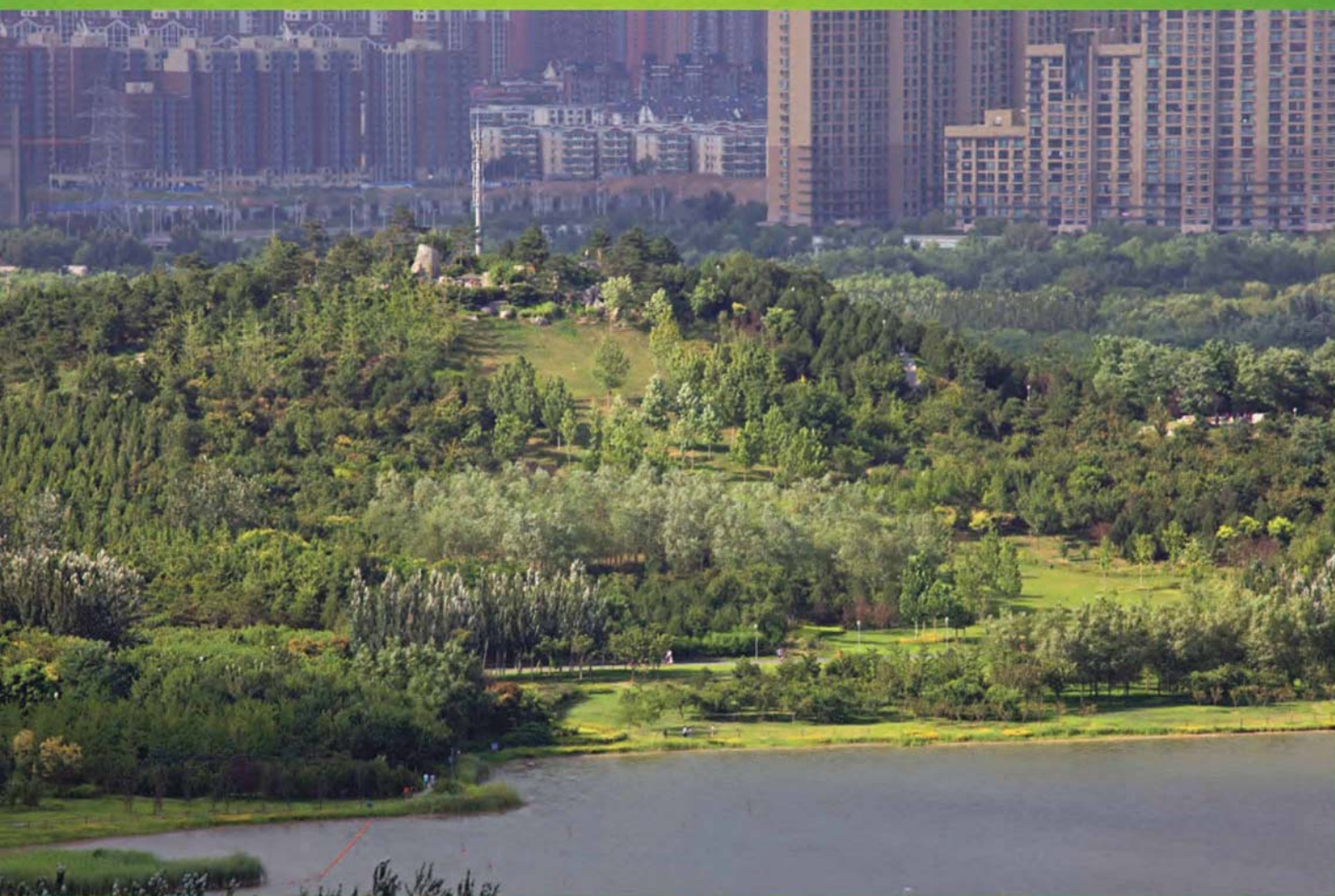


ISSN 1000-0933

CN 11-2031/Q

生态学报

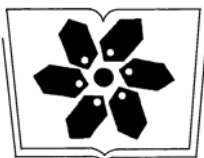
Acta Ecologica Sinica



第34卷 第1期 Vol.34 No.1 **2014**

中国生态学学会
中国科学院生态环境研究中心
科学出版社

主办
出版



中国科学院科学出版基金资助出版

生态学报

(SHENGTAI XUEBAO)

第 34 卷 第 1 期 2014 年 1 月 (半月刊)

目次

卷首语: 复杂与永续..... (I)

前沿理论与学科综述

城市复合生态及生态空间管理 王如松, 李 锋, 韩宝龙, 等 (1)

海洋生态系统固碳能力估算方法研究进展 石洪华, 王晓丽, 郑 伟, 等 (12)

城市生态系统灵敏度模型评述 姚 亮, 王如松, 尹 科, 等 (23)

城市生活垃圾代谢的研究进展..... 周传斌, 徐琬莹, 曹爱新 (33)

个体与基础生态

胶州湾生物-物理耦合模型参数灵敏度分析 石洪华, 沈程程, 李 芬, 等 (41)

渤海湾大型底栖动物调查及与环境因子的相关性 周 然, 覃雪波, 彭士涛, 等 (50)

生物扰动对沉积物中污染物环境行为的影响研究进展 覃雪波, 孙红文, 彭士涛, 等 (59)

种群、群落和生态系统

密云水库上游流域生态系统服务功能空间特征及其与居民福祉的关系 ... 王大尚, 李屹峰, 郑 华, 等 (70)

长岛自然保护区生态系统维护的条件价值评估 郑 伟, 沈程程, 乔明阳, 等 (82)

海岛陆地生态系统固碳估算方法 王晓丽, 王 媛, 石洪华, 等 (88)

