

## 第3章 中国海洋可持续发展的 生态环境问题与政策

### 3.1 中国海洋可持续发展的重要性

未来的10~20年是中国发展的战略机遇期,也是实现快速工业化、城市化和转变发展方式的关键时期。与过去相比,中国面临的国际和国内形势都产生了深刻的变化。中国不仅要应对金融危机与气候变化的全球性挑战,还必须解决日益严峻的国内资源紧缺与环境问题,重塑可持续发展格局。

海洋是全球生命支持系统的一个重要组成部分,也是一种有助于实现可持续发展的宝贵财富和空间资源。作为海洋大国,在经济迅速增长、人口快速增加及城市化程度加快而陆地资源日益枯竭的背景下,立足陆海统筹,科学开发海洋资源和保护海洋环境,是支撑我国经济社会可持续发展的必然选择,也是实现21世纪宏伟蓝图的必由之路。

#### 3.1.1 海洋是中国可持续发展的重要基础

中国是海洋大国,其中领海面积38万 $\text{km}^2$ ,管辖海域面积约300万 $\text{km}^2$ <sup>①</sup>。岸线总长度32000 km,其中大陆岸线18000 km;岛屿6900多个,岛屿总面积3.87万 $\text{km}^2$ <sup>②</sup>。丰富的海洋自然资源和巨大生态系统服务价值是国家经济社会发展的重要基础和保障。

我国近海及海岸带的海洋生态系统为国民的生产和生活提供了多种重要资源,包括生物资源、矿产资源、航道港口资源、海水资源、旅游资源等。据目前的估计,海洋大致提供了全国超过1/5的动物蛋白质食物、23%的石油资源和29%的天然气资源<sup>③</sup>,以及多种休闲娱乐和文化旅游资源(见专栏3-1)。

① 杨金森. 中国海洋战略研究文集. 北京: 海洋出版社, 2006: 271.

② 全国人大常委会法制工作组. 中华人民共和国海岛保护法释义. 法律出版社, 2010: 165, 182.

③ 资料来源: 国家海洋发展战略研究所. 中国海洋发展报告2010. 北京: 海洋出版社, 2010.

专栏 3-1 中国丰富的海洋资源

中国海洋资源丰富，海洋石油资源量约 240 亿 t，天然气资源量 14 万亿 m<sup>3</sup>；滨海砂矿资源储量 31 亿 t；海洋可再生能源理论蕴藏量 6.3 亿 kW；中国大陆岸线中有 400 多 km 深水岸线，160 多处港湾资源，适合建设港口，发展海洋航运业。目前世界 10 个最大的集装箱港口中国有 5 个；中国的领海和管辖海域是开发食物、能源、水等资源的战略性基地；中国管辖海域有广阔的海洋渔场，2 万多种海洋生物，380 万 hm<sup>2</sup> 可养殖浅海和滩涂面积；随着养殖技术的发展，可用于养殖的海域超过 1 000 万 hm<sup>2</sup>，适合建设海洋牧场和发展海水增养殖业；我国有 1 500 多处滨海旅游资源地址，适合发展滨海旅游业和海洋娱乐业。滨海旅游业已经成为中国成长最快的产业之一<sup>①</sup>。

除了直接的经济价值外，我国近海与海岸带还有着多种海洋生境类型，集中了丰富的物种和基因多样性（见专栏 3-2），具有营养储存和循环、净化陆源污染物、保护岸线等功能。此外，大洋对调节全球水动力和气候起着关键的作用，并且是主要的碳汇和氧源，对人类的生存和发展都有着不可替代的作用（见专栏 3-3）。

专栏 3-2 中国海洋生物多样性

中国管辖海域纵跨温带、亚热带、热带三个气候带，南北跨越 38 个纬度带，形成了丰富多样的生态系统。我国近岸海域分布滨海湿地、红树林、珊瑚礁、河口、海湾、泻湖、岛屿、上升流、海草床等典型海洋生态系统。中国海洋生态系统复杂多样，海洋生物物种、生态类群和群落结构均表现为丰富多彩的多样性特征。

在中国管辖海域海洋生物的种类大约有 2 万种，占世界海洋生物总种数的 10% 以上。在世界总数中，我国海洋鱼类占 14%、昆虫占 20%、红树林植物占 43%、海鸟占 23%、头足类占 14%、造礁珊瑚物种约占印度—西太平洋区系造礁珊瑚总数的 1/3。海洋物种数量从北向南递增，黄海、渤海 1 140 种、东海 4 167 种、南海 5 613 种<sup>②</sup>。

专栏 3-3 海洋生态系统的服务功能

① <http://www.wefweb.com/news/2009731/0819563355.shtml>.  
② <http://www.coi.gov.cn/hyzy>.

从饮用水到木材和海产品,人类从生态系统中获取各种利益(或生态系统服务)。植物、动物、微生物和人类相互作用,而物理环境产生这些服务功能。学者们一般认为生态系统服务功能分为四类:一是产品提供功能,指生态系统生产或提供的食物、燃料木材、纤维和水等产品;二是调节功能,指调节人类生态环境的生态系统服务功能,包括调节气候、洪水、海岸侵蚀、干旱和疫病等;三是文化功能,指人们通过精神感受、知识获取、主观映象、休闲娱乐和美学体验从生态系统中获得的非物质利益;四是支持功能,即保证其他所有生态系统服务功能提供所必需的基础功能,包括营养循环和光合作用等。有着正常功能的海洋生态系统所提供的一些关键的生态系统服务功能,包括健康的海产品、干净的海滩、稳定的渔业产量、丰富的野生动物,以及活跃的沿岸生物群落。

海洋能提供大量至关重要而又不被重视的服务功能,不但支持了沿海居民,而且支持了陆地上的全部生命。例如,湿地的功能就包括支撑生物多样性、调节物质循环、保持水动力平衡、涵养水源、防止土壤侵蚀、缓冲风暴潮对陆地的影响等。目前,全球40%的人口居住在只占陆地面积5%的狭窄海岸带上,而人类对这些生态系统的依赖还在增加,特别是湿地、珊瑚礁或河口地带等。

沿海和海洋生态系统天然具有动态特征,但近期的变化却是史无前例的。水道被疏浚,湿地被围垦或抽干,海岸带被开发。过度捕捞和毁灭性渔业活动导致主要渔业种群崩溃或食物网受损。然而,在沿岸和海洋中进行的上述活动已经损害到海洋生态系统的健康。对湿地进行围垦以及淡水使用已经极大地改变了其沉积物输运和水动力学。太多种类营养盐的过量输入,已经致使沿岸海水成为世界上化学成分改变最大的区域。所有这些因素,与全球气候变化所引起的海平面上升和更为频发的严重风暴潮协同作用,使海洋生态系统更加脆弱。

引自: [www.forest-trends.org](http://www.forest-trends.org) and [www.compassonline.org](http://www.compassonline.org).

### 3.1.2 海洋经济是国民经济社会发展的重要推动力

20世纪90年代以来,中国把海洋资源开发作为国家发展战略的重要内容,把发展海洋经济作为振兴经济的重大措施,对海洋资源与环境保护、海洋管理和海洋事业的投入逐步加大。不断向深度和广度扩展的海洋开发利用创造了中国新的经济增长点。

进入21世纪,海洋经济对区域经济发展的贡献日益凸显(见专栏3-4)。2008年,海洋生产总值达到29662亿元,对全国GDP和沿海省市地区生产总值的贡献率分别达到9.87%和15.8%;海洋产业增加值达到17351亿元,对全国GDP和沿海省市地区生

产总值的贡献率分别达到 5.77% 和 9.24%<sup>①</sup>。

专栏 3-4 迅速发展的中国海洋经济

为全面反映海洋经济总体运行情况，实现与国民经济核算的一致性和可比性，国家海洋局 2006 年颁布实施了国家标准《海洋及相关产业分类》（GB/T 20794—2006）、行业标准《沿海行政区域分类与代码》（HY/T 094—2006），对主要海洋产业的统计口径进行了修正。在主要海洋产业统计的基础上，国家海洋局和国家统计局联合开展了全国海洋经济核算工作，制定并实施了《海洋生产总值核算制度》。按照《海洋生产总值核算制度》，海洋生产总值包括海洋产业增加值和海洋相关产业增加值。其中，海洋产业增加值由主要海洋产业增加值及其修正值、海洋科研教育管理服务业增加值构成。

根据新的统计标准统计的数据显示，进入 21 世纪，中国海洋经济迅速发展，从 2001 年开始，海洋总产值、海洋产业增加值每年以超过 15% 的速度增长。平均每年海洋总产值占全国 GDP 的贡献率超过 9%，对沿海 GDP 的贡献超过 15%。海洋经济对区域经济的贡献不断增加。2008 年，海洋生产总值达到 29 662 亿元，占全国 GDP 比重达到 9.87%，占沿海地区生产总值的 15.8%；主要海洋产业增加值达到 17 351 亿元，占全国 GDP 的 5.7%。

资料来源：国家海洋局，中国海洋经济统计公报（2001—2009）。

海洋经济快速发展促进了沿海地区的劳动就业。涉海就业人员规模不断扩大，从 2001 年的 2 108 万人增加到 2008 年的 3 218 万人。2008 年涉海就业人员分别占全国和沿海地区就业人口的比重的 4.15% 和 10.3%<sup>②</sup>。

更为重要的是，目前中国经济的基本形态是高度依赖海洋的开放型经济，世界 10 个最大的集装箱港口中国有 5 个，世界航运市场 19% 的大宗货物运往中国，22% 的出口集装箱来自中国，中国商船队的航迹遍布世界 1 200 多个港口，已经形成“两头在海、大出大进”的基本经济格局。

改革开放 30 年来，海洋产业结构发生了巨大变化，产业从构成单一的海洋渔业、海洋盐业发展到以交通运输、滨海旅游、海洋油气、海洋船舶为主导，以海洋电力、海水利用、海洋工程建筑、生物医药、海洋科教服务等为重要支撑的、优势突出相对完整的产业体系。2008 年中国海洋经济的主导产业是海洋交通运输业、滨海旅游业、海洋渔业、海洋油气业和海洋船舶工业。这五大产业的增加值占到整个海洋产业增加

① 国家海洋局 2009. 中国海洋经济统计公报（2001—2009）。  
② 资料来源：同上。

值的比重超过 90%<sup>①</sup>（图 3-1）。

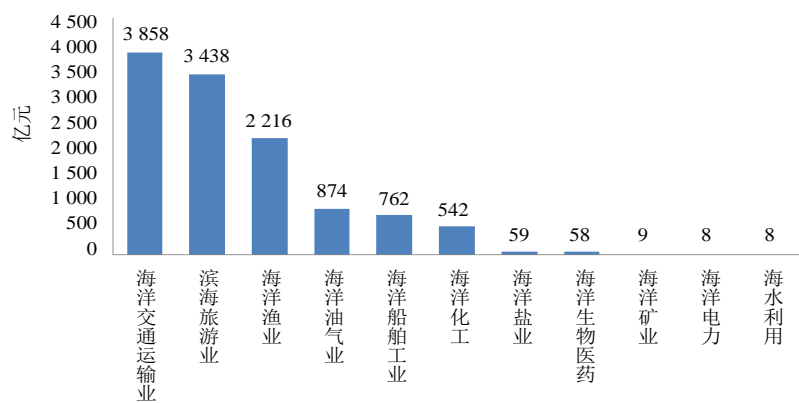


图 3-1 中国主要海洋产业产值（2008）

预测研究显示，到 2020 年，全国海洋产业增加值将达到 53 353 亿元，约占同期全国 GDP 比例的 7%，主要海洋产业包括海洋渔业、海洋石油天然气业、海洋交通运输业、滨海旅游业、海洋船舶制造业、海洋生物制药业等（表 3-1）。

表 3-1 全国海洋产业增加值及其占国内生产总值比重预测<sup>②</sup>

	增长 速度	2008	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2018	2020
全国海洋业 增加值	10%	17 351	22 627	24 890	27 379	30 117	33 128	36 441	44 094	53 353
GDP/亿元	8%	300 670	378 758	409 058	441 783	477 126	515 296	556 519	649 124	757 138
占 GDP/%	—	5.7	5.97	6.08	6.19	6.31	6.42	6.55	6.79	7.05

3.1.3 海洋是中国沿海发展战略实施的重要支撑和保障

改革开放 30 年间，中国的对外开放从最初的经济特区和东南沿海开放城市走向全方位、多领域、深层次开放。得益于有利的区位条件、丰富的海洋资源和政策优势，中国经济和生产要素不断向沿海地区聚集。目前，中国基本形成了经济高速发展的沿海经济带，成为中国城市化程度高、人口密集、经济发达的区域。

2001—2008 年，沿海 11 个省、市、自治区的国内生产总值每年以大于 10% 的速

① 国家海洋局 2009. 中国海洋经济统计公报（2001—2009）.  
② 国家海洋发展战略研究所 2010. 中国海洋发展报告 2010. 北京：中国海洋出版社，226.

度增长, 2008 年达到 19 4734 亿元。沿海地区总人口 5.54 亿人, 其中城镇人口约 2.98 亿人, 平均城市化水平 52.82%, 高出全国平均城市化水平近 10 个百分点。目前, 中国沿海地区以 13% 的国土面积承载了 41.72% 的人口, 创造了 57% 以上的国民生产总值, 实现 90% 以上的进出口贸易<sup>①</sup>。

进入新世纪, 沿海区域经济进入新型工业化全面发展的新阶段。沿海地区各级政府也纷纷出台了全方位的配套政策措施, 掀起了新一轮海洋开发热潮。与此同时, 为应对国际金融危机, 中央出台了一系列扩内需、保增长、调结构的重大决策。2009 年国家又先后出台了汽车、钢铁、船舶、装备制造等重点产业振兴规划, 产业结构调整逐步深化。从长远发展看, 石化、钢铁、造船、火电、核电等重工业将大规模向沿海地区转移, 沿海地区工业化和城市化进程势不可当<sup>②</sup>。在沿海地区新型工业化发展过程中, 临海重化工业、港口和物流业、船舶制造和海洋工程业、现代渔业、滨海旅游业等五大类产业将得到大发展。

据预测, 到 2020 年, 我国沿海地区生产总值比 2008 年增加 1.5 倍, 达到 469 360 亿元, 沿海地区将率先实现小康的目标。根据中国人口学预测研究, 2020 年和 2030 年中国人口总数将分别达到约 14.5 亿人、15 亿人。届时, 中国将有约 7 亿人和 8.4 亿人居住在沿海地区<sup>③</sup>。

沿海地区新一轮的经济快速发展、人口迅速增加和城市化程度加深将对海洋环境和资源提出更多的要求, 对资源的分配也将进行重新调整。作为海洋资源和海洋生态系统载体的海洋空间, 是未来支撑沿海地区经济社会可持续发展的关键要素, 必须从生态系统功能的角度分析海洋空间资源的供给能力。

## 3.2 中国海洋可持续发展的政策背景

20 世纪 70 年代开始的改革开放, 极大地促进了中国的经济发展和人民生活水平的提高, 但是也付出了巨大的环境代价。中国决策者已经意识到了环境问题的严重性以及由此造成的经济和健康成本。从 20 世纪 70 年代开始就把“减少环境污染和保护自然资源”作为国家政策的优先领域。特别是 90 年代, 环境保护被列为国家的一项基本国策。

1996 年, 可持续发展被正式确定为中国的基本发展战略之一, 可持续发展从科学

① 资料来源: 中华人民共和国国家统计局 2009. 中国统计年鉴 2008. 北京: 中国统计出版社。

② 在国家产业规划层面, 《钢铁行业调整与振兴规划》明确要求建设沿海钢铁基地。《石化产业调整和振兴规划(2009—2011 年)》要求, 长三角、珠三角、环渤海地区产业集聚度进一步提高, 建成 3~4 个 2 000 万 t 级炼油、200 万 t 级乙烯生产基地。在现有基础上, 通过实施上述项目, 形成 20 个千万吨级炼油基地、11 个百万吨级乙烯基地。炼油和乙烯企业平均规模分别提高到 600 万 t/a 和 60 万 t/a。从地域角度来分析, 从北部辽宁到南边的北部湾, 重化工业的扩张同样显而易见。

③ 蒋正华, 徐匡迪, 宋健, 等. 2006. 国家人口发展战略研究报告. 北京。



共识转变为政府工作的重要内容和具体行动。《中国海洋 21 世纪议程》提出了海洋领域可持续发展的背景、目标与优先行动领域。1996 年《中国海洋 21 世纪议程》实施至今，中国海洋可持续发展走过了 15 年的历程。这 15 年正是国家经济社会发展转型的时期。小康社会、和谐社会、环境友好型和资源节约型社会、生态文明等体现可持续发展思想的哲学观、发展观、战略观相继提出，以及中国缔结和加入的包括“防止陆源污染保护海洋全球行动计划（GPA-Marine）（见专栏 3-5）”在内的各种国际环境保护条约和协议，加快了中国可持续发展进程。海洋可持续发展政策也不断完善，海洋可持续发展能力稳步提升。

专栏 3-5 基于陆地活动的海洋环境保护全球行动计划

基于陆地活动的海洋环境保护全球行动计划（GPA-Marine）是一项长期的多边行为。该计划帮助各国履行联合国海洋法公约，或他们加入的地区性公约或协议要求的保护海洋环境的义务。GPA 强调污水、重金属、持久性有机污染物、烃、放射性废物、垃圾等污染物，同时也强调沉积物、富营养化、重要栖息地的变化和破坏等问题。GPA 是唯一一个直接应对淡水、海岸、海洋环境交界区的全球政府间机制，它的总体目标是鼓励和支持各级政府致力于治理方式和政策改革、基于生态系统的管理、减少贫困和海陆交界区的可持续发展。

中国的珠江就是这种改革的一个很好的例子。珠江是中国水量第二大的河流，同时也是主要的经济和工业区。珠江流域水流量占中国总流量的 1/5，GDP 占全国的 40%，人口占全国的 1/3。大量的污水、固废和工业排放物导致水质下降成为影响珠江的主要问题。这个问题因珠江是香港的主要水源显得更为严重。

珠江流域 11 个省市的环境保护局联合起来共同应对珠江污染问题。该项合作在经验和信息交流、开展联合教育和环境意识项目、增强各环境保护局的联系等方面取得了很大的成功。该行动得到广东珠江三角洲环境项目（GEF 向该项目提供 1 000 万美元的补贴，国际复兴开发银行向该项目提供 16 500 万美元的贷款，用来改善水质、管理废弃物和减少水体污染）的支持。

3.2.1 海洋可持续发展的战略与规划

1996 年中国政府发布的《中国海洋 21 世纪议程》和 1998 年发布的《中国海洋事业的发展白皮书》是中国海洋可持续发展的战略性文件。进入 21 世纪，党和国家更加重视海洋事业发展。

