

我国海湾开发利用存在的问题与 保护策略*



黄小平 张 凌 张景平 江志坚

中国科学院南海海洋研究所热带海洋生物资源与生态重点实验室 广州 510301

摘要 海湾因其独特的自然条件，拥有区位、环境、资源等诸多优势，成为海陆交通枢纽、临海工业基地、重要城市中心和海洋生物摇篮，在国家经济建设与社会发展中具有极其重要的战略地位，因此维持海湾的可持续发展意义重大。但是，近几十年来，高强度人类活动，导致海湾面积和自然岸线减少、泥沙严重淤积、环境恶化、生态系统失衡，已严重威胁到我国沿海地区经济和社会的可持续发展。针对目前海湾开发利用过程中出现的主要问题，亟需进行基于陆海统筹的海湾区域及其流域发展规划，展开海湾综合整治与生态环境修复，控制流域面源污染物输入，推进基于生态系统的海湾管理，以实现海湾有序开发，保障其生态系统健康与可持续利用。

关键词 海湾健康，相对封闭性，海陆统筹规划，基于生态系统的管理

DOI 10.16418/j.issn.1000-3045.2016.10.003

海湾是非常宝贵的资源，在我国经济建设和社会发展中具有极其重要的战略地位。由于海湾地处海陆结合部，非常容易受人类活动的影响，导致海湾生态环境恶化，空间面积减少，泥沙淤积严重，给沿海地区经济和社会的可持续发展带来严峻挑战。本文在分析我国海湾开发利用过程中出现主要问题的基础上，提出海湾可持续利用的对策与建议，为改善海湾生态环境、实现海湾区域的可持续发展提供依据。

1 我国海湾开发利用概况及其战略地位

根据《联合国海洋法公约》第10条第2款的相关规定，海湾为凹入陆地的明显水曲，其面积要大于或等于以曲口宽度为半径的半圆面积；我国对海湾的定义为“被陆地环绕且面积不小于以口门宽度为直径的半圆面积的海域”（GB/T8190—2000），其内涵与联合国规定的基本一致。海湾最突出的自然属性就是环境条件相对封闭，风浪较小，水交换周期长。在我国辽阔的近海疆域中，存在诸多的大中型海湾。根据《中国海湾志》初步统

*资助项目：国家重点基础研究发展计划“973”项目（2015CB452900）

修改稿收到日期：2016年9月5日

计,我国海湾数量众多,面积在 100 km^2 以上者有 50 多个,面积 10 km^2 以上者有 150 多个,面积在 5 km^2 以上者为 200 个左右。我国著名海湾主要有渤海湾、辽东湾、莱州湾、胶州湾、象山湾、厦门湾、大亚湾、湛江湾和海口湾等。自古以来,我国劳动民众就开发利用海湾,在海湾中兴鱼盐之利,行舟楫之便,取得了巨大成绩。新中国建立以来,特别是改革开放以来,不但传统开发项目得到发扬光大,而且增加了许多新的开发项目。概括起来说,我国海湾开发利用取得的成就主要包括:港口资源开发利用,水产资源的开发利用,土地资源的开发利用,旅游资源的开发利用,海水化学资源的开发利用,以及矿产资源的开发利用等^[1]。

我国海湾自然条件优越,在国家现代经济建设和社会发展中的战略地位非常重要。由于海湾优良的驻泊条件,使其成为海路交通枢纽,如胶州湾的青岛港,厦门湾的厦门港,大亚湾的惠州港等。海湾因其独特的区位和资源优势而成为临海工业基地,如大连湾的造船基地,大亚湾的南化石化基地和大亚湾核电站等。海湾良好的地理位置、丰富的腹地资源和优美的自然环境,使其成为重要城市,如依托深圳湾、大鹏湾和大亚湾的深圳市,依托胶州湾的青岛市、依托厦门湾的厦门市。同时,海湾丰富的饵料生物加之相对封闭的自然条件,使其成为重要的海洋生物产卵场、育幼场和索饵场,是重要海洋经济生物的摇篮,如渤海湾、莱州湾、大亚湾等。由于海湾风浪少的优点,使其成为重要海水养殖区域,包括海域网箱养殖(如大亚湾,象山湾等)和陆域(滩涂围海)海水养殖(胶州湾、大亚湾等)。鉴于海湾极其重要的地位,维持海湾可持续发展是国家的重大战略。