景观、区域和全球生态

区域生态文明建设水平综合评估指标 刘某承, 苏 宁, 伦 飞, 等 (97)

基于生境质量和生态响应的莱州湾生态环境质量评价 杨建强, 朱永贵, 宋文鹏, 等 (105)

1985 年以来黄河三角洲孤东海岸演变与生态损益分析 刘大海, 陈小英, 徐 伟, 等 (115)

基于复合生态系统理论的海洋生态监控区区划指标框架研究 徐惠民, 丁德文, 石洪华, 等 (122)

我国环境功能评价与区划方案 王金南, 许开鹏, 迟妍妍, 等 (129)

资源与产业生态

生态产业园的复合生态效率及评价指标体系 刘晶茹, 吕 彬, 张 娜, 等 (136)

我国农业生态效率的时空差异..... 程翠云, 任景明, 王如松 (142)

内蒙古半干旱生态脆弱矿区生态修复耦合机理与产业模式 陈玉碧, 黄锦楼, 徐华清, 等 (149)

基于物质流分析方法的生态海岛建设研究——以长海县为例 陈东景, 郑 伟, 郭惠丽, 等 (154)

再生(污)水灌溉生态风险与可持续利用 陈卫平, 吕斯丹, 张炜铃, 等 (163)

基于流域单元的海湾农业非点源污染负荷估算——以莱州湾为例..... 麻德明, 石洪华, 丰爱平 (173)

集约用海对海洋生态环境影响的评价方法 罗先香,朱永贵,张龙军,等 (182)

城乡与社会生态

基于生态系统服务的城市生态基础设施:现状、问题与展望..... 李 锋,王如松,赵 丹 (190)

北京城区道路系统路网空间特征及其与 LST 和 NDVI 的相关性 郭 振,胡 聃,李元征,等 (201)

基于复合生态功能的城市土地共轭生态管理 尹 科,王如松,姚 亮,等 (210)

重庆市森林生态系统服务功能价值评估 肖 强,肖 洋,欧阳志云,等 (216)

渤海湾港口生态风险评估 彭士涛,覃雪波,周 然,等 (224)

达标污水离岸排海末端处置技术研究综述 彭士涛,王心海 (231)

期刊基本参数:CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 238 * zh * P * ¥90.00 * 1510 * 28 * 2014-01



封面图说: 北京奥林匹克公园——在高楼林立的大城市中,办公楼、居民区、学校、路网系统、公园以及各种水泥、沥青硬路面和树木、绿草地、土面、水面等等组成了复杂多样的城市生态景观,居住着密集的人口并由于人们不断的、强烈的干预,使这个城市生态系统显得尤其复杂而又多变。因此,系统复杂性及灵敏度是困扰城市生态系统研究和管理的重要因素,建立灵敏度模型是致力于解决城市规划管理中的复杂性问题的有效方法,网状思维与生物控制论观是其核心,也是灵敏度模型的思想基础。图为北京中轴线北端被高楼簇拥着的奥林匹克公园的仰山和龙型水系。

彩图及图说提供: 陈建伟教授 北京林业大学 E-mail: cites.chenjw@163.com

DOI: 10.5846/stxb201305020884

徐惠民, 丁德文, 石洪华, 温泉, 叶属峰. 基于复合生态系统理论的海洋生态监控区划指标框架研究. 生态学报, 2014, 34(1): 122-128.

Xu H M, Ding D W, Shi H H, Wen Q, Ye S F. Research of index system framework in marine ecology monitoring & regulation areas division based on complex ecosystem of nature-human-society. Acta Ecologica Sinica, 2014, 34(1): 122-128.

基于复合生态系统理论的海洋生态 监控区划指标框架研究

徐惠民^{1,2}, 丁德文^{3,*}, 石洪华³, 温泉⁴, 叶属峰⁵

(1. 大连海事大学, 大连 116026; 2. 辽宁师范大学, 大连 116029;

3. 国家海洋局第一海洋研究所, 青岛 266061; 4. 国家海洋环境监测中心, 大连 116023;

5. 国家海洋局东海环境监测中心, 上海 200137)

摘要: 海岸带是海陆生态系统的交错带, 其生态系统对社会经济发展和全球变化敏感、脆弱。随着沿海各省市新一轮开发规划的实施, 近岸海域生态环境面临巨大压力, 海洋生态管理面临着新的经济、环境问题, 海洋生态监控区需要进行适应性调整。海洋生态监控区, 指依据海洋生态特征和问题冲突特点而确定的、通过生态监测和评价而提出的用于保护管理和开发利用调控的海洋区域。海洋生态监控区是基于生态系统的海洋管理的重要手段, 是海洋生态系统管理的重要基础。基于复合生态系统理论, 从自然视角、经济视角和社会视角 3 个方面深入分析了海洋生态重要性区域的内涵, 并结合生态社会与生态系统服务描述了海洋生态监控区内涵; 结合沿海社会经济发展新趋势和海洋生态系统管理需要, 从管理学、生态学、管理对象及管理实施等方面探讨了海洋生态监控区划的原则; 分析了影响海洋生态监控区的主要因素, 结合近岸海域生态系统主要服务功能, 构建了区划指标体系, 包括自然环境、生态系统和社会经济和三大方面 14 个指标。

关键词: 复合生态系统; 海洋生态监控区; 区划指标; 生态系统管理

Research of index system framework in marine ecology monitoring & regulation areas division based on complex ecosystem of nature-human-society

