

海洋生态系统服务功能与价值 评估研究进展*

曾江宁^{1,2} 陈全震¹ 高爱根¹

摘要 海洋生态系统的服务功能及其生态价值是地球生命支持系统的重要组成部分,也是社会与环境可持续发展的基本要素。海洋生态资产的研究在解决人类福利、海洋管理、可持续发展以及维护国家权益等方面非常重要。虽然人类在海洋生态系统价值与GDP的关系,海洋生态系统可持续发展的原则,海洋生态系统价值的区域性研究等方面已经积累了一些研究成果。但对海洋生态系统服务功能与价值评估的研究与其他生态系统相比存在很大差距。认为创建海洋生态价值评估理论体系是首要问题,近海生态系统服务功能是未来重要发展方向之一,海洋生态价值的改变应该纳入全球绿色GDP的核算体系。

关键词 海洋生态系统;生态服务;生态价值;绿色GDP

一、引言

生态系统的自然价值及其服务功能效益是地球生命支持系统的重要组成部分,也是社会与环境可持续发展的基本要素。针对陆域、区域或单个生态系统资产估算的研究实践较多,目前海洋生态系统服务与其自然资本经济价值的定量评估的理论和研究方法研究,已成为国内外可持续发展评估研究的重要内容和热点,并成为当前海洋生态学与资源经济学、环境经济学和生态经济学研究的交叉前沿领域。

虽然人们已经意识到生态系统具有价值,但相对于陆域生态系统,人类对海洋生态系统的价值认识还很肤浅,缺乏监控,造成海洋生态系统退化和价值损耗的案例很多。因此,有必要对海洋生态系统的服务功能和生态价值进行研究。然而,评价仅是有助于决策者组织信息、作出决定的手段,而不是解决方案,也不

是最终目的。作为许多重要政治决定的工具,虽然评价工作要结合允许个体获取生态资产的价值等经济手段和规章制度等才能发挥作用,但海洋生态评价过程对人类生存的促进作用意义深远。

开展海洋生态系统服务功能及价值评估的研究不仅十分必要,而且十分迫切。可以在以下几个方面为人类提供帮助,从而改善和有效利用海洋和近岸海域生态系统所带来的资源和服务:(1)深入了解海洋生态系统和人类福利之间的关系,对海洋生态系统在消除贫困和改善人类福利方面的潜力进行示范;(2)将经济、环境、社会和文化方面的目标进行综合,评价各级机构所建立的政策兼容性、保证海洋生态系统与人类需求间的协调性,促进对海洋生态系统的综合管理;(3)对自然科学和社会科学方面的信息进行整合,确定并评价海洋生态系统服务功能的可持续性。

对我国而言,系统认识海洋生态系统服务

*基金项目:浙江省自然科学基金(M43003)。

功能和价值对于维护我国海洋权益、制定海洋政策、发展海洋经济等都具有重要现实意义和战略意义。

二、海洋生态系统价值与 GDP 的关系

生态系统价值伴随着全球经济发展逐渐成为经济学家、生态学家、社会学家和管理学家所认识到的科学问题，也是近年来世界普遍关注的热点问题。关于生态系统的价值，联合国、世界各国政府、著名国际研究机构和著名科学家从 20 世纪 70 年代开始，一直在进行着艰辛的理论探索，更引起专家对生态资产及其价值评估方法的进一步深入研究。

1971 年美国麻省理工学院首先提出生态需求指标 (ERI)。1972 年 Tobin 和 Nordhaus 提出净经济福利指标 (Net Economic Welfare)。1973 年日本政府提出净国民福利指标 (Net National Welfare)。1989 年卢佩托等 (Rober Repetoo) 提出净国内生产指标 (Net Domestic Product)。1990 年 Daly 和 Cobb 提出可持续经济福利指标 (Index of Sustainable Economic Welfare)。1995 年 9 月，世界银行首次向全球公布了用“扩展的财富”指标，并作为衡量全球或区域发展的新指标，“扩展的财富”由“自然资本”、“生产资本”、“人力资本”和“社会资本”四大要素构成。这些指标的核心思想是在 GDP 中扣除自然资源损耗、社会成本损失、资源环境压力等因素，各种指标的提出加速了人类对经济增长的真实情况的思考。

Rees 和 Wackernagel 提出了“生态印迹”度量指标 (Ecological Footprint)。主要用来计算在一定的人口和经济规模条件下，维持资源消费和废弃物吸收所必需的生产土地面积，丰富了绿色 GDP 的内涵。但 Lomborg 对“生态印迹”的有效性提出了质疑，他认为地球承载力不足的估计忽略了人类对可再生资源的利用。之后，Folke 等将海洋生态足迹定义为：测定人类为满足自身需要的海产品、其他海洋产物以及服务所占用的海洋生态系统面积。分析人类

