

# 海洋环境与生态工程发展战略研究

“中国海洋工程与科技发展战略研究”海洋环境与生态课题组

**摘要:** 本文系统阐述了海洋环境与生态工程发展战略研究的意义, 分析了我国海洋环境与生态发展的现状, 结合世界海洋环境与生态工程发展的经验以及我国面临的主要问题, 提出了我国海洋环境与生态发展的战略目标、主要任务和政策建议。

**关键词:** 海洋环境; 生态工程; 战略研究

**中图分类号:** P76   **文献标识码:** A

## Study on the Development Strategy of Marine Environment and Ecological Engineering in China

Task Force for the Study on Development Strategy of China's Marine Engineering and Technology  
Marine Environment & Ecological Engineering Research Group

**Abstract:** This paper summarizes the implications of research on marine environment and ecological engineering development strategy, analyzes the current situation of marine environment and ecology development in China. It also provides a comparative analysis of international experiences in the marine environment and ecological engineering field explains, and the main problems China faces at present. Meanwhile, the strategic goals, main tasks and major recommendations for the development of China's marine environment and ecological engineering improvement are presented in this paper.

**Key words:** marine environment; ecological engineering; strategic study

### 一、前言

我国既是陆地大国, 也是海洋大国, 拥有超过  $1.8 \times 10^4$  km 的大陆海岸线, 6 500 多个岛屿。依据《联合国海洋法公约》和我国的主张, 管辖有超过  $3 \times 10^6$  km<sup>2</sup> 的辽阔海域<sup>[1,2]</sup>。在过去的几十年间, 我国沿海地区社会经济快速地发展, 由于在海洋开发利用过程中只重视对资源的索取, 而忽略对海洋生态及环境的保护, 导致我国海洋生态环境问题日益

突出。如入海污染物显著的增加, 氮磷引起的富营养化问题突出, 赤潮灾害多发等<sup>[3,4]</sup>。我国海洋生态安全面临严峻的挑战。

在 21 世纪我国经济迅速增长、城市化进程加快而陆地资源日益枯竭的背景下, 如何立足陆海统筹, 在开发利用海洋资源、发展海洋经济、构建现代海洋产业体系的同时, 防治海洋环境污染, 维护海洋生态健康, 探索沿海地区经济社会与海洋生态环境相协调的科学发展模式, 增强对海洋环境的管

收稿日期: 2016-01-23; 修回日期: 2016-02-03

基金项目: 中国工程院重大咨询项目“中国海洋工程与科技发展战略研究”(2011-ZD-16)

本文由《中国海洋工程与科技发展战略》丛书《海洋环境与生态卷·综合报告》改写, 联系人: 雷坤

本刊网址: www.enginsci.cn

控能力,是我国海洋环境保护亟待解决的严峻问题<sup>[5-7]</sup>。

## 二、我国海洋环境与生态工程发展的现状

### (一) 环境与生态现状

我国海洋环境与生态现状主要表现在以下几个方面:水质总体有所改善,但污染形势仍不容乐观,如入海河流水质不佳、氮磷引起的富营养化程度高等;我国局部海域沉积物受到污染;海洋受到垃圾污染;海岸带生态遭到破坏,典型生态系统受损严重,渔业资源衰退,生物多样性下降;海洋生物入侵严重,对我国本土生物以及海岸带生态系统产生了极大的危害;生态灾害,如赤潮、褐潮、绿潮、水母等频频出现并呈加重趋势;持久性有机污染物(POPs)污染问题日益凸显,目前,我国环渤海经济区、长江三角洲、珠江三角洲等多个区域成为多种持久性有机污染物污染的高风险地区;我国海洋健康指数(OHI)评分为53分,低于全球海洋健康指数的平均评分,与世界上评分较高的国家在海洋渔业资源和特有海洋环境的保护上存在显著的差距<sup>[7-11]</sup>。

### (二) 海洋环境污染控制工程发展的现状

#### 1. 实施陆源污染物总量减排工程

我国实施陆源污染物总量减排工程,缓解海洋环境压力主要表现为以下两个方面。一是陆源工业和生活点源污染物总量减排,主要采取了工程减排、结构减排、管理减排三方面的措施<sup>[4,12]</sup>;二是农业面源污染减排工程。通过实施农田最佳养分管理、结合多种施肥方式、控制畜禽饲养量、建立生态农业模式,来控制农业面源污染<sup>[4,12]</sup>。

