \quad (5)$$

式中: Q 表示海洋经济增长率; TFP 表示海洋经济全要素生产率; MK 表示生产资本对海洋经济的贡献; HK 表示人力资本对海洋经济的贡献; NK 表示自然资本对海洋经济的贡献; $a + b + c = 1$ 且权重为投入成本占比。

综上所述,海洋生态资产收益率应视为未开发状态下的自然资本贡献率与开发状态下的风险溢出的叠加,其中风险溢出为人类经济活动的超额收益,包括全要素生产率、生产资本和人力资本对海洋经济的贡献。

2.4 海洋生态资产核算

海洋生态资产存量合计可依据经济资产核算逻辑,连续时间序列下海洋生态产品与服务贴现值的叠加,在假定海洋生态资产是在可持续利用的前提下,运用收益还原方法估算出海洋生态资产价值,假设 E_t 为海洋生态系统第 t 期的预期生态服务价值,依据贴现率 p 还原出海洋生态资产总价值^[28]:

$$A = \int_0^{\infty} e^{-pt} E_t dt \quad (6)$$

式中: A 表示海洋生态资产; E_t 表示核算时点的海洋生态服务价值。

3 海洋生态核算与海洋经济衔接研究

海洋生态核算与海洋经济核算的衔接路径,通过海洋生态核算信息扩展来综合平衡海洋生态系统开发与保护之间的关系,以构建海洋生态经济体系为目的,在流量层面,利用海洋生态服务供给使用表反映海洋生态系统与人类之间的投入产出关系;在存量层面,利用海洋生态资产负债表反映海洋生态系统经济价值的变现及减损状况。

3.1 海洋生态服务供给使用表

海洋生态系统作为一种特殊的生产单位,作为供给方将海洋生态服务作为一种特殊的生产产品来运营,可将海洋生态系统视为“准生产部门”,将生态系统对于人类消费海洋生态服务的活动,视为“第四产业”,开展海洋生态服务供给使用平衡表设计。

海洋生态服务供给使用平衡表一般采用价值型,横向为海洋生态系统所提供的供给、调节、文化和非生物服务价值量,纵向上分为供给表和使用表两部分,总体上讲,每种生态服务总供应量等于总使用量,即存在供应使用恒等关系,其中供给方涉及红树林、珊瑚礁、海草床等海洋生态系统类型,使用方主要包括企业和住户两大类,企业一般为进入市场的产品,表示进入海洋经济生产的部分,对应市场价值,住户一般为未进入市场的服务,表示被居民直接消耗的部分,对应非市场价值,使用方还可以按照空间类型(海岸带、城市、乡村)、性别、收入群体等划分。

表 2 海洋生态服务供给使用平衡表

生态系统	供给服务	调节服务	文化服务	非生物服务	合计
供给表					
红树林					
珊瑚礁					
海草床					
...					
河口					
潮间带					
岛屿					
合计					
使用表					
企业					
住户					
合计					

3.2 海洋生态系统资产负债表

海洋生态系统资产负债表从管理视角出发反映管理主体的经济责任和生态责任,经济责任关注核算期间对海域生态资产配置的合理性、效益性,即保值增值范畴;生态责任关注在核算期间对海洋自然生态的修复管理及变现问题,即自然生态范畴。

资产负债表包含资产表和负债表两部分,资产表为现时状态下的海洋生态资产存量价值,受价格变化、填海造地和自然生态条件影响;负债表可视为人类因提前变现海洋生态价值,对海洋生态系统的负债,即生态系统是否“过度”耗减、生态功能是否丧失,受生态功能丧失与修复影响;海洋生态资产净值为资产与负债的差值,可通过海域空间物量变化与重估价两个科目来表征,具体的表式结构如表 3 所示。

4 研究难点及方向

构建基于生态系统的海洋经济管理需要重点衡量人类从海洋生态系统中获取的价值,并纳入国家政策管理考量,用以平衡海洋生态系统的保护与利用关系,海洋生态价值核算与海洋经济核算的衔接需要体现综合性与整体性,在供给使用表和资产负债表为衔接的基础上,还需重点突破以下几个方面问题。

4.1 海洋生态服务类型筛选

海洋生态系统“生产”的生态服务通常是“共生”

