

深圳市海洋生态系统服务价值的估算

洪钟^{1,2}, 周连宁^{1,2}, 郝文龙², 余麟², 刘晓东²

(1. 深港产学研基地深圳海岸与大气研究重点实验室, 广东深圳 518057; 2. 深圳市深港产学研环保工程技术股份有限公司, 广东深圳 518057)

摘要 [目的]科学评估深圳市海洋生态系统服务及其价值。[方法]将深圳市海洋生态系统服务划分为4个大类12个亚类,利用成果参照法、市场价值法、替代成本法等方法,对深圳市海洋生态系统服务价值进行评估。[结果]深圳市海洋生态系统服务价值为260 130.61万元,单位面积海洋生态系统服务价值为2.27万元/hm²。其中,文化服务价值最大,占总服务价值的60.33%;其次是供给服务,占比为20.30%;第三是调节服务,占比为14.79%;最小是支持服务,占比为4.59%。各项服务价值的占比由高到低依次为旅游娱乐、食品供给、物质循环、气候调节、水质净化、干扰调节、知识拓展、空气质量调节、基因资源供给、生物控制、原材料供给、提供生境。[结论]该研究对合理开发和保护海洋资源、促进深圳市海洋生态系统的可持续发展具有重要的战略意义。

关键词 海洋生态系统;服务价值;评估;深圳市

中图分类号 P76 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2016)29-0057-03

Value Assessment of Marine Ecosystem Services in Shenzhen City

HONG Zhong^{1,2}, ZHOU Lian-ning^{1,2}, HAO Wen-long² et al (1. Shenzhen Key Laboratory for Coastal and Atmospheric Research, Shenzhen, Guangdong 518057; 2. Shenzhen-HongKong Institution of Industry, Education & Research Environmental Technique Co., Ltd., Shenzhen, Guangdong 518057)

Abstract [Objective] To scientifically evaluate the marine ecosystem services in Shenzhen City and its value. [Method] The marine ecosystem services of Shenzhen City were divided into 4 major categories and 12 subcategories. Market price method, replace cost method and the results refer method were used to evaluate the economic values of marine ecosystem in Shenzhen City. [Result] The total value of the marine ecosystem services in Shenzhen City was 2 601. 306 1 million yuan in 2013, with average value of marine ecosystem services per unit sea area of 2.27 million yuan/hm². The cultural services value was the largest, the proportion of the total services value was 60.33%. The second was the supply services, and the proportion was 20.30%. The third was adjust services, the proportion was 14.79%; support services was minimum, the proportion was 4.59%. The order of each service value was tourism and entertainment services > food provision services > nutrient cycle services > climate regulation services > water quality purification and regulation services > disturbance regulation services > knowledge extension services > air quality regulation services > gene resources services > biological control services > raw material provision services > habitat provision services. [Conclusion] This research is of important strategic significance to the rational development and protection of marine, and to promoting the sustainable development of marine ecosystem in Shenzhen City.

Key words Marine ecosystem; Service value; Assessment; Shenzhen City

自 Ehrlich P R 和 Ehrlich A H 在《灭绝:物种消失的原因和后果》中提出“生态系统服务”这一概念以来,人类将目光聚焦在海洋生态系统的研究上,1997年,Costanza等^[1]指出生态系统服务就是生态系统为人们提供的物品和服务的统称,它代表人类直接和间接从生态系统得到的利益。而张朝晖等^[2]提出,海洋生态系统服务是指以海洋生态系统及其生物多样性为载体并通过系统内一定生态过程来实现对人类有益的所有效应集合,并将海洋生态系统服务划分为供给服务、调节服务、文化服务以及支持服务4类。在前人研究的基础上,2000年,韩维栋等^[3]从生态系统角度,使用市场价值法、影子工程法、机会成本法和替代花费法等对我国红树林生态系统的功能价值进行经济评估;2002年,陈尚等^[4]率先对胶州湾生态系统服务功能进行了探索性研究,建立了我国海湾生态系统服务功能的分类体系;2003年,朱明远^[5]研究2种不同性质的海洋生态系统服务功能和价值,包括养殖开发型海湾——桑沟湾,保护型生态系统——南鹿列岛。在众多学者的不懈努力下,我国许多临海地区的海洋生态系统服务价值得以评估。