#### 2. 开展海洋垃圾污染控制工程

国际上(联合国、国际海事组织(IMO))和我国先后制定了防治垃圾污染海洋环境的海洋法公约以及法律法规,主要有联合国的《海洋法公约》、国际海事组织(IMO)的MAPPOL73/78公约、联合国的《防止倾倒废物及其他物质污染海洋公约》、《中华人民共和国海洋环境保护法》《防止船舶污染海域管理条例》和《船舶污染物排放标准》,对于海洋垃圾相关的规定是比较全面、具体的,能够覆盖海洋垃圾的各项主要来源。同时,我国共有

六个涉海部门(环境保护部、住房与城乡建设部、交通部海事局、农业部渔业局、国家海洋局、全军环境保护办公室)根据其管理职责开展海洋垃圾污染监测、防治方面的工作。

#### 3. 积极稳妥地控制持久性有机污染物的污染

为了有效防止持久性有机污染物对人类健康和生态环境的危害,我国积极支持和参与联合国有关机构对持久性有机污染物采取的国际控制行动;加强环保宣传教育,提高广大群众对持久性有机污染物危害性的认识;通过物理修复技术、化学修复技术、生物修复技术等多种技术建立削减持久性有机污染物的全过程管理的政策体系<sup>[13]</sup>。

### (三) 海洋生态保护工程发展的现状

我国已初步形成海洋保护区网络体系。截至2011年年底,已建成典型海岸带管理系统、珍稀濒危海洋生物、海洋自然历史遗迹及自然景观等各类海洋保护区221个,此外,已建立海洋国家级水产种质资源保护区35个。同时,2011年国家海洋局开始建设国家海洋公园,并批准了7处国家级海洋公园<sup>[13]</sup>。2005年,建立第一个国家级海洋特别保护区,至今达到21个。

实施海岸带生态修复。海岸带生态资源的修复是一项难度大、涉及范围广、因素诸多的复杂系统工程。近年来我国通过红树林人工种植等生态修复工程,恢复了部分区域的海洋生态功能;通过采取海洋伏季休渔、增殖放流、水产健康养殖,水产种质资源保护区、人工鱼礁和海洋牧场建设等措施,减缓了海洋渔业资源衰退的趋势。因此,我国海岸带生态修复与治理工作已经逐步开展,并取得了初步成效<sup>[14]</sup>。

### (四) 海洋环境管理与保障工程

海洋环境管理与保障工程在以下几个方面初显成效:一是海洋功能区划,我国在20世纪80年代末期提出并组织开展海洋管理的基础性工作,为海域使用管理和环境保护提供科学依据,为国民经济和社会发展提供用海保障;二是海洋环境监测,我国的海洋环境监测能力已得到长足发展,初步建成较为完善的海洋环境监测体系,开展了大量海洋环境与生态监测设备研发的工作;三是海洋环境与生态风险防范和应急能力建设,我国已逐步启动海洋

环境与生态风险防范和应急能力建设,开展了风险源识别与监控工作,初步建立了海洋环境应急响应机制<sup>[13,14]</sup>。

### 三、世界海洋环境与生态工程发展经验和启示

#### (一) 基于生态系统健康的海洋环境与生态保护理念

20世纪90年代后期,学术界和管理界提出了海洋生态系统水平的管理理念,或称生态系统途径的管理理念<sup>[15]</sup>。该理念迅速地被各海洋大国应用于海洋管理领域。其核心思想是将人类社会和经济的需要纳入生态系统中,协调生态、社会和经济目标,将人类的活动和自然地维护综合起来,维持生态系统健康的结构和功能,在此基础上使社会和经济目标得以持续,既实现生态系统的持续发展,又实现经济和社会的持续发展<sup>[15]</sup>。目前,生态系统方式已经成为环境资源管理的主流思想。美国和澳大利亚等在海洋管理方面处于世界领先地位的国家,已将生态系统方式提升到了国家海洋管理政策的层面。

