

美国沿海社会经济现状分析报告（下）*

刘 佳¹, 周 通²

(1. 国家海洋信息中心 天津 300171; 2. 福建海洋研究所 厦门 361012)

摘 要: 2010 年 6 月美国国家海洋与大气局 (NOAA) 建立了海岸带现状网站 [state of the coast (SOTC) web site]。文章参考该网站提供的生态环境最新数据和案例研究, 系统归纳了美国沿海地区的生态系统和气候变化现状, 以期对相关领域研究工作提供参考依据。

关 键 词: 美国; 沿海地区; 生态系统; 气候变化

1 生态系统

1.1 海岸带水域健康状况

海岸带生态系统的健康与否对经济繁荣、人口安全和沿海居民生活质量的可持续发展至关重要。然而, 2008 年美国环境保护署 (EPA) 对水体、沉积物、鱼类和生境健康的评估报告说明, 海岸带水域整体生态健康状况一般, 其中 30% 为较差、57% 为良、18% 为差; 有 18% 的采样区的鱼类组织污染物含量水平为一般; 86% 的海岸带水域沉积物质量良好。

海岸带水域质量状况主要评价 5 项指标 (表 1), 并根据评价结果发布质量公报。第 4 个报告有望在 2011 年完成, 其中将根据 2003—2006 年的采样结果对海岸带水域质量全面开展评估。

表 1 美国海岸带水域质量评价五大指标及因子

指标	因子
水质指标	氮、磷、叶绿素 a、透明度、溶解氧
沉积物指标	沉积物毒性、污染物和总有机碳
底栖生物指标	底栖生物群落多样性、耐污种的存在与丰度、污染敏感种的存在与丰度
海岸带生境指标	河口和潮间带湿地生境的损失率
鱼类组织污染物指标	目标鱼类和贝类体内化学污染物含量

此外, 监测对说明海岸带生态系统健康状态

也很重要。NOAA 的贻贝监测计划自 1986 年启动以来, 每年从美国沿海水域 (包括五大湖区和波多黎各) 的 300 个站位采集了牡蛎和贻贝样品, 分析其中的 140 种化学污染物 (表 2)。该计划是目前持续时间最长的全国性河口和海岸带水域污染物监测计划。由于贻贝营滤食生活, 并在组织中蓄积污染物, 因此是点源污染和非点源污染的适用指标生物。两类污染数据对于了解其对生态系统的影响和加强管理尤为重要。

贻贝监测计划也用于评估环境影响对飓风和石油泄漏等灾害事件做出的反应。通过对比灾害事件发生后的情况与贻贝监测的历史数据, 可以确定受灾害影响区域的环境影响。贻贝监测数据还用于评估以下事件: 旧金山湾中远釜山轮漏油事件、墨西哥湾沿岸的卡特里娜和丽塔飓风、特拉华湾阿索斯轮溢油事件、纽约世贸中心袭击事件和北普吉特海峡威尔斯岬溢油事件。近期备受关注的墨西哥湾漏油事件也采用了该方法。NOAA 国家海岸带科学中心和东南渔业科学中心的两批科学家正收集位于得克萨斯州/路易斯安那州到佛罗里达州西南的墨西哥湾沿岸 60 个站位的牡蛎和沉积物, 检测样品中的 120 种化学和微生物污染物 (包括 60 种石油化合物)。一旦原油到达海岸线, 研究人员将采集、检测新的样品。通过比较两组数据, 科

* 基金项目: 国家社会科学基金项目“主要国家海洋战略调整对我国影响研究 (10CGJ002)”资助。

学家可以掌握污染物初始种类和污染水平, 从而确定溢油造成的污染物变化。研究人员也关注石油对穴居生物的潜在毒性, 因为这些生物在食物链中起到重要作用。

表 2 从 1996 年和 2004—2007 年, 贻贝观察计划中, PBDE 浓度增长最快的 5 个站位

牡蛎观察计划的站位	1996 年贻贝/牡蛎体内 PBDE 浓度 (脂质重量 的十亿分之一)	2004—2007 年贻贝/牡蛎体内 PBDE 浓度 (脂质重量 的十亿分之一)	从 1996—2007 年, PBDE 的增长率/%
加利福尼亚州阿纳海姆湾	1 112	8 202	638
加利福尼亚州马琳娜得瑞	404	855	112
密西西比州密西西比海峡	40	389	873
俄勒冈州库斯湾	0	299	N/A
德克萨斯州伊莎贝尔港	13	293	2 154