深圳是我国南部的海滨城市,海域中蕴藏着丰富的资

源,是深圳海洋经济发展的保障,同时也是深圳市可持续发展的重要资源基础。目前,对海洋资源的认识还不够全面,尚未形成较完整的海洋生态资源分类系统,缺乏对海洋生态系统服务价值的系统评估;同时开发利用海洋资源的程度和技术水平较低,造成海洋资源的极大浪费和海洋污染问题;另外,在盲目追求经济高速发展的过程中,海洋资源的开发利用和资源的长期供给之间已产生了尖锐的矛盾。笔者借鉴国内外先进的海洋资源价值核算理论,提出构建深圳海洋生态系统服务的分类体系,运用适合深圳实际情况的海洋生态系统服务价值评估方法,科学评估深圳海洋生态系统服务及其价值,对合理开发和保护海洋、促进深圳海洋生态系统的可持续发展具有重要的战略意义。

1 研究区概况

深圳位于北回归线以南,113°46′~114°37′E,22°27′~22°52′N,其海域受香港九龙半岛分隔,分为东、西两部分。按照海岸线与广东省最新的海域勘界线闭合区域量算,深圳市海域总面积1 145 km²,海岸线总长257 km。深圳市三面环海,海域中营养物质丰富,泥滩、泥沙质、岩礁等多种海岸、海底地貌,构成适合多种鱼、虾、贝、藻等繁殖发育的场所,深圳海域生物资源丰富,已探明的海洋生物400多种,其中,渔业资源有中华青鳞、金色小沙丁鱼、金钱鱼、大眼鲷、带鱼、墨吉对虾、长毛对虾、赤虾、毛虾马氏珍珠贝、翡翠贻贝等50余种。

基金项目 深圳市科技计划项目(JCYJ20140829093714177)。

作者简介 洪钟(1988-),男,湖北黄梅人,工程师,硕士,从事环境工程方面的研究。

收稿日期 2016-08-22

2 研究方法

2.1 评估指标 目前,国内外对海洋生态系统服务价值的分类,尚无统一公认的分类标准,结合深圳市海洋生态系统特点、实际情况,参照张朝晖等^[6]、王其翔等^[7]的研究成果,将深圳市海洋生态系统服务分为 4 个大类 12 亚类(图 1)。

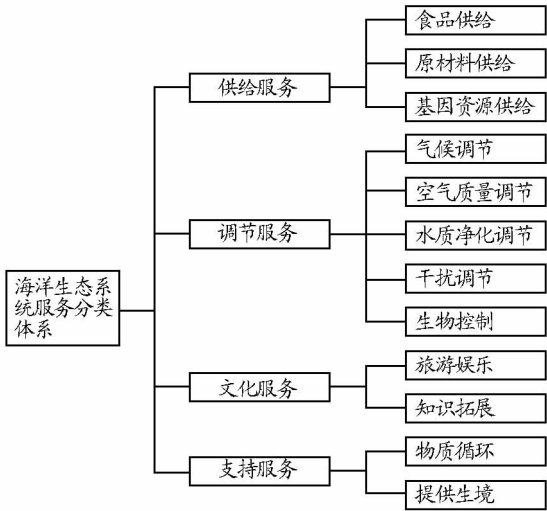


图 1 深圳市海洋生态系统服务分类体系

Fig. 1 Marine ecosystem service type system in Shenzhen City

2.2 评估方法 深圳市海洋生态系统服务价值评估方法主要包括成果参照法、替代成本法、影子工程法、费用支出法、市场价值法、成果费用法等。该研究数据及资料来源于深圳市海洋资源与环境监测中心常规监测数据(2012—2014 年)、《广东省渔业统计年鉴 2014》《广东省农村统计年鉴 2014》《2014 年深圳市统计年鉴》《深圳市海洋功能区划(2013—2020)》《2013 年深圳市海洋环境状况公报》等。