#### (二) 更加强调防止陆源污染入海在污染控制工程中的重要性

保护海洋环境与控制陆域活动密不可分,是一项十分复杂的系统工程。国际社会很早就认识到,陆域活动对海洋环境的影响虽然是局部性、国家性或区域性的问题,但最终会造成全球性的后果。为应对这一全球性的挑战,联合国环境规划署发起了“保护海洋环境免受陆源污染全球行动计划”(GPA),其宗旨就是协助各国政府制定保护和改善海洋生态环境的政策和措施,防止陆源污染对海洋环境的破坏<sup>[16]</sup>。在该框架下“保护海洋环境免受陆源污染全球行动计划”采取了一系列具体的行动和举措防治陆源污染,如德国发展可持续发展的污水处理工艺技术,采用分散和集中处理相结合的方法,用生物脱氮、化学除磷的工艺,控制污水处理厂水体的富营养化;欧美等国家和地区结合本国的实际情况分别实施了可持续营养物质管理;日本在河道上广泛建立了漂浮木头拦截坝防止垃圾入海;韩国海事与渔业部(后改称韩国国土、运输和海事部)启动了一个全国性的行动计划开展海洋垃圾污染控制工程<sup>[17-19]</sup>。

#### (三) 更加突出建立保护区在海洋生态保护工程中的地位

美国是世界上最早建立国家自然保护区的国家,美国的海洋保护区多数为海岸带保护区,如滨海的国家公园、国家海滨公园、国家纪念地等;澳大利亚现有大约305个保护区满足海洋保护区的定义,以海域保护管理为主要目标的有246个。截至2003年,世界范围内包括海岸带在内的海洋保护区总数已从1970年的118个达到现在的3858个,且目前还有很多正在筹建中<sup>[20]</sup>。对已经遭到破坏的海岸带及近岸海域生态系统,发达国家普遍采用以自然修复为主、辅以人工修复的方式,使得自然生态系统得以休养生息,恢复其结构与功能。同时,各国都以管理为抓手,辅以规章制度作为硬性约束,使保护区得到有效的保护。

#### (四) 环境监测技术信息化成为发展海洋环境管控硬实力的体现

日趋完善的海洋环境生态监测、预测和风险防范能力建设,成为各国发展海洋环境管控硬实力的体现。世界各沿海发达国家,已纷纷建立或正在建立各种海洋生态环境监测站,如美国于20世纪80年代建立了国家海洋立体监测系统,包括175个海洋监测站、80个大型浮标等;英国在80年代后期将海洋环境监测纳入国家监测计划。在海洋环境预警预报方面,欧美等发达国家和地区使用数据同化和数值预报技术,建立了现代化的海洋环境预警预报业务系统:海事主管机构的海巡飞机和岸边监管设施通常配备了雷达、红外、紫外等视频监控装置,能快速有效地支持海陆空立体化的溢油应急反应决策和海上清污行动,防范和应对海上突发的污染事故<sup>[21]</sup>。同时,计算机模拟技术被更多地应用于海洋环境监测,将海洋环境监测资料与构建的数学模型相互验证,不断修正模型,持续的技术进步可以不断减少监测频率和密度,最终达到以最小的监测频率和密度获得最大的信息量。最后,通信技术也是海洋监测信息化的重要内容,随着复杂和先进的传感器及其他水下设备的开发,伴之而来的是大量需要被分析处理的数据和不断增长的数据传输量。

#### (五) 更加强调海洋经济的绿色增长之路

2012年6月20日至22日在巴西里约热内卢举

行的“里约+20”峰会基于可持续发展的绿色思想，提出了绿色经济的新概念，强调人类经济社会发展必须尊重自然极限；同时要求绿色经济在提高资源生产率的同时，要将投资从传统的消耗自然资本转向维护和扩展自然资本，要求通过教育、学习等方式积累和提高有利于绿色经济的人力资本<sup>[22]</sup>。总体上绿色经济浪潮具有强烈的经济变革意义，认为过去40年占主导地位的褐色经济需要终结，代之以在关键自然资本非退化下的经济增长即强调可持续性的绿色经济新模式。为了保证海洋健康、保护海洋环境、确保海洋经济的绿色增长以及海洋资源的可持续利用和海洋环境的可持续承载，绿色增长之路将是各国海洋经济发展的必由之路。

