

SHIJIE HAIYANG SHENGTAI HUANJING
BAOHU XIANZHANG YU
FAZHAN QUSHI YANJIU



世界海洋生态环境保护现状与 发展趋势研究

刘 岩 郑苗壮 朱 璇 裴婉飞 ● 编著

世界海洋生态环境保护 现状与发展趋势研究

Status and Trends of Worldwide Ocean Environment
Protection and Ecosystem Conservation

刘 岩 郑苗壮 朱 璇 裘婉飞 编著

海洋出版社

2017 年 · 北京

图书在版编目 (CIP) 数据

世界海洋生态环境保护现状与发展趋势研究/刘岩等编著. —北京: 海洋出版社, 2017. 12

ISBN 978-7-5210-0012-2

I. ①世… II. ①刘… III. ①海洋环境-生态环境保护-研究-世界 IV. ①X145

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 316946 号

责任编辑: 张 荣

责任印制: 赵麟苏

海洋出版社 出版发行

<http://www.oceanpress.com.cn>

北京市海淀区大慧寺路 8 号 邮编: 100081

北京朝阳印刷厂有限责任公司印刷 新华书店经销

2017 年 12 月第 1 版 2017 年 12 月第 1 次印刷

开本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 8.5

字数: 200 千字 定价: 42.00 元

发行部: 62132549 邮购部: 68038093 总编室: 62114335

海洋版图书印、装错误可随时退换

前 言

目前世界范围内的海洋生态环境面临来自海洋污染、气候变化和生物多样性降低的严峻威胁。大量陆源污染排放，大面积海水富营养化对海洋环境及海洋生物产生严重影响。全球气候变化引起海水温度上升、海平面上升和海水酸化，改变了海洋的物理、化学和生物环境。海洋资源特别是近海渔业资源，受污染和不可持续的渔业操作的影响，处于持续退化状态。海洋各类重要栖息地如红树林、珊瑚礁等持续遭到破坏。

为了应对日益严重的海洋生态问题，各海洋大国都制定了一系列的政策和法规来遏制海洋生态环境的恶化。美国通过了《2000年海洋法案》，并制定了《21世纪海洋蓝图》等一系列海洋政策，加强推行基于生态系统的管理、近海与海洋空间规划、应对气候变化和海洋酸化。为加强涉海部门的协调与支持，美国成立了国家海洋委员会，作为海洋事务的最高协调机构。2009年，英国政府发布《英国海洋法》，建立包括海洋综合管理、海洋规划、海洋使用许可证、海洋自然保护、海洋渔业在内的新的海洋工作体系，以扭转英国海洋生物多样性的下降趋势、提高海洋生态系统的运行功能和对环境变化的应变能力。

作为世界环保界的盛会，2012年联合国可持续发展会议（“里约+20”峰会）对海洋问题予以了高度重视，推进了海洋可持续发展进程。各联合国成员国、非政府组织在“里约+20”峰会期间充分表达了在海洋领域的意见和关切。会议成果文件《我们憧憬的未来》高度评价了海洋在可持续发展中的地位，强调海洋及其资源的养护和可持续利用对可持续发展的重要性。联合国教科文组织政府间海洋学委员会、国际海事组织、联合国粮农组织和联合国开发计划署发布《海洋可持续发展蓝图》，主要分析当前全球海洋与海岸带管理工作面临的挑战，提出了促进海洋与海岸带可持续发展的目标和行动建议。

近年来，全球气候变化对海洋环境的影响，国家管辖范围以外海域的生

生物多样性保护等议题成为海洋环境保护的国际热点，被国际社会广泛讨论。地球工程被认为是减轻气候变化影响的工具之一，是指为减轻气候变化的影响而对全球气候系统进行有意的、大规模的改变。目前，个别地球工程活动的有效性、益处和潜在不良影响尚未为人们所完全掌握，海洋施肥等地球工程存在巨大争议。