表 3 海洋生态系统资产负债表

	科目	资产	负债	净资产	
期初资产 负债表	资产价值	—	—		
	负债价值	—	—		
	资产净值	—	—		
	资产变化	—	—		
	价格变化导致	—	—		
资产负债 变化表	填海造地	—	—		
	海洋生态系统条件	—	—		
	负债变化	—	—		
	生态功能丧失与恢复	—	—		
	资产净值变化	—	—		
	物量变化	—	—		
	价格变化	—	—		
	资产价值	—	—		
	期末资产 负债表	负债价值	—	—	
		资产净值	—	—	

的,当存在多种海洋生态服务捆绑在一起时,海洋生态系统核算范围内的某一海洋生态服务类型可能会对其他类型生态服务产生影响,为明确特定海洋生态系统的生态服务类型,需要依据当前海洋生态系统条件及最优海洋生态服务类型的抉择,从“增加获利—减少损失”视角,尝试采用供给需求、利益主体和时间空间^[29]等定量分析的方法权衡抉择“一篮子”待核算的海洋生态服务。

4.2 海洋生态服务价格的估算

海洋生态服务在估值过程存在不确定性,尤其是对于非市场的海洋生态服务价格估算缺乏参照,价值估算应构建基于特定海洋生态服务对应特定价格方法的体系,以是否可实现市场化配置为依据,对于难以进行市场化的生态服务可采用揭示偏好和陈述偏好方法进行非市场价值评估。

4.3 海洋生态系统贴现率确定

考虑到可持续发展目标(Sustainable Development Goals,SDG 14)框架^[30],经济原则不能作为决定贴现率的唯一标准,海洋生态系统贴现率应反映当前经济效益和未来可持续福利,通常情况下,贴现率越高反映当前海洋生态产出率越高,同时对现有海洋生态资产消耗也高,影响子孙后代获取收益的权利,人类开发活动的风险溢出需要基于对海洋生态属性的变动情况进行多方面权衡,最终测算出

额外风险收益。

4.4 海洋生态核算与经济核算衔接

海洋生态服务和海洋生态资产做到与国民账户体系的整合衔接,分别从流量与存量两个层面来反应海洋生态资产如何随时间变化、海洋生态净资产价值现状、海洋生态系统输出了多少流量价值,以及海洋资产在多大程度上被耗用,从完整体系上进行调整与扩展确保避免核算项目遗漏与重复计算。

参考文献:

[1] BRAM E, LARS H. Towards a consistent approach for ecosystem accounting [J]. Ecological Economics, 2013, (90):41-52.

[2] 高敏雪,刘茜,黎煜坤.在SNA-SEEA-SEEA/EEA链条上认识生态系统核算——《实验性生态系统核算》文本解析与延伸讨论[J].统计研究,2018,35(7):3-15.

[3] 李宇亮,温荣伟,陈克亮.海洋生态系统服务价值研究进展[J].生态经济,2017,33(6):120-126.

[4] ANTHONY D. Experimental ecosystem accounting for coastal and marine areas: A pilot application of the SEEA-EEA in Long Island coastal hays [J]. Marine Policy, 2019 (100):141-151.

[5] ELHAM S, LARS H, BRAM E, et al. Mapping monetary values of ecosystem services in support of developing ecosystem accounts [J]. Ecosystem Services, 2015(12):71-83.

[6] MARIA S M, ALESSANDRO G, LUCA C, et al. Exploring ecosystem services assessment through Ecological Footprint accounting [J]. Ecosystem Services, 2018, 30:228-235.

[7] QING Y, GENG Y L, MARCO C, et al. Development of a new framework for non-monetary accounting on ecosystem services valuation [J]. Ecosystem Services, 2018, 34:37-54.

[8] 郭晶.海洋生态系统服务非市场价值评估框架:内涵、技术与准则[J].海洋通报,2017,36(5):490-496.

[9] SARA V, ALESSANDRA L N, GRAZIA Z L, et al. Ecosystem services accounts: Valuing the actual flow of nature-based recreation from ecosystems to people [J]. Ecological Modelling, 2019, 392.

[10] ALESSANDRA L N, DALIA D A, HANNA M, et al. Ecosystem services classification: A systems ecology perspective of the cascade framework [J]. Ecological Indicators, 2017, 74:392-402.