重大涉海工程体现了海洋经济的绿色增长之路。油气田开发工程、沿海重化产业、国际围填海工程、国际核电开发工程等重大涉海工程都能产生较好的经济效益，也会给海洋环境带来一定的影响，如突发的溢油事件、围填海的生态影响、核电站事故等<sup>[23]</sup>。因此，各国都强调在实施涉海工程时，必须以环境保护和安全保障为前提。如美国、英国、荷兰、挪威、俄罗斯等发达国家油气开发生产的环境保护工作，无论在环境管理体系方面还是在污染物的治理措施、技术上都比较完善和成熟；美国、日本、欧盟等在重化产业发展中强调采用清洁技术，生产清洁油品，减少三废排放；以荷兰、德国为代表的国际围填海工程经历了从滩涂围垦到保护滩涂的过程，提出未来的围海造地必须与生态环境相结合，科学管理，综合利用，因地制宜地营运；欧盟出版了“欧洲电力公司要求(EUR)”，对未来压水堆和沸水堆核电站提出了明确和完整的要求，即更高的安全和经济要求，并且涉及多个技术和经济领域<sup>[24, 25]</sup>。

## 四、我国海洋环境与生态工程面临的主要问题

### (一) 海洋经济的迅猛发展给近海环境与生态带来巨大压力

随着沿海地区社会经济的持续发展，人口将持续向沿海省市集中，沿海地区城市化进程将稳步提升。由于生活方式的改变和生活水平的提高，人均生活污染物排放量也将持续增加。同时，陆源污染负荷将进一步增加，面源污染控制、入海河流水质改善任务将进一步加重，海域富营养化和有害藻华

问题将依然存在，局部海域的重金属、持久性有毒有害污染将日益凸显，海上溢油与化学品泄漏风险将明显加大，近海生态安全将面临更大的压力，保护和改善近岸海域环境质量将面临诸多的挑战<sup>[8-10]</sup>。

### (二) 陆海统筹的环境管理仍存在机制障碍和技术难度

陆源污染主要通过入海河流、直排口等形式进入海洋，占各类入海污染物质的80%~90%以上，因此控制陆源污染对于海洋污染控制意义重大<sup>[4]</sup>。为了控制近岸海域水质污染和改善生态环境质量，应以控制陆源污染为重点，从根本上解决海洋污染问题。然而陆源污染控制仍存在管理机制不健全、治理成本高等问题，制约了陆源污染的控制效果。主要表现为以下几个方面：① 海域污染控制与陆域污染控制的指标难以衔接，目前沿海地区流域总量控制指标为化学需氧量(COD)和氨氮，而海域环境污染控制因子是总氮、总磷，因此，尚不能实施营养物质的总量控制；② 缺乏行之有效的管理体制机制、扶持政策及相关的技术支撑手段，从而使得面源污染控制难度较大；③ 污水处理厂脱氮除磷能力不足<sup>[4]</sup>。

### (三) 海洋生态保护的系统性、综合性有待提升

我国海洋生态保护系统性不强，无论是海洋保护区网络建设、示范区建设工程，还是盐沼湿地、珊瑚礁、海草床、红树林等的生态恢复工程，目前都存在体系完整性和系统性不强的问题<sup>[13]</sup>。海洋生态保护工程技术水平有待提升。目前我国生态保护工程技术水平及信息化水平离国际先进水平还有很大的差距，没有充分将地理信息系统(GIS)等高新技术运用到保护区规划管理信息系统和生态监测评估系统中，并且没有按照需要对各项指标和相关规划等信息科学制订管理目标。海洋保护区整体分布和发展很不均衡，缺乏从国家层面上综合考虑海洋保护区的总体规划和合理布局，一些生物多样性关键地区还存在大量的空白区域。

### (四) 涉海工程的技术水平欠缺、环境准入门槛不高、环境监管不力等问题凸显

近年来，我国涉海工程加速发展、高强度开发，很多都已经达到国际先进水平，为国家带来了良好的经济效益，但同时给海洋生态环境带来了巨

大的压力,如海上油气开采过程中,石油泄漏对鱼类、贝类等带来影响,同时某些有毒物质会通过食物链影响人类的健康;化工事故一旦发生,势必造成严重的生态影响,带来重大的损失;大规模的围填海工程会使得鸟类的栖息地和觅食地消失、重要海湾萎缩甚至消失,海岸带景观多样性遭到破坏,海洋和滨海湿地碳储存功能减弱等<sup>[13]</sup>。涉海工程的管理体系仍不完善,缺乏海洋生态系统科学的支撑;监督检查和执法监察体制有待进一步完善;事故发生后应急处置不力,各部门反应较为滞后,缺乏国家层面的综合协调;核电开发工程安全形势不容乐观、科技研发需要加强;沿海重化工产业环境准入门槛低<sup>[9,13]</sup>。