XU Huimin^{1,2}, DING Dewen^{3,*}, SHI Honghua³, WEN Quan⁴, YE Shufeng⁵

1 Dalian Marine University, Dalian 116026, China

2 Liaoning Normal University, Dalian 116029, China

3 The First Institute of Oceanography, State Oceanic Administration, Qingdao 266061, China

4 National Marine Environment Monitoring Center, Dalian 116023, China

5 East China Sea Environmental Monitoring Center, State Oceanic Administration, Shanghai 200137, China

Abstract: Coastal zone is the transition zone of marine ecosystem and land ecosystem. Coastal ecosystem is fragile and sensible to global climate change, and environmental pressure from economy development. Now, new pressure and environment questions come from the new marine economy development activities through all provinces along Chinese coastal. Marine ecology monitoring & regulation area (MEMRA) should to be adjusted according to the circumstances. MEMRA is the effective method of evaluating the pressure and environmental questions, the foundation of management based on marine ecosystem. MEMRA is an area for ecological protection and regulation, decided by marine ecology characteristics and environments questions, the regulation is provided by assessment of the ecological data from this area. In

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(41206111); 海洋公益性行业科研专项经费项目资助项目(201005009)

收稿日期: 2013-05-02; **修订日期:** 2013-09-22

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: dingdw@163.com

this paper, based on the theory of nature-human-society, eco-society and ecosystem service, discussing the concepts of marine ecology important area and MEMRA from nature and economy and society views. Based on management, ecology, and environmental questions, discussing the principles of MEMRA division. Based on marine ecosystem services, management factors, discussing 14 indices for MEMRA division, including natural environment indices, ecology indices, society and economy indices.

Key Words: complex ecosystem of nature-human-society; marine ecological monitoring & regulation area; index system; ecosystem management

根据国家海洋局国海发[2004]11号《关于建立海洋生态监控区的意见》,我国开始实施生态监控区制度,至2010年海洋生态监控区达到了18个,总面积达6.4万km²,分布在我国从北到南的各个海域(表1)^[1],主要生态类型包括河口、海湾、滨海湿地、珊瑚礁、红树林和海草床等典型海洋生态系统。

海岸带是海陆生态系统的交错带,对全球变化极其敏感、脆弱。海岸带也是人类活动最集聚、经济最活跃的区域。近年来,国务院先后批复了沿海各省海洋经济及相关的发展规划,我国迎来了新一轮

海洋经济开发高潮,我国近岸海域生态环境面临新的巨大压力。在生态文明建设大力推进、国际海洋争端加剧的形势下,基于复合生态系统理论深入认识海洋生态监控区的概念内涵和区划指标体系,促进海洋生态监控区进行适应性调整,为针对性的解决海洋社会经济发展与海洋生态环境保护的矛盾提供基础,促进我国海洋生态管理的顺利开展,从而为海洋经济发展服务,为和谐社会建设服务,具有重要意义。

表 1 我国海洋生态监控区基本情况^[1]
Table 1 The data of the national marine ecology monitoring & regulation areas^[1]

生态监控区 Ecology monitoring& regulation area	所在地 Location (Province)	面积/km ² Area	主要生态 系统类型 Ecosystem type	生态监控区 Ecology monitoring & regulation area	所在地 Location (Province)	面积/km ² Area	主要生态系统类型 Ecosystem type
双台子河口	辽宁	3000	河口	乐清湾	浙江	464	海湾
锦州湾	辽宁	650	海湾	闽东沿岸	福建	5063	海湾
滦河口-北戴河	河北	900	河口	大亚湾	广东	1200	海湾
渤海湾	天津	3000	海湾	珠江口	广东	3980	河口
莱州湾	山东	3770	海湾	雷州半岛 西南海岸	广东	1150	珊瑚礁
黄河口	山东	2600	河口	广西北海	广西	120	珊瑚礁、红树 林、海草床
苏北浅滩	江苏	15400	湿地	北仑河口	广西	150	红树林
长江口	上海	13668	河口	海南东海岸	海南	3750	珊瑚礁、海草床
杭州湾	上海 浙江	5000	海湾	西沙珊瑚礁	海南	400	珊瑚礁

1 海洋生态监控区的内涵

海洋生态监控区(MEMRA),指依据海洋生态特征和问题用于冲突特点而确定的、通过生态监测和评价而提出的用于保护管理和开发利用调控的海洋区域。

海洋生态监控区不是生态系统分区(生态区划),也不以直接利用海洋资源为主(海洋功能区划、

海洋空间规划)^[2-7]。生态监控区是一个特定的区域,这个区域可以是典型的近岸生态系统(具有明确的边界)、典型的海洋功能区或多种功能的组合区、或者开发利用与保护矛盾冲突严重的区域;可以通过明确的边界内的监测,反映区域内保护与开发利用的问题、功能损害问题或开发与保护关系失调问题,从而指导人类活动调控和生态恢复措施的制定和实施,达到既有效利用生态系统的服务,又不超出

生态系统的承载能力。

海洋生态监控区是海洋生态重要区 (MEIA) 的复合体 (图 1)。生态重要性区域可以从 3 个角度定义:

(1) 自然视角 原有的物质、能量、信息的总量/质量、各个成分的构成比例发生了不利于人类/其他自然系统利用的变化,且这种变化暂不能由系统自我恢复的海洋生态要素或大型生态系统所在的区域。

(2) 经济视角 对人类具有重大直接和间接价值,以及对其他生态系统具有至关重要作用,并处于相对不稳定状态且自恢复力较差,或其数量、质量有较大下降而自我调节能力较弱的海洋生态要素或大型海洋生态系统所处的海洋区域。