1.2 海岸带生态系统面临的威胁

(1) 陆源污染是改善海岸带水质的重大挑战之一。自 1972 年颁布《洁净水法》以来, 点源污染得到了有效控制。目前, 面源污染是美国海岸带水体的最主要威胁。径流污染会给海岸带资源带来严重问题, 导致海滩关闭、鱼类死亡、藻华、生境丧失, 以及包括重要经济和娱乐价值鱼类在内的水生生物多样性和丰度的丧失。NOAA 和 EPA 联合发起的海岸带面源污染控制计划意在保证沿海各州掌握处理径流污染的办法。该计划着眼于污染预防而非仅仅应对现有水质问题, 鼓励地方当局采取管理措施改善海岸带水质。新罕布什尔州海岸带面源计划与其他伙伴共同创立的自然资源发展联盟(NROC) 就是典型实例之一。NROC 为同一流域的市政当局提供同等的技术支持以应对面源污染并在地方层面对治理的成果加以贯彻执行。自 1999 年计划启动以来, NROC 帮助 16 个社区修订了土地利用规划和条例, 使这些政策在降低径流污染、保护湿地和保护开放空间方面更有成效。

(2) 外来物种 (包括植物、动物和病原菌) 是海岸带生态系统最大的威胁之一。根据报告, 1962—1995 年, 每 14 周就有一种物种入侵旧金山湾^[1]。在五大湖地区, 入侵物种达到 185 种。一般认为, 物种到达新的生境、生存并繁衍即成为入侵物种。入侵物种具有生长快、繁殖快、传播能力强、环境适应能力强、食物消耗量大、

与土著种竞争能力强和缺乏天敌等特点。入侵生物会给当地经济、重要渔业资源、脆弱的海岸带生态系统和人类健康造成严重影响。在五大湖地区, 2000—2010 年仅斑马贻贝入侵造成的经济损失就达到 50 亿美元。

外来物种通过不同途径传播, 但多数是人类活动的直接结果。根据 EPA 的研究, 外来物种的引入途径主要包括: 通过压舱水运输, 船舶携带的污损生物, 经由渔业和娱乐设施传播, 放生的鱼饵, 从水产养殖场、育苗场和水族公园中逃逸的生物, 养殖鱼类或观赏鱼类的放生, 为了对入侵物种实行生物控制而引入的物种, 故意遗弃的观赏鱼类, 用于恢复生境和控制水土流失的生物, 有意或无意释放的教学和实验动物, 动植物贸易中随其他物种意外入境的生物。根据 NOAA 的统计, 每年从国际港口排入美国水域的压舱水超过 210 亿 t, 每天约有 10 000 种海洋物种通过压舱水进入全球海域。要弄清某种生物如何引进几乎不可能, 因此控制或阻止引进有害物种更具挑战性。

生态系统的改变通常由人类活动造成, 如河道变迁及海岸带生态系统退化等, 这些变化导致生态系统更容易受到生物入侵。全球气候变化也可能对外来物种在新地区中的大量繁殖产生影响。

控制入侵物种不仅难度大、成本高, 而且难以根除。在南加州, 为清除入侵的绿藻 (*Caulerpa taxifolia*), 每年的成本高达 100 万美元^[2]。预防是最经济也是最有效的手段, 但

也不能完全避免生物入侵,因此,最佳策略是早期发现并快速应对。许多地方、州和联邦为避免引进外来物种或减缓入侵物种的传播已采取了相应的措施。这些措施包括在公共船用斜坡道对船舶实行强制检查、限制进口活体生物、在装货港对压舱水实施管理。随着国际运输和贸易的增加,入侵生物问题已成为需要多方合作的全球性问题。对入侵物种的管理和控制往往需要各责任方大规模的努力。

(3) 作为重要的沿海生境,珊瑚礁生态系统支撑着大量物种,并为美国提供了多种生态、经济和文化效益,其中,与珊瑚礁有关的旅游和娱乐活动每年为美国经济带来约 4.83 亿美元净利润,珊瑚礁提供的商品和服务为美国经济