### (五) 海洋环境监测系统尚不健全,环境风险应急能力较差

我国经过40多年的建设和发展,具备了一定的海洋环境监测能力、海洋环境信息应用能力和海洋环境预报能力。但海洋环境保障体系建设起步较晚,业务化系统的规模、能力以及实际预报保障总体水平,大体接近国外发达国家20世纪90年代初期的水平。我国海洋环境监测存在一定的问题和技术瓶颈,如管理体制没有理顺、规章制度尚不健全;监测理念落后、技术支撑不足、主要设备依赖进口;海洋监测系统以岸基监测台站为主,离岸监测和监测能力薄弱;缺少长期、系统和有针对性的近海海洋科学监测;海洋生态与环境监测的质量控制和质量保证薄弱等。其次,我国没有在真正意义上建立起相应的水环境质量标准体系。最后,我国处理水上危化品泄漏事故和海上溢油应急能力建设还存在许多薄弱的环节<sup>[21]</sup>。

## 五、我国海洋环境与生态工程发展战略和任务

### (一) 战略定位与发展思路

#### 1. 战略原则与定位

以统筹发展、自主创新与引进技术相结合、政府组织协调与市场机制作用相结合为战略原则,围绕“建设海洋强国”“大力推进生态文明建设”的国家发展战略部署,坚持保护优先、预防为主方针,通过海洋环境和生态工程的建设与相关产业的发展,提高我国海洋环境和生态保护的水平,实现“在发展中保护、在保护中发展”的目标,支撑我

国社会经济的协调可持续发展,为建设海洋生态文明、建设美丽中国、实现海洋强国提供生态安全保障<sup>[26]</sup>。

#### 2. 发展思路

以维护海洋生态系统健康、保持海洋生物多样性、保护人类健康为宗旨,以改善海洋环境质量和保障生态安全为目标,以提高技术创新能力和推动产业化为核心,坚持“陆海统筹、河海兼顾”的原则,构建海洋环境污染控制和生态保护工程体系,建设海洋污染防治工程、生态保护工程以及海洋环境管理与保障工程,增强对海洋环境的管控能力,构建海洋经济发展与海洋环境保护协调发展的新模式,为建设海洋生态文明提供工程技术保障。

### (二) 总体目标

经过20~30年的努力,通过开展海洋污染控制工程、生态保护工程、海洋环境管理与保障工程,共三大类工程技术创新与创业发展,海洋环境与工程技术创新能力明显的提高,海洋环境与生态工程相关高新技术产业得到发展,入海污染物排放得到有效的控制,海洋环境质量以及海洋生态系统健康状况明显改善,海洋生态服务功能得到有效的维护,海洋环境监控、预警与应急等海洋环境管控能力显著提升,海洋生态安全得以充分保障,沿海地区资源与环境实现协调发展,海洋生态文明建设取得明显的成效。

到2050年,初步形成完整的海洋环境与生态工程开发研究、装备制造、技术服务产业体系,海洋环境与生态工程创新能力达到国际先进水平;海洋环境质量得到全面的改善,生态系统结构稳定,健康状况良好;实现沿海地区资源与环境的协调发展;海洋的生态安全得以保障;海洋生态文明蔚然成风,建成与世界海洋强国相适应的海洋环境与生态状况<sup>[27,28]</sup>。

### (三) 战略任务与重点

#### 1. 总体任务

遵循“陆海统筹、河海兼顾”的原则,以建设海洋生态文明为指导,以陆源污染控制为重点,实施海洋污染控制工程,进行“从山顶到海洋”的全过程防治;以海洋生态系统结构和服务功能保护为主要任务,实施海洋生态保护工程;以提高海洋环境与生态工程技术水平和创新能力为核心,实施海洋

环境与生态科技工程；以提升海洋环境保护监测、监管、风险应急能力为核心，实施海洋环境管理与保障工程。海洋环境和生态工程的实施，为发展绿色海洋经济，构建海洋经济发展与海洋环境保护协调发展的新模式，开创资源可持续利用、经济可持续发展为生态环境良好的局面提供技术支撑和工程保障<sup>[29,30]</sup>。

## 2. 重点任务

我国海洋环境与生态工程发展仍处于初期发展阶段，实施重点海域污染物排海总量控制、构建布局合理的保护区网络、加强重大涉海工程环境监管、加强对环境执法活动的行政监察等方面成为现阶段发展的重点。