2001 年通过的《国民经济和社会发展第十个五年计划纲要》，首次在最高级别的国家规划中出现了关于海洋的内容：“加大海洋资源调查、开发、保护和管理力度，加

强海洋利用技术研究开发,发展海洋产业。加强海域利用和管理,维护国家海洋权益”;2003年国务院发布的《全国海洋经济发展规划纲要》,提出了发展海洋经济、保护海洋生态环境的重点任务;2006年十届全国人大四次会议审议并通过的《国民经济和社会发展第十一个五年规划纲要》,首次将海洋以专章形式列入,明确提出要强化海洋意识,维护海洋权益,保护海洋生态,开发海洋资源,实施海洋综合管理,促进海洋经济发展,并对如何合理利用、保护和开发海洋资源等进行了具体规划。海洋被列入国家发展规划并被放在十分重要的位置,表明中国对海洋的重视程度更加增强,这对促进中国海洋事业的可持续发展具有重要意义。2008年1月国务院通过的《国家海洋事业发展规划纲要》,对海洋生态环境保护的目标与任务提出了具体要求。

2002年,中国共产党第十六次全国代表大会通过的报告提出“实施海洋开发”,这是第一次在党的代表大会的报告中提到海洋。2007年党的第十七次代表大会再次明确指出要大力“发展海洋产业”。胡锦涛总书记2009年在山东视察时特别强调,要大力发展海洋经济,科学开发海洋资源,培育海洋优势产业。在国务院部署的编制“十二五”规划专题研究工作中,专门把海洋与资源、能源战略并列,凸显出海洋在未来发展中的重要战略地位。

总之,在国家经济社会发展的宏观背景下,随着科学发展观贯彻落实的不断深入,中国海洋可持续发展政策不断趋向综合和完善。一方面,通过阶段性规划和行动计划将可持续发展原则整合到海洋事业各个领域和相关部门政策中,海洋资源开发与生态环境保护并重,海洋环境整治与陆源污染控制相结合。近岸海域资源环境以保护为主,逐步向远海拓展,创新资源节约和环境友好发展模式;另一方面,海洋管理从过去的部门管理逐步走向综合管理,管理手段从过去以行政手段为主,逐步转变为综合运用法律、经济、技术和必要的行政手段,特别以生态系统为基础的海洋与海岸带管理在我国越来越得到重视,并在一些区域逐步得到实施。

### 3.2.2 中国海洋管理行动

自1982年全国人大常委会通过了《中华人民共和国海洋环境保护法》以来,中国政府出台实施了一系列促进海洋可持续发展、海洋生态环境保护的法律法规。到21世纪初,已经颁布实施了包括海洋环境、海域、海岛、渔业、港口航运、生物多样性、海洋权益等在内相对完整的海洋法律体系及其相关配套法规、条例和标准;同时中国政府采取了一系列海洋管理的行动,这些行动对遏制海洋环境的恶化起到了积极的作用。

#### (1) 海洋环境保护

海洋环境保护制度是建立比较早,也比较完备成熟的制度。《中华人民共和国海洋环境保护法》(1982年制定,1999年修订)是中国海洋环境保护的根本大法,其确立了保护和改善海洋环境,保护海洋资源,防治污染损害,维护生态平衡,保障人类健



康,促进经济和社会的可持续发展的基本方针。

在我国海洋环境保护的具体法律制度中,一类是共性的、适用于所有海洋环境保护活动的制度,包括监督管理、排污总量控制、海洋功能区划、重大海上污染事故应急、海洋自然保护区和法律责任制度;二是对具体事项的管理制度,即为实施《海洋环境保护法》制定的配套制度,包括防止船舶污染、海洋石油勘探开发、海洋倾废、防止拆船污染、防治陆源污染、防治海岸工程项目污染和防治海洋工程项目污染。

#### (2) 海域使用管理

20世纪80年代以前,中国某些海洋开发活动虽然也使用一定的海域,但基本上没有相应的海域使用权制度。1993年5月,经国务院同意,财政部、国家海洋局联合印发了《国家海域使用管理暂行规定》,明确提出建立“海域使用权”制度和海域有偿使用制度,中国的海域使用管理制度初步形成。2001年10月27日,《中华人民共和国海域使用管理法》(以下简称《海域法》)通过,并于2002年1月1日起施行,中国的海域使用管理制度正式确立。2007年通过的《物权法》规定了海域物权制度,中国的海域使用管理制度在理论和制度上得到进一步丰富。《海域法》通过后,国家相关部门出台了一系列配套制度,海域管理制度不断发展和完善,对规范用海秩序、保护用海人的合法权益和保护海洋环境起到了极其重要的作用。《海域法》、《物权法》及相关法规建立的海域使用管理制度是中国海洋管理制度重要组成部分,体现了中国海洋管理的制度创新和特色,也标志着中国海洋综合管理开始进入新的阶段。

中国海域使用管理制度包括三项基本制度:海洋功能区划制度、海域使用权制度和海域有偿使用制度。该法的通过和实施为新世纪中国的海洋开发和管理奠定了坚实的法律基础。到2004年,我国已经完成了国家、省、地市、县级的海洋功能区划方案的编制,国家还制定了海域使用金的征收标准的制定。海洋功能区划方案和海域使用征收标准是我国海域使用和管理的基礎。不足的是以前的海洋功能区划考虑人类的需求较多而考虑自然的需求较少,需要以生态系统为基础进行重新修编。

#### (3) 海岛保护

2009年以前我国没有关于海岛开发和保护的法律规定。在全国人大常委会的高度重视和大力推动下,经过又一个7年多的不懈努力和工作,《中华人民共和国海岛保护法》在2009年12月26日十一届全国人大常委会第12次会议上获得通过。《海岛保护法》共设6章52条,规定了海岛保护规划、海岛生态保护、无居民海岛权属、特殊用途海岛保护、监督检查五项重要制度,明确赋予了各级海洋管理部门在保护和开发利用海岛工作中的职责。它的出台标志着我国海岛的管理、保护和开发从此步入了法制化轨道。

#### (4) 海洋渔业资源管理

《中华人民共和国渔业法》(以下简称《渔业法》)是中国管理包括海洋渔业在内的所有渔业活动的法律。该法1986年通过,并于2000年、2004年两次修改。1987年农

牧渔业部发布《中华人民共和国渔业法实施细则》（以下简称《实施细则》）。《渔业法》及其《实施细则》规定了对渔业资源的开发、利用的管理机关及其权限，并主要对“养殖业”、“捕捞业”、“渔业资源的增殖和保护”等问题作了较为详细的规定。

在渔业养殖方面，我国确定了养殖业许可证制度、种苗审批制度；在海洋捕捞业方面，我国实行了捕捞总量控制制度、捕捞许可证制度、公海或他国管辖海域捕捞的审批制度，并对捕捞场所、时间、方法和工具作出了具体规定；在渔业资源的增殖和保护方面，我国实施了渔业资源增殖保护费制度、禁渔区和禁渔期制度等。国家有关部门和地方也相继出台了一些配套的法规和实施办法。如 1995 年开始，先后在渤海、黄海、东海和南海实施 2~3 个月的伏季休渔，2006 年国务院颁布了《中国水生生物资源养护行动纲要》。

(5) 海岸带综合管理

海岸带综合管理是统筹海陆使用规划、解决资源利用冲突、保护海洋与海岸带生态系统的有效途径（见专栏 3-6）。《中国海洋 21 世纪章程》提出要实施海岸带综合管理。目前我国尽管还没有建立国家层面的海岸带综合管理制度，但是在地方层面的海岸带综合管理的理论研究和实践取得了很大的成效。中央政府（如国家海洋局）也积极推动和支持各地方政府与国际组织合作或者自己实施海岸带综合管理项目。例如在 GEF/UNDP/IMO 东亚海域海洋污染预防与管理项目的资助下，厦门 1997 年开始实施的厦门海岸带综合管理。经过多年的海洋综合管理的实践，探索出一条“立法先行、集中协调、科学支撑、综合执法、财力保障、公众参与”的海洋综合管理的“厦门模式”，被东亚各国作为海岸带综合管理的典范。目前，中国地方层面的海岸带综合管理项目已经达到 20 多个，并且一些海岸带综合管理正向与其相连的流域拓展管理范围，尝试实施从流域到海洋的基于生态系统的管理（见专栏 3-6）。

专栏 3-6 海岸带综合管理
海岸带综合管理是一项规范人类活动的，旨在提供可持续的海洋与海岸带生态系统服务的，海陆统筹的战略计划。海岸带综合管理的概念是从过去 50 年全世界 2 000 多个海岸管理行动发展而来的，并形成了一个动态的系统，包括方法、机制、过程和框架。海岸带综合管理的有效利用可以最小化多重海洋与海岸带使用冲突、保护生命和财产免受自然和人为灾害的影响、保护栖息地和生物多样性、确保淡水资源的可持续利用、预防和减少海岸污染和资源的过度开采、提高海岸居民的生活水平和确保食品安全。海岸带综合管理通过建立和执行地方政策、法律、协调监控机制、绩效指标和基于问题的管理措施，在各种层面上都得到成功的应用，如中国的厦门市、菲律宾的 Batangas，Bataan 省、泰国的 Chunburi 省、越南的 Danang 市、朝鲜的 Nampu 市、柬埔寨的 Chunburi 省。

海岸带综合管理在厦门和 Batangas 的地理空间和功能的尺度放大实践使其管理范围能够覆盖跨行政区域的生态系统,如把与海洋相连的管理重点把流域、海岸和更大范围的海洋生态系统的管理包括进来,因此在实践中添加了基于生态系统管理的理念。一些东亚海洋国家(如印度尼西亚、日本、菲律宾、韩国、越南)建立了国家层面的海洋与海岸带政策、战略、行政命令和法律来支持海岸带综合管理的执行。许多西方国家也有海岸带综合管理的立法,如美国、英国、南非。

#### (6) 陆源污染管理

陆源污染是影响海洋环境的主要因素。从 20 世纪 90 年代开始,我国开始在重点水域制订并实施污染防治计划。三河(淮河、海河、辽河)、三湖(太湖、巢湖、滇池)、渤海污染防治工程是国家“十五”期间确定的重点流域、海域污染防治工程,其污染防治计划得到了国务院的批准,计划的实施为减少陆源污染、遏制海洋环境进一步恶化、恢复和改善海洋生态系统起到了重要作用。实施的主要陆源污染计划包括淮河、海河、辽河、巢湖、滇池等流域和太湖水等的水污染防治“十五”计划、“十一五”计划以及《渤海碧海行动计划》。

目前,各重点流域、海域的“十二五”计划制订工作正在进行;长江口、珠江口海域、黄河、松花江也已开始编制和实施碧海行动计划。各类计划将积极吸取“十五”、“十一五”管理经验,为更好地实现“十二五”期间污染防治工作提供基础。

除了以上全国性流域的环境保护计划与规划之外,其他各省、市在自己的辖区内开始采用流域管理与行政区域管理相结合的模式应对跨区域的环境污染与生态保护问题。制定了很多中小流域水污染防治与生态保护规划。如福建九龙江、闽江流域水污染防治与生态保护规划;浙江省钱塘江流域水污染防治与生态保护规划;黑龙江的嫩江流域水污染防治规划等,几乎涵盖了我国主要的中小流域。

### 3.2.3 海洋管理现状与主要问题

#### (1) 海洋管理现状

自 20 世纪 50 年代以来,中国的海洋管理工作经历了重大的发展与变革。中国的海洋管理体制经历了从行业性管理到行业管理加海洋环境复合管理,再向到海洋综合管理过渡的发展历程。目前,经过几十年的演变,逐步形成了以海洋综合管理与分部门、分行业管理相结合为主要特点的管理体制。2008 年国务院赋予了国家海洋局加强海洋战略研究和对海洋事务的综合协调的新职能,国家海洋局专门从事海洋行政管理,另外涉及海洋工作的职能部门还有环境保护部、农业部、国土资源部、交通运输部、国家林业局等 10 多个部门以及省、市、县地方政府。

目前,我国各涉海管理部门在法律授权和各自的职能(“三定”方案)范围内对海洋的方方面面实施管理。在海洋生态环境保护方面,依据《中华人民共和国环境保护

法》、《中华人民共和国海洋环境保护法》及其相关配套法规，环保部、国家海洋局及其他相关机构实施海洋环境管理，制定了一系列有关中国海洋生物多样性保护和生态环境保护的国家和地方专项规划，将海洋生态环境保护纳入国家和沿海地区社会经济发展规划中，提升了海洋生态环境管理效力；在海域使用管理上，国家海洋局和各级地方政府依据《中华人民共和国海域管理法》，实施海洋功能区划制度、海域权属制度和海域有偿使用制度；在海岛管理方面，国家海洋局和各级地方政府依据《中华人民共和国海岛保护法》，实施海岛保护规划、海岛生态保护、无居民海岛权属、特殊用途海岛保护和监督检查；海洋渔业资源管理方面，农业部和各级地方政府依据《中华人民共和国渔业法》和海洋生物资源开发利用的系列法律制度实施管理。

针对海洋生态环境问题跨行政区域、跨海域陆域的特点，相关涉海部门正在探索陆海联动管理新机制。2010年3月2日，环保部与国家海洋局在北京签署《关于建立完善海洋环境保护沟通合作工作机制的框架协议》，这标志着我国海陆统筹保护海洋环境的新局面将进一步形成。根据协议，双方将在9个方面加强沟通与合作，其中包括共同开展重点海域氮、磷、石油类及重金属污染的控制工作。国家环境保护主管部门已经选择在环渤海沿海地区、海峡西岸经济区、北部湾经济区沿海地区开展了重点产业发展战略环境影响评价。国家“十二五”重点流域规划开始考虑海洋生态环境保护的合理需求。

## （2）海洋管理问题

尽管目前中国海洋资源环境管理法律体系已基本形成，规划体系不断完善，建立了国家、省、地、市四级海上执法力量，基本形成了对管辖海域环境管理能力，但以部门、行业管理为主的海洋管理政策体系存在结构性缺陷。

第一，管理体制机制不顺。中国的海洋管理是陆地各种资源开发与管理部门职能向海洋的延伸，而行政管理部门基本上是自然资源种类和行业部门来设置，这种条块分割的管理体制将统一的海洋生态系统人为分解为不同领域由不同部门来监管，使得不同海洋自然资源或生态要素及其功能被分而治之，不能根据海洋生态系统的整体性进行综合管理。与此相对应的是，海洋资源利用与环境管理实行单项和部门管理，各部门如海洋、交通、农业、石油、旅游等职责平行，缺乏综合协调和联合执法的机制和手段，各部门之间的协调成为海洋管理的顽疾，致使跨行政区域、跨行政部门的海洋生态环境保护问题难以解决（见专栏3-7）。

第二，法律法规体系不完善。海洋环境管理是一项系统工程，这项工程涉及海洋、环保、水利、建设、林业、渔业、交通等部门，又涉及沿海区域间的协调问题。目前，现行的有关法律法规都是针对单项海洋资源的开发利用、保护和管理而制定的。一方面，这些单项法规过分强调所管理的某种海洋资源及其开发利用的重要性和特殊性，而对其他产业部门及其他海洋资源开发利用的利益和需要考虑不足，造成中国海洋管理的法律法规虽然多，但行业性突出，缺乏统筹，法出多门、政出多门，缺少统一的



国家海洋政策；另一方面，许多法律制度在内容结构上，均注重了普遍的、共性的、一般的环境保护问题，缺乏针对不同区域的具体环境问题解决方

### 专栏 3-7 海洋管理部门职能的重叠与冲突

由于部门立法导致的部门之间权利和职责不清晰，我国环境管理、海洋与海岸带管理的权利分散在中央各个部门（如海洋、环保、农业、林业、国土资源、建设、财政、海军等部门）和临海的地方政府，没有更高一级的权力部门来协调这些中央职能部门和地方政府的活动。各职能部门之间的职权分配由不同的法律来规定，其间存在很多的职权交叉、重叠和矛盾。这导致各职能部门在环境管理方面存在很多冲突，如前述的水利部门与环保部门、海洋部门与环保部门、海洋部门与交通部门、海洋部门与渔业部门等。这极大地增加了行政部门之间的协调成本，影响环境管理的效果。

如《中华人民共和国环境保护法》规定国家环保总局（现为环保部）为国家环境保护行政主管部门，而《中华人民共和国海洋环境保护法》又规定国家海洋局是国家海洋环境主管部门，两部法律之间规定的不清晰导致环保部和海洋局之间的协调一直存在困难；《中华人民共和国水法》规定水利部是国家水资源的主管部门，而《水污染防治法》规定环保部是水环境治理的主管部门。水利部门认为水资源应该包括水质和水量，因而对水环境的治理也实施管理，环保部门则认为水质管理是自己的权力和职责；水法也没有能够清楚地界定各级地方政府和流域管理部门的权力和职责，导致水资源和水环境的管理中存在着权力的真空等。类似的法律模糊、交叉和重叠还有很多。

此外，尽管我国加入了《国际油污损害民事责任公约》（1992年），但是由于缺少相应的关于溢油污染生态损害的评估准则、赔偿标准、求偿主体和客体等方面的规则，很多的溢油污染造成的环境与生态损害不能得到补偿。特别是我国运油量2000t以下的油轮没有加入公约，国内也没有相关的法律和法规。而这些小规模油轮的溢油事件经常发生，对海洋生态系统造成了严重损害（专栏3-11）。农业非点源污染控制政策的缺失也是我国海洋环境不断恶化的原因之一（专栏3-8）。

同时，我国很多海洋环境保护的法律常常关注一般的原则而缺少必要的法律实施机制和程序，如监督、监测、报告、评估以及相应的惩罚措施等，使得环境法律和法规实施的效果不好。



### 专栏 3-8 农业非点源污染控制政策的缺失

无论是全国污染源普查<sup>①</sup>的数据，还是各个地方的具体研究成果都显示农业/农村面源污染已经成为中国的主要环境问题之一。尽管 2008 年 6 月 1 日起施行的《中华人民共和国水污染防治法》首次将农业面源污染列为水污染防治对象<sup>②</sup>，但是还没有农业面源污染控制的具体法规、标准以及农业面源污染的监测技术。从我国目前已经和正在实施的流域综合管理项目看，也主要关注点源污染而忽视了面源污染。如截至 2005 年，历时 15 年总投资约 100 亿元人民币的太湖一期综合治理结束。这些资金主要用于引排防洪工程的修建，而非农业污染的治理。而 2007—2020 年的太湖二期综合治理方案计划投资达 1 114.98 亿元，只有 8.86% 用于农业面源污染的治理<sup>③</sup>；即将实施的渤海环境保护总体规划近期（2008—2012 年）拟投资 456.2 亿元，只有 41.7 亿元用于农业面源污染治理，远期（2013—2020 年）投资 810.5 亿元，也只有不到 25% 的资金用于农业面源污染治理<sup>④</sup>。

第三，缺乏同时包括流域和海洋的战略规划。我国目前在国家、地方和流域的尺度已经制定了很多的污染预防与控制规划，如前文所述的淮河流域水污染控制规划、渤海蓝天碧海计划等。这些规划和计划主要以水环境管理 5 年计划的形式出现。但是由于技术、经济及政策的原因，如水环境管理项目没有与资源管理规划和土地利用计划相衔接，没有融入国家和地方的国民经济和社会发展规划，导致这些规划基本上没有达到预期的水环境目标。如淮河流域、渤海、太湖流域、滇池流域等都经过 10 年以上的综合整治投入了大量的资金而水质仍然未得到改善。