在国家管辖范围以外海域的生物多样性保护问题上，《联合国海洋法公约》是主要法律依据，对公海生态环境保护、公海渔业资源养护等方面做了专门规定。《生物多样性公约》作为保护地球上生命有机体及其遗传基因和生态系统多样化的全球性公约，也为国家管辖范围以外生物多样性的养护和可持续利用规定了相关规则。目前，该问题的法律体系和管理规则尚未成熟，联合国成立“国家管辖范围以外区域海洋生物多样性的养护和可持续利用问题的不限成员名额非正式特设工作组”对其进行专门研究。

世界海洋生态环境保护的发展趋势对中国的影响是多方面的。总体而言，国际环境公约的实施对我国的海洋保护事业起到了巨大推进作用。一些原本陌生的环境治理准则，比如预防原则、污染伤害无边界原则、共同但有区别的责任原则等，正在中国被不断谈及，有些甚至已成为国内环境治理的官方表述。国际环境合作机制促进了我国环境治理水平的提高。但也应当认识到，国际社会对在环境保护上的期望和中国所面临的经济发展的需要是一对不可避免的矛盾，国际社会一些新的举措，例如设立减排控制区、取消和限制渔业补贴以及建立公海保护区等，都将对中国的海洋经济发展带来一些负面影响。

总体来看，海洋生态环境保护既是我国的国际责任，也是国家可持续发展的需要。国际社会和中国互相影响，国际社会的一些重大举措对中国既有积极作用，也有不利影响。另一方面，中国政府也越来越重视海洋外交，寻求通过多种平台来增加我国在国际谈判中的影响力，海洋生态环境保护正是海洋外交的一个重要平台。在这一背景下，中国一方面必须重视国内海洋生态环境保护和海洋经济的可持续性；另一方面也要将其作为海洋外交一项不可分割的内容，积极争取发展权和主动权。

本书对中国海洋生态环境保护提出的建议包括：①发展可持续的蓝色海洋经济，提升海洋生态环境保护在建设“海洋强国”和“生态文明”中的战略地位；②研究国际和其他国家的海洋生态环境保护政策，完善我国的海洋

生态环境保护法律体系；③完善海洋综合管理体制，对各类海洋经济活动、海洋环境保护和海洋执法进行统筹规划；④增加对海洋生态环境保护的资金、技术和人员投入；⑤加强和非政府组织的合作，加强海洋环境保护的社会力量；⑥加强和国际、区域组织在保护海洋生态环境保护方面的合作；⑦积极参与新的国际法律和国际制度的讨论，并将其作为海洋外交的重要组成部分。

本书为编著多年来跟踪国际海洋环境问题并予以疏理、研究的成果。本书编写过程中始终禀执客观、准确的原则，然限于编者的认识水平，难免有不足和疏漏之处，敬请读者批评指正。

编 者

2017 年 12 月

目 录

第一章 世界主要海洋国家及海洋相关国际组织的海洋生态环境保护现状与趋势研究	(1)
一、全球海洋生态环境现状描述	(1)
二、世界主要海洋大国和地区海洋生态环境保护现状与趋势	(10)
三、海洋相关国际组织的海洋生态环境保护现状与趋势	(19)
四、小结	(27)
第二章 2012 年联合国可持续发展大会关于海洋生态环境保护问题的跟踪研究及启示	(29)
一、联合国推动“里约+20”峰会涉海议题	(30)
二、非政府间国际组织推进“里约+20”峰会海洋议题	(37)
三、主要国家向联合国提交的可持续发展涉海立场要点	(47)
四、小结	(50)
第三章 世界海洋生态环境保护的热点问题研究	(52)
一、公海生态环境保护的法律制度	(52)
二、公海生态环境保护的相关机制框架	(66)
三、公海生态环境保护的方法和工具	(71)
四、公海生态环境保护的最新进展	(81)
五、小结	(103)
第四章 世界海洋生态环境保护发展对中国的影响和对策建议研究 ..	(105)
一、世界海洋生态环境保护现状与发展趋势综合分析	(105)
二、世界海洋生态环境保护发展趋势对中国的影响	(113)
三、中国海洋生态环境保护的对策建议	(114)
参考文献	(119)
缩略词	(125)