从国际上来看,很多海湾也在现代经济和社会生活中发挥着重要的作用,例如,日本的东京湾不仅是东京、横滨等著名城市的依托,更发展为京滨工业地带的主要部分。美国切萨皮克湾分布有巴尔的摩和诺福克等大港,还包含诺福克和纽波特纽斯港口城市群,是美国的重要工商业中心。

2 海湾开发利用中存在的主要问题

我国海湾资源丰富,开发历史悠久,近几十年来,海湾开发利用已给地区带来了巨大的经济效益,但同时也产生了不容忽视的问题。人类在开发海湾资源过程中,由于对自然压力、社会压力、经济压力对海湾生态环境变化驱动的机制认识不清,过度开发破坏了海湾生态环境,造成海湾生态系统自我调节能力和生态服务功能下降。此外,由于缺乏集海湾海域及其流域为一体的资源开发利用总体规划和合理保护,我国海湾海洋交通运输、围海造地、临海工业的快速发展,以及海湾流域的开发,对海湾传统用海空间及其生态环境的不利影响日益凸显。

2.1 海湾生态环境恶化

近几十年来,随着我国沿海地区经济的快速发展,高强度人类活动已对海湾生态环境产生显著影响,对海湾的生态安全构成严重威胁。

2.1.1 环境污染严重,富营养化加剧

由于海湾及其流域的高强度人类开发活动,氮、磷及毒害污染物等大量输入湾内,对我国海湾水质和沉积物质量产生显著影响,我国多数半封闭性海湾水质污染严重,沉积物中痕量金属超标。例如,胶州湾海水中的无机氮含量从 20 世纪 60 年代的 0.03 mg/L 升至 21 世纪初的 0.29 mg/L ,1981—2001 年间,海水氮磷比值从 18 升至 57^[2]。广东大亚湾是一个半封闭的亚热带海湾,随着近年来工业废水、海水网箱养殖污染物、流域面源污水、城镇生活污水等排放量迅速增加,该海域已由贫营养状态发展到中营养状态,部分海域出现富营养化,海水无机氮含量逐步增加,氮磷比值从 1985 年的 1.3 升至 2003 年的 61.9^[3,4]。大亚湾部分海域沉积物中铬、铅、锌等痕量金属含量已接近其自然背景值的 2 倍^[5]。

由于经济的快速发展与海湾水交换能力弱,世界很多海湾也不同程度地出现环境问题。例如,日本濑户内湾曾因严重的汞污染而产生世界闻名的水俣病事件,东

京湾的经济总量占了日本全国的 1/3, 但为此付出了沉重
的环境代价, 2004 年东京湾的总氮和总磷输入量已经分
别达到 208 t/d 和 15.3 t/d^[6]; 而在墨西哥湾北部的 Grand 湾
沉积物中, 砷和铅积累严重^[7]。

2.1.2 生物组成简单化, 生物群落结构异化

由于富营养化及营养物质组分结构改变等原因, 我
国海湾的生物群落结构发生明显变化。自 20 世纪 60 年
代至 21 世纪初, 胶州湾浮游植物优势种发生显著更替,
中肋骨条藻等偏好富营养环境的藻类成为最明显的优势
种, 浮游植物多样性指数下降^[8]。浮游动物群落结构也发
生重大改变, 2008 年被囊类等胶质浮游动物的平均丰度
已达到 20 世纪 90 年代的 5 倍以上^[9]。大亚湾浮游植物种
类数从 1982 年的 159 种减少至 2004 年的 126 种^[3], 浮游
动物种类和优势种的更替频率呈现逐步增大的趋势, 而
优势种组成趋于简单化^[10]。

2.1.3 生态功能退化, 生态系统失衡

人类活动引起大量营养物质输入海湾, 可能通过
改变生物群落结构而影响到食物网结构及其能量传递效
率, 这引起国内外的普遍关注。例如, 氮硅比值的增加
可导致硅藻支持的食物链削弱, 甲藻支持的食物链增
强, 改变海湾生物的营养级结构, 甚至可能导致食物链
断裂和生态系统失衡。以胶州湾为例, 人类活动已使其
生态功能明显退化, 生物资源显著衰退^[11], 游泳生物趋
于小型化^[12], 这可能与被囊类等胶质浮游动物数量增加
而导致食物链断裂有关。