在制定和实施许多流域综合管理项目的同时，国家和省级层面也实施了许多海洋与海岸带综合管理项目。其中一个很重要的问题是没有将流域以及与流域相连的海域进行综合考虑。海洋管理与流域管理、海域管理与土地管理、地方行政管理不能很好地衔接，海洋与流域环境分而治之，资源与环境管理不能有效地统一综合，即缺少综合的流域-海洋管理战略规划。

同时，我国的海洋环境管理与经济之间还缺少必要的协调机制。例如沿海区域都制定了各自的经济发展规划，发展重化工布局趋势明显。从单个项目环境影响评价结果看，每个项目都是可行合理，但是没有考虑所有布局项目对海洋的累积和综合影响。海洋环境保护与沿海区域发展综合决策缺乏实质性融合。

① 全国污染源普查全国污染源普查的时间是 2006 年 10 月到 2009 年 6 月（环保部网站）。

② 《中华人民共和国水污染防治法》第一章总则第三条中指出要防治农业面源污染，第四章水污染防治措施第四节农业和农村水污染防治第四十八条指出“县级以上地方人民政府农业主管部门和其他有关部门，应当采取措施，指导农业生产者科学、合理地施用化肥和农药，控制化肥和农药的过量使用，防止造成水污染”。

③ <http://www.jssj.gov.cn/UploadFile/File/20090608103654570.doc> 太湖流域水环境综合治理总体方案。

④ [www.pc.dl.gov.cn/qiye/ShuiWuFile%5C.渤海环境保护总体规划.pdf](http://www.pc.dl.gov.cn/qiye/ShuiWuFile%5C.渤海环境保护总体规划.pdf)。

第四, 缺乏信息共享机制。一方面是我国目前的环境的监督管理工作并不能完全满足环境保护的需求, 监管水平仍有待提高, 监管力度也有待加强。另一方面, 在流域和近海地区有多个监管部门在监测海域环境质量, 包括环保、海洋、水利、渔业、建设等部门。各个部门监测标准不一, 得出的数据也不一样, 甚至互相矛盾, 各个部门的数据不能共享, 矛盾的数据对正确管理决策的制定提出了挑战。监控机构的重叠和部门的分割导致了资源浪费和决策的正确制定。

### 3.3 中国海洋可持续发展的重大生态环境问题

中国海洋生态系统具有明显的地区性和封闭性特征, 海洋生物特有种和地方种类较多, 高度依赖于沿岸原始生境条件, 生态系统和生物多样性脆弱性明显。过去 30 年, 中国沿海区域经济和海洋经济基本上沿袭了以规模扩张为主的外延式增长模式, 使得近海海洋生态系统受到严重威胁。尽管中国政府开始高度重视海洋环境与生态的保护工作, 采取多种措施积极防治, 也取得了一定的成效。但与陆地生态环境保护相比, 海洋环境与生态保护工作还比较薄弱。从 20 世纪 70 年代末开始, 中国近海海洋环境质量开始恶化, 生态系统受损, 生态承载力持续下降, 严重威胁到中国海洋的可持续发展。与此同时, 随着国家新一轮沿海地区发展战略的实施, 海洋可持续发展面临新的形势和挑战。

#### 3.3.1 中国近海生态环境现状

与 20 世纪 80 年代初相比, 中国海洋生态与环境问题在类型、规模、结构、性质等方面都发生了深刻的变化, 环境、生态、灾害和资源四大生态环境问题共存, 并且相互叠加、相互影响, 呈现出异于发达国家传统的海洋生态环境问题特征, 表现出明显的系统性、区域性和复合性。

##### (1) 近海环境污染严重

近年来, 中国近岸海域总体污染程度依然较高, 近海海域污染面积居高不下, 2009 年不清洁海域面积约为 14.7 万  $\text{km}^2$ , 超过近岸海域面积的 50%<sup>①②</sup> (专栏 3-9)。污染严重的海域集中在大型入海河口和海湾, 包括辽东湾、渤海湾、莱州湾、胶州湾、象山港、长江口、杭州湾、珠江口等海域 (图 3-2)。这些区域大多为我国沿海经济发达地区, 先污染后治理的发展之路使得这些地区背上了沉重的环境债务。

根据国家海洋局海洋环境质量公报, 海水中目前的主要污染物是无机氮、活性磷酸盐和石油类, 局部海域受到重金属污染; 全海域沉积物质量状况总体良好, 近岸局部海域沉积物受到镉、铜、滴滴涕和石油类污染; 海洋生物质量堪忧, 2009 年, 部分

① 近岸海域指水深小于 10 m 的海域。

② 资料来源: 国家海洋局. 中国海洋环境质量公报 (2001—2009)。

监测站位贝类体内的铅、砷、镉、石油烃和滴滴涕残留水平超第一类海洋生物质量标准，部分贝类体内污染物残留水平依然较高（专栏 3-9）。



图 3-2 2009 年近岸海域环境质量图

地图来源：国家海洋局. 2009 中国海洋环境质量公报. 2010 年 3 月.

专栏 3-9 中国海洋环境质量

海洋环境质量可以从海水水质、沉积物质量和海洋生物体内污染物质含量来进行评价。

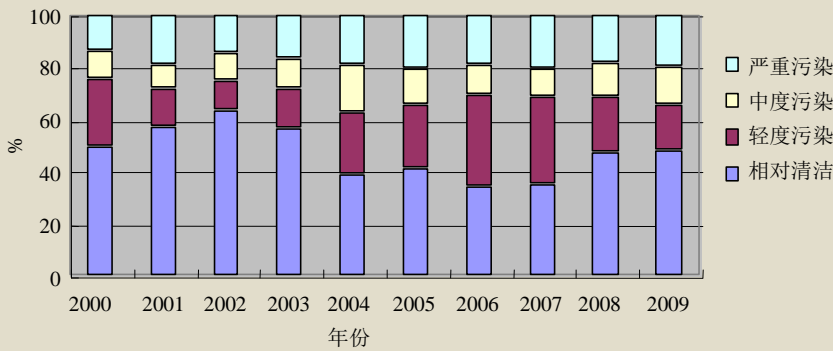


图 3-3 不同污染程度海域面积比重

### 海水质量

根据国家海洋局公布的 2000—2009 年历年《海洋环境质量公报》，近年来严重污染海域面积占所评价全海域面积比基本维持在 20% 上下，污染海域面积所占比重超过 50%，海洋环境质量状况不容乐观。

### 沉积物环境质量

根据国家海洋局海洋环境质量公报，2009 全海域沉积物质量状况总体良好。近岸局部海域沉积物受到镉、铜、滴滴涕和石油类污染，上述污染物含量超第一类海洋沉积物质量标准的站位比例分别为 10.6%、7.9%、7.6% 和 7.5%。多年监测与评价结果表明，辽东湾、莱州湾、青岛近岸、苏北近岸和广西近岸海域沉积物中石油类含量呈显著上升趋势；渤海湾和长江口沉积物中镉含量呈显著下降趋势。

### 海洋生物质量

根据国家海洋局海洋环境质量公报，2009 年，部分监测站位贝类体内的铅、砷、镉、石油烃和滴滴涕残留水平超第一类海洋生物质量标准，超标率分别为 48.3%、40.3%、39.8%、32.8%、28.7%，其中个别站位贝类体内石油烃和滴滴涕残留水平超第三类海洋生物质量标准。

多年监测与评价结果表明，我国近岸海域贝类体内六六六残留水平无明显变化趋势；部分近岸海域贝类体内铅、滴滴涕、多氯联苯和镉残留水平呈下降趋势，粤东近岸海域贝类体内滴滴涕和多氯联苯残留水平连续 3 年呈下降趋势；黄海北部近岸海域贝类体内砷和滴滴涕、渤海湾海域贝类体内砷、烟台至威海近岸海域贝类体内总汞残留水平均呈上升趋势。

## (2) 海洋生态系统健康受损

污染、大规模围海造地、外来物种入侵，导致滨海湿地大量丧失和生物多样性降低，我国近岸海洋生态系统严重退化。2009 年监测结果表明：中国受监控近岸海洋生态系统处于健康、亚健康和不健康的分别占 24%、52% 和 24%。据初步估算，与 20 世纪 50 年代相比，中国累计丧失滨海湿地 57%，红树林面积丧失 73%，珊瑚礁面积减少了 80%，2/3 以上海岸遭受侵蚀，沙质海岸侵蚀岸线已逾 2 500 km。外来物种入侵已产生危害，中国海洋生物多样性和珍稀濒危物种日趋减少<sup>①</sup>。

## (3) 海洋生态环境灾害频发

中国管辖海域的生态环境灾害主要包括赤潮、海岸侵蚀、海水入侵和溢油等。

与 20 世纪 90 年代相比，21 世纪以来，无论是发生频次，还是涉及海域面积，赤潮灾害都骤增。2001—2009 年，每年平均发生赤潮 79 次，赤潮面积达到 16 300 km<sup>2</sup>。赤潮发生次数和累计面积均为 20 世纪 90 年代的 3.4 倍<sup>②</sup>（图 3-4、图 3-5）。从多年的

① 资料来源：国家海洋局. 中国海洋环境质量公报（2001—2009）。

② 资料来源：同上。

趋势上看，赤潮发生有从局部海域向全部近岸海域扩展的趋势。绿潮/浒苔 2008 年和 2009 年连续两年发生，累计直接经济损失近 20 亿元。2008 年黄海的绿潮曾对奥运会帆船比赛产生严重干扰，引起全球关注（见专栏 3-10）。

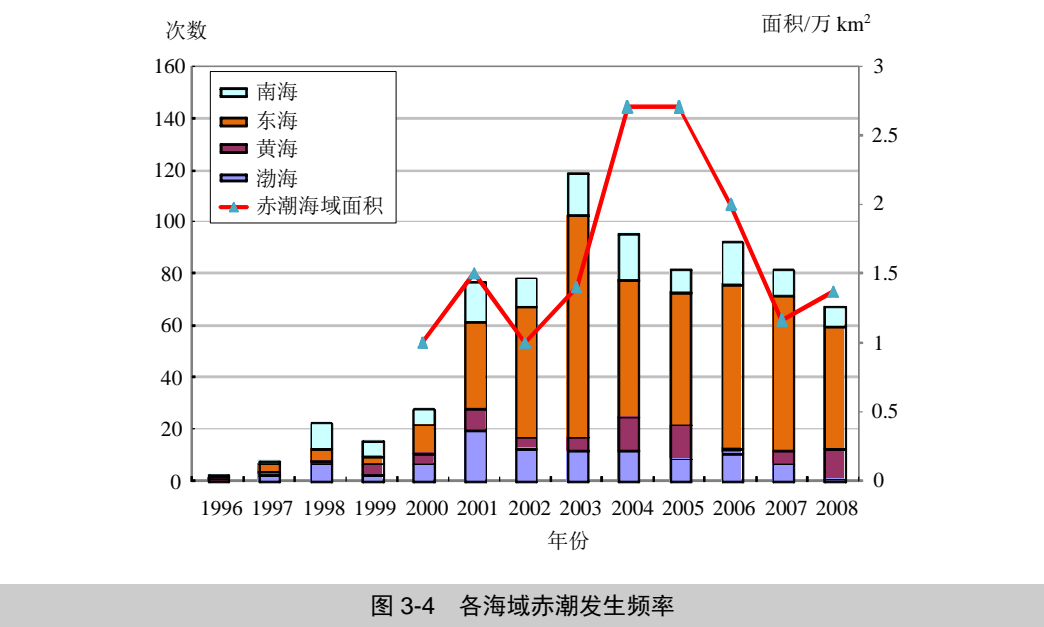


图 3-4 各海域赤潮发生频率

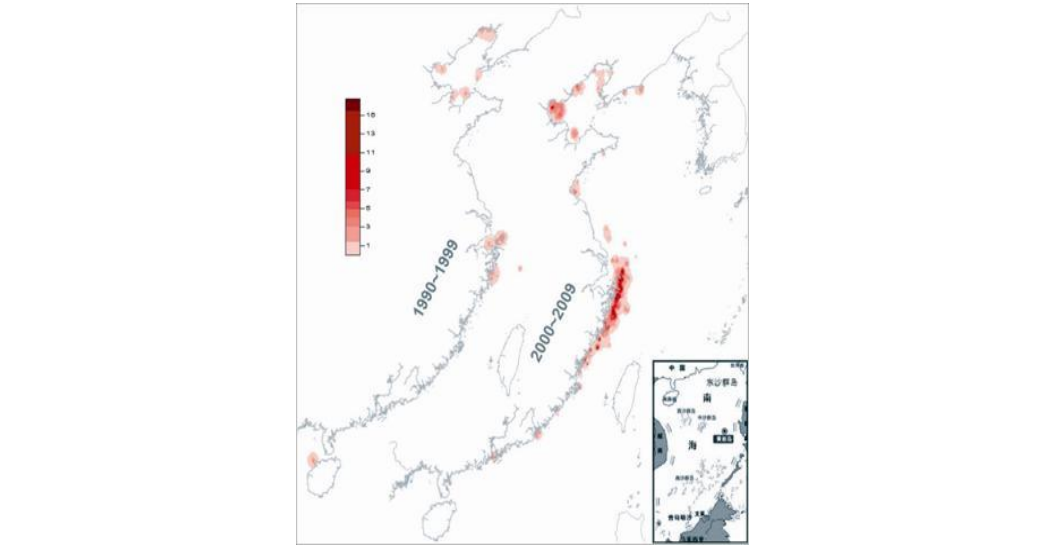


图 3-5 各海域赤潮发生面积

地图来源：国家海洋局. 2009 中国海洋环境质量公报. 2010 年 3 月.



## 专栏 3-10 海洋生态灾害

自 20 世纪 90 年代末以来,中国近海的赤潮、绿潮、水母旺发等灾害性生态异常和缺氧区现象频频出现(缺氧区见专栏 3-17),为我国近海的生态安全敲响了警钟。

90 年代后期,赤潮发生频率明显上升,规模也在不断扩大,一次赤潮的影响面积可达数千甚至上万平方公里。特别是在东海长江口及其邻近海域,大规模甲藻赤潮频繁爆发。米氏凯伦藻、链状亚历山大藻、棕囊藻等有毒有害赤潮屡见不鲜,赤潮优势种呈现出从硅藻向有毒有害甲藻演变的趋势。赤潮的频繁发生给沿海地区造成了严重的经济损失。

从 2007 年开始,黄海海域连续出现浒苔形成的大规模绿潮,影响海域面积可达数万平方公里,大量浒苔在山东、江苏沿岸堆积,直接威胁到海水养殖业和滨海旅游业。2008 年,因浒苔绿潮造成的直接经济损失达 13 亿元。在海南、广西沿海海域也出现形成了由浒苔、刚毛藻、孔石莼或水云等形成的有害藻华。

2000 年以来,中国近海无经济价值的大型水母数量开始呈现明显的上升趋势。这些水母能捕食大量浮游动物,将直接导致鱼类饵料缺失,因此,水母旺发有可能对渔业资源产生不利影响。

随着我国从石油出口国转为石油进口国,石油进口数量不断上升。目前,中国海上石油运量仅次于美国和日本,居世界第三位,中国港口石油吞吐量正以每年 1 000 余万 t 的速度增长。随着运输量和船舶密度的增加,我国发生灾难性船舶事故的风险逐渐增大,中国海域可能是未来船舶溢油事故的多发区和重灾区(见专栏 3-11)。同时海上油气开采规模的扩大也增加了溢油生态灾害的风险,2010 年发生的大连输油管道爆炸导致大量石油流入海洋,造成了巨大的生态灾害<sup>①</sup>。

#### (4) 近海海洋渔业资源严重衰退

中国近海渔业资源在 20 世纪 60 年代末进入全面开发利用期,之后海洋捕捞机动渔船的数量持续大量增加,由 60 年代末的 1 万余艘迅速增加至 90 年代中期的 20 余万艘(全国水产统计资料,1949—1985;中国渔业年鉴,1998)。随着捕捞船只数和马力数不断增大,加之渔具现代化,对近海渔业资源进行过度捕捞,导致资源衰退。捕捞对象也由 60 年代大型底层和近底层种类转变为目前以鲢鱼、黄鲫、鲈鲶类等小型中上层鱼类为主。传统渔业对象如大黄鱼绝迹,带鱼、小黄鱼等渔获量主要以幼鱼和 1 龄鱼为主,占渔获总量的 60%,经济价值大幅度降低<sup>②③</sup>。渔业资源已进入严重衰退期(见

① 资料来源: [http://www.cnr.cn/china/newszh/yaowen/201007/t20100719\\_506752529.html](http://www.cnr.cn/china/newszh/yaowen/201007/t20100719_506752529.html)。

② Tang, 1993. The effect of long-term physical and biological perturbations of the Yellow Sea ecosystem. In 《Large Marine Ecosystem: Stress Mitigation, and sustainability》, 79-93. Ed. by K. Sherman, L. M. Alexander and B. O. Gold. AAAS Press, Washington, DC. USA.

③ 金显仕, 赵宪勇, 孟田湘, 等. 黄渤海生物资源与栖息环境. 北京: 科学出版社, 2005.

专栏 3-12)。

专栏 3-11 中国海洋溢油污染风险加重

中国自 1993 年我国从石油出口国转为石油进口国以来，石油进口数量不断上升。据海关总署的统计数据，2008 年我国石油（包括原油、成品油、液化石油气和其他石油产品）净进口量达 20 067 万 t，比 2007 年同比增长 9.5%。这些石油 90% 以上通过船舶运输。目前，中国海上石油运量仅次于美国和日本，居世界第三位，中国港口石油吞吐量正以每年 1 000 余万 t 的速度增长，船舶运输密度增加。中国海事局最新公布的一组数据显示，目前，中国拥有远洋运输船舶逾百万艘，列世界第 9 位。2006 年沿海石油运输量达 4.31 亿 t，航行于沿海水域的船舶达到 464 万艘次，其中各类油轮为 162 949 艘次，平均每天 446 艘次<sup>①</sup>。

随着运输量和船舶密度的增加，我国发生灾难性船舶事故的风险逐渐增大，中国海域可能是未来船舶溢油事故的多发区和重灾区。据交通部海事局统计，1973—2006 年我国沿海共发生大小船舶溢油事故 2 635 起，其中 50 t 以上的重大船舶溢油事故共 69 起（平均每年发生 2 起），总溢油量 37 077 t。其中，渤海湾、长江口、台湾海峡和珠江口水域被公认为是中国沿海四个船舶重大溢油污染事故高风险水域<sup>②</sup>。随着我国石油进口量的不断增加，船舶特大溢油事故的风险增大。2010 年在墨西哥湾和大连发生的溢油事故给我们敲响了警钟。

另外，随着海上油气开发和船舶数量的迅速增加，海上油气平台及输油管线的跑冒滴漏、船舶的各种泄漏、压舱水排放等造成的小范围石油污染事故更是频繁发生，并且呈逐年递增的趋势。这种小型甚至是微型事故对海洋环境的负面影响虽然不明显，但事故数量众多，其潜在的累积性生态损害也是不容忽视的。例如，2008 年，渤海共发现至少 12 起小型油污染事件，事故发生次数较 2007 年有所上升。油污样品经鉴定已确定其中 6 起为船舶用重质燃料油。

专栏 3-12 中国的水产养殖现状

从 1990 年开始，中国的水产养殖产量一直居世界首位，也是世界上唯一一个养殖产量高于捕捞产量的国家。2009 年，中国的水产养殖总产量为 5 116 万 t，其中鱼类、甲壳类、贝类、藻类和棘皮动物等其他种类的产量分别为 77 万、100 万、1 050 万、150 万和 30 万 t。桑沟湾是中国的一个典型养殖海区，总面积 14 320 hm<sup>2</sup>。桑沟

① <http://news.sohu.com/20071113/n253213761.shtml>.  
② 马书平，李建敏，林红梅. 我国在渤海进行海陆空立体海上溢油应急演练. <http://finance.qq.com/a/20070706/000458.htm>.