图目录

图 1-1	全球缺氧和富营养化的沿海地区	(2)
图 1-2	1995—2005 年特定深海鱼类有机氯污染趋势	(4)
图 1-3	1960—2010 年北冰洋二氧化碳浓度和海洋酸化	(7)
图 1-4	生物多样性指标趋势	(8)
图 1-5	1950—2006 年全球鱼类资源的发展趋势	(11)
图 3-1	全球符合具有生态和生物多样性重要性标准的海域	(85)
图 3-2	现有各类公海保护区位置示意	(97)
图 3-3	WCPA、IUCN 等提议的 HSMPAs 优先区域	(99)
图 3-4	北海海域及波罗的海海域减排控制区	(101)
图 3-5	北美海域减排控制区	(101)

表目录

表 3-1	联合国环境规划署框架下的区域海洋环境保护公约	(62)
表 3-2	已经召开的描述符合 EBSMA 的科学标准的区域研讨会	(83)
表 3-3	西南太平洋地区符合具有生态和生物多样性重要性标准的海域	(85)
表 3-4	大加勒比和中大西洋西部地区符合生态和生物多样性重要性标准的海域	(86)
表 3-5	地中海地区符合生态和生物多样性重要性标准的海域	(88)
表 3-6	北极东北部地区符合生态和生物多样性重要性标准的海域	(88)
表 3-7	已经获批的 ECA 区域	(100)
表 3-8	ECA 区域内氮氧化物排放标准及适用范围	(101)

第一章 世界主要海洋国家及海洋相关 国际组织的海洋生态环境 保护现状与趋势研究

目前世界范围内的海洋生态环境面临来自海洋污染、气候变化和生物多样性降低的严峻威胁。为了应对日益严重的海洋生态问题,各海洋大国都制定了一系列的政策和法规来遏制海洋生态环境的恶化。美国、英国、日本和欧盟等国家和地区相继发布综合性的海洋法律和政策以加强对海洋事务的管理。各海洋相关国际组织也在海洋生态环境保护中发挥了重要作用,在各自领域内推行海洋环境保护规则、开展海洋可行性研究。

一、全球海洋生态环境现状描述^①

进入 20 世纪 90 年代以来,全球海洋生态环境的持续退化已经引起了国际社会的广泛重视。人类对海洋资源的过度开发直接导致了海洋污染、海洋资源衰退和生物多样性减少等生态问题。而海洋生态环境的退化也直接或间接地影响着人类健康和沿海社会经济发展。本章节从海洋污染、气候变化和海洋生物多样性丧失三个方面来论述全球海洋生态环境退化的现状,解释海洋健康所面临的主要威胁。

(一) 海洋污染

1. 营养物质污染和富营养化

工业和生活废水、养殖废弃物、肥料、空气污染物沉降和侵蚀导致海水

^① May Antoniette Ajero, Dolores Armenteras (协调领衔作者). 全球环境展望 5. 内罗毕: 联合国环境规划署, 2012.

富营养化，引发普遍、持续的水质问题。

虽然许多城市和村镇都配备了废水处理设施，但是来自非点源的营养物质却没有得到有效处理，包括淡水和海洋系统中的农业和城市径流以及空气污染物沉降。虽然海洋富营养化的具体阈值尚不确定，但是其干预全球营养物质循环的程度可能已经达到临界值，超过这个临界值，海洋和淡水生态系统就无法恢复健康（Rockström et al., 2009）。自 1970 年以来，全球河流的营养物质输出增加了约 15%，其中南非增加额占全球至少一半（Seitzinger et al., 2010）。1970 年以来，湖泊海藻和大型植物的总生产能力增加了 74%。1990 年以来，沿海富营养化地区急剧增加。在严重富营养化的条件下，海藻大量繁殖会导致水体缺氧，湖泊中的鱼类会因缺氧而死亡，进而导致沿海地区出现死区。缺氧已经成为全球湖泊、河流、河口以及沿海地区一个严重的问题（Diaz et al., 2010; Rabalais et al., 2010）。

