

# 我国海岸带水污染现状及其修复

◎孙韶玲 盛彦清

海岸带无论对地球生态与气候的调节还是对人类经济与社会的发展,均起到举足轻重的作用。我国海岸带的水环境和水污染控制以及水体修复技术和法制化管理等问题值得关注。

海岸带是海陆交替的过渡带,兼具陆地和海洋之双重特性。由于拥有独特的资源禀赋,海岸带及其相邻区域在我国乃至全球都是经济发展的强劲驱动带。然而在陆海相互作用和人类活动干扰下,海岸带的生态环境与功能逐步退化,有限的环境承载力已成为制约海岸带区域可持续发展的主要因素。

本文从海岸带的界定与功能出发,介绍我国海岸带的水环境现状及水污染控制与修复的相关技术,并结合海岸水污染相关的政策、法规及标准,提出海岸带水环境综合管理的对策和建议。

## 海岸带之界定与功能

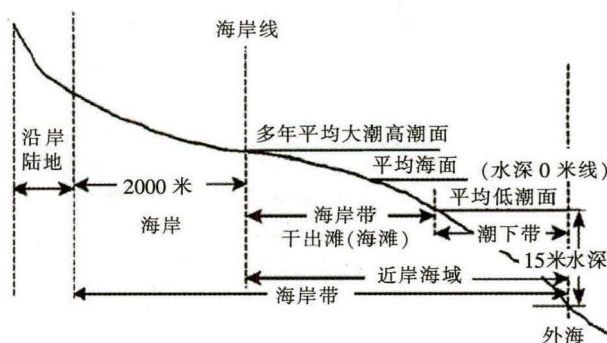
关于海岸带的界定一直比较模糊,不同国家或地区有所不同。例如,美国1972年颁布《海岸带管理法》中的定义是:“海岸带是指邻接沿岸州的海岸线和彼此间有强烈影响的沿岸水域(包括水中的和水下的土地)及毗连的滨海陆地(包括陆上水域和地下水)。这一地带包括岛屿、过渡区与潮间带、盐沼、湿地和海滩。”韩国《公有水面及海岸带管理法纲要》的定义是:“海岸带指的是以海岸线为基准的海上一部分和背后陆地一部分为对象而区划的地域。”我国《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》的定义是:“海岸带是指海水运动对于海岸作用的最上限界和邻近陆地、潮间带以及海水运动对于潮下带岸坡冲淤变化影响的范围。”

这里参照国家海洋局颁布实施的《海岸带调查技术规程》,将海岸带范围确定为三个部分:第一是海岸部

分,指海岸线(平均大潮高潮时的水陆分界的痕迹线)以上2000米沿岸陆地的狭窄地带;第二是干出滩(海滩或潮间带)部分,指介于海岸线以下至0米等深线之间的潮浸地带;第三是潮下带部分,即水下岸坡,指0米等深线至15米水深的下限地带。

我国大陆海岸线长1.834万公里,海岸带面积31亿公顷,约占全国土地总面积的3.2%。我国的海岸带北起辽宁省的鸭绿江口,南至广西壮族自治区的北仑河口,大体呈一向东南外凸的弧形。我国拥有海岸线的沿海省市自治区为12个,其中除台湾以外,下辖113个地级和地级以上城市,占全国国土面积的14%,而集聚的人口占全国40%以上,GDP占全国64%以上。海岸带区域是我国经济活力最充沛的狭长经济地带,也是我国经济的主体增长极。

海岸带区域具有综合功能。海洋是大气中水汽和热量的重要来源,参与整个地表物质和能量的平衡过程,成为整个气候系统不可或缺的组成部分,能通过吸收二氧化碳缓解地球温室效应,对局部气候有调节功能。海岸带是海陆的交接带和过渡带,其生态系具有复



海岸带范围界定图

孙韶玲,硕士研究生;盛彦清,研究员;中国科学院烟台海岸带研究所,烟台264003。yqsheng@yic.ac.cn

Sun Shaoling, Master Degree Candidate; Sheng Yanqing, Research Professor; Yantai Institute of Coastal Zone Research, CAS, Yantai 264003.