扩张和自然资源损耗之间的关系可以看出，生态足迹法是评价水产养殖业资源消耗和发展限制的有力工具。Warren- Rhodes 等认为海洋生态足迹既可以用数值表示(如高于或低于可持续发展水平的倍数)，也可以用空间面积表示，他们通过对食用鲜活珊瑚礁鱼类市场的分析，给出了海洋生态足迹的表达式： $MEF = SC / AS$ 。其中， $SC = C / P$ 。SC 表示生产一定消耗量所需要的面积；C 表示单位面积的消费量；P 表示每公顷的产量；AS 表示单位面积的实际产量。当 $MEF = 1$ 时，种群恰好自给自足；大于 1 时，资源消费量和废物同化量之间存在生态赤字；小于 1 时，区域或种群处于生态盈余状态。

Daily 等 (1997) 提出的生态系统服务 (ecosystem service) 是指自然生态系统及其物种所提供的能够满足和维持人类生活需要的条件和过程，是通过生态系统的功能直接或间接得到的产品(如食物、原材料)和服务(如废弃物同化)。同年，Constanza 等人首次系统地设计了测算全球自然环境为人类所提供服务的价值“生态服务指标体系”(ESI)。他们把全球生态系统提供给人类的“生态服务”功能分为 17 种类型，把全球生态系统分共计 20 个生物群落区。由此，他们计算了“生态服务”价值与全球国民生产总值之间比例关系为 1 : 1.18。该指标体系的提出，使人类能够更加深刻理解人与自然之间的关系，从而揭示可持续发展的本质内涵。

三、海洋生态系统可持续发展的原则

任何试图获得全球最佳海洋管理政策的想法，在面对自然和人类自身的不确定因素时，都是狂妄之想。人类现在所能做的莫过于不断提高对海洋的认知，并围绕核心原则，从多角度综合制定管理政策应遵循的框架结构，从而达到海洋生态系统的永续发展。

Costanza 等提出促进海洋生态系统可持续发展的核心原则包括：(1) 责任原则。指使用

海洋环境资源要兼顾其生态可持续性、经济有效性和社会公平性。对于人类个体和社会群体应能够统一目标，同时该目标应该具有更广泛的社会学和生态学基础。(2)生态系统与管理尺度匹配原则。由于生态系统问题很少是单一尺度问题，所以决定对海洋环境资源进行利用时应该考虑：①使生态输入最大化成为制度；②保证信息流在海洋生态系统的不同生态结构层次之间正常流动；③考虑海洋生态系统的所有权和使用权；④经济利益应将生态成本内在化。基于以上考虑，管理者可根据最相关的生态信息作出相应尺度的快速有效化管理，并能使管理与生态在尺度边界上一致。(3)预防原则。指面对海洋环境影响的不确定性和不可恢复性，对其作出使用的决定时要避免犯错误。(4)管理适应原则(似可称为“管理与时俱进原则”)。指在环境资源管理中，可能会存在不确定的标准，因此决策者应该不断搜集适当的生态、社会和经济信息，并对管理作出调整，使之与目标的改善相适应。(5)完全成本分配原则。指在对自然资源作出利用决定时，应明确所有内部成本和外部成本、社会福利和生态福利，并对之作出合理分配。适当时候，市场需要根据完全成本的反映作出调整。(6)参与原则。所有生态风险承担者应致力于制定和执行与环境资源相关的决定。全生态风险承担者应意识并参与可信而公认的规则，即明确和适当分配相应责任的规则。

坚持这一系列原则可以保证海洋管理的综合性和相互配合性、好奇心、仔细性、公平性、尺度敏感性、海洋生态环境适应性，并最终达到海洋生态系统的可持续发展。

四、海洋生态系统价值的区域性研究

近年来，国内外学者在海洋生态系统服务功能及其价值的评估研究方面进行了一些有益的探索。主要集中在以下两个方面：区域性海洋生态系统服务价值的计算；单个海洋生态系统的服务价值与海洋生态系统单项服务价值的

评估研究。

Costanza 估计全球海洋年生态价值为 20.949 万亿美元，其中近海生态价值为 12.568 万亿美元。陈仲新等参照 Costanza 等的分类方法、经济参数与研究方法，尝试对中国生态系统的功能与效益也进行了价值评估，估算出中国 473 万 km² 海洋面积，生态系统效益的价值为 21 736.02 亿元人民币 / 年，相当于同期我国 GDP 45 006 亿元的 1.73 倍。而他们都认为这只是对生态系统的保守估计。