[11] LAI T Y, SALMINEN J, JÄPPINEN J P, et al. Bridging the gap between ecosystem service indicators and ecosystem accounting in Finland [J]. Ecological Modelling, 2018,

377;51 – 65.

[12] The United Nations Committee of Experts on Environmental Economic Accounting (UNCEEA). System of Environmental Economic Accounting Experimental Ecosystem Accounting [M]. 2014.

[13] TIM O H, ANTÓNIO A N, ANA I L. A simple spatial typology for assessment of complex coastal ecosystem services across multiple scales [J]. Science of the Total Environment, 2019, 649: 1452 – 1466.

[14] JIN Y Z, FAN Z, XI C, et al. Ecosystem services assessment based on energy accounting in Chongming Island, Eastern China [J]. Ecological Indicators, 2019, 105: 464 – 473.

[15] PETER B. Do we need ecosystem accounts? [J]. Ecological Economics, 2015, 118: 292 – 298.

[16] ADAM P H, DAVID G R, MURRAY A R, et al. Evaluating the outcomes of payments for ecosystem services programmes using a capital asset framework [J]. Ecosystem Services, 2014, 9: 83 – 97.

[17] 郑伟, 石洪华, 陈尚, 等. 海洋生态资产属性与价值特征的浅析 [J]. 海洋环境科学, 2007, 4: 393 – 396.

[18] TAO W, GUANG S H, Qiu L Z, et al. Designing a framework for marine ecosystem assets accounting [J]. Ocean and Coastal Management, 2018, 163: 92 – 100.

[19] CAI Z S, SONG W, WEI Z. Chinese marine ecosystem services value: Regional and structural equilibrium analysis [J]. Ocean and Coastal Management, 2016, 126: 70 – 83.

[20] LUCIE M B, KATE E W, DAVID A K, et al. Assessing risks to marine ecosystems with indicators, ecosystem models and experts [J]. Biological Conservation, 2018, 227: 19 –

28.

[21] FRANZ M. The use of ecological integrity indicators within the natural capital index framework; The ecological and economic value of the remnant natural capital of Mexico [J]. Journal for Nature Conservation, 2018: 77 – 92.

[22] GB/T15919 – 1995. 海洋学术语海洋生物学 [S]. 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. 1995.

[23] GB/T17504 – 1998. 海洋自然保护区类型与级别划分原则 [S]. 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. 1998.

[24] The United Nations Committee of Experts on Environmental Economic Accounting (UNCEEA). System of Environmental Economic Accounting Central Framework [M]. 2014.

[25] Millennium Ecosystem Assessment Board. Global Assessment Reports [R]. 2015.

[26] 赵士洞. 千年生态系统评估报告集 (一) [M]. 北京: 中国环境科学出版社, 2007.

[27] 孟庆顺. 资产定价模型及其在中国股票市场的检验 [D]. 吉林: 吉林大学, 2005.

[28] ANDREA M, JEFFERY D C, NEVILLE D C, et al. Using ecosystem services to represent the environment in hydro-economic models [J]. Journal of Hydrology, 2016, 538.

[29] 王志芳, 彭瑶瑶. 生态系统服务权衡研究的实践应用进展及趋势 [J]. 北京大学学报 (自然科学版), 2019, 55(4): 773 – 781.

[30] Sustainable Development Solutions Net. SDG index and dashboards report 2017: Global responsibilities: International spillovers in achieving the goals [M]. 2018.

Preliminary Study and Application of Marine Ecosystem Accounting

Wang Tao Yang Lu Li Linlin Wang Yue Hua Rong

Abstract: Carrying out marine ecosystem accounting research has important theoretical significance and practical needs for constructing marine economic management based on ecosystem. This paper takes the marine ecological accounting as the starting point of the research, and aims to improve the marine ecological economic accounting system, and sorts out the process and content of marine ecosystem accounting. In terms of the research path, firstly, the framework of marine ecosystem services and marine ecosystem assets value accounting was designed from the two aspects of ecosystem flow and inventory accounting respectively, then the integration of marine ecosystems with economic and human activities based on supply – use tables and balance sheets was explored, and finally the next research difficulties and exploration directions from four aspects were proposed: ecosystem service balance, price estimation, discount rate determination and integrated presentation.

Key words: marine ecosystem services; marine ecosystem assets; ecological economy; discount rate