合性、边缘性和活跃性。海岸带区域是陆海两类经济荟萃的地区,生产力内外双向辐射,成为社会经济地域中的黄金地带,无论现在或将来,都是我国海洋经济建设的核心和基干部位。实施海洋开发和发展的海洋经济,对扩大生存与发展空间、缓解资源特别是能源压力,以及培育新的经济增长点等具有重要作用。海岸带区域的资源综合利用涉及生产和生活的众多方面,任何一种开发活动都可能对海岸带的其他资源产生不同程度影响。

我国较早开展对海岸带功能的研究,主要是关于海岸带区域资源价值核算理论体系,以及关于滨海湿地生态系统服务功能价值等的研究。

### 海岸带水质状况与污染来源

海岸带是陆域污染的主要接纳区域。从在海洋污染物总量中的占比来看,河流及污水处理厂尾水排放(外源污染)输入约占80%,海水养殖饲料投放、海洋沉积物内源释放(内源污染)及大气沉降等约占20%左右。2009年由河流入海的主要污染物总量为1367万吨,10年约增加28.4%,2011年开始由于国家加强了对海岸带生态环境的保护,总排污量有下降趋势,但是总量仍在1000万吨以上。入海的主要污染物有重铬酸盐指数污染物、石油类、营养盐(氨氮、总磷)、重金属(铜、铅、锌、镉、汞)和砷等。尤其在和城市毗邻的海域、港口、海湾及河流入海口,氨氮、油和无机磷的污染较为严重。

1997年国家环保局和国家海洋局共同制定颁布了《海水水质标准》(GB 3097-1997),提出从第一类到第四类的海水水质分类。据国家海洋局《2013年中国海洋环境状况公报》相关数据显示,我国符合第二类以下、甚至劣于第四类海水水质标准的海域主要集中在近岸海域,即海岸带,其中劣于第四类海水水质标准的区域主要分布在黄海北部、辽东湾、渤海湾、莱州湾、江苏盐城、长江口、杭州湾、珠江口的部分近岸海域。我国绝大部分近岸海域的生态环境质量处于“亚健康”状态。

2003—2013年,我国近岸海域海水污染形势逐年恶化。近海水质劣于一类海水水质标准的面积,从

海水水质分类(GB 3097-1997)

第一类	第二类	第三类	第四类
适用于海洋渔业水域、海上自然保护区和珍稀濒危海洋生物保护区	适用于水产养殖区、海水浴场、人体直接接触海水的海上运动或娱乐区以及与人类食用直接有关的工业用水区	适用于一般工业用水区、滨海风景旅游区	适用于海洋港口水域、海洋开发作业区

2003年的14.2万公里<sup>2</sup>上升到2010年的17.7万公里<sup>2</sup>,平均每年以0.5万公里<sup>2</sup>的速度增长。2010年近岸局部海域水质劣于第四类海水水质标准的面积约4.8万公里<sup>2</sup>。到2011年由于国家加强了对海岸带生态环境的保护,总排污量有下降趋势。

### 海岸带污染水体的水质修复

关于海岸带污染水体的水质修复技术的研究,目前刚刚起步,绝大部分研究还停留于实验室模拟阶段,成熟的工程技术相对较少。与污染河道的水质修复相类似,海岸带环境修复亦可采用结合物理、化学、生物等技术手段的综合生态修复技术,但是相对于传统河道湖泊的修复而言,海岸带生态环境修复存在更多的技术难度。海岸带特殊的水质水文条件及相对开阔的水域,使得工程操作往往具有更大难度,而且适合在海水中生存并具有强修复功能的植物也相对较少。鉴于海岸带特殊的地域特征,目前的水质修复技术主要集中在利用微生物及植物对近海富营养化和石油污染的修复技术研究,对物理或化学方法的研究相对较少。