带来约 11 亿美元净利润^[3]。研究表明,在美国大西洋、加勒比海和墨西哥湾地区,75%的珊瑚资源处于较差或一般状态,在美国太平洋地区,31%的珊瑚资源处于较差或一般状态^[4]。

由于缺乏标准化的监测方案、方法和数据集来比较所有 15 个联邦珊瑚管辖区的珊瑚礁生态系统的状况,相关人士不得不依赖在各自管辖范围内监测和管理珊瑚礁生态系统的海岸管理者和科学家的观点。调查结果显示珊瑚资源状况恶化,在过去 10~25 年间,超过 2/3 的联邦珊瑚管理区所遭受的威胁在增加,这些威胁包括气候变化、珊瑚白化、珊瑚疾病、旅游休闲、以生存和休闲为目的的渔业以及海洋废弃物(表 3)。

表 3 珊瑚生态系统资源和威胁的整体趋势^[4]

资源	总体状况	威胁	总体状况
水质	下降	气候变化和珊瑚白化	加重
活体珊瑚覆盖	下降	热带风暴	增多
珊瑚礁鱼类种群	下降	海岸带开发活动	增多
捕获的珊瑚礁鱼类和大型无脊椎动物	下降	旅游和娱乐	增多
		商业捕捞	持平
		以生存和休闲为目的的渔业	增多
		船舶损害	加重
		海洋废弃物	增多
		水生入侵生物	增多

据估计,珊瑚礁中生存着 60 万~900 万种动植物,是具有极大药用潜力的基因资源宝库(表 4)。

表 4 珊瑚礁的药用价值及药用生物

药用价值	药用生物实例
抗炎药	柳珊瑚 gorgonian coral (genus <i>Pseudoterigorgia</i>)
抗肺结核药	柳珊瑚 gorgonian coral (genus <i>Pseudoterigorgia</i>)
整形外科植入物	珊瑚骨骼 coral skeleton
抗病毒药	海绵 sponge (<i>Cryptothya crypta</i>)
抗疟疾药	海绵 sponge (genus <i>Cymbastela</i>)
抗癌药	海绵 sponge (genus <i>Jaspis</i>)
	被囊动物 tunicate (<i>Ecteinacidia turbinata</i>)

续表

药用价值	药用生物实例
	苔藓虫 bryozoan (<i>Bugula neritina</i>)
	海兔 seahare (<i>Dolabella auricularia</i>)

NOAA 和夏威夷州对该州海洋保护区效果的研究表明,海洋保护区是保护鱼类种群、有效管理珊瑚礁的重要措施^[5],保护区内鱼类生物量、物种多样性以及珊瑚的覆盖率明显高于未受保护的生境相似区。

(4) 上游地区人类活动产生的过量营养盐会对沿海生态系统尤其是河口的健康造成损害,2008 年的研究表明,进入墨西哥湾的氮有 78% 来自面源污染。据统计,2004 年全国 65% 的主要河口表现出营养盐污染的征兆^[6]。

营养盐污染会引起富营养化,表现为缺氧、鱼类死亡、海藻生长过度、藻华和海草死亡,从而降低了沿海资源的可用性,对沿海商业、旅游业和养殖业等造成负面影响。如,由营养盐污染引起的全国范围的有害藻华导致商业渔业

每年损失3 800万美元、旅游业损失400万美元、每年因疾病产生的公共健康支出3 700万美元、相应的沿海监测和管理工作每年支出300万美元(表5)。

死亡区域是营养盐污染的常见表现。美国

表5 营养盐污染对经济造成损害的例子

海区	营养盐污染症状	影响的资源和利用方式	影响
新泽西州巴尼加特湾河口	缺氧	夏季捕捞比目鱼	游钓业每年损失2 500万美元
夏威夷州茂宜海滩	大型海藻过度生长	用于休闲娱乐的海滩和珊瑚礁	房地产和休闲业每年损失2 000万美元
全国范围	有害藻华	商业渔业和游钓业,娱乐目的的海滩	商业渔业每年损失3 800万美元,旅游业损失400万美元,每年因疾病产生的公共健康支出3 700万美元,相应的沿海监测和管理工作每年支出300万美元