全球至少 169 个沿海地区被认为缺氧，沿海死区在东南亚、欧洲和北美洲近海十分普遍（图 1-1）。只有 13 个沿海地区有迹象显示正在从缺氧状态中恢复（Diaz et al., 2010; Rabalais et al., 2010），大部分位于北美洲和欧洲北部。到 2030 年全球河流的磷负荷有可能增加 5%，主要是在南亚地区（Seitzinger et al., 2010）。

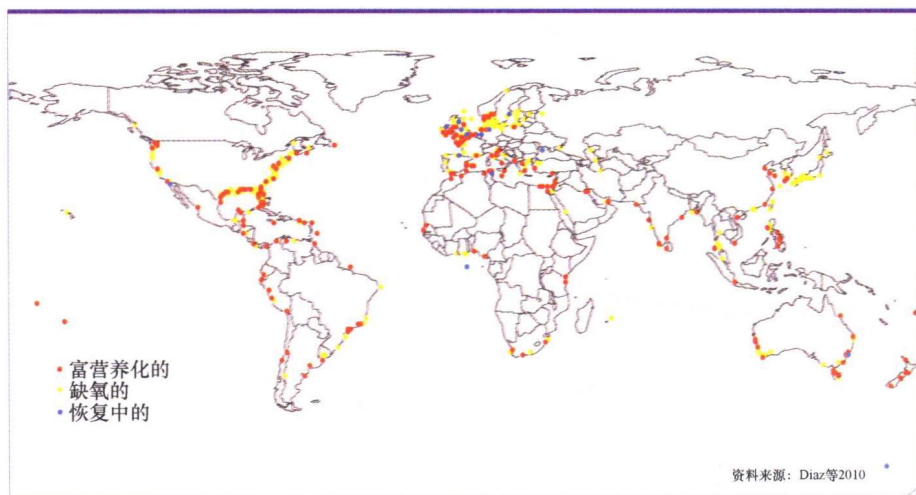


图 1-1 全球缺氧和富营养化的沿海地区

资料来源: May Antoniette Ajero, Dolors Armenteras (协调领衔作者). 全球环境展望 5.

内罗毕: 联合国环境规划署, 2012.

营养物质还可能导致淡水和沿海地区发生有害赤潮,部分赤潮会释放海藻毒素,直接影响人类(WHO, 2003a)、水生生物和牲畜的健康。麻痹性贝毒是在富营养化水体中发现的一种有害海藻毒素,该疫情的暴发数量从1970年的不到20起增加到2009年的100起以上(Anderson et al., 2010)。

2. 海洋垃圾

由于固体废弃物处理不当和塑料用量的增加,世界所有的海洋中都可以发现人类的废弃物(UNEP, 2009)。海洋垃圾往往堆积在沿海沙滩上、海底(Galgani et al., 2000)以及大西洋和太平洋大洋环流中(Law et al., 2010),损害野生生物、鱼类和船只,给人类安全和身体健康带来风险。

2005年至2007年之间UNEP考察了12个海域的海洋垃圾状况,其中东南太平洋、北太平洋、东亚海和环加勒比海含有的海洋垃圾最多(UNEP, 2009)。相比之下,里海、地中海和红海的废弃物最少。对波罗的海(HELCOM, 2009)、东北大西洋(OSPAR, 2009)、美国海岸线(Sheavly, 2007)和北大西洋亚热带环流的区域研究显示:在1986年至2008年间,废弃物总量没有发生显著变化。而大西洋中部的数据显示:1997年至2007年间来自陆地和一般来源的海洋垃圾有所增加(Ribic et al., 2010)。