2.2 海湾面积缩小, 泥沙淤积

海湾空间面积的缩减表现为自然岸线、滩涂、湿地
及海域可利用面积减小, 甚至海湾消失。近几十年来, 我
国围湾造地、围湾养殖等工程用海加速增长, 改变了海湾
岸线的自然属性, 缩减了海湾面积及纳潮量, 并导致海
湾自然环境恶化、海湾正常功能退化。例如, 胶州湾水域
面积从 1928 年的 560 km² 减少至 2004 年的 367 km², 水域
面积减少近 1/3^[13], 其纳潮量由 1935 年 13.6 亿立方米减少
至 2005 年 11.1 亿立方米^[14], 水交换能力大幅度下降, 导

致泥沙严重淤积。胶州湾原来的自然海岸已经逐步变为
人工海岸, 岸线大幅度向湾内推进, 从 1863 年到 2008 年,
胶州湾自然岸线由 203.8 km 缩减至 19.3 km, 而人工岸线
由 0 增至 158.8 km^[14]。由于高强度的围垦, 泉州湾海域
面积从 1955 年的 163.3 km² 减小至 1990 年的 132.6 km²,
而湾内 0 m 等深线以浅的水域从 1955 年的 19.8 km² 减小
至 1990 年的 10.4 km², 湾内的水域面积几乎缩小了一半,
纳潮量明显减少, 水动力变弱, 淤积严重^[15]。1973 年
至 2013 年间, 浙江三门湾大陆岸线总体因人工围海造地
和海岸开发而不断向海推进, 岸线总长度减少 40.18 km,
三门湾沿岸陆域面积共增加 155.89 km², 海湾因潮流减小
而产生淤积^[16]。

世界其他国家的海湾也存在这种现象, 例如, 因潮
间带和浅水区的大规模围垦, 东京湾 2000 年水域面积比
1900 年减小了 26%, 2006 年潮间带面积比 1900 年减少了
92.6%, 滨海湿地大量减少^[17]。

3 海湾可持续发展的对策及建议

由于我国海湾开发过程中出现的问题日益严峻,
如何改善海湾生态环境, 恢复其正常利用功能, 已成为
当前我国沿海地区经济和社会可持续发展的重大战略任
务, 为此提出如下对策与建议。

3.1 海湾流域面源污染控制

20 世纪 70 年代以来, 发达国家的环境污染控制经验
表明, 随着对工业废水和城市生活污水等点源污染的有效
控制, 面源污染已经取代点源成为环境污染的最重要来
源。来自陆地的有机质和营养盐随着地表径流大量入
海, 是造成沿岸海域富营养化的主要原因。我国面源污
染的负荷比重在逐步上升, 面源污染无疑是我国今后海
湾水环境污染控制的难点和重点。例如, 胶州湾流域面
积达近 8 000 km², 流入胶州湾的河流约 10 余条, 河流输
入是胶州湾污染物最主要来源; 因此, 强化对环湾入海
河流和其他陆源的污染治理, 减少胶州湾入海污染物总
量, 是保护和提升胶州湾环境的重要基础保障和措施。

面源主要分为农业面源和城市径流面源,包括农用地径流、畜禽养殖及城乡生活等产生的污染物,经雨水冲刷或径流携带入河入海,具有排放量随机性强、管理难度大的特点。要加强农村环境综合整治,加快乡镇环境基础设施建设步伐,完善配套污水管网,实现污水集中处理,开发与农村污水处理的共性技术;大力发展生态农业,严格控制农药、农膜污染,严禁高毒、高残留农药使用,合理使用化肥,建立合理的新型农业生产体系和相应的技术体系;加强禽畜养殖污染控制,积极发展规模饲养,控制污染排放,高效利用有机肥料。

3.2 基于海陆统筹的整体规划

对于海湾而言,在地理空间上不仅限于海湾本身的管理,还包括海湾的流域。海湾流域开发对海湾生态环境影响巨大,保护海湾环境必须从陆地着手,将陆地和海湾作为一个有机整体进行规划。应重点考虑海湾及其流域土地利用和产业布局规划,针对海湾流域城镇建设、产业布局与海湾沿岸带开发活动情况,从可持续发展角度,研究海湾水域生态环境对区域生产力的支撑和制约因素,分析海湾社会经济发展规划存在的主要问题。通过协调区域开发活动的类别与强度,综合调控流域和海域输入营养物质的种类、通量和形态等,提出海湾环境容量规划。