一是实施海洋环境污染控制工程，进行“山顶到海洋”的陆海一体化全过程控制，包括管理营养物质，控制海域氮磷总量，控制农业面源污染物排放和入海量，在沿海地区建设绿色基础设施，控制城市的面源污染，加强海洋垃圾污染控制，完善国家海洋保护区的网络。

二是划定沿海地区的生态红线，正确引导海岸带开发利用的活动，分区分类开展河口、海湾、海岛生态保护与修复工程的建设；构建完善的海洋生态环境监测系统；加快海洋环境监测设备产业化的进程，构建完整的“基准-标准-监测-评价”海洋环境保护技术体系，加大我国海洋环境和生态风险预警和应急保证能力的建设。

三是加大海洋环境管理与保障工程力度，包括加强重化工项目“三级防控体系”的研究，保证事故状态下不对海洋生态系统构成威胁；加强围填海工程环境影响技术体系研究以及对围填海工程的空间规划与设计技术体系研究，完善必要的行业规范；全面加强核安全技术研发条件建设，改造或建设一批核安全技术研发中心，提高研发能力。

四是建立健全保障措施，完善环境法制，强化执法监督，创新环境政策，形成长效机制，鼓励公众参与，加强舆论监督。

## 六、我国海洋生态与环境工程发展的重大建议

### (一) 建立陆海统筹的海洋生态环境保护管理体制

海洋是陆地领土的自然延伸，两者紧密关联、相互影响，是不可分割的有机整体。海洋污染物的

80%以上来自陆源，解决影响海洋环境矛盾的主要方面在陆地。因此，只有遵循陆海生态系统完整性原则，才能从根本上控制陆源污染，改善海洋环境，为公众提供优质的海洋环境公共服务和产品<sup>[29]</sup>。因此，建立陆海统筹的海洋生态环境保护管理体制需要从实施陆地和海洋生态环境统一监管及以流域为控制单元，建立陆海一体化综合管理模式两方面进行。

### (二) 实施国家河口计划

在过去的几十年中，流域社会经济迅猛发展、城市区域快速扩展、农药化肥大量使用、土地利用急速变化过程中产生的大量污染物通过河流输送到海洋，导致河口及毗邻区出现生态系统平衡被破坏、生态系统服务功能退化等各类环境问题以及生态灾害不断凸显。因此，实施河口生态恢复势在必行<sup>[31]</sup>。结合我国国情，研究提出实施国家河口计划的4项主要任务：一是进行河口生态环境状况调查与评估，包括河口的健康状况评价、退化原因诊断和未来状况发展趋势预测；二是实施河口区入海污染物总量控制；三是因地制宜地建设河口生态环境保护与修复工程；四是建设河口区生态环境监测网络。

### (三) 构建海洋环境质量基准/标准体系

根据我国近海洋生物区系的特点和污染控制的需要，开展相应的海洋生态毒理学和海洋环境质量基准定值方法学研究，构建符合我国海洋环境特征的海洋环境质量基准体系，从而加强我国海洋环境质量的监测、评价与监督管理，为制定海洋环境保护技术政策、标准，维护和提高海洋环境的质量、控制海洋环境污染提供依据<sup>[27]</sup>。构建海洋环境质量基准/标准体系，主要是建立优控污染物筛选技术规范；制定我国海洋优控污染物的毒理学基准；建立我国海洋生态学基准指标体系，制定海洋生态学基准技术规范，识别海洋保护敏感区并制定关键生态学指标的基准值；建立海洋沉积物质量基准的技术方法，针对敏感本土海洋底栖生物的保护，制定优控污染物的沉积物基准限值；建立海洋环境的人体健康基准技术方法，制定优控污染物的对人体健康基准限值；制定优控污染物的海洋环境质量标准。