湾海带养殖始于 1957 年，随后养殖规模逐渐扩大，养殖品种逐渐增多。目前，在桑沟湾开展的是技术先进的多营养层次的综合水产养殖（Integrated Multi-Trophic Aquaculture, IMTA），其养殖的品种包括海带、裙带菜、栉孔扇贝、牡蛎、鲍鱼和鱼类等，年养殖总产量为 19.3 万 t。

海藻能通过光合作用把可溶性无机碳转化为有机碳。滤食性贝类通过摄食能吸收颗粒有机碳，并且经钙化作用把大量的碳以  $\text{CaCO}_3$  的形式储藏在贝壳中。经过养殖产品的收获，有大量的碳被移出水体。研究表明，中国沿海的贝藻养殖能利用 300 多万 t 碳；经收获，其中 120 万 t 的碳被移出水体。这一结果表明，藻类和贝类养殖能增加浅海吸收大气  $\text{CO}_2$  的能力。

3.3.2 重大海洋生态环境问题

（1）陆源入海污染严重，海洋生态环境持续恶化

陆地上的人类活动产生的污染物质通过直接排放、河流携带和大气沉降等方式输送到海洋，已严重影响着海洋生态环境质量，成为中国海洋环境恶化的关键因素<sup>①</sup>（见专栏 3-13）。

专栏 3-13 中国陆源污染

河流排污。根据 2002—2009 年国家海洋局发布的《中国海洋环境质量公报》全国主要河流入海污染物数据，监测的主要河流（长江、珠江、黄河、闽江、钱塘江等河流）入海污染物总量总体呈波动式上升趋势，2007 年比 2002 年增加 121.3%，2009 年全国主要河流的入海污染物总量为 1 367 万 t，其中化学需氧量（ $\text{COD}_{\text{Cr}}$ ）1 311 万 t（约占总量的 95.9%）、营养盐 47 万 t（约占 3.4%）、油类 5.46 万 t、重金属 3.39 万 t、砷 0.39 万 t。

入海排污口污染物排放。根据国家海洋局《海洋环境质量公报》，从 2005 年至 2008 年，监测的全国入海排污口排放的污染物（化学需氧量、悬浮物、氨氮、磷酸盐、 $\text{BOD}_5$ 、油类、重金属等）年排放总量从 1 463 万 t 降至 836 万 t，呈显著下降趋势（表 3-2）。其中化学需氧量和悬浮物两者之和占入海排污口排放总量的 90% 以上，是全国入海排污口排放的主要污染物，其次为营养盐类（氨氮、磷酸盐）。除悬浮物外，其他污染物总体上呈现下降趋势。

① 资料来源：国家海洋局. 中国海洋环境质量公报（2001—2009）.

表 3-2 全国入海排污口污染物排放总量 单位：万 t

年份	COD <sub>Cr</sub>	悬浮物	氨氮	磷酸盐	BOD <sub>5</sub>	油类	重金属	其他	总量
2005	954.0	427.0	50.0	3.0	8.0	12.0	2.0	7.1	1 463.0
2006	638.0	598.0	18.0	4.0	17.0	10.0	4.6	8.4	1 298.0
2007	539.0	652.0	16.0	1.7	9.0	0.3	0.6	0.6	1 219.0
2008	410.0	400.0	17.0	1.7	5.0	0.9	0.2	1.2	836.0

资料来源：海洋环境质量公报，中国国家海洋局，2005—2008.

大气沉降。大气沉降是营养物质和重金属向海洋输送的重要途径之一。2009 年，国家海洋局在大连海域、青岛海域、长江口海域和珠江口海域四个重点海域开展大气污染物沉降入海量监测。评价结果表明，2002—2009 年，长江口海域大气中铜、铅和总悬浮颗粒物的沉降通量、珠江口海域大气中铜的沉降通量均呈上升趋势，其他海域大气中重金属沉降通量无明显变化或呈下降趋势（国家海洋局，2010）。

近 10 年来，我国科研人员也逐渐开始对海洋大气中污染物质的沉降进行了一些研究。在黄海的研究发现，大气沉降是大陆溶解无机氮输入到黄海西部地区的主要途径，每年通过大气沉降入海的溶解无机氮的量为  $1.4\times10^{10}$  摩尔；如果只考虑大气湿沉降和河流输入，其中 58% 的溶解无机氮是通过大气湿沉降输入的（Zhang et al., 1999）。并且在整个黄海海域， $\text{NH}_4^+$  的大气输入量超过了河流的输入量，而  $\text{NO}_3^-$  的大气输入则明显小于河流的输入量（Chung et al., 1998）。

近年来，随着点源污染治理取得成效，通过河流输入到海洋的陆源污染中，农业非点源污染所占的比重越来越大。全国第一次污染源普查结果表明，全国农业污染源 2007 年排放的化学需氧量达 1 324 万 t，是工业源排放量的 2.3 倍（在重点流域，农业源更高达工业源的 5 倍）。来源于农业、农村的污染物通过径流输送，更影响到下游沿海地区水质和海洋环境。因此，农业污染源已经成为我国陆地和海洋水污染控制的突出问题，流域农村环境问题的治理已经刻不容缓（见专栏 3-14）。

专栏 3-14 农业面源污染

我国 2010 年发布的《第一次全国污染源普查公报》，是近年来涉及农业污染源的最权威统计数据。在该公报中，农业源统计了种植业、畜牧业和水产养殖业的主要水污染物排放（流失）量，不包括典型地区农村生活源，以及由于水土流失排放的污染物。在所统计对象中，种植业、水产养殖业基本为非点源排放，畜牧业除一部分规模化养殖外，其他大部分为农户散养型，也是非点源。因此，该公报中的农业污染源情况基本可以反映我国农业非点源污染的情况。

工业源、农业源和生活源的化学需氧量、氨氮、总氮、总磷、石油类、挥发酚和

重金属排放量汇总见表 3-3。从表 3-3 可见, 全国总氮排放量主要来自农业源和生活源。农业源和生活源污染已经成为我国水污染控制的突出问题, 应引起各方高度重视。

表 3-3 2007 年全国主要水污染物排放量

单位: 万 t

		化学需氧量	氨氮	总氮	总磷	石油类	挥发酚	重金属
工业源	全国情况	564.36	20.76	—	—	5.54	0.70	0.09
	重点流域	145.28	2.96	—	—	1.85	1 938.63£	0.01
农业源	全国情况	1 324.09	—	270.46	28.47	—	—	7 314.67\$
	重点流域	718.65	—	118.94	13.26	—	—	3 378.75\$
生活源	全国情况	1 108.05	148.93	202.43	13.80	72.62¥	—	—
	重点流域	328.07	47.00	65.92	3.77	65.92¥	—	—

(1) 资料来源: 第一次全国污染源普查公报, 2010; 重点流域包括海河、淮河、辽河、太湖、巢湖、滇池; 工业源为排放后经处理设施削减后实际排入环境水体的排放量; 农业源不包括典型地区农村生活源;

(2) £: 单位为吨; \$: 为畜牧业和水产养殖业铜、锌的总和, 单位为吨; ¥: 含动植物油。

全国入海排污口排放的污染物总量从 2005 年的 1 463 万 t 降至 2008 年的 836 万 t, 呈显著下降趋势, 但超过污水综合排放标准的问题仍然严重<sup>①</sup>, 渤海、黄海、东海、南海四大海区入海排污口的超标率多年居高不下, 历年均在 75% 以上, 最高者达 92% (2008, 东海); 从不同海区分布看, 渤海入海排污口排放的污染物总量呈现明显上升趋势, 海洋环境保护的压力增大。

大气沉降是营养物质和重金属向海洋输送的重要途径之一。在人类活动影响较大的近岸海区, 大量的营养盐 (特别是氮) 随大气输入海洋, 会对浮游植物生长和组成产生重要影响, 甚至会引发赤潮。有研究表明, 大气沉降是陆地溶解无机氮输入到黄海西部地区的主要途径<sup>②</sup>, 黄海水域由大气沉降输入海洋的铵氮 ( $\text{NH}_4^+\text{-N}$ ) 甚至超过了河流的输入量<sup>③</sup>。目前, 我国的气溶胶和降水的常规性监测主要集中于部分城市 and 地区, 对海洋大气沉降还处于研究阶段, 缺乏长时间大范围的常规性监测。因此, 我国对大气污染物沉降入海的相关研究和监测工作仍需要深入和持续地开展 (见专栏 3-13)。

陆源及其他来源污染物进入海洋环境, 直接导致海洋水体、沉积物和生物质量下降。海域水质状况与入海污染物总量呈现同步变化趋势。陆源营养盐对我国近岸海域

① 资料来源: 国家海洋局. 中国海洋环境质量公报 (2001—2009)。

② Zhang J, Chen SZ, Yu ZG, Wang CS, Wu QM. Factors influencing changes in rain water composition from urban versus remote regions of Yellow Sea. Journal of geophysical research, 1999, 104, 1631-1644.

③ Chung CS, Hong GH, Kim SH. Shore based observation on wet deposition of inorganic nutrients in the Korean Yellow Sea Coast. The Yellow Sea, 1998, 4: 30-39.



的贡献占 70% 以上<sup>①</sup>，是导致我国近岸赤潮、绿潮灾害频发的主要原因之一；海洋污染对海洋渔业、滨海旅游和人群健康等方面造成巨大经济损失，以海洋渔业为例，历年因污染造成的损失平均达其总产值的 2.3%，2007 年损失达到 35 亿元<sup>②</sup>；海洋污染还造成重要生境退化、生物多样性减少和生态系统提供的功能丧失等更多难以量化的经济损失。

到 2020 年，中国国内生产总值将比 2000 年翻两番，相对于 2003 年，预计工业和生活的废水和水污染物的产生量是 2 倍以上，畜禽养殖业的污染物产生量接近 3 倍。沿海地区废水及水污染物源增长将大大高于全国平均增幅水平（2~3 倍），将给近岸海域环境带来巨大的压力<sup>③</sup>。

### （2）近海富营养化加剧，引发严重海洋生态灾害

我们所关注的近海富营养化主要是指“在人类活动影响下，大量营养盐输入近海，改变海水中的营养盐浓度和组成，导致近海生态系统正常的结构和功能发生变化，使近海生态系统服务功能和价值受到损害的过程”。随着海岸带人口的聚集和人类生产生活方式的转变，营养盐入海通量正在逐渐增加。大量营养盐输入近海导致的营养盐污染已经成为一个全球性的海洋环境问题。根据美国和欧盟最近进行的近海富营养化评价结果，欧洲和美国分别有 78% 和 65% 的评价海域存在不同程度的富营养化问题（专栏 3-15）<sup>④⑤</sup>。

我国近海面临着日趋严峻的富营养化问题，突出表现在如下几个方面：（1）营养盐污染海域面积广。自 2000 年以来，我国近海未达到清洁海域水质标准的面积均超过 13 万 km<sup>2</sup>，约占我国近岸海域（水深 10 m 以浅）面积的一半。无机氮和活性磷酸盐是导致我国近海水质超标的主要原因。（2）河口和海湾区域营养盐污染问题严重。渤海的辽东湾、渤海湾和莱州湾、长江口、杭州湾、珠江口都是营养盐污染问题突出的海域。（3）近岸海域氮污染问题突出。大多数沿海省份近岸海域海水中的溶解无机氮（DIN）平均浓度均超过国家一类海水水质标准，上海和浙江近岸海域 DIN 平均浓度连年超过Ⅳ类海水水质标准<sup>⑥</sup>。

① Nengwang Chen, Huasheng Hong, Luoping Zhang, Wenzhi Cao. Nitrogen sources and exports in an agricultural watershed in Southeast China. *Biogeochemistry*, 2008 (87): 169-179.

② 农业部，国家环境保护总局. 中国渔业生态环境状况公报. 2000—2008.

③ 曹东等. 经济与环境：中国 2020. 北京：中国环境科学出版社，2005.

④ OSPAR Commission. 2003. OSPAR integrated report 2003 on the eutrophication status. London, U.K.: OSPAR.

⑤ Bricker S., Longstaff B., Dennison W., Jones A., Boicourt K., Wicks C., Woerner J., 2007. Effects of nutrient enrichment in the nation's estuaries: A decade of change. NOAA Coastal Ocean Program Decision Analysis Series No. 26. Silver Spring, MD: National Centers for Coastal Ocean Science. Online at: <http://ccma.nos.noaa.gov/publications/eutroudate/>.

⑥ 资料来源：国家海洋局. 中国海洋环境质量公报（2001—2009）.

## 专栏 3-15 波罗的海富营养化

波罗的海是一个半封闭的海域，具有独特的生态系统。与波罗的海相连的流域包括 14 个欧洲国家。从 17 世纪 80 年代开始，由于过量的营养盐的排入，波罗的海从一个贫营养的水体变成了一个富营养的海域。波罗的海初级生产者过量的生物量聚集在海底，这些有机物质的分解消耗了水体的溶解氧，导致水体，特别是在那些水体交换受到限制的海域水体溶解氧的耗竭，如在盐跃层以下的深水区，或者受到温跃层影响的浅水区。2009 年出版的富营养化综合评估显示，尽管从 20 世纪 90 年代开始，注入波罗的海的营养盐负荷开始下降，但是评估的 189 个区域，除了 13 个区域外，其他区域的富营养化状况依然非常严重，属于不可接受状态。

签署于 2007 年的《赫尔辛基公约》波罗的海行动计划（HELCOM BSAP）致力于减少波罗的海的污染负荷，并在 2021 年以前遏制波罗的海的退化状况。波罗的海行动计划的目标是使波罗的海不受富营养化的影响。基于富营养化控制目标，利用综合考虑污染负荷、水动力、化学和生物参数的模型，“波罗的海行动计划”确定出每一个子流域最大允许的营养盐负荷量，并以此确定每个国家的氮和磷的削减目标；“波罗的海行动计划”还给出了一系列污染削减的措施，如建立污水处理厂、禁止含磷洗涤剂的使用、控制农业面源污染等。“波罗的海行动计划”研究得到的削减目标，连同波罗的海营养盐削减最优行动和措施框架已经被波罗的海国家和欧盟采纳。

我国近海的营养盐污染问题呈现出不断加剧的演变趋势，具体表现在：（1）营养盐污染海域范围不断扩展。DIN 超第三类海水水质标准的区域除长江口和珠江口邻近海域外，还包括了渤海湾、辽东湾、莱州湾、江苏沿岸和厦门近岸海域。（2）海水中营养盐浓度和组成发生显著变化。海水中 DIN 年平均浓度明显上升，氮磷比（N/P）和氮硅比（N/Si）不断升高<sup>①②③</sup>。其中，长江口及其邻近海域的营养盐变化趋势最为显著<sup>④⑤</sup>（见专栏 3-16）。

① Shan Z.X., Zheng Z.H., Xing H.Y., Liu X.J., Liu X.B., Liu Y.H., 2000. Study on eutrophication in Laizhou Bay of Bohai. Transactions of Oceanology and Limnology, 2: 41-46.

② Lin C., Ning X.R., Su J.L., 2005. Environmental changes and the responses of the ecosystems of the Yellow Sea during 1976-2000. Journal of Marine Systems. 55 (3-4): 223-234.

③ Zhang J., Su J. L., 2004. Nutrient dynamics of the Chinese seas: The Bohai Sea, Yellow Sea, East China Sea and South China Sea. In Robinson A. R. and Brink K. H. (eds), The Sea, 14: 637-671.

④ Wang B. D., 2006. Cultural eutrophication in the Changjiang (Yangtze River) plume: History and perspective. Estuarine Coastal and Shelf Science. 69 (3-4): 471-477.

⑤ Zhou M. J., Shen Z. L., Yu R. C., 2008. Responses of a coastal phytoplankton community to increased nutrient input from the Changjiang (Yangtze) River. Continental Shelf Research, 28 (12): 1483-1489.

专栏 3-16 长江口及其邻近海域的营养盐污染

长江是中国最大河流，长 6 300 km，流域面积 180 万 km<sup>2</sup>。每年约有 9 000 亿 m<sup>3</sup> 淡水进入大海，巨量的长江径流也将大量泥沙和营养盐携带入海，使得长江口邻近海域营养盐浓度和比例发生了巨大的变化，导致长江口及其邻近海域成为中国近岸面积最大的严重富营养化海域。

对长江口海域的长期调查和研究结果显示，在过去 40 年里，长江口海域硝酸盐和活性磷酸盐的浓度都有明显上升，硝酸盐浓度由 11 μmol/L 上升到 97 μmol/L，而活性磷酸盐浓度也由 0.4 μmol/L 上升到 0.95 μmol/L。长江口海水中的氮磷比也相应从 30~40 增加到近 150。

在长江口邻近海海域表层冲淡水中，海水中硝酸盐的浓度有明显增加，而磷酸盐浓度变化不大，硅酸盐浓度有明显降低，海水氮磷比升高的趋势更为明显。与 20 世纪 50 年代末相比，海水中溶解无机氮（DIN）浓度增加了近 1 倍，氮磷比也相应提高了近 1 倍。同时，营养盐污染海域的面积也在不断扩大。20 世纪 80 年代，在长江口及其邻近海域，海水硝酸盐浓度超过国家一类海水水质标准的海域面积为 0.59 万 km<sup>2</sup>。到 21 世纪初，硝酸盐浓度超过国家一类海水水质标准的海域面积达到了 1.3 万 km<sup>2</sup>。

有害藻华和水体缺氧是近海富营养化所导致的最重要的生态环境问题。研究表明，富营养化是全球范围内有害藻华发生频率日益增加的重要原因之一。同时，伴随着近海富营养化的不断加剧，也会有更多有毒有害藻类形成藻华。与近海富营养化密切相关的另一生态环境问题是水体缺氧。在全球 415 处经受不同程度富营养化影响的海域，有 163 处存在水体缺氧问题<sup>①</sup>。严重的缺氧会造成海洋生态系统和渔业资源的崩溃，导致“死亡区（Dead zone）”的出现（见专栏 3-17）。除有害藻华和水体缺氧问题之外，水母旺发、渔业资源衰退等生态环境问题也在一定程度上受到近海富营养化的影响。

营养盐污染使我国近海的生态系统呈现出退化迹象，有害藻华和水体缺氧等灾害性生态现象不断加剧。从 20 世纪 70 年代至今，我国近海的有害藻华发生频率不断提高，有害藻华发生次数以每十年约增加 3 倍的速率上升<sup>②</sup>。同时，由亚历山大藻、凯伦藻、裸甲藻、东海原甲藻等有毒、有害甲藻所形成的藻华不断出现。有害藻华的分布区域、规模和危害效应也在不断扩大<sup>③</sup>。1999 年，渤海海域发生影响面积达 6 000km<sup>2</sup>

① Selman M., Greenhalgh S., Diaz R., Sugg Z., 2008. Eutrophication and hypoxia in coastal areas: a global assessment of the state of knowledge. WRI Police Note, Water quality: eutrophication and hypoxia, No. 1.  
② Zhou M.J., Zhu M.Y., Zhang J., 2001, Status of harmful algal blooms and related research activities in China. Chinese Bulletin of Life Sciences, 13 (2) : 54-59.  
③ Wang B. D., 2006. Cultural eutrophication in the Changjiang (Yangtze River) plume: History and perspective. Estuarine Coastal and Shelf Science. 69 (3-4) : 471-477.