3 结果与分析

3.1 供给服务

3.1.1 食品生产。深圳市海域生态系统的食品生产主要有 2 个来源:来自捕捞的海产品和来自养殖品种的海产品。据广东省 2013 年渔业统计,深圳渔业生产总量共计 41 366 t,其中,海水养殖 2 826 t,海洋捕捞 38 540 t。根据市场价值法,深圳海水养殖产值为 3 018.83 万元,海洋捕捞产值为 41 169.73 万元,则深圳市海洋生态系统食品供给服务价值为 44 188.56 万元。

3.1.2 原材料供给。深圳市海洋生态系统的原材料供给主要体现在 3 个方面:作为藻类的低质产品出售;捕获的野生鱼虾苗,作为鱼虾苗资源;作为育苗场附着基出售的干贝壳。藻类低质产品和鱼虾苗数量的估算参照张朝晖等^[6]的研究成果,贝壳量计算参照张继红等^[8]的研究成果。根据市场价值法,深圳市海洋生态系统的各类原材料供给服务价值为 3 018.41 万元(表 1)。

3.1.3 基因资源供给。基因资源由海洋生物自身所携带的基因和基因信息组成,与区域内的海洋生物物种数量直接相关。De Groot 等^[9]提出,单位面积生态系统提供基因资源的价值为 6~112 美元/(hm²·a)。考虑到深圳海洋生态系统

实际情况,取其平均值 59 美元/(hm²·a)(按 1997 年汇率 1 美元=8.27 元计,下同)即 487.93 元/(hm²·a),作为深圳海洋单位面积海域提供基因资源服务的价值,计算得出深圳海洋提供基因资源服务的年价值为 5 586.8 万元。

表 1 深圳市海洋生态系统原材料供给服务价值

Table 1 Raw material supply services value of marine ecosystem in Shenzhen City

项目 Item	数量 Quantity	价格 Price	成本 Cost 元/t	服务价值 Service value 万元
藻类产品 Algae products	46 t	2 400 元/t	1 000	1.29
鱼虾苗 Young fish and shrimp	2 976.46 万尾	1.00 元/尾	0	2 976.46
贝壳 Shell	753 t	600 元/t	60	40.66
合计 Total				3 018.41

3.2 调节服务

3.2.1 气候调节。深圳市海洋生态系统的气候调节服务主要来自红树林生态系统、浮游藻类、微生物、底栖生物、大型藻类的光合作用对 CO₂ 的固定,其价值可采用区域初级生产力,多采用瑞典碳税(150 美元/t)来计算,据深圳市海洋资源与环境监测中心监测的数据,2013 年深圳市海域平均初级生产力为 194.49 mgC/(m²·d),每年固碳 8.13 万 t,深圳市海洋生态系统气候调节服务价值为 10 085.27 万元。

3.2.2 空气质量调节。深圳海洋空气质量调节主要来源于海洋生物释放的有益气体 O₂,其计算价值可基于海洋初级生产力,采用造林成本(352.9 元/t)和工业制氧成本(400 元/t)的平均值(325 元/t)进行估算^[10]。深圳市海洋生态系统每年固定 CO₂ 8.13 万 t,依据光合作用原理,深圳市海洋生态系统每年释放的 O₂ 为 21.68 万 t,则深圳市海洋生态系统空气质量调节服务价值为 7046 万元。

3.2.3 水质净化调节。深圳市海洋生态系统的水质净化调节服务主要体现在对 N、P 的生物吸收及对 COD 和石油类的去除作用。参照王保栋等^[11]的研究成果:海洋生物对 N、P 的吸收,C/N 约为 5.68,C/P 约为 41.03,则深圳市海洋生态系统对 N、P 的固定量分别为 1.43 万和 0.20 万 t。李小斌等^[12]研究表明,我国生活污水处理成本 N 为 1 500.00 元/t、P 为 2 500.00 元/t,由此可以计算深圳市海洋生态系统对 N 和 P 的固定价值分别为 2 145.00 万和 500.00 万元。

参考国务院《排污费征收标准管理办法》:我国石油类的清除成本为 7 000 元/t,COD 的清除成本取 4 300 元/t^[13]。并依据《中华人民共和国海水水质标准》,在基于 COD 和石油类 2 个污染因子环境容量前提下,估算出不同海水水质标准下深圳市近海海域 COD 和石油类处理价值(表 2)。