3. 持久性有毒化学物质

有毒污染物包括微量金属元素镉、铅和汞;农药及其副产品,如双对氯苯基三氯乙烷(DDT)和十氯酮;工业化学品和燃烧产生的副产品等。许多地区依然在使用这些有毒物质,它们会在水生系统中积累和沉积,造成污染;目前在90%的水体中都可以发现这些物质。最受关注的污染物是具有持久性、毒性和生物累积性的物质。

生物可以积累来自水、沉积物和食物中的污染物,其获取的组织污染物水平比周围环境中的污染物水平要高。有机氯混合物如多氯联苯(PCB)或DDT会在脂肪组织中累积,并通过食物链产生生物放大效益,最终在顶层捕猎者体内达到最高浓度。

许多持久性有机污染物(POPs)已经在人迹罕至的北极地区积累,但在POPs使用受到严格控制之后,北极地区的积累水平有所降低。自20世纪90

年代初期以来, 北极空气样本中的 POPs 浓度已有所降低。自 20 世纪 90 年代中期以来, 西太平洋中 12 种深海鱼类体内的至少 3 种有机氯化学物质的组织浓度 (图 1-2) (Oshihoi et al., 2009) 和旧金山湾至少 4 种鱼类体内的 PCB 浓度 (Davis et al., 2003) 有所降低。

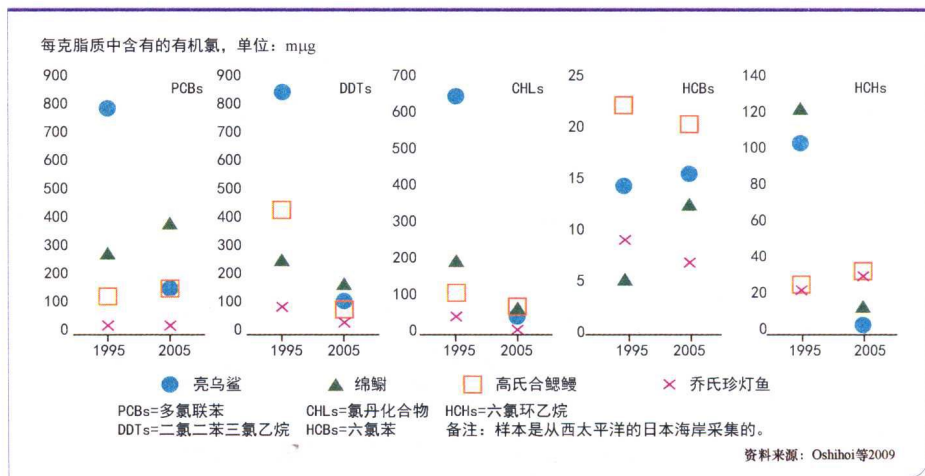


图 1-2 1995—2005 年特定深海鱼类有机氯污染趋势

资料来源: May Antoniette Ajero, Dolores Armenteras (协调领衔作者). 全球环境展望 5.

内罗毕: 联合国环境规划署, 2012.

4. 石油

石油泄漏也对海洋环境及生态系统产生威胁。虽然 20 世纪 70 年代至 80 年代, 油轮泄漏事件已明显减少 (ITOPF, 2010), 但是 2010 年墨西哥湾发生的海上石油平台泄漏事件是海洋生态系统风险的又一个证据。随着全球石油和天然气需求的增加, 未来 20 年内, 北极冰川融化后人类可以到达此前无法到达的区域, 海上油气活动还会增加。全球未探明但具备技术可开采的石油和天然气资源中约 20% 分布在北极地区 (Bird et al., 2008; AMAP, 2007)。北极气候寒冷, 分布着大量水生哺乳动物, 加之石油在冷水中降解速度慢, 北极地区更容易受到石油泄漏的危害。