沿岸记录了至少166个由人类活动引起的缺氧死亡区域,一些河口每年都会出现大范围的死亡区域,如切萨皮克湾、长岛海峡和墨西哥湾。Hagy等^[7]的研究表明,1960年以来不断恶化的切萨皮克湾缺氧与营养盐污染有直接关系;康涅狄格州环境保护部的数据显示,长岛海峡每年夏天都会经历一段时间的缺氧,1950年以来情况越来越严重;墨西哥湾死亡区域威胁着该地区每年可创造28亿美元的渔业。

在处理营养盐污染问题方面,佛罗里达州坦帕湾于20世纪80年代实施了3项营养盐管理战略,包括:①城市污水处理厂需将排入海湾

的污水中总氮浓度降低90%;②制定雨水处理规定;③化肥工业采取措施减少装船时泄漏的氮和磷。从1985—2003年,这3项措施促使排入坦帕湾的氮减少了60%,由于营养盐的减少,使得浮游植物也随之减少,水体透明度增加,海草面积增加到2004年的10 936 hm²。为实现恢复15 400 hm²(是20世纪50年代覆盖率的95%)海草床生境的目标,即使是人口持续增加,营养盐的年输入也必须持续减少(图1)。坦帕湾河口计划和参与氮管理协会的私营工业部门已确定并实施了氮负荷削减计划,以确保水质的不断改善。

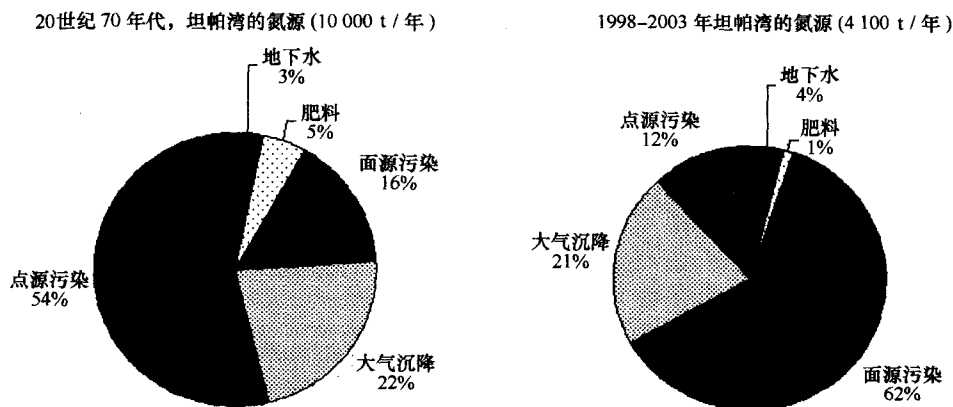


图1 治理前后坦帕湾的氮输入变化情况^[8]

2 气候变化

气候变化给美国带来了巨大风险,尤其是对易受洪水影响的沿海地区。

2.1 海平面上升

海平面上升将导致海岸发生物理变化,而沿海地区是众多社区和敏感的滨海生态系统所在地。沿海地区应对海平面上升的能力对美国长久安全和经济可持续发展而言至关重要。

据推测,温度升高将使海平面因海水蔓延、高山冰川和冰盖融化而进一步上升,并导致格陵兰岛和南极冰盖融化。据联合国政府间气候变化专门委员会(IPCC)推断,到22世纪全球海平面将上升0.18~0.61 m。这一范围反映出全球温度预测的不确定性,也反映出气候变暖导致冰盖融化或流入大洋的速度之快。但不管怎样,IPCC的结论是,影响“肯定是负面的”。根据NOAA的预测,路易斯安那州尤金岛海平面在100年内将上升0.97 m,这是美国最高的预计数字;而弗吉尼亚州切萨皮克海湾大桥隧道当地海平面在100年内将上升0.6 m,这是美国东海岸上升最高的地方。

海平面上升给美国带来的影响之一就是沿海交通网受到严重威胁。沿海地区往往是经济活动的主要中心区。美国10个最大商业港口(根据交易吨数)中有7个位于墨西哥湾沿岸。该地区还是美国油气业的所在地,布设有海底钻探平台、炼油厂和管道。美国进口石油的2/3通过墨西哥湾。海平面上升可能通过公路、铁路、机场、海港和管道被淹而影响到每年数十亿美元的商业运输活动。