#### 物理或化学修复

发生溢油等突发事件时,需要紧急阻止石油及其他污染物扩散,尽量缩小海域污染面积,此时难以用机械方法回收,最有效的方法是利用围栏对受污染的海域进行隔离,形成封闭海域,然后对封闭海域进行循环处理,或在可能发生危急的情况下,向水中喷洒化学药剂,进行化学消解。在遇到大量石油泄漏的情况下,可投加凝油剂使原油凝固成胶状油团漂浮于水面,然后用拖网回收。

物理化学法在溢油初期能有效防止溢油的扩散及漂移,对去除大片油污的效果比较显著,但是用物理方法很难去除海水中溶解的污染物,用化学法要向海水中投加人工合成的化学物质,很可能造成二次污染。所以,物理化学修复的应用较少,仅用于应对溢油等突发事件。

#### 微生物修复

利用微生物和植物等的生态修复是治理海岸带污染水质的重点。

如何治理由富营养化诱发的赤潮,一直是海洋环境保护中的突出问题,而合适的微生物种群能够有效抑制赤潮频发或防控赤潮风险。目前,利用溶藻微生物或称溶藻菌对付赤潮藻类,是治理赤潮的重要方法。最近研究发现,海源菌属(*Idiomarina*)、盐单胞菌属(*Halomonas*)具有杀藻活性。菌株SP48通过间接方式杀死藻类,该菌在外加有机物(蛋白胨和酵母粉)的条件下可以杀死塔玛亚历山大藻(*Alexandrium tamarense*)。

藻际细菌对赤潮藻塔玛亚历山大藻的生长有一定调控作用,藻际细菌群落结构变化极大地影响塔玛亚历山大藻的生长,甚至在短时间内溶藻。藻际细菌群落结构改变和数量剧增,乃是溶藻的主要原因。细菌分泌的 $\beta$ -葡萄糖苷酶和几丁质酶可能在溶藻过程中起重要作用。

当海滩被石油污染后,可选用物理、化学、生物的方法加以去除,但生物修复法因其高效、廉价、无二次污染而备受推崇。在海洋石油污染的生物修复中,海洋微生物发挥重要作用。石油的自然生物降解过程速度较慢,可采取多种措施强化这一过程,常用技术包括:提供微生物生长繁殖所需条件(提供 $O_2$ 或其他电子受体,投放营养);投加表面活性剂以促进微生物对石油烃的利用;添加能高效降解石油污染物的微生物等。

#### 植物修复

除了微生物,耐盐植物也可用于海岸带水质修复。海岸带属于盐碱地区,可采用耐盐碱的植物进行生物浮床技术处理,以清除水中污染物。盐碱地区生物浮床的典型植物有:盐地碱蓬、西伯利亚白刺和凤尾兰等耐盐陆生植物;香蒲、水葱、扁秆蔗草等挺水植物;川蔓藻、篦齿眼子菜等沉水植物。挺水植物美人蕉和水葱的耐盐极限在12 000~15 000毫克/升之间,当水体的溶解性总固体(TDS)小于10 000毫克/升,芦苇、香蒲和三棱草的生长情况很好,且对高含盐再生水景观水体的污染物具有较强净化能力;沉水植物川蔓藻和篦齿眼子菜表现出对盐生生境条件较强的耐受力。当电导率值为1.5西[门子]/米(含盐量约7000毫克/升)左右时,川蔓藻和篦齿眼子菜仍生长良好,甚至在水中电导率达2西[门子]/米时仍能正常生长,且对河道再生水中 $NH_4^+-N$ 、 $PO_4-P$ 都具有较好的去除效果;在不做任何防盐处理的条件下,陆生盐生植物盐地碱蓬、滨藜、柽柳等能够正常生长,可用于滩涂湿地修复。