根据《2013 年深圳市海洋环境状况公报》数据显示,珠江口及深圳湾海域水质为 4 类或劣 4 类标准,大鹏湾海域水质基本符合 2 类水质标准,大亚湾海水水质大部分符合 1 类标准。按照各海域在深圳市海域所占比例,深圳市海洋生态系统对 COD 和石油类的处理价值分别为 4 722.17 万和 1 953.09 万元。

深圳市海洋生态系统水质净化调节服务价值为海洋生态系统对 N、P 的固定价值和海洋生态系统对 COD 和石油类的处理价值之和,则深圳市海洋生态系统水质净化调节服务总价值为 9 320.26 万元。

表 2 深圳市海洋生态系统 COD 和石油类处理价值
Table 2 COD and petroleum hydrocarbon remove value of marine ecosystem in Shenzhen City

水质标准 Water quality standard	COD 环境容量 COD environmental capacity t/a	COD 处理价值 COD treatment value 万元/a	石油类环境容量 Petroleum environmental capacity t/a	石油类处理价值 Petroleum processing value 万元/a
1 类 First class	5 439.19	2 338.85	417.32	292.12
2 类 Second class	8 158.78	3 508.28	417.32	292.12
3 类 Third class	10 871.36	4 674.69	2 507.43	1 755.20
4 类 Fourth class	13 596.22	5 846.37	4 190.74	2 933.51

3.2.4 干扰调节。干扰调节服务价值的计算可采用 Costanza 等^[1]的成果:单位面积近海海域的干扰调节服务价值为 88 元/(hm²·a)。在已知深圳市各海域面积的情况下,深圳海洋生态系统干扰调节服务价值为 8 332.85 万元。

3.2.5 生物控制。单位面积生态系统生物控制服务的价值取 Costanza 等^[1] [38 美元/(hm²·a)] 和 De Groot 等^[9] [40 美元/(hm²·a)] 的平均值 [39 美元/(hm²·a)],作为深圳海洋单位面积海域提供生物控制服务的价值,则深圳近海海域有害生物与疾病的生物控制服务的年价值为 3 692.97 万元。

3.3 文化服务

3.3.1 旅游娱乐。深圳市由于具有独特的海域、海滩和海岛自然条件,具有很高的旅游开发价值。据深圳市 2014 年国民经济统计公报数据显示,2013 年深圳市过夜的游客数量为 4 991.06 万人次,按照参加滨海旅游的平均比例 10% 计算,且平均每人每天消费 300 元,则 2013 年深圳市海域旅游娱乐服务价值为 149 731.80 万元。

3.3.2 知识拓展。参照 Costanza 等^[1] 全球生态系统的单位面积知识拓展服务价值进行计算 [全球价值基准值为 76 美元/(hm²·a)],2013 年深圳市海域生态系统在知识拓展方面的服务价值为 7 196.55 万元。

3.4 支持服务

3.4.1 物质循环。采用成果参照法,根据 Costanza 等^[1] 全球生态系统的单位面积物质循环服务价值基准值 118 美元/(hm²·a),与深圳市各海域面积进行乘积,可计算出深圳海域生态系统的物质循环服务价值为 11 173.61 万元。

3.4.2 提供生境。参照 Costanza 等^[1] 的研究成果:单位面积海洋生态系统提供生境服务价值为 8 美元/(hm²·a),采用成果参照法,深圳市海域面积为 114 500 hm²,则 2013 年深圳市海洋生态系统提供生境的服务价值为 757.53 万元。

3.5 评估结果 深圳市海洋生态系统的服务价值包含供给

服务价值、调节服务价值、文化服务价值和支持服务价值,依照上述计算结果,则 2013 年深圳市海洋生态系统服务价值为 260 130.61 万元,单位面积海洋生态系统服务价值为 2.27 万元/hm² (表 3)。

表 3 2013 年深圳市海洋生态系统服务价值
Table 3 Value of marine ecosystem service in Shenzhen City in 2013