的大规模赤潮；自 2000 年至今，东海连年发生面积在 1 万 km<sup>2</sup> 的大规模赤潮（见专栏 3-18），2005 年浙江沿海的米氏凯伦藻赤潮导致大量网箱养殖鱼类的死亡，造成了数千万元的损失；2008 年，特大规模浒苔绿潮在黄海海域出现，影响海域面积近 3 万 km<sup>2</sup>，总生物量约数百万吨，直接经济损失达 13 亿元。同时，日渐增多的有毒赤潮所产生的藻毒素加剧了贝类等水产品的污染问题，对人类健康和养殖业的持续发展构成了潜在的威胁。近年来，长江口邻近海域底层水体缺氧问题也出现了加剧的迹象。20 世纪 90 年代后，夏季缺氧区出现的可能性提高到 90%，多次观测到大范围的缺氧区<sup>①②③</sup>。

### 专栏 3-17 海岸带水体缺氧

海岸带水体缺氧是指海岸带和河口水体的溶解氧浓度低于正常水平的一种状态。当来自于陆源，如农业面源、污水处理厂、大气等的营养盐，特别是氮和磷过量排放到水体，刺激水体微型植物快速增长而大量消耗水体的溶解氧时，海岸带水体缺氧就会发生。在水体混合能力比较差的水体，缺氧状况发生更为迅速。例如，由于当地的风和潮流状况导致水体有不同的盐度和温度层时，底层经常会出现缺氧。一个典型的例子是靠近上海的长江口每年 8 月形成的大型季节性缺氧区，此时河流淡水带来的大量营养盐和沉积物，以及东海上升流靠近海岸带陆架，共同形成长江口缺氧区。除了不断增加的营养盐，温暖的海洋水体、高频率和高强度的风暴似乎也对海洋溶解氧浓度有重大影响。

海洋和河口生物物种，特别是那些渔业和养殖物种受缺氧影响严重，即使是 2mg/L 的溶解氧浓度（阈值浓度），也对很多物种的健康和再生产造成影响，降低其繁殖水平，甚至导致其死亡。人类不需要的物种，如容易爆发的赤潮藻类等也与缺氧有关联，这些藻类受到营养盐的刺激时会爆发并耗竭水体溶解氧。水体缺氧的一些影响很迅速，如导致鱼类死亡、藻类爆发等，另外一些影响则比较慢，如减少增长率、减少产卵数量等。

通过建设污水处理厂、减少工业污染、减少畜禽养殖污染、降低农业作物面源污染等措施，可以降低营养盐污染程度，控制水体缺氧。英国泰晤士河和默西河以及黑海西北入海的多瑙河减轻海岸带缺氧的成功经验提供了很好的借鉴。这些地方削减污染、控制海岸带缺氧的结果是健康的生态系统、生物多样性增加、更好的渔业、更清洁的水和更吸引人的生活环境。

① 李道季，张经，黄大吉，吴莹，梁俊. 2002，长江口外氧的亏损. 中国科学（D 辑），32（8）：686-694.

② Wei, H., He, Y., Li, Q., Liu, Z., Wang, H., 2007. Summer hypoxia adjacent to the Changjiang Estuary. *Journal of Marine Systems*. 69, 292-303.

③ Wang B. D., 2009. Hydromorphological mechanisms leading to hypoxia off the Changjiang estuary. *Marine Environmental Research*, 67: 53-58.

专栏 3-18 长江口邻近海域大规模甲藻赤潮与富营养化的关系

自 21 世纪初开始，长江口邻近海域每年春季都爆发大规模甲藻赤潮，赤潮优势种包括东海原甲藻、米氏凯伦藻和亚历山大藻等有毒有害种类，直接威胁近海生态安全。在国家重大基础研究规划项目（973）“中国近海有害赤潮发生的生态学、海洋学机制及预测防治”的支持下，针对东海大规模甲藻赤潮的形成机制、危害机理和预测防治开展了深入的研究，初步揭示了大规模甲藻赤潮爆发与富营养化的关系。

研究发现，长江口及其邻近海域的富营养化是东海大规模甲藻赤潮形成的重要原因。长江口附近海域终年处于富营养化状态，丰富的营养盐输入为赤潮的大规模爆发提供了重要的物质基础。特别是长江径流携带入海的大量溶解无机氮（DIN），使得该海域海水中氮磷比、氮硅比逐渐升高，氮的“过剩”问题非常突出。大量“过剩”的氮能够被甲藻利用，从而导致大规模甲藻赤潮的出现。

在近海富营养化驱动下，我国近海生态系统正处于演变的关键时期。可以预见，在我国当前经济高速发展、城市化水平不断提高和能源消耗不断增长的模式下，近海富营养化问题在未来一段时间内仍会不断加剧，并仍将是一个突出的海洋环境问题。有害藻华和水体缺氧等灾害性生态问题将更加突出，这将对我国近海生态系统健康和资源可持续利用构成更为严重的威胁。

（3）大规模围填海失控，海洋生态服务功能受损

作为向海洋拓展生存和发展空间的重要手段，自新中国成立至今我国沿海已经历了四次围填海浪潮。特别是最近十年来以满足城建、港口、工业建设需要的新一轮填海造地高潮，从 1990—2008 年，我国围填海总面积从 8 241 km<sup>2</sup> 增至 13 380 km<sup>2</sup>，平均每年新增围填海面积 285 km<sup>2</sup> ①。据不完全统计，随着新一轮沿海开放战略的实施，到 2020 年我国沿海地区发展还有超过 5 780 km<sup>2</sup> 的围填海需求，必将给沿海生态环境带来更为严峻的影响。

目前我国的围填海呈现出如下特点：（1）围填海的利用方式从过去的围海晒盐、农业围垦、围海养殖转向了目前的港口、临港工业和城镇建设，围填海所发挥的经济效益在逐渐提高；（2）围填海规模持续扩大。1990—2008 年，平均每年新增围填海面积 285 km<sup>2</sup>，2009—2020 年的围填海需求甚至平均在每年 500 km<sup>2</sup> 以上，明显呈现出规模持续扩大、速度不断加快的特点；（3）围填海集中于沿海大中城市邻近的海湾和河口，对生态环境影响大；（4）项目规划与论证大多不够充分，审批周期短，项目实施快；（5）管理制度不完善，监管困难。2002 年《海域法》实施以前，围填海基本处于“无序、无度、无偿”的局面；2002 年 1 月《海域法》正式实施之后，围填海管理有所

① 付元宾，曹可，王飞，等. 围填海强度与潜力定量评价方法初探[J]. 海洋开发与管理，2010，27（1）：27-30.



加强,但是由于地方政府强大的填海需求以及管理制度的不完善,监管起来困难重重。

大规模填海造地对我国海洋生态环境造成了巨大损害(见专栏 3-19),主要表现在:

① 滨海湿地减少和湿地生态服务功能下降。滨海湿地具有涵养水源,净化环境,物质生产,提供多种生物栖息地,维持空气质量、稳定岸线等多种功能,以围填海为主的海岸带开发活动使我国滨海湿地面积锐减,生态服务价值大幅度降低;此外,海岸带系统尤其是滨海湿地系统在防潮削波、蓄洪排涝等方面起着至关重要的作用,是内陆地区良好的屏障,大规模的围填海工程可以改变原始岸滩地形地貌,破坏滨海湿地系统,湿地面积减少使湿地调节径流的功能大大下降,削弱了海岸带的防灾减灾能力,使海洋灾害破坏程度加剧。

② 海洋和滨海湿地碳储存功能减弱,影响全球气候变化。海洋和滨海湿地在全球碳循环中起着重大作用。填海造地侵占大面积近海海域,湿地围垦转化为农田、城市或工业等其他用途,都会导致碳储存的损失,使湿地失去碳汇功能,转而变为碳源。

③ 鸟类栖息地和觅食地消失,湿地鸟类受到严重影响。如自 1988 年以来,深圳围填海占用了大批红树林,甚至包括 1.47 km<sup>2</sup> 福田鸟类保护区红线范围内土地,使得鸟类由 87 种(1992)减至 47 种(1998),减少了 46%<sup>①</sup>。又如 1956—1998 年,上海崇明东滩经过了多次围垦,使滩涂面积不断缩小,湿地鸟类的生活空间大部分被围占,食源大量丧失。与 1990 年相比,2001 年东杓鹬,斑赤足鹬和蒙古沙鸨的数量明显减少。在 1986—1989 年冬季,小天鹅每年迁来越冬的数量在 3 000~3 500 只之间,2000/2001 年冬季只在东滩发现 51 只小天鹅<sup>②</sup>。

④ 造成底栖生物多样性降低。围填海工程海洋取土、吹填、掩埋等造成海域生存条件剧变,底栖生物数量减少,群落结构改变,生物多样性降低。如 1998 年开建的长江口深水航道治理造成 2002 年 5~6 月底栖生物种类比 1982—1983 年减少 87.6%,平均密度下降 65.9%,生物量下降了 76.5%。2002—2004 年在长江口新建的南北导堤投放了共 15 t 底栖生物进行修复实验,底栖生物的种类、总生物量和总栖息密度虽然得到提高,群落结构却已经发生改变,从以甲壳类为主演变为软体类为主,不复回到从前<sup>③</sup>。胶州湾由于围海造地工程的影响,河口附近潮间带生物种类从 20 世纪 60 年代的 154 种减少至 80 年代的 17 种,原有的 14 种优势种仅剩一种,而胶州湾东岸的贝类已几近灭绝<sup>④</sup>。

⑤ 海岸带景观多样性受到破坏。围填海后,人工景观取代自然景观,很多有价值的海岸景观资源和海岛资源在围填海过程中被破坏。目前,对辽宁省、山东莱州湾等

① 徐友根,李崧.城市建设对深圳福田红树林生态资源的破坏及保护对策[J].资源产业,2002(3):32-35.

② Ma ZJ, Jing K, Tang SM, Chen JK. Shorebirds in the Eastern Intertidal Areas of Chongming Island During the 2001 Northward Migration[J]. The Stilt, 2002(41):6-10.

③ 沈新强,陈亚瞿,罗民波,等.长江口底栖生物修复的初步研究[J].农业环境科学学报,2006(2):373-376.

④ 刘洪滨,孙丽.胶州湾围垦行为的博弈分析及保护对策研究[J].海洋开发与管理,2008,25(6):80-87.

地区的研究均观察到滨海湿地总面积萎缩、湿地斑块数量减少、湿地景观多样性和均匀度指数下降，景观破碎化指数增高，人类活动干扰特征强烈。海岸带景观多样性的破坏导致生态环境脆弱性加强<sup>①</sup>。

专栏 3-19 填海造地导致生态系统服务价值损失

联合国 2005 年的《千年生态系统评估报告》将生态系统服务功能定义为人类从生态系统中获得的效益。包括供给功能、调节功能、文化功能以及支持功能。美国生态学家 Constanza 等（1997）<sup>②</sup>最先开展了对全球生物圈生态系统服务价值的估算，全球每年生态系统的服务价值为 33.2 万亿美元，其中海洋生态系统为 20.9 万亿美元，占总价值的 63%。

我国对海洋及海岸带生态系统服务功能价值的评估刚刚起步。据估算，海洋生态系统效益价值为 2.17 万亿元/年（以 1994 年为基准），其中近海海岸带 1.22 万亿元/年，开阔洋面 0.95 万亿元/年<sup>③</sup>。围填海使我国滨海湿地面积锐减，侵占了大面积鱼类产卵场和索饵场，造成海洋和海岸带生态服务价值大幅度降低。例如，福建兴化湾规划于 2000—2020 年进行 170 km<sup>2</sup> 的滩涂围垦，将会使生态服务的年总价值由 2000 年的 44.5 亿元降至 2020 年的 34.8 亿元，损失幅度达到 21.77%<sup>④</sup>。根据《青岛港总体规划》，2006—2010 年，前湾规划填海面积为 6.41 km<sup>2</sup>，约占前湾总面积的 1/4。经初步计算，将造成海洋生态服务功能价值损失达 2 814.71 万元/a，单位生态系统服务功能价值损失为 439 万元。其中食品生产价值损失最大，占总价值损失的 54.5%，其次为废弃物处理价值损失，占 33.01%<sup>⑤</sup>。最近对厦门填海造地的初步估算表明，被填海域生态服务功能的损失约为 1 371 万元/（km<sup>2</sup>·a），导致泥沙淤积的损失约为 35 万元/（km<sup>2</sup>·a），引起环境容量的损失约为 5 万元/（km<sup>2</sup>·a）<sup>⑥</sup>。以此估算，我国围填海所造成的海洋和海岸带生态服务功能损失达到每年 1 888 亿元，约相当于 2009 年国家海洋生产总值的 6%。

⑥ 鱼类生境遭到破坏，渔业资源难以延续。鱼类的产卵场和索饵场一般在近岸的

① 韩振华，李建东，殷红，等. 基于景观格局的辽河三角洲湿地生态安全分析. 生态环境学报，2010，19（3）：701-705.

② Costanza R, D'Arge R, Groot RD, Farber S, Grasso M, Hannon B, Limburg K, Naeem S, O'Neill RV, Paruelo J, Raskin RG, Sutton P, van den Belt M. The Value of the World's Ecosystem Services and Natural Capital[J]. Nature, 1997(387): 253-260.

③ 陈仲新，张新时. 中国生态系统效益的价值[J]. 科学通报，2000，45（1）：17-42.

④ 俞炜炜，陈彬，张珞平. 海湾围填海对滩涂湿地生态服务累积影响研究——以福建兴化湾为例[J]. 海洋通报，2008，27（1）：88-94.

⑤ 张慧，孙英兰. 青岛前湾填海造地海洋生态系统服务功能价值损失的估算[J]. 海洋湖沼通报，2009（3）：34-38.

⑥ 彭本荣. 厦门市西海域和同安湾填海造地总量控制研究. 厦门大学环境科学研究中心. 厦门（待发表）.

浅水区或河口附近,而我国的围填海也大多聚集于这类区域。大型围填海工程施工时造成的高浓度悬浮颗粒扩散场会对相当大范围内的鱼卵、仔稚鱼造成伤害。鱼类产卵场的破坏使鱼类资源难以补充,对渔业资源的可持续发展极为不利。同时大规模的围填海工程改变了水文特征,影响了鱼类的洄游,破坏了鱼群的栖息环境,造成渔业资源锐减。例如,闽东的三都澳、官井洋,闽南的浯屿、青屿、将军澳等都是大黄鱼的产卵场;闽江、九龙江是香鱼幼鱼和成鱼溯河和降河的通海江河;兴化湾、湄洲湾、官井洋和厦门港是蓝点马鲛的主要产卵场。滩涂筑堤围垦后,这些港湾、滩涂变为陆地,港湾水文和滩涂底质状况改变,导致这些产卵场、渔场和仔稚鱼育肥场被破坏,渔业资源受损<sup>①</sup>。

⑦ 水体净化功能降低,导致附近海域环境污染加剧。大规模的围填海工程不仅直接造成大量的工程垃圾加剧海洋污染,而且使海岸线发生变化,海岸水动力系统变化剧烈,大大减弱了海洋的环境承载力,减少了海洋环境容量。如近年来厦门西港海域赤潮的剧增和厦门岛周边大规模围海筑堤有密切的关系。香港维多利亚港海域填海活动造成污染物积累,加重了海洋环境污染。

⑧ 围填海速度过快,加剧沿海生态灾害风险。填海造地加大了新增土地的地面沉降风险,加重海岸侵蚀,削弱海岸防灾减灾能力,海洋灾害损失加剧。

#### (4) 渔业开发利用过度,资源种群再生能力下降

渔业的发展在保障我国食物安全和促进生态文明建设等方面发挥了重要作用,但是在开发利用过程中,选择性低的底拖网占主导地位,并且捕捞强度超过资源再生能力,这不仅急剧地降低了渔业生物资源量,还极大地破坏了其栖息地,导致部分渔业种类资源枯竭,给渔业生物资源带来毁灭性的灾难。过度捕捞还造成渔业生物高值种类生物量下降,个体变小(如小黄鱼体长由70年代20 cm下降至目前10 cm左右),性成熟提前,营养级下降,并且渔获物中幼鱼和1龄鱼比例显著增加,渔获质量下降<sup>②③④</sup>。一些传统渔业种类消失,优势种更替加快,生物多样性降低,导致生态系统结构和功能改变,影响到渔业资源的可持续开发利用<sup>⑤⑥</sup>。另外,海洋捕捞活动中的垃圾、污水对海洋环境造成一定的损害。

海水养殖的发展也对近海的生态环境产生一定影响,鱼虾类等投饵性种类的养殖虽在海水养殖产量仅占10%左右的比例<sup>⑦</sup>,但却是海水养殖污染的主要来源,在以小杂

① 周沿海. 基于RS和GIS的福建滩涂围垦研究. 福建师范大学硕士学位论文, 2004.

② Tang, 1993. The effect of long-term physical and biological perturbations of the Yellow Sea ecosystem. In *Large Marine Ecosystem: Stress Mitigation, and sustainability*, 79-93. Ed. by K. Sherman, L. M. Alexander and B. O. Gold. AAAS Press, Washington, DC, USA.

③ 张波, 唐启升. 渤、黄、东海高营养层次重要生物资源种类的营养级研究. 海洋科学进展, 2004, 22(4): 393-404.

④ 金显仕, 赵宪勇, 孟田湘, 等. 黄渤海生物资源与栖息环境. 北京: 科学出版社, 2005.

⑤ 金显仕, 邓景耀. 莱州湾渔业资源群落结构和生物多样性的变化. 生物多样性, 2000, 8(1): 65-72.

⑥ 唐启升. 中国专属经济区海洋生物资源与栖息环境. 北京: 科学出版社, 2006.

⑦ 中国渔业年鉴, 1998, 2009. 中国农业出版社.