Holmlund 等将鱼类的生态服务功能定义为保持生态系统功能和生态系统的弹性，或称之为由人类需求价值演绎出的生态服务功能。Holmlund 等认为全球鱼类资源的过量捕捞，不仅降低了鱼类的可捕获量和种群再生的能力，而且鱼类种群在生物多样性、生态功能、人类福利等其他生态服务功能方面也处于危险境地。为了保证鱼类种群的生态服务功能的永续发展，管理者应该明确鱼类种群是生态系统的主要组成部分，并致力于发展鱼类种群降低和生境减少的替代技术，如鱼类养殖和自然保护区的建立，避免鱼类种群所承担的生态功能的丧失。

Duarte 通过对海草的研究，认为海洋生物多样性与其生态服务功能之间的联系难以琢磨。生态功能依赖于生物群落之间的特殊关系，而非其数量。如，随机从某地区生长的海草中选择相同的种数构成不同组合，各组合的功能存在很大差异，差异主要来自不同组合中大、小个体所占的比例。

Rönbackdui 综合考虑了红树林与其支持的鱼类捕获量和水产养殖产出量之间的生态学关系，运用市场评估法对红树林进行研究，得出红树林的生态价值为每公顷 750~16 750 美元。韩维栋等采用市场价值法、专家评估法、替代消费法、影子工程法、生产成本法分别对中国现存红树林生态系统的不同服务功能进行了价值评估，其结果为，中国现存的 13 646 hm² 自然红树林生态系统在生物量生产、抗风消浪护岸、保护土壤、气体调节等七个方面的年总生

态价值为 23.653 1 亿元。

我国自 21 世纪初开始有学者投身于海洋生态系统生态服务功能与价值的评估研究,如韩维栋、吴玲玲、徐丛春等,在吸收国外相关研究成果的基础上,对海洋生态系统生态服务功能、价值类型、价值评估技术等方面开展了研究,并取得了一定的进展,为我国海洋生态系统价值的评估作出了积极的贡献。

但与国外一样,对海洋生态系统服务功能与价值评估的研究在理论、方法上与陆域生态系统还有很大差距。对海洋生态系统的研究处于直接应用森林、草场等陆域生态系统的相关概念、理论与方法、积累案例的初始阶段,主要表现在:(1)在海洋生态系统服务的价值理论、评估方法等方面未形成科学体系,基本上是对陆域生态价值理论和方法的模仿应用,甚至照搬参数,但海洋所具有的整体性和流动性与森林、草场存在很大差异,因此对海洋生态系统的价值评估存在许多不合理;(2)在具体评估技术的应用上,主要是市场评估法和替代市场评估技术中的影子工程法、机会成本法、替代花费法、旅行费用法等几种方法,我国则由于海洋生态研究水平、社会经济发展状况、公众心理特征等因素的影响,陆域生态系统广泛应用的假想市场评估技术(即条件价值法)在海洋生态系统价值评估中应用很少;(3)在海洋生态系统服务价值评估研究的案例中,由于缺乏多学科的背景知识,往往着重于评估利用价值(直接利用价值和间接利用价值),而对非利用价值(选择价值、遗产价值和存在价值)较少涉及,对海洋生态系统服务的价值揭示不够全面。

究其原因,主要是我国尚未对各管辖海区、主要海洋生态类型和海洋重大生态问题等进行系统的服务功能和价值研究。需要注意的是,海洋生态系统服务评价的侧重点不应仅立足于资源选择,而应避免海洋生态系统发生毁灭性变化。并且,海洋生态系统服务的研究不能停留在自然系统上,必须与生态系统管理和环境政策相结合,为海洋生态环境保护和资源开发

提供决策支撑技术和建议。

五、结论

1. 创建海洋生态价值评估的理论体系

纵观海洋生态的研究现状,加速发展海洋生态价值的研究,促进海洋生态价值理论体系和学科的发展迫在眉睫。

海洋生态价值学可以整合海洋学、生态学、经济学、资源科学、环境科学、社会学、管理学、心理学、历史学、美学等多种学科的理论体系与研究方法。该理论体系由海洋生态系统服务功能量化评价体系、海洋生态系统服务价值评估指标体系、海洋生态价值评估方法体系等子系统构成。

海洋生态系统价值评估可基于功能分析,也可基于价值分析。前者包括供给(食物、原材料、基因资源、生物避难所、休憩场所)、调节(气候、大气、生物多样性、生物控制、物质循环)、文化(科学研究、健康身心、其他);后者则包括使用价值(直接利用价值,间接利用价值)和非使用价值(选择价值,存在价值)。同时必须遵循空间、时间、当量、格局和序理等测度原则选取海洋生态系统服务功能量化指标。