## 参考文献

- [1] 孟伟. 中国海洋工程与科技发展战略研究: 海洋生态环境与生态卷[M]. 北京: 海洋出版社, 2014.  
Meng W. Study on Development Strategy of China Marine Engineering and Technology Marine Environment and Ecological Engineering Research: Marine Ecological Environment and Ecology [M]. Beijing: Maritime Press, 2014.
- [2] 海洋经济可持续发展战略研究课题组. 我国海洋经济可持续发展战略蓝皮书[M]. 北京: 海洋出版社, 2012.  
Task Force for Study on Development Strategy of Marine Economy Sustainable Development Research Group. Blue Book of Development Strategy of Marine Economy Sustainable Development in China [M]. Beijing: Maritime Press, 2012.
- [3] 于宜法, 王殿昌. 中国海洋事业发展政策研究[M]. 青岛: 中国海洋大学出版社, 2008.  
Yu Y F, Wang D C. Policy Research of Marine Affairs Development in China [M]. Qingdao: Publishing House of Ocean University of China, 2008.
- [4] 王芳. 对实施陆海统筹的认识和思考[J]. 中国发展, 2012, 3: 36-39.  
Wang F. Understanding and ponder on implementation of coordinate land and sea [J]. China Development, 2012, 3: 36-39.
- [5] 于保华. 海洋强国战略各国纵览[N]. 中国海洋报, [2013-09-30].  
Yu B H. The overview of marine powerful nation strategy [N]. China Ocean News, [2013-09-30].
- [6] 王晓民, 孙竹贤. 世界海洋矿产资源研究现状与开发前景[J]. 世界有色金属, 2010, 6: 21-25.  
Wang X M, Sun Z X. The current status and exploitation prospects of the world's mineral resources [J]. International Nonferrous Metals, 2010, 6: 21-25.
- [7] 王润冰. 蓝色海洋需要我们共同呵护[J]. 环境教育热点聚焦, 2006, 11: 18-21.  
Wang J B. The blue ocean need to be safeguarded by us together [J]. Hot Focus of Environmental Education, 2006, 11: 18-21.
- [8] 中国工程院. 中国海洋工程与科技发展战略(第140场中国工程科技论坛论文集)[C]. 北京: 高等教育出版社, 2013.  
Chinese Academy of Engineering. The scientific development strategy of Chinese Ocean Engineering (the 140th symposium-science and technology forums of Chinese engineering)[C]. Beijing: Higher Education Press, 2013.
- [9] 中华人民共和国环境保护部. 中国近岸海域环境质量公报[R]. 2003—2012.  
Ministry of Environmental Protection of The People's Republic of China. The bulletin of environmental quality of Chinese coastal waters [R]. 2003—2012.
- [10] 中国海洋可持续发展的生态环境问题与政策研究课题组. 中国海洋可持续发展的生态环境问题与政策研究[M]. 北京: 中国环境出版社, 2013.  
The Research Group of Environmental Problems and Policy during Sustainable Development of Chinese Ocean. The research of Ecological Problems and Policy During the Sustainable Development of Chinese Ocean [M]. Beijing: Chinese Environmental press, 2013.
- [11] 王祥荣, 王原. 全球气候变化与河口城市脆弱性评价——以上海为例[M]. 北京: 科学出版社, 2010.  
Wang X R, Wang Y. The Global Climate Change and the Weakness Assessment of the Estuary—Take Shanghai as an Example [M]. Beijing: Science Press, 2010.
- [12] 张铭贤. 陆海统筹控制陆源污染入海——燕赵环保世纪行之关注海洋环境(中)[N]. 河北经济日报, 2012-2.  
Zhang M X. Comprehensively controlling pollutants from Land to Oceans-Century Feat of Hebei's environmental protection: concerning oceanic environment (Middle) [N]. Hebei Economy Daily, 2012-2.
- [13] 国家海洋局. 中国海洋环境质量公报[R]. 2003—2012.  
State Oceanic Administration of People's Republic of China. The Environmental quality bulletin of Chinese ocean [R]. 2003—2012.
- [14] 中国海洋年鉴编辑委员会. 中国海洋年鉴[M]. 北京: 海洋出版社, 2011—2012.  
The Yearbook Editorial Board of Chinese Ocean. The Yearbook of Chinese Ocean[M]. Beijing: China Ocean Press, 2011—2012.
- [15] 王琪, 陈贞. 基于生态系统的海洋区域管理[J]. 海洋开发与管理, 2009, 8: 12-16.  
Wang Q, Chen Z. The ecologically oceanic administration [J]. Ocean Exploitation and Management, 2009, 8: 12-16.
- [16] 孙钰. 从陆地守望海洋——访GPA 协调办公室协调员范德威尔[J]. 环境保护高端访谈, 2006: 4-7.  
Sun Y. Conservation of Ocean from Land management—Interview the coordinator of GPA Dr. Veerle Vandeweerd [J]. Environment Protection Super Interview, 2006: 4-7.
- [17] 刘佳, 李双建. 世界主要沿海国家海洋规划发展对我国的启示[J]. 海洋开发与管理, 2011(3): 1-5.  
Liu J, Li S J. The enlightenment of marine planning development of the main costal countries in the world to China [J]. Ocean Development and Management, 2011(3): 1-5.
- [18] 刘传伟, 孙书群. 城市污水处理厂氮磷去除的研究[J]. 广州化工, 2011, 39(23): 127-141.  
Liu C W, Sun S Q. Research of the removal of nitrogen and phosphorous in municipal sewage plants [J]. Guangzhou Chemical Industry, 2011, 39(23): 127-141.
- [19] 刘海燕, 李树苑. 污水处理厂水质提标改造技术的工程应用[J]. 水工业市场, 2012(6): 55-57.  
Liu H Y, Li S F. The engineering application of water quality standard improving technology in sewage treatment plant[J]. Water Industry Market, 2012(6): 55-57.
- [20] 刘家沂. 探讨建立基于生态系统特点的中国海洋保护区管理体系[J]. 中国人口资源与环境, 2010, 20: 161-165.  
Liu J Y. Discussion for establishing management system of Chinese oceans based on the features of the ecosystem [J]. China Population Resources and Environment, 2010, 20: 161-165.
- [21] 王文杰, 蒋卫国. 环境遥感监测与应用[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 2011.  
Wang W J, Jiang W G. The Applications of Remote Sensing Monitoring [M]. Beijing: China Environmental Science Press, 2011.
- [22] 国务院. 全国海洋经济发展“十二五”规划[R]. 2012.  
The State Council of China. The 12<sup>th</sup> Five-Year plan of development of national ocean economy [R]. 2012.
- [23] 国家发展和改革委员会. 核电中长期发展规划(2005—2020)[R]. 2007.  
China's National Development and Reform Commission. National Nuclear Long-and-medium Term Development Planning (2005—2020) [R]. 2007.
- [24] 高尚宾. 中国—欧盟农业生态补偿合作项目赴欧考察总结报告