鱼或鱼粉为主要饵料的养殖过程中,大量的排泄物和残饵致使水体中氮、磷等营养要素和有机物含量明显增加<sup>①</sup>。规模化养殖对沿岸潮间带生态系统构成很大的压力,引起滩涂湿地、海草床或珊瑚礁等生境的改变,直接破坏了渔业生物的产卵场和栖息地,进一步影响渔业资源的再生能力。

#### (5) 流域大型水利工程过热,河口生态环境负面效应凸显

中国大型水利工程数量高居世界第一,世界坝高 15m 以上的大型水库 50% 以上在我国,绝大部分分布在长江和黄河流域<sup>②</sup>。大型水利工程导致河流入海径流和泥沙锐减,其中 8 条主要大河年均入海泥沙从 1950—1970 年代的约 20 亿 t 减至近 10 年的 3 亿~4 亿 t,对河口及近海生态环境产生显著的负面效应,如曾是世界第一泥沙大河的黄河入海泥沙减少了 87%,辽河、海河和滦河入海泥沙量实际上为零,而径流量下降 90% 以上<sup>③④⑤</sup>;淮河以南的南方主要河流入海径流总量虽然变化不大,但入海泥沙发生锐减,其中长江减少了 67%<sup>⑥⑦</sup>。

流域入海物质通量变化导致河口三角洲侵蚀后退,土地与滨海湿地资源减少,河口生态环境发生重大改变。如黄河三角洲已由 20 世纪 80 年代前的年均造陆 23 km<sup>2</sup> 的世界最快造陆地区演变为 20 世纪末以来的年均蚀退 1.5 km<sup>2</sup>;长江河口水下三角洲与部分潮滩湿地也已出现明显蚀退<sup>⑧⑨</sup>。发生在河口与近海的一系列生态环境恶化问题,如浮游生物组成及种群结构改变、生物多样性降低及初级生产力下降、有毒赤潮种类增加、鱼虾产卵场和孵化场的衰退或消失等,均不同程度地与大型水利工程建设与运行密切相关。随着今后流域大型水利工程的持续增加,其对河口生态环境的负面效应将进一步凸显。

但是大型水利工程对河口及近海生态环境的影响如何与其他影响因素,如气候变化及其他人类活动分离并作出评价,是尚未解决的关键问题。

#### (6) 海平面和近海水温持续升高,近海生态环境面临新的威胁

- 
- ① 崔毅,陈碧鹃,陈聚法,等.黄渤海海水养殖自身污染的评估.应用生态学报,2005,16(1):180-185.
  - ② 贾金生,袁玉兰,李铁洁.2003 年中国及世界大坝情况.中国水利,2004,14(13):25-33.
  - ③ 戴仕宝,杨世伦,郇昂,等.近 50 年来中国主要河流入海泥沙变化.泥沙研究,2007(2):49-58.
  - ④ 刘成,王兆印,隋觉义.我国主要入海河流泥沙变化分析.水利学报,2007(12):1444-1452.
  - ⑤ 杨作升,李国刚,王厚杰,等.55 年来黄河下游逐日水沙过程变化及其对干流建库的响应.海洋地质与第四纪地质,2008,12,28(6):9-17.
  - ⑥ 刘成,王兆印,隋觉义.我国主要入海河流泥沙变化分析.水利学报,2007(12):1444-1452.
  - ⑦ 杨作升,李国刚,王厚杰,等.55 年来黄河下游逐日水沙过程变化及其对干流建库的响应.海洋地质与第四纪地质,2008,12,28(6):9-17.
  - ⑧ Yang, S. L., M. Li, S. B. Dai, Z. Liu., J. Zhang and P. X. Ding, 2006. Drastic decrease in sediment supply from the Yangtze River and its challenge to coastal wetland management. Geophysical Research Letters. Vol. 33, L06408, doi: 10.1029/2005GL02550.
  - ⑨ 李鹏,杨世伦,戴仕宝,等.近 10 年长江口门区水下三角洲的冲淤变化——兼论三峡工程蓄水影响.地理学报,2007,62(7):707-716.



全球变化对海洋环境的影响包括诸多方面,其中海平面上升、水温升高以及海洋酸化为已知气候变化对海洋环境发生变化的重要驱动因素<sup>①</sup>。预期上述影响将对海洋生态系统的健康和人文社会的可持续发展产生深远的作用。在海岸带与近海地区,由于其特殊的地理环境和与人类活动的重要关联,气候变化产生的后果可能会被放大。过去的数十年以来,气候变化引发的海平面上升、海洋酸化等因素对人类的可持续发展构成威胁;而未来全球的气候很可能继续变暖,由此导致的影响会更加严重。

近 30 年来,中国沿海地区的海平面总体上呈波动上升的特点,平均上升速率为 2.6mm/a,高于全球海平面的平均上升速率<sup>②</sup>。根据预测,在未来的 30 年中,我国沿海地区海平面的平均升高幅度为 80~130 mm<sup>③</sup>,其中长江三角洲、珠江三角洲、黄河三角洲、京津地区的沿岸等将是受海平面上升影响的主要脆弱区。海平面上升作为一种缓发性海洋灾害,其长期的累积效应将加剧风暴潮、海岸侵蚀、海水倒灌与土壤盐渍化、咸潮入侵等海洋灾害的致灾程度<sup>④</sup>,进而对沿海地区人类的生存环境构成了直接威胁。海平面上升对近岸生态系统最直接的影响是滨海盐沼湿地和热带珊瑚礁、红树林等生境的大面积丧失。此外,海平面上升的长期变化趋势将使中国东部的重要经济发达地区逐渐成为沿海的低地,发展空间变小,受来自于海洋和陆地的自然灾害的影响程度增加。

近几十年来的观测结果表明,中国近海的海表温度总体呈上升趋势,表层海水盐度也呈现明显的变化。海表温度的上升对中国近海生态系统产生的重要影响包括,重要生物资源(例如:鱼类的栖息地)的分布范围改变、红树林人工栽培范围北扩和热带海域珊瑚白化等现象。中国近海鱼类的分布有明显的地理分带性特征,海水的温度升高将导致海洋生物的地理分布和物种组成格局发生改变,也会引起海洋生态系统的功能和提供的服务发生改变,同时又会通过社会与经济关系以及食物链等途径影响到人类社会本身。

随着大气中 CO<sub>2</sub> 浓度的不断升高,其对海洋酸化的影响也越来越明显。海洋酸化会影响到以碳酸盐为骨骼的生物的代谢过程与生活史,导致它们在种间竞争乃至群落演替中失去优势,并通过食物网影响到整个生态系统的结构、功能和服务。随着人口

① IPCC, 2007: 气候变化 2007: 综合报告。

② Trenberth, K.E., P.D. Jones, P. Ambenje, R. Bojariu, D. Easterling, A. Klein Tank, D. Parker, F. Rahimzadeh, J.A. Renwick, M. Rusticucci, B. Soden and P. Zhai, 2007: Observations: Surface and Atmospheric Climate Change. In: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. pp. 235-336.

③ 国家海洋局 2010. 2009 年中国海平面公报. 北京.

④ Trenberth, K.E., P.D. Jones, P. Ambenje, R. Bojariu, D. Easterling, A. Klein Tank, D. Parker, F. Rahimzadeh, J.A. Renwick, M. Rusticucci, B. Soden and P. Zhai, 2007: Observations: Surface and Atmospheric Climate Change. In: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. pp. 235-336.



增加和经济发展,我国珊瑚礁生态系统已经受到人类活动的强烈影响,因此,海洋酸化对我国热带珊瑚礁的影响可能更为严重。譬如,海洋酸化将致使我国珊瑚的生态景观及经济价值降低,进而严重影响珊瑚礁的资源分布、食物产出和旅游产业。此外,贝类及虾、蟹类这些生物的代谢过程与生活史也易受海洋酸化的影响。

东部沿海是我国人口稠密、经济活动最为活跃的地区。其中,长江三角洲、珠江三角洲、环渤海地区已成为三大都市经济区;沿海地区是中国的基础产业聚集区,沿海重点经济发展区域是我国经济发展的重要引擎。必须指出的是,沿海地区也是受气候变化影响的脆弱区。可以预测,未来由海平面上升、水温升高和海洋酸化等引发的各种海洋灾害的频率及强度将会有不同程度的加剧。

应对气候变化所带来的影响,事关我国经济发展和人民群众的切身利益。目前,我国沿海地区抵御和适应气候变化的能力比较薄弱,尚不足以应对未来气候变化带来的影响和挑战。应该充分认识海洋在应对气候变化中的重要地位和作用,建立综合管理的决策和协调机制;加强海岸带和沿海地区适应气候变化的能力建设,进一步强化相关领域的基础研究;建立和完善海洋环境的立体化观测网络,提高针对海洋灾害的预测和防御能力。

### 3.3.3 渤海——中国海洋生态环境问题的热点区域

渤海是我国的唯一内海,渤海流域包括黄河、海河、滦河、大凌河、辽河、山东半岛水系和辽东半岛水系等七大水系。半封闭内海特征使得渤海水体交换能力很差。环渤海的辽宁省、河北省、山东省和天津市是经济社会快速发展的地区,是我国新的区域经济增长点。2009年,以山东半岛蓝色经济区规划建设正式启动为标志,渤海海洋资源开发进入了一个新的历史阶段,海岸带/海洋开发规模及其产生的环境压力空前强大,这使得环境问题本来已经很严重的渤海面临着更大的挑战,渤海成为中国近年来海洋生态环境问题的热点区域之一<sup>①</sup>。如果不采取有效的措施,渤海成为“死海”不再是危言耸听。

渤海环境问题产生于20世纪70年代末,形成于20世纪90年代中期,持续至今,愈演愈烈。跨多个流域、多个经济发展水平不同的行政区域,区域内经济高速发展,环境问题严重而且复杂,这些因素使得剖析和提出渤海环境问题的解决方案具有很好的代表性。渤海环境问题的解决可以为全国甚至国际环境问题的解决提供良好的借鉴。因此,本项目选取渤海进行深入分析,渤海生态环境问题突出表现在以下几方面。

(1) 环境污染仍然是渤海环境问题的重点,而且正呈复合污染态势

渤海环境污染依然严重,近岸海域污染面积不断扩大,目前海水中主要污染物是无机氮、活性磷酸盐、石油类。而且渤海环境污染已经从最初的以石油、重金属为主

---

<sup>①</sup> 中国海洋生态环境问题的热点区域还有长江三角洲及其邻近海域和珠江三角洲及其邻近海域。

的单一工业污染，逐步向工业污染、生活污染、农业面源污染等复合污染转变。

渤海沿岸有黄河、海河、辽河、辽东半岛诸河和山东半岛诸河等水系，入海流域面积达 140 多  $\text{km}^2$ 。河流径流带来大量无机氮和活性磷酸盐，导致渤海海水富营养化日趋严重。海水富营养化会引起浮游植物优势种更替，增加赤潮发生风险，破坏海洋生态系统平衡。

渤海湾近岸局部海域贝类体内有机污染物、石油类和重金属残留量较高；沉积物种滴滴涕、石油类、铅、镉和砷超一类海洋生物质量标准，六六六和多氯联苯超三类海洋生物质量标准；渤海湾南部部分站位镉和砷超一类海洋生物质量标准，铅超二类海洋生物质量标准，渤海湾北部石油类、镉和砷超一类海洋生物质量标准。

## （2）渤海生态胁迫压力日趋增大，生态系统服务功能受损严重

海洋生态系统健康受到严重威胁，渔业资源趋于枯竭，支撑海洋经济发展的生态力持续下降。生态监控结果显示，渤海生态监控区的生态系统都处于亚健康或不健康状态。渤海地区经济的快速发展以及人类生产生活对湿地资源依赖程度的提高，直接导致了湿地及其生物多样性的普遍破坏。一些重要的自然湿地因围填海、污染、泥沙淤积及过度开发利用造成的破坏仍在加剧。滨海天然湿地面积缩减，生态功能丧失或减弱，反过来又加剧了近岸海域的污染。围填海和河口大量建闸，破坏了多种海洋生物的洄游通道、产卵场和索饵场，危及多种生物的生存；开放性养殖加大了养殖种类形成生物入侵种的风险。海洋污染、生境破坏、过度捕捞导致近岸海域生态系统结构变化，造成了传统经济渔业种类资源衰退、生物多样性降低、生物群落低级化等问题。目前，渤海的一些传统经济鱼类如带鱼、真鲷、鲈鱼经济鱼类已基本绝迹。

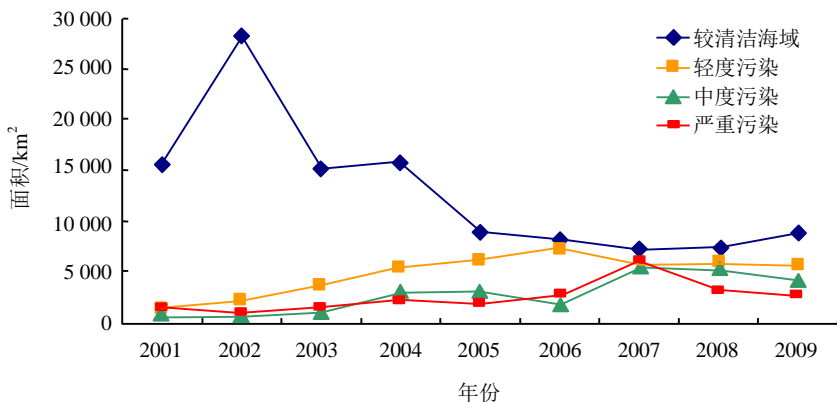


图 3-6 渤海历年水质变化图（夏季）

随着渤海沿岸经济开发步伐加快，围填海规模迅速增大。2009 年渤海围填海确权面积达 60 多  $\text{km}^2$ ，实际面积远远超过这个数字。由于围海造地项目、环海公路工程及

盐田和养殖池塘修建等开发利用活动，侵占了大量滨海湿地，导致湿地生态功能、经济和社会效益得不到正常发挥，渤海近岸污染加剧、渔业资源衰退和生物多样性降低等问题。

渤海生态需水量补给逐年减少、水质变差，是造成渤海生态系统功能受损、水环境质量变差的一个全局性影响因素。渤海有 40 余条常年有径流的河流注入，河流为海洋提供了极为重要的生态用水。近 50 年来，由于陆域开发建设力度不断加大，各类用水量急剧增加，再加上降水普遍减少等原因，致使不少河流断流，入海河水量下降（图 3-7），而且入海水质变差。由于入海径流量减少等原因，整个渤海盐度明显升高（图 3-8），河口区域更为突出。河口区盐度升高已经严重地改变了河口生境，致使多数产卵场退化或消失。由于入海河水量的逐年减少，海水倒灌现象非常严峻。海水入侵面积合计占全国海水入侵面积的 90% 以上，居全国之首。

（3）海洋环境灾害发生潜在风险高，溢油成为必须高度重视的问题

渤海是我国港口密集程度最高区域，也是国家战略石油储备基地。渤海是中国海域迄今为止最大的海洋油田。2009 年，渤海已建成海上油气田 21 个，共有采油井 1 419 口，海上采油平台 178 个。环渤海各港口将继续加大油类和化学品吞吐能力的建设，2020 年各港口油类吞吐量将达到 2.1 亿 t<sup>①</sup>。海洋石油开采以及繁忙的海上交通运输，使渤海溢油潜在风险增加，将成为渤海环境保护必须高度关注的问题。

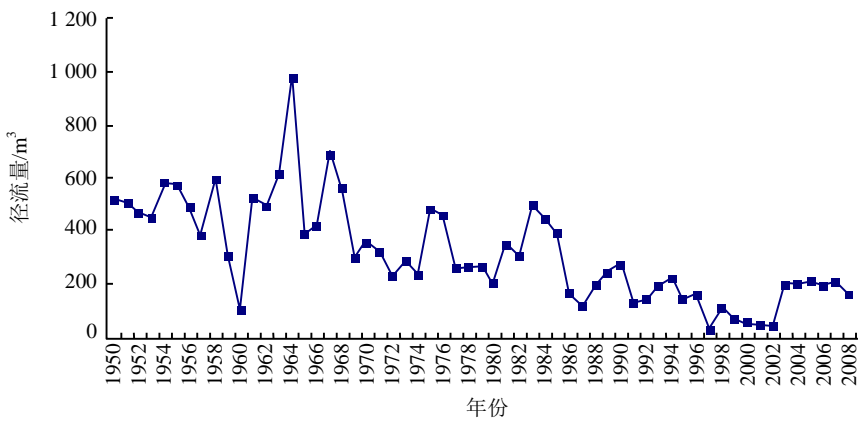


图 3-7 黄河历年径流量变化

① 资料来源：www.pc.dl.gov.cn/qiye/ShuiWuFile%5C 渤海环境保护总体规划.pdf.