2.2 风暴潮灾害

气候变化除导致海平面上升外,还使得沿海地区易受风暴潮威胁。据推测,在100年内,将有850万人居住在沿海洪水危险区,这是美国人口的3%;在100年内,每平方千米沿海洪水危险区将有104人,这是美国人口密度的2倍。美国人口密集的大西洋和墨西哥湾沿岸高出平均海平面3 m,这些地方易受沿海风暴潮和相关灾害的影响,而灾害区的居民和资产则面

临着巨大的风险。

风暴潮的范围取决于风暴路径内的海岸线方向,风暴的强烈程度、规模和速度,以及当地的水深。风暴潮影响的内陆范围或引发的洪水受大陆架和岸线海拔坡度的影响。倾斜度小的岸线会导致风暴潮淹没沿岸社区。位于陡峭岸线的沿海地区虽然不会遇到大的风暴潮,但巨大的破坏性波浪仍会引发严重问题。可以说,了解风暴潮对于制定沿海开发政策和规划以及确定飓风来时的疏散路线而言是必不可少的。

2.3 灾害风险管理措施

为了应对灾害风险,国家出台了水灾保险计划(NFIP),这是排在社会安全之后的联邦政府的第二大财政负债。据统计,1978—2009年,NFIP为沿海洪水风险区赔偿了总计230亿美元的损失。

除采用保险之外,为减小风暴带来的影响,沿海地区还必须了解如何预防和恢复。这是从卡特里娜飓风袭击事件得出的经验教训,因为那场灾难造成的影响及日后的恢复过程持续了数年。沿海弹性指数(the coastal resilience index)是一项可用于检验如何预防风暴并从中恢复过来的方法,结果表述为恢复能力的低、中、高,意在帮助沿海地区在灾害发生之前找出那些可弥补的缺陷。该指数的试点计划正在墨西哥湾沿海的6个地区展开,相应的辅助工作将在2010年墨西哥湾所有地区推广。

近来,智能型增长(smart growth)的新型发展模式备受关注。这种增长模式充分考虑到对自然灾害的处置能力和恢复能力。例如,为了在河口附近预留出公共空地、恢复和维护水质、减少洪水的潜在危害、增加野生动物生境,休斯顿市发起了一项保护位于东休斯顿多用途区域布雷斯河沿岸2 hm²未开发河漫滩的计划。这项保护措施通过保持土地未开发状态以及对暴雨径流的渗透能力来减轻洪水对该地区造成的潜在危害。该计划还提供了重要野生动物的生境,营造了可增强居民与河口地区相互联系的社区环境。

参考文献

- [1] COHEN A N, CARLTON J T. Accelerating invasion rate in a highly invaded estuary[J]. *Science*, 1998, 279: 55—58.
- [2] WILLIMS S L, GROSHOLZ E D. The invasive species challenge in estuarine and coastal environments: marrying management and science[J]. *Estuaries and Coasts*, 2008, 31:3—20.
- [3] CESAR H L, BURKE L. Pet—Soede. The economics of worldwide coral reef degradation[R]. Arnhem: Cesar Environmental Economics Consulting.
- [4] WADDEL J, CLARK A. The State of Coral Reef Ecosystems of the United States and Pacific Freely Associated States: 2008. NOAA Technical Memorandum NOS NCCOS 73. NOAA/NCCOS Center for Coastal Monitoring and Assessment's Biogeography Team.
- [5] FRIEDLANDER A, BROWN E, MONACO M. Coupling ecology and GIS to evaluate efficacy of marine protected areas in Hawaii[J]. *Ecological Applications*, 2007, 17(3): 715—730.
- [6] BRICKER S, LONGSTAFF B, DENNISON W, et al. Effects of Nutrient Enrichment In the Nation's Estuaries: A Decade of Change. NOAA Coastal Ocean Program Decision Analysis Series No. 26. National Centers for Coastal Ocean Science, Silver Spring, MD. 2007: 328.
- [7] HAGE J D, BOYNTON W R, KEEFE C W, et al. Hypoxia in chesapeake bay, 1950—2001: long term change in relation to nutrient loading and river flow[J]. *Estuaries*, 2004, 27: 634—658.
- [8] GREENING H. Tampa bay FL: large seagrass recovery due to nitrogen load reductions[C]// Effects of Nutrient Enrichment In the Nation's Estuaries: A Decade of Change. NOAA Coastal Ocean Program Decision Analysis Series, 2007.