- [R]. 2009.  
Gao S B. Summary report of investigating European Condition by the Agriculture cooperation project of ecological compensation between China and EU [R]. 2009.
- [25] 高超, 张桃林. 欧洲国家控制农业养分污染水环境的管理措施 [J]. 农村生态环境, 1999, 15(2): 50-53.  
Gao C, Zhang T L. Management measures for controlling agricultural nutrient polluting water environment of european countries [J]. Rural Ecological Environment. 1999, 15(2): 50-53.
- [26] 国务院. 国家中长期科学和技术发展规划纲要(2006—2020) [R]. 2012.  
The State Council of China. The Outline of the National Program for Long and Medium Term Scientific and Technological Development (2006—2020) [R]. 2012.
- [27] 国家海洋局海洋发展战略研究所课题组. 中国海洋发展报告 [M]. 北京: 海洋出版社, 2009.  
Research Team, Institute of Sea Developmental Strategy, State Oceanic Administration. Development Report of Chinese Ocean[M].Beijing: China Ocean Press, 2009.
- [28] 国家海洋局海洋发展战略研究所课题组. 中国海洋发展报告 [M]. 北京: 海洋出版社, 2010.  
Research Team, Institute of Sea Developmental Strategy, State Oceanic Administration. Development Report of Chinese Ocean [M]. Beijing: China Ocean Press, 2010.
- [29] 国家海洋局海洋发展战略研究所课题组. 中国海洋发展报告 [M]. 北京: 海洋出版社, 2011.  
Research Team, Institute of Sea Developmental Strategy, State Oceanic Administration. Development Report of Chinese Ocean [M]. Beijing: China Ocean Press, 2011.
- [30] 国家海洋局海洋发展战略研究所课题组. 中国海洋发展报告 [M]. 北京: 海洋出版社, 2012.  
Research Team, Institute of Sea Developmental Strategy, State Oceanic Administration. Development Report of Chinese Ocean [M]. Beijing: China Ocean Press, 2012.
- [31] 美国国家环保局. 国家河口计划导则 [R]. 1994.  
Environmental Protection Agency (EPA) of United States. Guidelines for National estuary plans [R]. 1994.