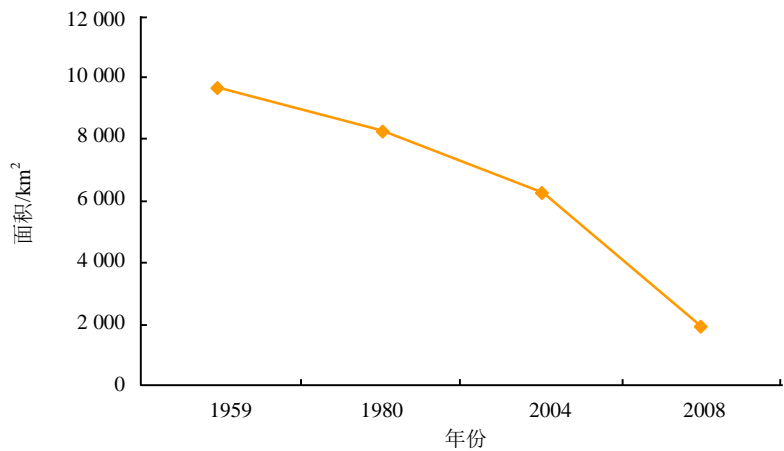


图 3-8 渤海低盐区（S<27）面积变化

渤海环境问题系长期累积形成，渤海问题的解决涉及广泛的利益冲突与利益调整，需要高效、综合方法和手段。第一，影响渤海生态环境问题产生的区域广阔，从黄河上游到河口沿岸地区，众多主体分享海洋的环境效益与经济效益，外部效应极其明显，使海洋成为典型的“公地”。例如，有研究表明，渤海污染 60% 以上来自沿岸 13 县市以外的地区，40% 以上来自环渤海三省一市以外，海洋污染防控，需要跨越行政边界。第二，渤海地区三省一市都制定了各自的经济发展规划，沿岸地区重化工部局布局趋势明显，从单个项目看都是可行合理的，但没有考虑对渤海的累积和综合影响。第三，海洋资源与环境管理实行单项和部门管理，渤海用海部门如海洋、交通、农业、石油、旅游等职责平行，用海活动存在冲突，不能根据海洋生态系统的整体性进行综合管理，各部门之间的协调成为海洋管理的顽疾。第四，渤海海洋管理与流域管理、地方行政管理不能很好地衔接，相关规划、标准、数据等不能对接，甚至存在冲突，相关基础设施重复建设。

3.4 国际海洋生态环境管理的经验与趋势

3.4.1 实施基于生态系统的海洋管理和海洋空间规划

基于生态系统理念与方法是当前国际海洋综合管理战略思维的新发展。目前，实施以生态系统为基础的海洋综合管理已得到国内外政府管理部门、专家学者的共识。

2010 年 7 月，美国海洋政策特别工作组<sup>①</sup>向美国总统提交了“关于加强美国海洋政策的最终建议”，提出其优先领域和目标之一是实施基于生态系统的海洋综合管理。随后，奥巴马总统签署了法令来执行这一建议<sup>②</sup>。加拿大、澳大利亚、英国及其他国家都采取类似的措施来实行基于生态系统的管理（Ecosystem-Based Management, EBM）。国际学术界和国际组织还提出了将全球海域划分为若干“大海洋生态系”的概念，综合海洋、海岸带、河口、流域和渔业资源管理，以生态系统为基础调动跨部门力量，鼓励相关国家间的海洋环境保护区域合作，共同保护海洋生物资源（见专栏 3-20）。

专栏 3-20 基于生态系统的区域海洋管理

人类社会关于海洋与海岸带管理的理念和模式是随着人类对海洋与海岸带利用程度以及对海洋与海岸带科学认识程度而逐渐变迁的。在 20 世纪 60 年代以前，由于人类对海洋与海岸带利用的集约性程度不高，海洋与海岸带资源利用冲突和海洋环境问题还不是很明显，此时海岸带管理的概念和实践都只涉及一个狭窄的地带，这个地带包括浅滩、近岸和近海，主要强调自然资源管理。70 年代发生的两件事对海洋与海岸带管理的范围和理论产生了深远的影响：一是 1972 年美国海岸带管理法案的出台，二是世界各国对专属经济区主权要求的提出。尽管这一阶段的海岸带管理还是以资源利用管理为主，即实施海岸带管理的目标是以资源利用效益最大化为出发点，但是与 20 世纪 60 年代相比，更多的学科，包括生物、法律和生态学等学科，开始对海岸管理产生兴趣。

20 世纪 80 年代，随着人类对海岸带利用方式的多样化和集约化，以及海岸带环境问题越来越严重，学术界提出了“多用途管理”（multi-use management）和“综合管理”（integrated management）的概念。海岸带管理目标从原来的单一资源管理走向了资源利用和环境保护并重的管理。管理的范围也倾向于将整个国家的海岸带纳入管理的范畴。到 20 世纪 90 年代，随着海岸带资源利用冲突、环境退化等问题越来越严重，传统以部门管理为主的海岸带管理模式已经完全不能解决海岸带地区面临的问题。同时，人类关于海岸带系统以及管理的知识也越来越完备。在这种背景下，综合管理成为海岸带管理的主流模式。海岸带综合管理模式提出了部门间的综合、不同层次机构上的综合（如国家的、省一级的及地方的）、空间上的综合（海陆综合）、科学与管理的综合以及国际间的综合。

尽管海岸带综合管理考虑到了很多方面的综合，但是从实践看，海岸带综合管理大都在一个具体的行政区域范围内实施，这一管理模式无法解决跨行政区域的资源环境问题。影响海洋和海岸带的人类活动可以发生在离海洋很远的内陆地区，例如基于

① [www.whitehouse.gov/administration/eop/ceq/initiatives/oceans](http://www.whitehouse.gov/administration/eop/ceq/initiatives/oceans).  
② [www.whitehouse.gov/the-press-office/executive-order-stewardship-ocean-our-coasts-and-great-lakes](http://www.whitehouse.gov/the-press-office/executive-order-stewardship-ocean-our-coasts-and-great-lakes).



陆地活动的污染源（如来自农村和城市街道的径流）就是困扰海洋生态系统的一个主要的污染源。大气、陆地、海洋的相互作用使得它们成为一个紧密联系的系统。海岸带管理政策不能只管理一种活动，或者只考虑整个相互联系的系统的一个部分，而不考虑这个部分与所有其他部分的联系。因此，21 世纪初海洋学术界和管理界高度重视海洋管理，特别是美国的海洋政策委员会和皮尤（Pew）海洋委员会提出了一个新的海洋管理途径：基于生态系统的区域海洋治理（Ecosystem-Based Regional Ocean Governance）<sup>①②</sup>。在基于生态系统的区域海洋管理的框架中，“基于生态系统的管理”（EBM）是指在一个更广泛的生物物理环境的范畴内考虑人类的活动、收益以及对整个生态系统的潜在影响。这种途径注重以生态系统定义管理的边界，而不是行政边界内考虑多重的人类活动。如“区域”（region）是指具有共同利益和问题的地方（places）的组合，强调区域合作；“海洋”不是指传统的海洋，而是指包括海洋及其毗邻的流域在内的流域—河口—海洋生态系统；“治理”（governance）的含义不同于“管理”（management），是指决定人们利用资源与环境

行为的正式和非正式的制度安排。“管理”是在既定的制度框架下如何利用人力和物力达到既定的目标，而“治理”则强调探究要达到的目标和制度安排的过程，并以此作为规划和决策制定的基础。治理的机制包括政府、市场和市民社会（civil society）<sup>③</sup>。

区域海洋管理的基石是基于生态系统的管理，即必须以自然决定的生态系统，而不是以政治和战争决定行政单位作为管理的单元。所以基于生态系统的海洋与海岸带管理为解决跨行政区域、跨部门的资源与环境问题提供了一种机制。学术界和管理界大都认为这一新的海洋管理模式是将来海洋政策的最佳选择<sup>④</sup>。基于生态系统的区域海洋管理要求对目前的价值观、管理体制和管理实践进行巨大的变革，是一种模式的转变（paradigm shift）<sup>⑤</sup>。

基于生态系统的区域海洋管理的概念提出以后，国际社会、美国、加拿大等发达国家实施了一些基于生态系统的区域海洋管理项目，如 GEF 资助的跨国大海洋生态系统项目、美国的 Chesapeake Bay 区域海洋管理项目和缅因州海洋环境管理项目（这两个项目的管理范围都包括了美国的好几个州）、美国与加拿大合作的大湖地区区域

① Pew Ocean Commission, 2003. American's living ocean: charting a course for sea change [R]. available at [http://www.pewtrusts.org/pdf/env\\_pew\\_oceans\\_final\\_report.pdf](http://www.pewtrusts.org/pdf/env_pew_oceans_final_report.pdf).

② U.S. Commission on Ocean Policy, 2004. An ocean blueprint for the 21 century: final report of the U.S. Commission on Ocean Policy.

③ Marc J. Hershman and Craig W. Russell. Regional Ocean Governance in the United States: Concept and Reality. Duke Environmental Law and Policy Forum. 2006. 16: 227-265. Available at <http://www.law.duke.edu/journals/delpf>.

④ Scientific consensus statement on marine ecosystem-based management, 2005. Available at [http://compassonline.org/files/inline/EBM%20Consensus%20Statement\\_FINAL\\_July%2012\\_v12.pdf](http://compassonline.org/files/inline/EBM%20Consensus%20Statement_FINAL_July%2012_v12.pdf).

⑤ Cortner, H and Moote. M. Politics of Ecosystem Management. [M]. Washington, D.C.: Island Press, 1999.

管理项目等<sup>①</sup>。中国的渤海碧海行动计划也可以算是区域海洋管理方面的一个实践。目前实施的区域海洋管理项目一般是在一个很大的地理范围之内进行。在这样大尺度的地理范围内，由于自然系统内部以及自然系统与人类系统之间相互作用的复杂性，国家与地方政府之间、地方政府之间以及部门之间协调的困难性，使得基于生态系统的区域海洋管理实施起来困难重重<sup>②</sup>。目前所需要的是选择适宜的地区进行研究和实践，探讨不同制度和文化背景下基于生态系统途径的区域海洋管理的体制、运行机制、技术以及政策等，以积累经验，增强信心，培养能力，然后逐步进行推广。

近年来，海洋空间规划成为国际海洋综合管理的热点问题。海洋空间规划是以生态系统为基础，是调节、管理和保护与海域多重的、积累的和潜在冲突利用相关的海洋环境的战略规划（专栏 3-21）。目前英国、德国和澳大利亚在全国，欧洲在北海推进海洋空间规划。2009 年 9 月的美国海洋政策中期研究报告认为，海洋空间规划是推进以生态系统为基础的海洋综合政策的有效工具之一<sup>③</sup>。

专栏 3-21 海洋空间规划

海洋空间规划是一个相对较新的概念，类似于土地利用规划。它是一个对海岸带和近海海域的利用做出科学决策的过程。海洋空间规划通过识别各海域最合适的人类活动类型，协调各种海域使用方式，减少各种海域使用方式间的冲突，减少海洋开发利用对环境的影响，保护关键生态系统服务，从而依次达到政府提出的经济、环境、安全和社会目标。

尽管国际上海洋空间规划的例子可以追溯到 20 世纪 70 年代，但这些例子大多数是关于海洋保护区管理。直到 21 世纪第一个十年的初期，中国迈出了重要一步：通过他们的海洋空间规划形式（如海洋功能区划）来协调更多种类的海上人类活动。

过去十年，对于人类活动和生态系统服务之间协调的科学理解取得了很大进展。因此，各国进入了实施海洋空间规划新方法阶段，包括作为决策基础要素的基于生态系统的管理。这些新势头在美国、英国、欧盟尤为明显。

引自：[www.msp.noaa.gov/](http://www.msp.noaa.gov/) and [www.unesco-ioc-marinesp.be](http://www.unesco-ioc-marinesp.be).

① [www.whitehouse.gov/the-press-office/executive-order-stewardship-ocean-our-coasts-and-great-lakes](http://www.whitehouse.gov/the-press-office/executive-order-stewardship-ocean-our-coasts-and-great-lakes).  
② Lawrence Juda. Obstacles to Ecosystem Based Management. Proceedings of Global conference on Oceans, Coasts and Island. UNESCO, 2003. pp67-72. Available at <http://www.globaloceans.org/globalconferences/2003/pdf/Pre-ConferenceProceedingsVolume.pdf>.  
③ NOAA Report Reviews Ecosystem Management in National Marine Sanctuaries.

3.4.2 实施区域环境管理特别法

为保护和恢复波罗的海的生态环境，早在 1974 年 2 月 16 日，波罗的海沿岸国在赫尔辛基就签署了《保护波罗的海区域海洋环境的公约》（亦称“《赫尔辛基公约》，HELCOM”）。《赫尔辛基公约》是一部典型的特别法，它不是照搬有关国际公约的规定并自动适用有关国家，而是在国际一般法的基础上通过制定并重订完全适用波罗的海公约的方式来达到保护波罗的海环境的目的。其他类似的经验还有日本《濑户内海环境保护特别措施法》、地中海的《巴塞罗那公约》、黑海的《保护黑海免受污染公约》、美国的《海洋与海岸带法》和《1983—2000 年切萨皮克湾协议》等，都是区域环境管理特别法。

实践证明上述法规和协议在海洋生态保护和环境污染防治方面成效显著；而建立一个区域委员会能保证区域环境管理法的有效实施。波罗的海的经验证明，强有力的政治意愿和国家最高层的支持是区域环境保护与管理的根本保证。

3.4.3 建立生态补偿和可持续环境保护财政机制

足够的财力、有效的财政机制是海洋与海岸带管理项目实施的关键。由于污染问题管理是跨行政边界的管理，各行政区经济发展水平、财政能力不同，参与环境治理的积极性不一样，并且流域下游是上游环境治理的受益者，因此很多国家和国际社会都在尝试在全流域的尺度建立环境治理的财政机制（见专栏 3-22）。

专栏 3-22 可持续海洋环境保护财政机制

海洋环境保护需要大量的、持续的投入，建立可持续的环境保护财政机制成为很多国家和国际社会努力的方向。国际社会在这方面的尝试提供了很多可以借鉴的经验。如莱茵河治理、切萨匹克湾管理项目、波罗的海营养盐控制项目等。

**切萨匹克湾 (Chesapeake Bay) 经验：区域合作，共同行动**

切萨匹克湾是美国最大的河口，海湾面积 11 400 km<sup>2</sup>，流域面积 165 800 km<sup>2</sup>。流域包括纽约、宾西法利亚、马里兰、特拉华、弗吉尼亚、西弗吉尼亚和哥伦比亚特区。具有丰富的资源（如青蟹、牡蛎、野鸭等），是一个独特的生态系统。由于过度捕捞、环境污染等原因，切萨匹克湾面临着资源衰退、环境恶化、生态系统退化等问题。

1924 开始，沿湾各州和联邦政府的代表多次共同讨论海湾环境问题，提出采取联合行动，管理海湾的污染、过度捕捞问题；建立各州代表组成的切萨匹克湾委员会来协调和促进项目管理。但是由于种种原因这些设想没有付诸实践。1965 年美国工程部的切萨匹克湾进行了环境资源状况和趋势分析的项目研究，以及 1976 年美国 EPA

牵头，联邦、州、地方政府参与在切萨匹克湾实施的第二轮科学研究和生态修复项目，为后来实施切萨匹克湾管理提供了科技支撑。

1980 年，弗吉尼亚、马里兰的决策者联合建立了切萨匹克湾委员会，宾西法利亚州于 1985 年加入。1983 年，里兰、弗吉尼亚、宾西法利亚、哥伦比亚特区、EPA、切萨匹克湾委员会主席签署了第一份切萨匹克湾协议（Chesapeake Bay Agreement），建立了跨洲的伙伴关系。随后在 1987 年、2000 年分别签署的两个切萨匹克湾协议对具体目标和问题进行了细化。为保证切萨匹克湾管理项目的设施，项目建立了永久性的切萨匹克湾委员会和项目的执行理事会以及项目的协调机制。

充足的可持续发展的资金是项目实施的关键。切萨匹克湾项目资金来源包括 4 个部分，联邦政府资助（如到 2002 年 EPA 已经资助了 2.82 亿美元）、州和地方政府投入（如截至 2002 年，马里兰州已经投入 6.3 亿美元）、非政府捐赠、企业投入。与项目所需要的资金（85 亿美元）相比，资金的缺口很大。切萨匹克湾项目必须寻求更多的资金来源<sup>①</sup>。

### 波罗的海污染控制经验：科学研究细化最优削减方案，在流域尺度建立公平污染削减成本分摊方案

由于沿岸国家向波罗的海排放的污染物快速增加，不仅降低水系的质量，而且对人类的健康也构成威胁。1974 年波罗的海国家签署了一项关于控制波罗的海的海洋污染的协议。1988 年波罗的海国家的环境部决定加强和修订上述政策。在 1988 年部长级会议上，环境部长们发表了宣言，决心大幅度减少重金属、有毒的或持久的有机物和营养物质的排放量，到 1995 年达到减排 50% 的目标。但是目标实现的并不理想，特别是向波罗的海排放的氮的总量减少非常缓慢。这一情况使得管理界和学术界思考很多问题：为什么波罗的海国家至今仍未达到这一目标？为了达到这一目标总的资金投入是多少？就波罗的海每一部分的水质及各国付出的代价和收益而言，能否找到一个更好的减排分配战略？

由于波罗的海沿岸国家经济发展水平相差较大，减排成本是各个国家考虑的重要因素。而收益和费用方面的差异与减排技术和向海洋中转移污染物的差异紧密相关，同时也与每一个国家所处位置有关。为了回答以上问题，协议的缔约方，特别是它们的共同组织赫尔辛基委员会开展了如下研究：

首先是要建立必要的基本信息库，包括进入波罗的海的来自河流、大气中营养物质质量的数据；营养物质从一个区域流向另一个区域的数量，每一个国家营养盐削减的成本函数，不同国家营养盐削减的水体污染负荷响应模型等；其次是利用以上建立的函数和模型，建立最优的（cost efficient）营养物质削减方案，即在削减成本最小的目

<sup>①</sup> Howard R. Ernst. Chesapeake bay blues- science, politics and the struggle to save the bay. Rowman & Littlefield Publishers, INC. Lanham. Boulder. New York. Oxford. 2003.

标下, 沿岸每一个国家的减排份额以及减排措施应进行最佳配合, 以达到预定环境目标; 最后是对每一个国家执行协议的动力分析, 检查一下各国之间费用和收益的分配情况, 设计出公平的在各国之间进行削减成本分摊的方案, 同时设立一些履行协定的组织, 确保每一个国家对协定义义务的承诺。

通过这一程序, 环境的经济分析就可以将生态和经济信息综合成一个单一的框架, 在这一框架内, 经济刺激和成本将影响每一个国家向波罗的海排放营养物质的总量, 反过来排放量又可以确定波罗的海各国不同海区的水质<sup>①②③</sup>。

### 中国流域生态补偿

目前我国的很多小流域都开始实施生态补偿, 这对增强经济欠发达地区环境管理能力、增加他们参与流域综合管理起到了积极的作用。但是也存在一些问题, 主要是生态补偿数量没有与地方的环境绩效挂钩, 而且补偿数量的确定也存在很大随意性。将来应该在考虑效率和公平的基础上, 确定各区域的环境责任, 建立基于环境责任的流域生态补偿标准和机制。

除了政府协调的环境保护财政机制外, 运用经济杠杆调节环境利益相关者的利益格局, 建立生态损害补偿和生态建设补偿制度, 是世界主要海洋国家特别是美国、欧盟国家的主要政策手段 (专栏 3-23)。生态补偿政策是环境经济政策的一个重要方面, 其核心内容是将生态损害和生态保护的外部成本内部化。国际上生态损害补偿的模式有两种, 一是货币补偿, 即评估损害的生态系统服务价值作为求偿的基础; 二是生态修复, 即生态重建和修复受损的生态系统。生态补偿的一个重要目标是人类活动不造成自然产生净损失 (Net Loss) (专栏 3-24)。欧洲生境指令规定, 必须对围填海造成的自然和环境损失进行补偿, 并在项目开始前即需提出自然生态补偿计划。加拿大在 20 世纪 80 年代也建立了海洋/渔业生态补偿制度, 并一直执行至今。

① Markku O. & Juha H. Towards Efficient Pollution Control in the Baltic Sea: An Anatomy of Current Failure with Suggestions for Change Ambio Vol.30, No.4-5, August 2001.

② Jesper Sølvér Schou et al. 2006. Modelling Cost-efficient Reductions of Nutrient Loads to the Baltic Sea: NERI Technical report no 592.

③ Ing-Marie Gren, Katarina Elofsson, aul Jannke.1997. Cost-Effective Nutrient Reductions to the Baltic Sea: Environmental and Resource Economics 10: 341-362, 1997.