(3) 社会视角 生态资产减少、生态健康受影响、生态安全受到威胁且自我恢复力弱的海洋生态要素或大型海洋生态系统所在的海洋区域。

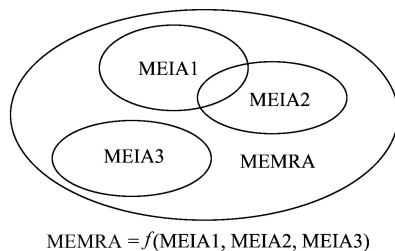


图 1 海洋生态监控区与海洋生态重要区的关系

Fig. 1 The relationship of marine ecology monitoring & regulation area and marine ecological important areas
MEIA: 海洋生态重要区; MEMRA: 海洋生态监控区

生态重要性是针对人类社会而言。在经济全球化、气候变化全球化以及信息网络全球化的背景下,社会有机体

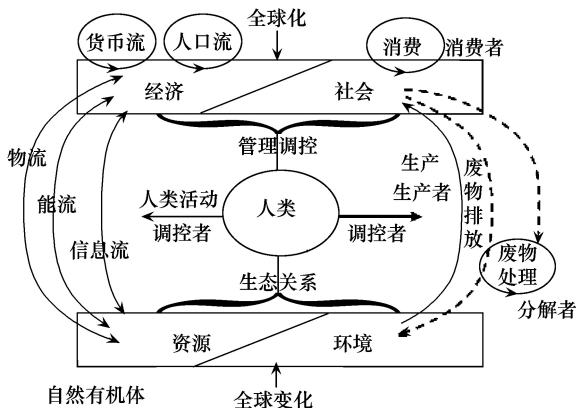


图 2 自然-人类-社会复杂生态系统

Fig. 2 The complex ecosystem of nature-human-society

人类对生态环境的影响无处不在,人类已成为自然-人-社会复杂生态系统的核心 (图 2)。在资源环境的自然有机体与社会经济的社会有机体中,无机物质/有机物质与产品进行转化,质量不变,但可能会产生污染;自然能/生物能传递,能量守恒,但产生衰减;自然信息/遗传信息传递,信息守恒,但产生增值。自然有机体对社会有机体的重要性基于自然有机体的服务功能 (生态系统服务功能^[8]),而服务功能则决定于社会有机体的价值偏好 (人类社会的价值偏好)、价值选择以及社会伦理,生态资产、生态安全是这一偏好、选择的归纳阐述 (图 3)。生态赤字是生态资产减少在生态经济系统的表现,而生态危机则是生态安全在生态社会系统中的体现,两者从不同角度表述了生态重要性。

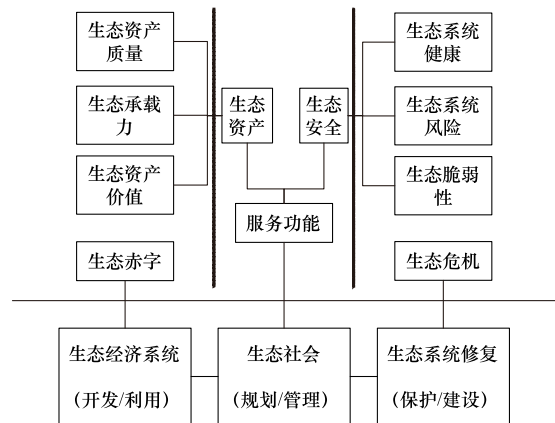


图 3 生态社会与生态系统服务功能组成

Fig. 3 Eco-society & the component of ecosystem service

2 海洋生态监控区区划原则

海洋生态监控区区划即划定海洋生态监控区范围及监控对象。鉴于海洋生态监控区的内涵,以及海洋环境的连通性、海洋资源环境利用的空间特性,海洋生态系统边界的模糊性 (与陆地相比),海域使用方式具有立体空间性和一定程度的非排它性。

(1) 符合生态系统为基础的管理科学原则

区划范围应符合生态系统管理的要求。区划内的要素应满足生态管理要素的要求^[9]。

生态系统管理是寻求人类社会与资源有限的自然生态系统之间的平衡,该平衡是动态的、发展的。该平衡包括自然生态系统中内部要素之间的平衡、人类社会内部各组成部分的平衡、以及自然生态系统状态和人类社会损益之间的平衡。

生态系统管理于1988年Agee和Johnson的《公园和野生地生态系统管理》^[10]中明确提出,并讨论了生态系统管理要有适当的边界划定、明确的目标、管理机构间的合作、管理效果的监测以及政府决策层的参与等问题;1995年美国环保局认为生态系统管理是指恢复和维持生态系统的健康、可持续性和生物多样性,同时支撑可持续的经济和社会^[11];1996年美国生态学会认为生态系统管理有明确的管理目标,并执行一定的政策和规划,基于实践和研究并根据实际情况作调整,基于对生态系统作用和过程的最佳理解,管理过程必须维持生态系统组成、结构和功能的可持续性^[12-14]。

(2) 符合海洋生态学与生态系统科学原则

生态监控区的边界划分与要素选择应能够反应生态系统功能和整体性,能够反应生态监控区内生态系统的状态和变化趋势。海洋生态学研究成果为生态监控区的建立和发展提供了科学解释和监控依据。

生态系统的生态学完整性决定于系统内部生态学过程的完整性。只有主要生态学过程完整的系统才是完整的生态系统,才有可能发挥出它所具有的正常生态功能。生态系统管理所关心的生态学过程主要包括:水文学过程、生物生产力、生物地球化学循环、有机物的分解、生物多样性维持等。通常情况下,这些生态学过程往往是跨越很大的空间和时间尺度,并且不同生态学过程的空间和时间尺度差异很大。科学地确定生态监控区的边界,以保证生态学的完整性,达到便于研究、使管理决策能够有效地调控生态学过程的目的。生态监控区区划应保证生态学完整性,保护总的自然多样性和维持生物多样性有关的生态学格局和生态学过程^[12-13,15]。