#### 与海岸水污染相关的政策、法规及标准

2011年以来,我国把建立半岛蓝色经济区纳入国家战略,作为海洋资源重要载体的海岸带的管理,成为贯彻这个战略的重头戏。国家于1982年通过《中华人民共和国海洋环境保护法》,于1999年对其进行修改,修改后的保护法要求在海岸带工程的建设方面凸显对生态系统的保护。1996年出台“21世纪中国海洋议程”,1998年出台“国家海洋事业发展规划”,也提出了海岸带管理的框架。在这些文件中强调了海岸带管理事务以及将来的管理指导方针。2002年施行的《中华人民共和国海域使用管理法》明确规定海域归

国家所有,并对海洋进行功能规划,对海域使用金也做出相应规定。一些省市结合本地区实际情况,进行了本区域海岸带管理的立法,目前已有《江苏省海岸带管理条例》《青岛市海岸带规划管理规定》等。此外如前所述,我国还于1997年制订了《海水水质标准》。

目前我国分别有两套水功能区划系统:针对地表水的“水功能区划”和针对近岸海域环境的“近岸海域环境功能区划”,分别有各自的水质标准体系。而有关这两个水功能区划体系之间的过渡衔接研究,在国内尚属空白。这种研究用于分析论证水功能区划之合理性、可行性,以及水功能区衔接之优化调整等实际问题。例如,在地表水与海水交界的河口,地表水水质与海水水质的标准有所不同,两者间的不一致应该协调加以解决。

从总体上看,我国与海岸水污染相关的政策、法规及标准还较少,仍需不断修订完善。

“十二五”期间海洋开发上升为国家战略。蓝色经济综合了可持续发展和绿色发展的理念,更强调海洋生态系统与海洋和海岸带经济系统的统筹协调发展模式,其最大特点是海陆统筹发展和经济、社会、生态的协调发展。海岸带生态系统管理的关键是科学合理地构建海岸带生态系统整体管理的法律体系和制度框架,以便更好地规范和调控人们的社会经济活动,改善海岸带水污染现状,协调海岸带生态环境与社会经济发展的关系,实现生态、经济和社会的可持续发展。随着我国海岸带综合管理法的陆续制定以及新修订《环境保护法》的逐项实施,海岸带水环境管理也将日益科学化和系统化,海岸带水环境污染的形势必将逐步得到改观,水环境质量得到稳步提升。

- [1] 国家海洋局海域管理司. 国外海洋管理法规选编. 北京:海洋出版社, 2001.
- [2] 申家双, 翟京生, 翟国君, 等. 海岸带地形图及其测量方法研究. 测绘通报, 2007, 8: 29-32.
- [3] 于宜法. 海岸带资源的综合利用分析. 中国海洋大学学报, 2004, 3: 23-25.
- [4] 安鑫龙, 齐遵利, 李雪梅, 等. 中国海岸带研究 II: 海岸带生态环境问题及其解决途径. 安徽农业科学, 2008, 36(27): 11967-11969.
- [5] 王新, 周立红, 郑天凌, 等. 塔玛亚历山大藻藻际细菌溶藻过程. 生态学报, 2007, 27(7): 2864-2871.
- [6] 夏文香, 郑西来, 李金成, 等. 海滩石油污染的生物修复[J]. 海洋环境科学, 2003, 22(3): 74-79.
- [7] Zhou Y, Yang H S, Hu H Y, et al. Bioremediation potential of the macroalga *Gracilaria lemaneiformis* (Rhodophyta) intergrated into fed fish culture in coastal waters of North China. Aquaculture, 2006, 252 (2-4): 264-276.