专栏 3-23 国际生态损害补偿经验

美国溢油生态损害补偿

随着港口业和航运业的蓬勃发展，美国于 1978 年和 1980 年先后通过了《港口和油轮安全法》和《环境综合反应、赔偿及义务法》，以减少油污对环境的影响，但没有得到充分重视。直至 1989 年，在阿拉斯加威廉王子港，发生了美国历史上最严重的溢油事故，该事件中高额的清污费和各种污染损失费促使了美国政府于当年的 7 月颁布了《1990 年油污染法案》（以下简称 OPA'90），建立了美国船舶油污损害赔偿机制。美国是至今未加入“国际油污损害民事责任公约”（CLC1969）和“国际油污损害基金公约（1971）”（FUND1971）的少数国家之一，但是 OPA'90 使美国成为世界上船东责任限制最高、基金补充最多、对环境补偿最充分的国家。

补偿基金来源：根据 OPA'90，美国建立了国家油污基金中心（NPFC）和溢油责任信托联合基金（OSLTF）。该基金来源包括政府拨款、向接受水上运输石油的货主征收摊款、向造成污染的肇事船舶收取的罚款、基金运作的正当收益等。“强制保险加共同基金”是美国防止溢油污染和完善溢油污染损害赔偿的重要机制。

污染损害补偿范围：CLC1969 和 FUND1971 不同，美国溢油污染损害赔偿除了支付清污活动费用和财产损失外（CLC1969 认可的补偿），还对间接损失、纯经济损失和自然损害进行赔偿<sup>①</sup>。

补偿方式：OPA'90 溢油污染损害赔偿的方式有两种：货币补偿和资源修复。但是 OPA90 把自然资源修复作为补偿溢油对自然资源损害的第一选择方法，即要求损害者将受损资源修复到原来的状态。这样，即使间接的资源损害不能直接货币化，也可以通过让损害责任方承担修复受损自然资源的成本。修复使得对纯环境损害的补偿成为可能。在资源修复不可能，或者修复成本过高时，进行货币补偿。为使基于资源/生态修复的溢油污染损害赔偿成为可能，NOAA 制定了比较完善的损害评估和修复评估指南<sup>②</sup>。

荷兰鹿特丹港口扩建生态补偿

2009 年开始的荷兰鹿特丹港口扩建涉及 2 000 hm<sup>2</sup> 自然海域的丧失，包括小面积的海洋自然保护区。《欧洲生境指令》要求港口建设单位对当地海洋生态损害进行补偿。港口建设单位采取了生态修复和货币补偿两种方式进行补偿：一是在邻近海域建立了海床保护区；二是在邻近滩涂进行沙滩的修复以补偿填海区域沙丘的破坏；三是以货币方式补偿周边居民的财产和财务损失。

① CLC 只对损害评估成本、资源/环境修复成本、直接财产等直接损失给予补偿。而对间接损害和临时损害都不予补偿。其主要原因是，间接损害和临时损害的评估，一般都是依靠一定的理论模型来确定，而这种评估方法在有的国家很难被接受。而在美国，其 OPA 和 CERCLA 以及 CLEAN WATER ACT 等法律都明确规定，不仅必须补偿直接损失和间接损失，而且对从损害发生至达到修复效果这个时期内的临时损失也必须补偿。

② [http://www.darpp.noaa.gov/library/1\\_d.html](http://www.darpp.noaa.gov/library/1_d.html).

专栏 3-24 零损失

大多数国家都通过一些政策来保护渔业生态环境，部分原因是这些渔业种群的栖息地是国家的财富。

“零损失政策”的模型已经成为环境影响总体评价程序中一个最重要的决策点，因而大型海洋工程都需要通过这一评价，才能最终通过审批。以下实例概括了加拿大政府是依据什么来进行分级抉择，以实现栖息地生产力的零损失：

(1) 保持而非扰动有关栖息地的自然生产力，避免在计划开展活动的区域造成损失。

(2) 如果上述选择不能实现，就需要采取强制性措施。首先，需要评估相似补偿 (like-for-like compensation) 的可能性，即在最近区域重建自然栖息地。如果这样做不可行，就退而求其次，在另外一个区域建立补偿栖息地。

(3) 补偿措施不能用来处理化学污染问题。

(4) 在极少数情况下，对栖息地的潜在损害可能在技术上无法避免，或者为了补偿栖息地本身，政府可以考虑非自然的补救措施——通过人工生产以弥补自然资源。

(5) 采取措施减少和补偿对栖息地或自然资源的潜在损害，包括在将来运行和保养有关设施，其一切费用应由开发商（或建议行动方）承担。

引自：[www.dfo-mpo.gc.ca/habitat](http://www.dfo-mpo.gc.ca/habitat)。

3.4.4 海洋环境保护与流域管理的综合协调

从 20 世纪 90 年代末起，国际社会为防止陆地活动对海洋环境日益严重的影响，提出“从山顶到海洋”的海洋污染防治策略，强调将海洋综合管理与流域管理的衔接和统筹，推行海岸带及海洋空间规划，对跨区域、跨国界海洋污染问题建立区域间协调机制。与此同时，国际社会更加重视一些新型海洋污染问题，例如海漂垃圾治理、近岸水体贫氧区整治、海洋噪声对海洋哺乳动物习性的影响、近岸海域病原体防治、预防海水养殖带来的各种环境问题等（专栏 3-25）。

专栏 3-25 从山顶到海洋：流域管理与海洋管理的结合

陆地上的人类活动是威胁海洋生态系统健康、生产力、沿海生物多样性，海洋环境的主要因素。溪水、河水、水库水、地下水作为运输载体将病原体、营养盐、沉积物、重金属、持久性有机污染物和垃圾从山顶输送到海洋。尽管工业污染、农业污染和逐年增多的沉积物威胁健康和海岸与海洋资源的生产力，然而从全球角度看，生活污水仍然是污染物的最大来源。这些反过来威胁到依靠海岸带与海洋资源生存的居民

生活和收入。

为了应对这个挑战，政府应采取综合的、持续的、适应性的反映流域和海洋环境之间关联性的行动规划，如从山顶到海洋的途径。耗资 2 200 万美元的“加勒比海小岛发展中国家（SIDS）的综合流域和海岸带管理项目（IWCAM）”采用了这种途径。例如，牙买加 Driver 河流域的示范项目表明社区参与并得益于改善的流域管理实践。在全球环境基金的小额资助下开展了 12 个社区设计，并实施了一系列项目，包括新的学校卫生系统、更好的固废处理、增强公众意识、农民培训日、社区循环项目、红树林重建和加强流域环境监测。该项目有效地降低了 Driver 河流域水体污染水平。

### 3.5 结论

海洋是中国经济社会可持续发展的宝贵财富和重要基础。中国海洋可持续发展面临多种生态环境问题的挑战：一是近海环境呈复合污染态势，危害加重，防控难度加大；二是近海生态系统大面积退化，且正处在剧烈演变阶段，是保护和建设的关键时期；三是海洋生态环境灾害频发，海洋开发潜在环境风险高；四是沿海一级经济区环境债务沉重，次级沿海新兴经济区发展可能面临新的危机和挑战。

海洋生态环境问题实质上是经济社会发展的问题。中国过去 60 年对草原、森林资源的过度开发给我们带来了许多的教训和警示。实现中国海洋可持续发展，必须采取综合政策和措施。其基本思路是，围绕国家经济社会发展战略需求，统筹海洋开发与生态环境保护之间的关系，实现海洋经济社会和环境资源的协调发展；借鉴国际先进理念和经验，坚持以生态系统为基础，陆海统筹、河海一体的基本原则；统筹沿海区域经济社会发展和流域经济社会发展，支持有助于改善海洋/河口生态系统健康的保护和可持续土地利用方式；鼓励和支持可持续的、安全的、健康的海洋开发活动，推动海洋经济发展方式的根本转变；创新管理体制机制，建立跨越各部门之间的利益高层决策机构，形成中央与地方、地方与地方、部门之间的网络状对接与合力，激励各利益相关方的共同参与。

### 3.6 政策建议

基于上述结论，课题组提出以下政策建议：

#### 3.6.1 建议 1：制定国家海洋和海岸带可持续发展战略

未来 10~20 年是中国全面建设小康社会、人口达到高峰、工业化和城市化的加速时期，沿海地区发展战略布局将遍地开花。由于缺乏国家层面的统筹规划和总体战略，

海洋生态环境保护和可持续发展将面临更大压力与挑战。建议由国家发改委会同有关涉海部门,在对《中国海洋21世纪议程》综合评估的基础上,研究制定新的“中国海洋和海岸带可持续发展战略”,提出未来20年中国海洋和海岸带可持续发展的基本原则、指导方针和战略目标,提出沿海区域经济发展、海洋经济发展、海洋生态环境保护和资源养护的重点任务,为中国海洋生态环境保护和可持续发展提供宏观指导。可以参考英国政府及其地区政府目前正在执行的《海洋政策宣言》的办法,以及美国政府近期颁布的有关执行美国《国家海洋政策》的法令。

“中国海洋和海岸带可持续发展战略”应优先考虑围填海、富营养化和渔业等紧迫问题。

### 3.6.2 建议2:设立国家海洋委员会

海洋可持续发展需要实施海洋综合管理,但没有一个单一的部门可以解决海洋可持续发展中出现的综合性和复合性问题。短期内,中国这样的海洋大国实行高度集中统一的海洋管理体制的可能性不大,多部门共同承担海洋管理事务的体制将长期存在<sup>①</sup>。因此,应该通过建立陆海统筹和国家部门间的协调机制,巩固和稳定这种齐抓共管的体制,形成政策合力,以保障目前海洋涉海的政策和法律有效执行。

建议成立国家海洋委员会,由国务院副总理担任“国家海洋委员会”主任一职,委员会主要成员由国务院相关涉海部门的主要领导担任。

鉴于中国海洋生态环境问题的紧迫性,国家海洋委员会的首要任务是:

- (1) 制订国家海洋发展战略;
- (2) 强化各涉海管理部门之间的沟通;
- (3) 协调和指导海洋发展中跨部门、跨行业、跨区域的重大事项。

国家海洋委员会在成立伊始,应高度关注最具特殊性和紧迫性的渤海生态环境问题。主要工作内容是:

- (1) 协调渤海重大沿岸开发活动;
- (2) 管理和监督渤海各项规划的实施;
- (3) 制订和实施《渤海区域法》;
- (4) 统筹协调影响渤海生态系统的开发活动。

### 3.6.3 建议3:建立健全海洋管理法律法规体系

解决中国海洋可持续发展的生态环境问题,需要充分发挥法律、行政、经济政策和手段的综合作用。过去采用了较多的行政手段,未来应该以法律为基础,强化执法

<sup>①</sup> 在2008年国务院的机构设置中,涉海部门包括国土资源部、农业部、交通运输部、环境保护部、能源部门、旅游总局、水利部、公安部、海关总署、国防和气象等十多个部门,并设立国家海洋局作为专职海洋行政管理部门,具有海洋综合协调的职能。

能力建设,逐步加强经济手段的应用。

建议全国人大和国务院着手研究和起草“中华人民共和国海洋基本法”,作为实施海洋开发与管理,大力发展海洋经济、保护海洋生态环境,提升可持续发展能力的根本大法。在海洋基本法中,要体现以生态系统为基础管理的基本原则。为了进一步完善涉海法律法规体系,切实推进海洋生态环境保护工作,建议有关部门抓紧起草和制定“中华人民共和国海岸带管理法”和“中华人民共和国渤海区域环境管理法”。

#### 3.6.4 建议4:实施基于生态系统的海洋综合管理

基于生态系统的海洋与海岸带综合管理强调以自然生态系统为管理单元,被国内外学术界和管理界认为是解决跨行政区域、跨部门的环境与生态问题的有效途径。建议政府近期采取以下基于生态系统的海洋管理行动:

##### (1) 修编海洋功能区划应以生态系统为基础

中国在海洋功能区划的制定与实施方面走在世界的前列,但过去的海洋功能区划方案考虑经济发展的需要较多,而考虑生态系统的需求较少。同时,随着国家沿海发展战略的实施,可能引发新的海洋空间资源利用冲突和生态环境破坏。因此必须从生态系统的角度客观地评价海洋空间资源的供给能力,对已有的海洋功能区划进行修编和调整。建议在新一轮海洋功能区划修编中,充分借鉴国际海洋空间规划的理论与方法,以生态系统管理为基本原则,制定国家和省级二级海洋功能区划修编指导意见和技术规程。基于海洋生态系统服务及其价值,对海洋空间内的经济活动进行优化布局,合理规划和管理围填海活动,实现海洋资源可持续利用。

##### (2) 建立围填海红线制度

在以基于生态系统为原则修编的全国海洋功能区划框架下,充分考虑海洋空间资源的多重用途和生态价值,以及围填海对海洋生态系统的影响,建立围填海红线制度。建议在对近岸海域环境容量、生态安全、生态系统服务及其价值等科学评估的基础上,划定近岸海域围填海潜力等级,确定海岸带/海洋生态敏感区、脆弱区和生态安全节点,提出优先保护区域,作为围填海红线,禁止围垦。近期着重对海湾、河口、海岛和浅滩等进行红线制度控制。

##### (3) 建立海洋生态补偿制度

运用综合性的环境经济手段规范人类利用海洋的各种活动,在各种海洋开发活动中需考虑环境成本。课题组建议国家建立海洋生态补偿/赔偿机制。特别是针对重大海洋工程(包括围填海工程)、海上溢油、海洋保护区、流域活动对河口—海域影响等重点问题,开展生态损害补偿/赔偿、生态建设补偿的示范。近期重点开展大型围填海工程生态损害评估与补偿示范,在论证用海的同时,提交生态补偿方案,做到“先补偿、后填海”,以生态修复、经济补偿等多种形式对生态系统服务的损失做出补偿。

##### (4) 建立海洋保护区网络



我国目前已建立了 30 个国家级海洋自然保护区和 60 个地方级海洋自然保护区，它们涵盖了中国海洋主要的典型生态类型，挽救了许多珍稀濒危海洋生物物种，为保护海洋生物多样性和生态环境发挥了重要作用。但是近年来由于海洋开发强度加大，各地海洋自然保护区不断受到侵占，其存在受到严重威胁。同时我国海洋保护区没有形成网络，影响了海洋保护区的功能。课题组建议进一步加强海洋保护区建设工作；到 2020 年，各类海洋保护区建成面积达到管辖海域的 5%。在现有保护区基础上，对典型、有代表性的生态系统、珍稀和濒危物种建立海洋自然保护区、海洋特别保护区及海洋公园，形成海洋保护区网络，以便最大限度地发挥海洋保护区的功效。

#### （5）加强受损海洋生态系统的修复与恢复工作

鉴于过去几十年间中国许多海洋生境、生态系统和海洋自然资源受到严重破坏，课题组建议在典型海洋生态系统集中分布区、外来物种入侵区、海岛、气候变化影响的敏感区等海区实施典型生态修复工程，建立海洋生态建设示范区，恢复海洋生物多样性维护能力，提高抵御海洋灾害和应对气候变化能力。

#### （6）加强海洋生物资源养护与增殖

过去几十年的过度开发导致我国海洋生物资源，特别是渔业资源严重衰退。而我国目前单一物种的管理模式已经不能满足海洋生物资源保育的需要。课题组建议在基于生态系统的海洋管理框架下，建立海洋生物资源养护与增殖体系。发展资源养护型的海洋捕捞业，促进有效的资源养护和渔业可持续发展；进一步加大力度压缩近海捕捞强度，建立种质资源保护区；保护、恢复和养护关键渔业栖息地与生物多样性，优化人工鱼礁和海洋牧场，合理规划增殖放流，提高资源增殖质量。

#### （7）发展碳汇渔业新模式

我国是世界第一海水养殖大国，海水养殖业发展对改善国民生活、增加就业、促进海洋经济的发展都起到了积极的作用。但是传统的养殖模式已经对海洋环境产生很多负面影响。课题组建议国家大力发展环境友好型海水养殖业；推动多营养层次综合养殖生产模式的发展，倡导以贝藻养殖为主体的碳汇渔业。

### 3.6.5 建议 5：制定防控流域对海洋负面影响的最优方案

陆源污染和大型水利工程对河口和近海环境与生态系统造成了严重的负面影响。为减少这些影响，课题组建议采取如下行动：

#### （1）制定最优方案控制流域—河口污染

污染削减涉及庞大的成本。不同的子流域对河口—海洋水体污染负荷的影响不一样，其污染削减的成本也不相同。有鉴于此，课题组建议国家海洋委员会协调各流域制定其污染削减的最优方案，制定各子流域污染削减措施和规模的最优组合。在此基础上，考虑流域各行政区的财政能力和污染削减的收益，制定其污染削减成本分摊的最优方案。

针对我国近岸海域日益突出的富营养化问题,近期应重点关注主要河流水系的氮、磷营养盐污染控制。建议将总氮纳入我国污染物总量控制体系,采取“以海定陆”的原则,实施以海洋环境容量为基础的氮排放总量控制措施,合理分配流域内总氮排放配额,加强对总氮排放的监控和水体、大气质量的监测,以降低近岸海域营养盐污染水平。

#### (2) 加强流域水利工程对河口水沙调控的综合管理

建议在国家海洋委员会协调下,国家水利部门、流域管理委员会和海域管理部门,在充分考虑维持河口三角洲冲淤平衡所需入河口临界泥沙量、河口三角洲大城市供水安全最低需水量及河口/近海生态最低需水量等的基础上,拟定流域水利工程调控水沙的方案。

### 3.6.6 建议 6 : 加强长期、科学、陆海一体化的生态环境监测和预测

长期、连续的海洋环境监测数据和深入的海洋科学研究是科学决策、有效解决海洋生态环境问题的基础。鉴于我国目前环境监测网络分割、监测参数和指标不尽相同的矛盾,课题组建议:

(1) 在国家海洋委员会的协调和指导下,相关涉海部门协力做好流域—河口—海域一体化的监测和对接,统一监测指标和技术标准,构建大气、流域、海洋/海岸带一体化环境监测体系,促进数据共享,建立信息共享平台。

(2) 为防控近海环境富营养化,建议近期国家环保部门和海洋行政主管部门协商协作,加强利用  $\text{NO}_x$  作为大气监测和控制指标;增加营养盐(总氮和总磷)作为流域水环境监测和控制指标;为调控入海河流的水量、水质,保障河口生态用水,建议近期国家环保部门、水利部门和国家海洋行政主管部门等多部门协作,做好流域—河口—海域一体化的监测和对接。

(3) 近期重点开展流域—海域生态系统相关科学问题综合研究,深化对海洋生态系统机理和服务的认知,为实施以生态系统的管理奠定科学基础;开展重大围填海活动对海洋生态系统影响的研究,开展气候变化对海洋生态影响等研究。重点关注沿海人口与经济活动密集区,建立以环境监测网络、野外台站观察和区域生态修复示范为一体的海洋生态环境研究和监测体系。

### 3.6.7 建议 7 : 健全海洋重大污染事件风险预警及应急响应制度

鉴于我国重化工产业向滨海集聚、海洋石油运输和海上油气开采规模不断扩大,海洋开发潜在风险越来越高;墨西哥湾溢油、大连输油管道爆炸等事故为我们敲响了警钟。必须按照国际海洋生态保护的预防预警原则,建立健全海洋重大污染事件风险预警及应急响应制度。在国家海洋委员会下设海洋重大污染事件应急响应与处置领导小组,领导和协调部门的应急行动,健全海洋污染事件应急响应制度。建立海洋重大

污染事件通报和区域潜在环境风险评估、预警及信息共享机制，完善区域突发海洋环境事件应急处置体系，加强对潜在环境风险责任主体的监督管理，推动各项应急措施的落实。

### 3.6.8 建议8：加强海洋意识宣传与建立公众参与制度

利用各种媒介，大力宣传和教育，营造全社会在沿海大开发背景下重视海洋生态环境保护的氛围，充分认识海洋的价值，积极参与海洋环境保护。在重大海洋开发活动决策过程中，建立畅通公众参与平台，让更多的利益相关者参与决策。