(3) 问题导向原则

问题导向是确定生态监控区的重要条件之一,也是监控的依据和对象。

结合海洋功能区划、海洋经济发展规划,分析生态系统问题,考虑相关的生态系统和功能区与社会经济之间的相互影响,由此影响而进一步考虑如何调控问题或解决问题,进而确定生态监控区的边界、监控对象和内容。

(4) 可业务化操作原则

生态监控区即为生态系统管理提供信息支持,

又是生态系统管理的对象之一。因此,生态监控区内监测工作、监测数据的评价,以及对生态监控区内的管理、生态恢复与重构工作等都需在现有的技术经济条件下能够开展,从而便于业务化操作。

因此,海洋生态监控区是自然单元、社会单元和信息单元的复合。

3 海洋生态监控区区划工作步骤

海洋生态监控区区划分4步(图4)。

首先,根据海域生态环境状况和海域使用状况,考虑社会发展的需求,确定海域现在的及潜在的生态环境问题。

其次,确定海域主导的生态服务功能,结合生态环境问题确定是否为生态重要性区域,以及生态监控区的主要监控内容。主导服务功能、重要生态区域及监控内容的确定可通过专家调查来确定。

再次,结合海域生态系统生态环境特征、生态系统生物学特征,以及生态过程,计算海域生态系统完整性。

最后,结合海域自然条件,确定海洋生态监控区边界。

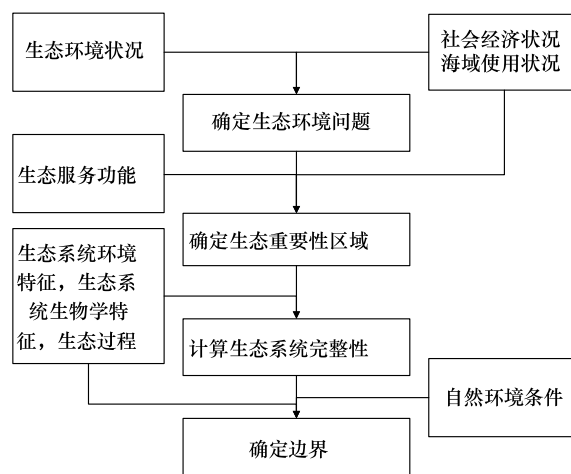


图4 海洋生态监控区区划技术路线图

Fig.4 The technology solution frame of division of marine ecology monitoring & regulation area

4 海洋生态监控区区划指标体系

影响海洋生态监控区的直接因素主要包括四个方面:海域自然环境、海洋生态系统、海洋污染环境以及社会经济。间接影响因素包括过度海洋生态资源利用、污染物排放强度过大及管理问题。

基于海洋生态监控区划步骤和 GPMSC 框架 (图 5)^[16-17], 海洋生态监控区划指标体系包括自然因素和社会因素两部分。自然因素包括自然生态、

环境因素, 社会因素包括海域及邻近地区经济活动、管理活动等因素。通过多因子指数值确定区域范围。

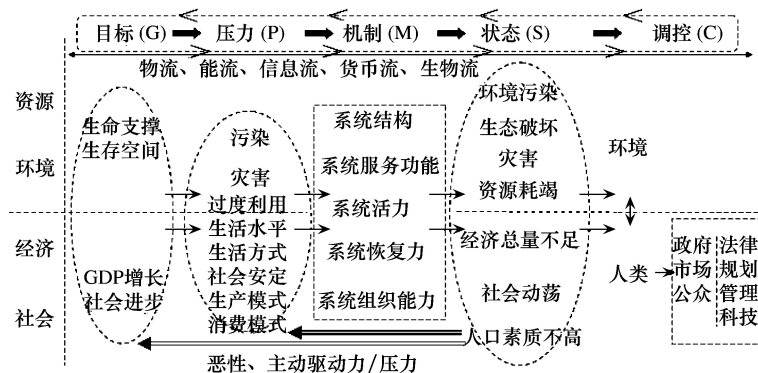


图 5 目标-压力-机制-状态-调控 (GPMSC) 框架^[20]

Fig.5 The framework of goal-pressure-mechanism-statement-control^[20]

海域主导生态服务功能确定。海洋生态系统提供气体调节、气候调节、干扰调节、水分调节、水分供给、侵蚀控制和层积物保持、土壤形成、养分循环、废

弃物处理、传粉植物、生物控制、栖息地、食物生产、原材料、遗传资源、休闲等服务功能^[8, 18]。本文筛选、合并后选择 5 项服务功能 (表 2)。

表 2 海域主导生态系统服务功能

Table 2 The main ecosystem service of the sea area

服务 Services	表现特征 Characteristics
食品供给 Food Provision	海洋生态系统为人类直接提供的各种海洋食品, 既包括从海洋中捕捞的产品, 也包含了养殖产品; 一般也应考虑初级生产力
水质净化 Waste Decomposition and Detoxification	海洋生态系统帮助过滤和分解化合物及有机废弃物, 通过生态过程吸收和降解有害有毒化学物质的过程
旅游娱乐 (包括知识文化服务) Ecotourism and Recreation (including Cultural and Scientific Discovery)	由海岸带和海洋生态系统所形成的独有景观和美学特征, 并进而产生的具有直接商业利用价值的贡献; 以及科学研究和对人类知识的补充等
生产空间 Production Space	海洋为人类生产活动所提供的空间, 如码头、航运等
生物多样性与生境提供 Biodiversity and Habitat Provision	由海洋生态系统产生并维持的遗传多样性、物种多样性与系统多样性; 对其它生物所提供的生存生活空间和庇护场所