关键词: 海岸带 水质污染 水质修复 可持续发展

# SCIENCE

(KEXUE)

Bimonthly (Since 1915)

Vol. 67, No.3

**Zhou Guangzhao**

Honorary President

**Bai Chunli**

President of Editorial Board

**Publisher**Shanghai Scientific and  
Technical Publishers  
(<http://www.sstp.cn>)**Office**71 Qinzhou Nan Road,  
Shanghai 200235, P.R.C.  
(<http://www.kexuemag.com>)**E-mail**kexue3@kexuemag.com  
kexuemag@sstp.cn**Fax**

86-21-64848368

**Telephone**

86-21-64848368

**Distributor**China International Book  
Trading Corporation  
(P. O. Box 399, Beijing)**Code Number**

BM 1188

**Date of Publication**

2015-5-25

## CONTENTS

**100 YEARS AGO****1 Why Chinese Did Not Arise in Natural Science***Zhu Kezhen***SPECIAL SUBJECT****3 Whether or Not There Was Science in Ancient China***Wu Guosheng*

The answer is based on how to understand and define science. There was no science in ancient China if science is regarded as western rational and modern mathematical-experimental disciplines, whereas there was science if it is regarded as natural history.

**8 Study on the Relationship between Mr. V. K. Ting and the Science Society of China***Zhang Jian***FRONTIER****13 Scientific Computation in Physics, Chemistry and Material Sciences***Wang Guanghou***17 Computational Neuroscience Studies on Grid Cells***Gu Farji*

A brief review of computational neuroscience studies on grid cells is given in this article. Several alternative possible mechanisms about how hexagonal periodic firing fields of the grid cell emerge, and the possible contribution of grid cells and other cells for forming the firing field of place cells are discussed.

**22 Three-Dimensional Display Technologies***Gao Hongyue*

Three-dimensional display technologies are presented. It is pointed out that holographic 3D display is a potentially perfect true 3D technique and may be applied in our lives in the near future. The first holographic 3D display device was developed at Shanghai University.

**26 Medical Applications of Synthetic Biology***Guo Xiaoqiang, Cai Zhiming, et al*

Synthetic biology aims to create functional devices, systems and organisms with novel and useful functions for a variety of applications. Medical applications of synthetic biology concern applying artificial gene circuits to correct dysfunctional pathways, which is important for disease treatment.

**ORIGIN & DEVELOPMENT****30 From Huygens to Einstein: Unremitting Pursuit for the Nature of Light***Fang Zaiqing, Huang Jia*

There had been an unremitting effort in search of the nature of light since 1600. A long-lasting dispute between the wave theory and the corpuscular theory continually promoted people's understanding of light. In that process, Huygens, Newton, Thomas Young, Fresnel, Maxwell and Einstein made their historic contributions.

**35 Dr. George A. Miller: The Early Pioneer of Finite Group Theory***Hu Junmei, Yang Jing***FORUM****39 China's New Urbanization Plan is a Breakthrough against Hu Huanyong Line***Ma Haitao*

This paper expounds the relationship between Hu Huanyong Line and urbanization from four aspects, namely origin, development, debate and breakthrough, and then puts forward five feasible paths to break through Hu Huanyong Line.

**43 A Reasonable Equilibrium to be Attained by College Education in China***Shi Donglu*

There are two college models, the Humboldtian model and the Newmanian one. The former lays stress on frontier research in an environment of academic freedom, while the latter is mainly pedagogical. The article provides an analysis of Chinese college education and calls for a reasonable equilibrium between the two models.

**47 Ecological Effects of Transgenic Plants on Soil Microorganism Communities***Guan Zhengjun, Lu Shunbao, et al***52 Current Situation of Coastal Water Pollution and Its Restoration in China***Sun Shaoling, Sheng Yanqing*

The coastal zone plays an important role in economic development, however the coastal water quality has worsened due to strong human activities. In this article, current situation of coastal water pollution is described, and integrated control measures recommended.

**COMPASS****55 25 Years of the Hubble Space Telescope***Bian Yulin***60 Horseshoe Crab: Threatened Living Fossil***Chen Zhangbo, Qiu Guanglong, et al*