建立各种类型的海洋生态系统价值评估的量化指标。生态系统价值量化的途径包括:明确主体与客体的关系,建立人类在某方面的需要与生态系统功能和属性与作为主体间的定量关系;从不同学科角度出发来考察生态系统的价值。海洋生态系统服务和产生这些服务的自然资本直接或间接为人类提供了利益,并因而成为我们社会经济价值的一部分。

生态印迹法、能值分析法、旅行消费法、费用支出法、享乐价格法、影子价格法、市场价值法、条件价值法等方法都是生态价值评价中经常采用的方法。但海洋具有整体性和流动性、不同类型海洋生态系统又存在特殊性和尺度差异,这些方法能否在海洋生态系统中运用,以及如何运用需要进行研究和比较。

从价值哲学的角度出发,探讨海洋生态环境与人类社会生存和发展的关系问题;在概括以往研究成果的基础上,全面把握海洋生态环境对整个人类社会生存与发展的积极作用,从而帮助人们形成对海洋生态价值问题的科学认识,树立正确的海洋生态价值观。

2. 近海生态系统服务功能应该成为重要发展方向之一

就我国而言,近海涵盖与大陆毗邻的边缘海,包括38万 km^2 余的内海以及近300万 km^2 的管辖海域,其中200m等深线以内的大陆架40万 km^2 余,南北纵跨 $2^{\circ}30' \sim 42^{\circ}30' \text{N}$,东西横贯 $105^{\circ} \sim 135^{\circ} \text{E}$,生态类型众多,周边地区影响复杂,在资源开发、国际义务等方面都存在许多分歧。所以,明确我国近海生态系统服务功能,查清中国近海生态系统生态资产存量及变化趋势,探讨中国海洋生态系统变化的驱动力,对于进行海洋可持续发展的管理与协调国际关系等具有战略意义。目前亟须开展以下研究:(1)河口、海湾、滩涂湿地、海岛、红树林、珊瑚礁和渔场等典型海洋生态系统类型生态价值的估算;(2)浮游植物、浮游动物、鱼类(游泳生物)、潮间带生物等典型海洋生物种群生态服务功能与生态价值的估算;(3)人工养殖、港口开发、海洋排污、人工鱼礁等人类活动与海洋生态系统服务功能供需及价值变化的关系研究与评估。最终明确我国近海生态系统的生态地位与生态服务价值,评估区域性海洋生态系统(渤海、黄海、东海和南海)和边缘海(鄂霍次克海、日本海、珊瑚海)的生态资产将是未来一段时间内的主要发展方向。

对于近海生态系统服务功能的研究也是海域综合管理的需要。通过近海生态系统服务功能的研究将经济、环境、社会和文化方面的生态系统服务价值进行综合,可以为确定海洋污染事故赔偿金、征收海域使用金提供关键依据,为制定我国近海的可持续开发政策提供理论依据,同时也为制定详细的污染海域综合整治实施计划和评估整治效果提供技术支持。

3. 海洋生态价值的改变应该纳入全球绿色GDP的核算体系

海洋生态系统的服务功能与效益是地球生命支持系统的重要组成部分,同时也是社会与环境可持续发展的基本要素,对其进行价值评价是将其纳入社会经济体系与市场化的必要条件,也是使环境与生态系统保育引起社会重视的重要措施。

“绿色GDP”的概念是:环境和生态恶化体现在国民核算体系中,应把自然资源和污染破坏有关成本扣除。于是有“真实储蓄”概念,说明一国是否走在可持续发展道路上。它衡量财富被创造或被破坏的速度,即在考虑了人力资本投资,生产资产损耗,环境损耗和生态破坏以后,得出的真正储蓄。从产出中扣除为生产这一产品使用的自然资源价值。如果一个社会想实现福利最大化,而不仅仅是消费产品和服务,就应该剔除污染和疾病导致的福利损失,并把教育开支视为储蓄,而不是消费。因此,将海洋生态系统服务的经济价值纳入国民经济核算体系,为绿色GDP的核算提供科学依据,才能促进海洋生态自然资本开发的合理决策,避免损害海洋生态系统服务功能的短期经济行为,有利于海洋生态系统的保护并最终有利于人类自身的可持续发展。

我国长期以来对海洋国土认识的浅薄,对陆域经济活动导致的海洋环境污染、资源滥用等外部不经济因素考虑较少;即使是对海洋资源利用的经济活动,如海水人工养殖、港口开发、海洋排污、人工鱼礁等,也很少全面考虑海洋生态系统价值的变化。因此,我国绿色GDP的核算也有必要考虑因人类扰动造成我国海洋的外部不经济性。

参考文献(略)

(作者单位¹国家海洋局第二海洋研究所海洋生态与生物地球化学重点实验室²浙江大学环境与资源学院)