生态系统服务类型 Ecosystem service type		服务价值 Service value 万元	占总服务价值比例 Proportion in total service value//%
供给服务 Supply service	食品供给	44 188.56	16.99
	原材料供给	3 018.41	1.16
	基因资源提供	5 586.80	2.15
	小计	52 793.77	20.30
调节服务 Regulating service	气候调节	10 085.27	3.88
	空气质量调节	7 046.00	2.71
	水质净化调节	9 320.26	3.58
	生物控制	3 692.97	1.42
	干扰调节	8 332.85	3.20
	小计	38 477.35	14.79
文化服务 Cultural service	知识拓展	7 196.55	2.77
	旅游娱乐	14 9731.80	57.56
	小计	156 928.35	60.33
支持服务 Support service	物质循环	11 173.61	4.30
	提供生境	757.53	0.29
	小计	11 931.14	4.59
合计 Total		260 130.61	100.00

由表 3 可知,在深圳市海洋生态系统 4 类服务中,文化服务价值最大,为 156 928.35 万元,占总服务价值的 60.33%;其次是供给服务,为 52 793.77 万元,占比为 20.30%;第三是调节服务,为 38 477.35 万元,占比为 14.79%;最小是支持服务,为 11 931.14 万元,占比为 4.59%。从所评价的 12 个亚类看,各项服务价值的占比由高到低依次为旅游娱乐、食品供给、物质循环、气候调节、水质净化、干扰调节、知识拓展、空气质量调节、基因资源供给、生物控制、原材料供给、提供生境。

4 结论与讨论

(1) 2013 年深圳市海洋生态系统服务总价值为 260 130.61 万元,单位面积海洋生态系统服务价值为 2.27 万元/hm²。与李志勇等^[14] 研究结果相比,深圳市单位面积海洋生态系统服务价值低于广东省单位面积海洋生态系统服务价值 (3.11 万元/hm²),这表明深圳市海洋生态系统的服务价值还有待提高,在未来深圳市追求海洋经济发展的同时,应注意人类活动对海洋生态系统的影响,注重维持海洋生态系统的健康与稳定。

(2) 深圳市海洋生态系统服务价值主要以旅游娱乐服务和食品供给服务为主,二者占总服务价值的 74.55%。这表明深圳市对于海洋渔业和滨海旅游业开发程度较高,在未来应进一步加强对海洋渔业和滨海旅游的管理,保持其持续稳定健康发展,避免旅游娱乐服务和海洋食品供给服务功能的衰退和减弱。