生态系统完整性是支持和维持平衡的、完整的、适应的生物群落的能力, 这个群落具有自然生境条件下可比的物种结构、多样性和功能组织的能力^[19]。生态系统完整包括生态成分完整、组织结构完整、功能完整 3 部分^[20]。本文选择 6 项指标 (表 3): 浮游植物多样性指数、浮游动物多样性指数、底栖生物多样性指数、叶绿素 a、水质指数、底质污染指数 (表 3)。这 6 项指标可以与海域主导服务功能 (上述 5 项服务功能中选择) 中的指标进行合并或删除。

自然环境指标 (表 3) 选择盐度、海流情况和水

温 3 项。

社会经济指标选择 5 项, 包括沿海地区工业主要污染排放量、人口密度、人类干扰度、人均 GDP 和污水处理率 (表 3)。其中, 人类干扰度可通过人工岸线与自然岸线比值或海域利用面积与总区域面积之比来度量。

5 讨论

海洋生态监控区是集社会、经济、资源、环境于一体的工作海域, 监测和调控工作既包括对自然环境、生态系统因子以及生态系统, 也包括人类社会经

济活动。由于海洋自然环境和生态系统,以及人类海洋开发利用保护活动与传统陆地环境、生态系统和人类活动的区别,海洋生态监控区划与传统的生态区划有较大的差别。

海洋生态监控区其基本内涵是生态重要性区域。但依据复合生态系统理论,海洋生态监控区的内涵中重要的一点是生态环境发生了改变,或受到了巨大威胁。生态系统对环境变化的敏感性是海洋生态监控区划的基础,而生态系统完整性和生态健康则是设定海洋生态监控区的最终目标。根据海洋生态监控区监控的结果发现生态环境问题和社会经济发展过程中的问题,从而为海洋生态管理、以及沿岸社会经济发展规划管理提供基础和依据,则是设定海洋生态监控区的目的。

表 3 海洋生态监控区划指标体系

Table 3 The index system of marine ecosystem monitoring & regulation area division

组别 Group	指标 Index
自然环境 Natural Environment	盐度
	海流
	水温
生态系统 Ecosystem	浮游植物多样性指数
	浮游动物多样性指数
	底栖生物多样性指数
	叶绿素 a
	水质污染指数
社会经济 Social and Economy	底质污染指数
	工业污染排放量
	人口密度
	人类干扰度
	人均 GDP
	污水处理率

人类活动是海岸带和近岸海域的主要作用力和生态环境变化的主导动力。伴随新一轮海洋经济开发的热潮,近岸海域生态环境面临巨大的压力,脆弱的生态系统面临新的胁迫,现有的生态环境问题将加重,或将出现新的问题:珊瑚礁白化、河口污染、生态退化、物种变化、自然岸线进一步减少、新的污染物、食品安全以及人体健康受到影响等。海洋生态监控区划工作也需根据新形势和地域特点,按照本文提出的区划原则进行适应性的调整,从而监控近岸海域生态环境变化趋势和特点,及时反应海域生态环境问题和变化。

本文通过对海洋生态监控区内涵的分析,结合我国海洋生态环境现状和我国海洋经济发展的新形势,初步提出了海洋生态区划的原则、步骤和指标体系框架。指标体系框架中,指标分为自然环境、生态系统和社会经济 3 种指标,其中生态系统指标主要用于监测、提示生态环境现状与问题,社会经济指标主要用于提示生态环境压力,而自然环境指标主要用于进行区划边界确定;本文所选指标较为全面且数量较少,能够满足生态完整性和生态系统健康要求,便于计算和区划分区;指标框架分为两层,第二层具体指标可根据具体情况进行选取,灵活实用,具可操作性。

本文所提出的指标体系中,第 2 层生态系统部分指标如水质污染指数、底质污染指数属于 2 次复合指标,该指标的计算需要根据具体经济产业和环境问题来具体确定,具体选择及案例将在后面的文章中进一步探讨。

References:

- [1] State Oceanic Administration, China. Bulletin of China's Marine Environmental Status of China for the Year of 2010. (2011- 05- 16) [2012- 05- 04]. http://www.soa.gov.cn/zwgk/hygb/zghyhjzlg/hyhjzlgbl/2010ml/201212/t20121206_21292.html.
- [2] Wiken E B, Gauthier D, Marshall I B, Lawton K, Hirvonen H. A perspective on Canada's ecosystems; An overview of the terrestrial and marine ecozones. Occasional Paper no.14. Canadian Council on Ecological Areas; Ottawa, 1996.
- [3] Bailey R G. Delineation of ecosystem regions. Environmental Management, 1983, 7(4): 365-373.
- [4] Omernik J M. Ecoregions of the conterminous United States. Annals of the Association of American Geographers, 1987, 77(1): 118-125.
- [5] Bailey R G. Explanatory supplement to Ecoregions map of the Continents. Environmental Conservation, 1989, 16(4): 307-309.
- [6] Fu B J, Liu G H, Chen L D, Ma K M, Li J R. Scheme of ecological regionalization in China. Acta Ecologica Sinica, 2001, 21(1): 1-6.
- [7] Ouyang Z Y, Wang X K, Miao H. China's eco-environmental sensitivity and its spatial heterogeneity. Acta Ecologica Sinica, 2000, 20(1): 9-12.
- [8] Constanza 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, den Belt M. The value of the world's ecosystem services and natural capital. Nature, 1997, 387(6630): 253-260.