2010 年“深水地平线”号向墨西哥湾泄漏了 490 万桶原油, 这是历史上最严重的海上石油泄漏事故。虽然其导致的经济和生态成本尚未完全量化,

但是它已经导致海洋生物、栖息地、渔业和旅游业蒙受大量损失。与此前的石油泄漏事故不一样,此前事故中泄漏的石油大部分会消散或者蒸发,但是这次事故发生后直至 2011 年春天,水下油柱和厚厚一层溶解油依然停留在海底,原油球块持续被冲到岸上和湿地中,导致植被腐烂死亡。

5. 新出现的水质问题

虽然许多工业化区域的传统有毒污染物有所减少,但是其他污染物带来了新的问题,比如,在过去 30 年中,阻燃剂(属于 POPs 一种的多溴联苯醚 PBDEs)在欧洲、北美洲和日本的使用有所增加(Schwarzenbach et al., 2010)。现在对药物和个人护理产品的关注也日益增加,这些产品使用后会被废水系统带走,然后进入环境中。虽然药物对水生生物和人类的长期影响还未知,但是很明显,即使是浓度很低的药物和内分泌干扰素也会产生生物效应(Schwarzenbach et al., 2010)。

纳米颗粒物和塑料微粒是相对较新的水污染物。现代生活中使用的纳米颗粒物——粒径为 1~100 nm 的颗粒物日益增多。新出现的纳米生态毒理学研究了它们的环境迁移转化规律和对水生生态系统的可能影响(Hassellöv et al., 2008; Navarro et al., 2008)。塑料物质降解形成的塑料微粒可能包含添加剂,能够在水生生物体内积累(GESAMP, 2010; Ryan et al., 2009),而水体中的塑料颗粒及其浓度(尤其是在海洋系统中)还将随着全球塑料消费的增加而增长。虽然辐射物质不算是新的污染物类型,但是 2011 年发生的日本海啸核电站爆炸事故,使得工业、医疗、军事和事故释放的辐射物质再度引起人们的重视。

(二) 气候变化对海洋环境的影响

气候变化对海洋产生的最直接影响就是海面温度上升,自 20 世纪 80 年代以来,全球海面温度已经上升了 0.5℃,预计整个 21 世纪海面温度还将持续上升(IPCC, 2007a)。有研究显示,地面温度每升高 1℃,预计全球降水将会增加 1%~3% (Wentz et al., 2007),许多热带和温带地区的极端降水持续时间将会延长(IPCC, 2011; Gorman and Schneider, 2009)。

冰盖融化和海平面上升是由海洋热膨胀以及冰川和冰盖融化导致的

(IPCC, 2007a)。虽然几乎 3 000 年的时间内全球海平面都维持在一个相对稳定的水平,但是 20 世纪,海平面却上升了约 170 mm (IPCC, 2007b),而且预计到 2100 年还将至少上升 400 mm (± 200 mm) (IPCC, 2007a)。1993 年至 2008 年的测量显示海平面上升的速度比此前几十年提高了 1 倍 (Cazenave and Llovel, 2010)。虽然有关海平面上升的预测存在很大的变异性 (Levitus et al., 2009; Ishii and Kimoto, 2009),但是可以确定的是 1960 年以来观测到的海平面上升中 25%~50% 都是由于热膨胀导致的 (Cazenave and Llovel, 2010; Antonov et al., 2005)。海平面上升预测的变异性与水库中存储的水有关,据估算,过去 50 年间,水库储水使海平面上升水平减少了 30~55 mm (Chao et al., 2008)。20 世纪,小型冰川和冰帽的体积大大减少 (Dyurgerov and Meier, 2005),而未来陆地冰源融化还将导致淡水径流增加。过去 10 年中随着格陵兰岛和北极冰盖加速融化,它们已经成为海平面上升的最大贡献者。如果按照目前的趋势预测,北极冰盖融化将继续成为 21 世纪海平面上升的主导因素 (Rignot, 2008)。