- (2):69-71.
- [8] SULKAVA P, HUHTA V, LAAKSO J. Impact of soil faunal structure on decomposition and N-mineralization in relation to temperature and moisture in forest soil[J]. *Pedobiologia*, 1996, 40(6):505-513.
 - [9] FERRIS H, VENETTE R C, MEUMEN H R, et al. Nitrogen mineralization by bacterial-feeding nematodes: verification and measurement[J]. *Plant and soil*, 1998, 203(2):159-171.
 - [10] WILLEMS J J G M, MARINISSEN J C Y, BLAIR J. Effects of earthworms on nitrogen mineralization[J]. *Biol Fertil Soils*, 1996, 23(1):57-63.
 - [11] PAUL K I, BLACK A S, CONYERS M K. Development of nitrogen mineralization gradients through surface soil depth and their influence on surface soil pH[J]. *Plant soil*, 2001, 234:239-246.
 - [12] PURNOMO E, BLACK A S, CONYERS M K. The distribution of net nitrogen mineralization within surface soil II. Factors influencing the distribution of net N mineralization[J]. *Aus J Soil Res*, 2000, 38:643-652.
 - [13] PURI G, ASHMAN M R. Relationship between soil microbial biomass and gross N mineralization[J]. *Soil Biol Biochem*, 1998, 30(2):251-256.
 - [14] 田茂治. 土壤氮素矿化影响因子研究进展[J]. *西华师范大学学报*, 2004, 25(3):298-303.
 - [15] INESON P, BENHAM D G, POSKITT J, et al. Effects of climate change on nitrogen dynamics in up land soils. 2. A soil warming study[J]. *Global change biology*, 1998, 4(1):153-161.
 - [16] SHAW M R, HARTE J. Control of litter decomposition in a sub-alpine meadow-sagebrush steppe ecotone under climate change[J]. *Ecol Appl*, 2001, 11(4):1206-1223.
 - [17] HART S C, PERRY D A. Transferring soils from high-to low-elevation forests in ceases nitrogen cycling rates: Climate change implication[J]. *Global change biology*, 1995, 5(1):23-32.
 - [18] 王树会, 刘青丽. 云南主要植烟土壤不同土层氮矿化潜力研究[J]. *中国土壤与肥料*, 2013(1):14-19.
 - [19] 周才平, 欧阳华. 温度和湿度对长白山两种林型下土壤氮矿化的影响[J]. *应用生态学报*, 2001, 12(4):505-508.
 - [20] STANFORD G, EPSTEIN E. Nitrogen mineralization-water relations in soils[J]. *Soil science society of America journal*, 1974, 38(1):103-107.
 - [21] JAMIESON N, MONAGHAN R, BARRACLOUGH D. Seasonal trends of N mineralization in a natural calcareous grass land[J]. *Global change biology*, 1999, 5:425-431.
 - [22] CALDERON J F, LOUISE E J, SCOW K M, et al. Microbial response to simulated tillage in cultivated and uncultivated soils[J]. *Soil Biol Biochem*, 2000, 32:1547-1559.
 - [23] PLYMALE A E, BOERNER R E J, LOGAN T J. Relative nitrogen mineralization and nitrification in soils of two contrasting hardwood forests: Effects of site microclimate and initial soil chemistry[J]. *For Ecol Man*, 1987, 21(1/2):21-36.
 - [24] 刘青丽, 任天志, 李志宏, 等. 我国主要植烟土壤氮素矿化潜力研究[J]. *植物营养与肥料学报*, 2009, 15(6):1266-1272.
 - [25] 王鹏, 武常青, 董常军, 等. 黑钙土氮素矿化与烤烟烟碱积累分配及品质的研究[J]. *中国土壤与肥料*, 2010(2):21-24.
 - [26] 马兴华, 荣凡番, 苑举民, 等. 云南曲靖烟区典型植烟土壤氮素矿化规律研究[J]. *中国烟草学报*, 2011, 17(6):66-69.
 - [27] 严德翼, 周建斌, 邱桃玉, 等. 黄土区不同土壤类型及土地利用方式对土壤氮素矿化作用的影响[J]. *西北农林科技大学学报(自然科学版)*, 2007, 35(10):103-109.
 - [28] 马兴华, 荣凡番, 苑举民, 等. 典型植烟土壤氮素矿化研究[J]. *中国烟草科学*, 2011, 32(3):61-65.
 - [29] 张恒, 王晶君, 孟琳, 等. 贵州省典型植烟土壤氮素矿化研究[J]. *中国烟草科学*, 2013, 34(3):1-5.
 - [30] GROFMAN P M, EAGAN P S. Grass species and soil type effects on microbial biomass and activity[J]. *Plant soil*, 1996, 183(1):61-67.
 - [31] 陆琳, 米艳华, 王树会, 等. 不同质地植烟土壤氮素矿化的差异性[J]. *中国农学通报*, 2011, 27(3):147-153.
 - [32] REICH P B, DAVID F, GRIGAL J. Nitrogen mineralization and productivity in 50 hardwood and conifer stands on diverse soils[J]. *Ecology*, 1997, 72:335-347.
 - [33] 张恒, 王晶君, 石俊雄. 贵州省主要植烟黄壤氮素矿化潜力研究[J]. *土壤学报*, 2013, 50(2):324-330.
 - [34] KHERA T S, AULAKH M S, DORAN J W. Significance of soil depth on nitrogen transformation in flooded and nonflooded systems under laboratory conditions[J]. *Nutr Cyc Agroecosyst*, 1999, 54:209-213.
 - [35] BERENDSE F. Organic matter accumulation and nitrogen mineralization during secondary succession in heath land ecosystems[J]. *J Eco*, 1990, 78:413-427.
 - [36] CURTIN D C, CAMPBELL A, JAIL A. Effects of acidity on mineralization: pH-dependence of organic matter mineralization in weakly acidic soils[J]. *Soil Biol Biochem*, 1998, 30:57-64.
 - [37] 韩晓飞, 郑文冉, 徐畅, 等. 重庆市植烟区不同肥力植烟土壤氮素矿化特性研究[J]. *中国农学通报*, 2010, 26(24):188-192.
 - [38] 鲁彩艳, 陈欣. 土壤氮矿化-固持周转(MIT)研究进展[J]. *土壤通报*, 2003, 35(4):473-477.
 - [39] 戴晓艳, 须相成, 陈恩凤. 不同肥力棕壤和黑土各粒级微团聚体氮素矿化势[J]. *沈阳农业大学学报*, 1990, 21(4):327-330.
 - [40] 艾娜, 周建斌, 杨学云, 等. 长期施肥及撂荒对土壤氮素矿化特性及外源硝态氮转化的影响[J]. *应用生态学报*, 2008, 19(9):1937-1943.
 - [41] HAYNES R J. Labile organic matter fractions and aggregate stability under short-term, grass-based leys[J]. *Soil Biol Biochem*, 1999, 31:1821-1830.
 - [42] KLEMMEDSON J O. Nitrogen mineralization in limed and gypsum-amended substrates from ameliorated acid forest soils[J]. *Soil Sci*, 1989, 147(1):55-63.
 - [43] 龙世平, 李宏光, 曾维爱, 等. 湖南省主要植烟区域土壤有机氮矿化特性研究[J]. *中国烟草科学*, 2013, 34(3):6-9.
 - [44] 张本强, 马兴华, 王木科, 等. 施氮方式对烤烟氮素吸收积累及品质的影响[J]. *中国烟草科学*, 2011, 32(5):56-62.