- [9] Ye S F, Wen Q, Zhou Q L. Marine ecosystem management discussion on new pattern of ocean management based on ecosystem. *Ocean Development and Management*, 2006, 23(1): 77-80.
- [10] Agee J K, Johnson D R. *Ecosystem Management for Parks and Wilderness*. Seattle, Washington: University of Washington Press, 1988.
- [11] Lackey R T. Seven pillars of ecosystem management. *Landscape and Urban Planning*, 1998, 40(1/3): 21-30.
- [12] Christensen N L, Bartuska A M, Brown J H, Carpenter S, D'Antonio C, Francis R, Franklin J F, MacMahon J A, Noss R F, Parsons D J, Peterson C H, Turner M G, Woodmansee R G. The report of the ecological society of America committee on the scientific basis for ecosystem management. *Ecological Applications*, 1996, 6(3): 665-691.
- [13] Yu G R. Conceptual framework of ecosystem management and the ecological foundation. *Journal of Applied Ecology*, 2001, 12(5): 787-794.
- [14] Ren H, Wu J G, Peng S L, Zhao L Z. Concept of ecosystem management and its essential elements. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2000, 11(3): 455-458.
- [15] Grumbine R E. What is ecosystem management? *Conservation Biology*, 1994, 8(1): 27-38.
- [16] Ehler C N, Douvère F. Marine spatial planning a step-by-step approach toward ecosystem-based management. *IOC Manual and Guides No. 53, ICAM Dossier No. 6*. Paris: UNESCO, 2009.
- [17] Xu H M. The establishment of population quality evaluation index system for city of Dalian. *Journal of Liaoning Normal University: Natural Science Edition*, 2008, 31(1): 114-117.
- [18] Chen S, Zhang Z H, Ma Y, Shi H H, Ma A Q, Zheng W, Wang Q X, Peng Y L, Liu J. Program for service evaluation of marine ecosystems in China waters. *Advances in Earth Science*, 2006, 21(11): 1127-1133.
- [19] Karr J R, Dudley D R. Ecological perspective on water quality goals. *Environmental Management*, 1981, 5(1): 55-68.
- [20] Yan N L, Yu X G. Summary comments on ecosystem integrity. *Progress in Geography*, 2007, 26(1): 17-25.

参考文献:

- [1] 国家海洋局. 2010 年中国海洋环境状况公报. (2011-05-16) [2012-05-04]. http://www.soa.gov.cn/zwgk/hygb/zghyhjzlgbl/hyhjzlgbl/2010ml/201212/t20121206_21292.html.
- [6] 傅伯杰, 刘国华, 陈利顶, 马克明, 李俊然. 中国生态区划方案. *生态学报*, 2001, 21(1): 1-6.
- [7] 欧阳志云, 王效科, 苗鸿. 中国生态环境敏感性及其区域差异规律研究. *生态学报*, 2000, 20(1): 9-12.
- [11] 叶属峰, 温泉, 周秋麟. 海洋生态系统管理——以生态系统为基础的海洋管理新模式探讨. *海洋开发与管理*, 2006, 23(1): 77-80.
- [17] 徐惠民. 大连市人口素质评价指标体系的构建. *辽宁师范大学学报: 自然科学版*, 2008, 31(1): 114-117.
- [18] 陈尚, 张朝晖, 马艳, 石洪华, 马安青, 郑伟, 王其翔, 彭亚林, 刘键. 我国海洋生态系统服务功能及其价值评估研究计划. *地球科学进展*, 2006, 21(11): 1127-1133.
- [20] 燕乃玲, 虞孝感. 生态系统完整性研究进展. *地理科学进展*, 2007, 26(1): 17-25.

ACTA ECOLOGICA SINICA Vol.34, No.1 Jan., 2014 (Semimonthly)

CONTENTS

Foreword: Complexity and Sustainability	(I)
Frontiers and Comprehensive Review	
Urban eco-complex and eco-space management	WANG Rusong, LI Feng, HAN Baolong, et al (1)
Review of carbon sequestration assessment method in the marine ecosystem	SHI Honghua, WANG Xiaoli, ZHENG Wei, et al (12)
A review of sensitivity model for urban ecosystems	YAO Liang, WANG Rusong, YIN Ke, et al (23)
Urban ecological metabolism of municipal solid waste: a review	ZHOU Chuanbin, XU Wanying, CAO Aixin (33)
Autecology & Fundamentals	
Parameter sensitivity analysis of a coupled biological-physical model in Jiaozhou Bay	SHI Honghua, SHEN Chengcheng, LI Fen, et al (41)
Macroinvertebrate investigation and their relation to environmental factors in Bohai Bay	ZHOU Ran, QIN Xuebo, PENG Shitao, et al (50)
Review of the impacts of bioturbation on the environmental behavior of contaminant in sediment	QIN Xuebo, SUN Hongwen, PENG Shitao, et al (59)
Population, Community and Ecosystem	
Ecosystem services' spatial characteristics and their relationships with residents' well-being in Miyun Reservoir watershed	WANG Dashang, LI Yifeng, ZHENG Hua, et al (70)
Contingent valuation of preserving ecosystem of Changdao Island Nature Reserve	ZHENG Wei, SHEN Chengcheng, QIAO Mingyang, et al (82)
Discussion of carbon sequestration estimates in the island terrestrial ecosystems	WANG Xiaoli, WANG Ai, SHI Honghua, et al (88)
Landscape, Regional and Global Ecology	
An integrated indicator on regional ecological civilization construction	LIU Moucheng, SU Ning, LUN Fei, et al (97)
The eco-environmental evaluation based on habitat quality and ecological response of Laizhou Bay	YANG Jianqiang, ZHU Yonggui, SONG Wenpeng, et al (105)
Analysis of the evolution and value of coastal ecosystem services at Gudong Coast in the Yellow River Delta since 1985	LIU Dahai, CHEN Xiaoying, XU Wei, et al (115)
Research of index system framework in marine ecology monitoring & regulation areas division based on complex ecosystem of nature-human-society	XU Huimin, DING Dewen, SHI Honghua, et al (122)
The environmental function assessment and zoning scheme in China	WANG Jinnan, XU Kaipeng, CHI Yanyan, et al (129)
Resource and Industrial Ecology	
Definition and evaluation indicators of ecological industrial park's complex eco-efficiency	LIU Jingru, LÜ Bin, ZHANG Na, et al (136)
Spatial-temporal distribution of agricultural eco-efficiency in China	CHENG Cuiyun, REN Jingming, WANG Rusong (142)
The coupling mechanism and industrialization mode of ecological restoration in the weak semi arid mining area of Inner Mongolia	CHEN Yubi, HUANG Jinlou, XU Huaqing, et al (149)
Evaluation of ecological marine islands construction based on material flow analysis: a case study of Changhai County	CHEN Dongjing, ZHENG Wei, GUO Huili, et al (154)
Ecological risks and sustainable utilization of reclaimed water and wastewater irrigation	CHEN Weiping, LÜ Sidan, ZHANG Weiling, et al (163)