海湾是具有一定独特性的水体,其相对封闭性的特点,使得其开发强度、深度与广度及开阔海域存在明显差异;因而,合理开发利用海湾资源显得十分重要,做好符合海湾自然条件的规划尤为重要。禁止盲目占用滨海湿地和岸线资源,对重要生态敏感区、自然岸线比例、天然湿地保护率和重要栖息地保护率等提出严格的控制目标,维护海湾生态环境的稳定与健康。特别要注重优化海湾围填海规模及其空间布局方案,严格限制围填海活动,维护海湾的生态平衡。

3.3 海湾综合整治及修复

海湾综合整治与修复是改善其生态环境的重要手段,而根据海湾的独有特性,编制符合实际情况的整治

修复规划是前提。应在认真研究海湾水文水动力、海湾环境容量和环境承载力的基础上,根据海湾各自特点,结合地方发展需求和地区发展规划,开展海湾的功能定位、海湾整治专题研究,编制海湾整治修复规划。以“开发中保护、保护中开发”为原则,逐步拆除占用海域的养殖池和围堤等障碍物,恢复和保护自然岸线,恢复海湾的纳潮量,增强水交换率。加强自然海岸带、滩涂湿地和浅海的保护力度,保护滨海湿地、各级自然保护区、重要的滩涂和浅海养殖海域的生态健康。海域生态修复需注重以改善单个生境与生态系统为目标,科学划定脆弱区并进行生态恢复和重建。开展受损海湾湿地、岸线、沙滩及周边海域等修复,开展海湾珍稀濒危动植物栖息地生态保育,恢复海湾生态系统的服务功能。

加强海湾水质污染的管理,根据海湾环境的容纳能力,加快海湾周边临港产业集中区污水处理设施建设,严格控制污染物的排入海总量。实施入湾河口、排污口等重点区域的动态监测。加强海湾环境监测基础设施建设,建立多种监测技术集成的立体化体系,监控海湾资源的开发利用及其环境的变化情况。

3.4 基于生态系统的海湾管理

为了使我国的海湾开发利用走上良性循环的道路,必须加强海湾管理,实现有序开发。目前基于生态系统水平的海洋综合管理理论愈来愈受到国际上的重视^[18],该理论强调对海洋生态系统结构完整性与功能稳定性的保护,实现生态系统平衡、健康和安全的目标。海洋生态系统的综合管理,一般是针对特定地形区域生态系统单元而进行的管理,生态系统单元的划分必须与管理的空间尺度相适应。海湾往往是相对独立和完整的生态系统单元,并且海湾已经成为最易受人类活动破坏的区域之一,其环境污染、泥沙淤积、富营养化、资源枯竭等问题日益突出。因此,实施基于生态系统的海湾综合管理具有现实的必要性。

基于生态系统水平的管理理念已经在一些海湾及其

他海岸带管理中得到初步实践。例如,厦门市等沿岸海湾尝试从控制污染的环境质量管理过渡到基于生态系统的管理理念的生态功能保障管理^[19]。基于生态系统水平的海湾综合管理的理论和方法体系尚处于探索阶段,需要深入研究,形成更为系统的理论体系,以便更好地指导海湾管理实践。尤其针对基于生态容量的污染物总量及其形态控制策略、基于生态系统结构完整性与功能稳定性的海湾生态系统健康评价体系理论及方法等,还有待深入研究,以期完善基于生态系统水平的海湾综合管理理论,为海湾可持续发展提供科学支撑。