(上接第 59 页)

(3) 由于海洋基础研究数据的限制和目前对于海洋生态系统服务认识的局限性, 该研究仅对深圳市海洋生态系统的主要服务类型进行了估算, 不可避免地有一些服务尚未计算在内, 因而该结果偏低。深圳市海洋生态系统的实际服务价值, 对深圳市海洋生态系统的服务机制有待进一步研究。

参考文献

- [1] COSTANZA R, D'ARCE R, D EGROOT R, et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital[J]. *Nature*, 1997, 387(6630):253-260.
- [2] 张朝晖, 石洪华, 姜振波, 等. 海洋生态系统服务的来源与实现[J]. *生态学杂志*, 2006, 25(12):1574-1579.
- [3] 韩维栋, 高秀梅, 卢昌义, 等. 中国红树林生态系统生态价值评估[J]. *生态科学*, 2000, 19(1):40-45.
- [4] 陈尚, 张朝晖, 马艳, 等. 我国海洋生态系统服务功能及其价值评估研究计划[J]. *地球科学进展*, 2006, 21(11):1127-1133.
- [5] 朱明远. 典型海洋生态系统服务价值研究及应用示范研究报告[R]. 国

家海洋局第一海洋研究所, 2006.

- [6] 张朝晖, 吕吉斌, 叶属峰, 等. 桑沟湾海洋生态系统的服务价值[J]. *应用生态学报*, 2007, 18(11):2540-2547.
- [7] 王其翔, 唐学玺. 海洋生态系统服务的内涵与分类[J]. *海洋环境科学*, 2010, 29(1):131-138.
- [8] 张继红, 方建光, 唐启升. 中国浅海贝藻养殖对海洋碳循环的贡献[J]. *地球科学进展*, 2005, 20(3):359-365.
- [9] DE GROOT R S, WILSON M A, BOUMANS R M J, et al. Atypology for the classification description and valuation of ecosystem functions, goods and services[J]. *Ecological economics*, 2002, 41(3):393-408.
- [10] 赖俊翔, 姜发军, 许铭本, 等. 广西近海海洋生态系统服务功能价值评估[J]. *广西科学院学报*, 2013, 29(4):252-258.
- [11] 王保栋, 陈爱萍, 刘峰. 海洋中 Redfield 比值的研究[J]. *海洋科学进展*, 2003, 21(2):232-235.
- [12] 李小斌, 陈楚群, 施平, 等. 南海 1998-2002 年初级生产力的遥感估算及其时空演化机制[J]. *热带海洋学报*, 2006, 25(3):57-62.
- [13] 张华, 康旭, 王利, 等. 辽宁近海海洋生态系统服务及其价值测评[J]. *资源科学*, 2010, 32(1):177-183.
- [14] 李志勇, 徐颂军, 徐红宇, 等. 广东近海海洋生态系统服务功能价值评估[J]. *广东农业科学*, 2011, 38(23):136-140.