Estimation of agricultural non-point source pollution based on watershed unit: a case study of Laizhou Bay	
.....	MA Deming, SHI Honghua, FENG Aiping (173)
The evaluation method in the impact of intensive sea use on the marine ecological environment	
.....	LUO Xianxiang, ZHU Yonggui, ZHANG Longjun, et al (182)
Urban, Rural and Social Ecology	
Urban ecological infrastructure based on ecosystem services;status,problems and perspectives	
.....	LI Feng, WANG Rusong, ZHAO Dan (190)
Spatial features of road network in Beijing built up area and its relations with LST and NDVI	
.....	GUO Zhen,HU Dan,LI Yuanzheng,et al (201)
The conjugate ecological management model for urban land administration based on the land complex ecological function	
.....	YIN Ke, WANG Rusong, YAO Liang, et al (210)
Value assessment of the function of the forest ecosystem services in Chongqing	
.....	XIAO Qiang, XIAO Yang,OUYANG Zhiyun, et al (216)
Ecological risk evaluation of port in Bohai Bay	PENG Shitao, QIN Xuebo, ZHOU Ran, et al (224)
Research review of the tail disposal technology of the standard sewage offshore outfall	PENG Shitao,WANG Xinhai (231)

《生态学报》2014 年征订启事

《生态学报》是由中国科学技术协会主管,中国生态学学会、中国科学院生态环境研究中心主办的生态学高级专业学术期刊,创刊于 1981 年,报道生态学领域前沿理论和原始创新性研究成果。坚持“百花齐放,百家争鸣”的方针,依靠和团结广大生态学科工作者,探索生态学奥秘,为生态学基础理论研究搭建交流平台,促进生态学研究深入发展,为我国培养和造就生态学科人才和知识创新服务、为国民经济建设和发展服务。

《生态学报》主要报道生态学及各分支学科的重要基础理论和应用研究的原始创新性科研成果。特别欢迎能反映现代生态学发展方向的优秀综述性文章;研究简报;生态学新理论、新方法、新技术介绍;新书评价和学术、科研动态及开放实验室介绍等。

《生态学报》为半月刊,大 16 开本,280 页,国内定价 90 元/册,全年定价 2160 元。

国内邮发代号:82-7,国外邮发代号:M670

标准刊号:ISSN 1000-0933 CN 11-2031/Q

全国各地邮局均可订阅,也可直接与编辑部联系购买。欢迎广大科技工作者、科研单位、高等院校、图书馆等订阅。

通讯地址:100085 北京海淀区双清路 18 号 电 话:(010)62941099; 62843362

E-mail: shengtaixuebao@rcees.ac.cn 网 址: www.ecologica.cn

编辑部主任 孔红梅 执行编辑 刘天星 段 靖

生 态 学 报
(SHENGTAI XUEBAO)
(半月刊 1981 年 3 月创刊)
第 34 卷 第 1 期 (2014 年 1 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA
(Semimonthly, Started in 1981)
Vol. 34 No. 1 (January, 2014)

编 辑	《生态学报》编辑部 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085 电话:(010)62941099 www.ecologica.cn shengtaixuebao@rcees.ac.cn	Edited by	Editorial board of ACTA ECOLOGICA SINICA Add: 18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China Tel: (010)62941099 www.ecologica.cn shengtaixuebao@rcees.ac.cn
主 编	王如松	Editor-in-chief	WANG Rusong
主 管	中国科学技术协会	Supervised by	China Association for Science and Technology
主 办	中国生态学学会 中国科学院生态环境研究中心 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085	Sponsored by	Ecological Society of China Research Center for Eco-environmental Sciences, CAS Add: 18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China
出 版	科 学 出 版 社 地址:北京东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717	Published by	Science Press Add: 16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China
印 刷	北京北林印刷厂	Printed by	Beijing Bei Lin Printing House, Beijing 100083, China
发 行	科 学 出 版 社 地址:东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717 电话:(010)64034563 E-mail: journal@cspg.net	Distributed by	Science Press Add: 16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China Tel: (010)64034563 E-mail: journal@cspg.net
订 购	全国各地邮局	Domestic	All Local Post Offices in China
国外发行	中国国际图书贸易总公司 地址:北京 399 信箱 邮政编码:100044	Foreign	China International Book Trading Corporation Add: P.O.Box 399 Beijing 100044, China
广告经营 许 可 证	京海工商广字第 8013 号		



ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

国内外公开发刊

国内邮发代号 82-7

国外发行代号 M670

定价 90.00 元