参考文献

- 1 陈则实,王文海,吴桑云,等. 中国海湾引论. 北京: 海洋出版社, 2007.
- 2 沈志良. 胶州湾营养盐结构的长期变化及其对生态环境的影响. 海洋与湖沼, 2002, 33(3): 322-331.
- 3 Wang Y S, Lou Z P, Sun C C, et al. Ecological environment changes in Daya Bay, China, from 1982 to 2004. Marine Pollution Bulletin, 2008, 56: 1871-1879.
- 4 施震, 黄小平. 大亚湾海域氮磷硅结构及其时空分布特征. 海洋环境科学, 2013, 32(6): 916-921.
- 5 Yu X, Yan Y, Wang W. The distribution and speciation of trace metals in surface sediments from the Pearl River Estuary and the Daya Bay, Southern China. Marine Pollution Bulletin, 2010, 60: 1364-1371.
- 6 Kodama K, Horiguchi T. Effects of hypoxia on benthic organisms in Tokyo Bay, Japan: A review. Marine Pollution Bulletin, 2011, 63: 215-220.
- 7 McComb J Q, Han F X, Rogers C, et al. Trace elements and heavy metals in the Grand Bay National Estuarine Reserve in the northern Gulf of Mexico. Marine Pollution Bulletin, 2015, 99: 61-69.
- 8 吴玉霖, 孙松, 张永山. 环境长期变化对胶州湾浮游植物群落结构的影响. 海洋与湖沼, 2005, 36(6): 487-498.
- 9 孙松, 李超伦, 张光涛, 等. 胶州湾浮游动物群落长期变化. 海洋与湖沼, 2011, 42(5): 625-631.
- 10 宋星宇, 王生福, 李开枝, 等. 大亚湾基础生物生产力及潜在渔业生产量评估. 生态科学, 2012, 31(1): 13-17.
- 11 刘瑞玉. 胶州湾生态学与生物资源. 北京: 科学出版社, 1992.
- 12 曾晓起, 朴成华, 姜伟, 等. 胶州湾及其邻近水域渔业生物多样性的调查研究. 中国海洋大学学报: 自然科学版, 2005, 34(6): 977-982.
- 13 王伟, 张世奇, 纪友亮. 环胶州湾海岸线演化与控制因素. 海洋地质动态, 2006, 22(9): 7-10.
- 14 周春艳, 李广雪, 史经昊. 胶州湾近150年来海岸变迁. 中国海洋大学学报, 2010, 40(7): 99-106.
- 15 陈彬, 王金坑, 张玉生, 等. 泉州湾围海工程对海洋环境的影响. 台湾海峡, 2004, 23(4): 192-198.
- 16 陈晓英, 张杰, 马毅, 等. 近40a来三门湾海岸线时空变化遥感监测与分析. 海洋科学, 2015, (2): 42-49.
- 17 Furukawa K, Okada T. Tokyo Bay: Its Environmental Status—Past, Present, and Future. Netherlands: Springer, 2006.
- 18 Barbier E B, Koch E W, Silliman B R, et al. Coastal ecosystem-based management with nonlinear ecological functions and values. Science, 2008, 319: 321-323.
- 19 秦艳英, 薛雄志. 基于生态系统管理理念在地方海岸带综合管理中的融合与体现. 海洋开发与管理, 2009, 26(4): 21-26.

Problems in Development of Chinese Bays and the Protection Strategy

Huang Xiaoping Zhang Ling Zhang Jingping Jiang Zhijian

(CAS Key Laboratory of Tropical Marine Bio-resources and Ecology, South China Sea Institute of Oceanology,
Chinese Academy of Sciences, Guangzhou 510301, China)

Abstract Bays have the inherent advantages in location, environment, and resources because of the unique natural conditions. Bays have been the hub of sea and land transport, industrial base, important city center, and the cradle of marine organism. They have a strategical position in the national economic and social development, thus it is of great significance to keep sustainable development in bays. In last several decades, intense human activities have resulted in the decrease of area and natural shoreline, sediment accumulation, ecological environment deterioration, and ecosystem imbalance in bays, which have seriously threatened the sustainable development of economy and society in coastal areas. Therefore, it is urgent to carry out the integrated marine and land development planning, and the comprehensive ecological environment management and renovation planning in Chinese bays. The input of non-point pollution from watershed should be controlled, and the ecosystem-based management should be promoted in order to maintain ecosystem health and sustainable development in bays.

Keywords bay health, semi-closure, integrated marine and land planning, ecosystem-based management

黄小平 中科院南海海洋所海洋生态研究室主任, 研究员; 1965年10月出生, 现任“973”项目首席科学家, 中科院热带海洋生物资源与生态重点实验室副主任, 中科院珠江三角洲环境污染与控制研究中心副主任; 长期从事近海生态环境与海草生态学研究, 发表学术论文180余篇, 其中SCI收录60余篇, 出版专著2本, 获得省部级科技成果6项。

E-mail: xphuang@scsio.ac.cn

Huang Xiaoping Professor and Ph.D., born in October 1965, serves as director of Marine Ecology Laboratory, South China Sea Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences (CAS). At present, he is the chief scientist of 973 Program, vice-director of CAS Key Laboratory of Tropical Marine Bio-resources and Ecology, vice-director of CAS Research Center of Pearl River Delta Environment Pollution and Control. Dr. Huang has been dedicated to the research on offshore ecology environment and sea grass ecology. He published over 180 scientific papers and 2 monographs, among them over 60 papers are indexed by *SCI*. Moreover, he owned 6 provincial and ministerial-level technological achievements. E-mail: xphuang@scsio.ac.cn