由于人口和基础设施在沿海地区高度集中 (McGranahan et al., 2007),许多国家很容易受到海平面上升以及沿海和低洼社区洪水的危害。由于缺乏应对海平面上升或恢复相关损失的能力,发展中国家,特别是小岛屿发展中国家 (SIDS) 和三角洲区域尤其容易受害 (IPCC, 2007c)。到 21 世纪 40 年代,根据海平面上升的幅度,全球沿海地区适应海平面上升的成本预计为每年 260 亿~890 亿美元 (World Bank, 2010)。

海洋酸化是气候变化引起海洋物理环境变化的另一个方面。每年,海洋吸收了大部分人类排放的二氧化碳 (CO_2) 并与水发生反应生成碳酸,导致海洋变酸。虽然存在地区差异,但是海洋表面平均 pH 值从工业化前的 8.2 降低为目前的 8.1 (见图 1-3)。据预测,到 2100 年,海洋表面平均 pH 值将会进一步降低到约 7.8 (Feely, 2009)。海洋酸化可能正在接近全球临界值 (Rockström et al., 2009)。海洋酸度增加会影响具有碳酸钙壳和骨骼的海洋生物、钙性藻类和其他生物 (Langdon and Atkinson, 2005)。受影响的生物包括造礁珊瑚以及另外一些对海洋食物网至关重要的生物,包括多种重要的人类食物来源,比如螃蟹和软体动物。海洋酸化和海水温度升高被视为珊瑚白化的最主要原因,珊瑚白化摧毁了世界的珊瑚礁生态系统 (Hoegh-Guldberg et al., 2007),有些研究预测到 2050 年热带珊瑚礁会快速萎缩 (Logan, 2010)。

珊瑚礁提供了非常重要的生态服务，是某些具有重要商业价值的鱼类的产卵和哺育场。这些生态系统及其服务受到损害的证据越来越多，有必要应对海洋酸化，提高对海洋生态系统的保护。

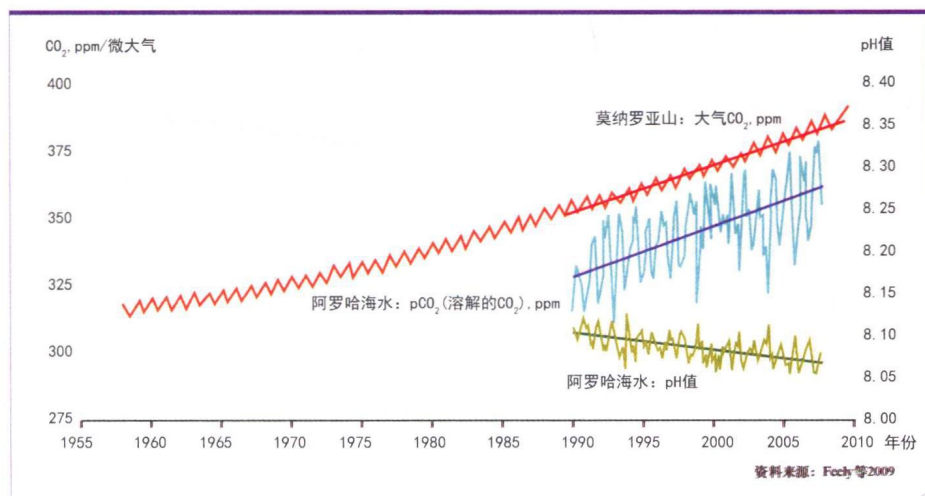


图 1-3 1960—2010 年北冰洋二氧化碳浓度和海洋酸化

资料来源：May Antoniette Ajero, Dolores Armenteras (协调领衔作者). 全球环境展望 5.

内罗毕：联合国环境规划署，2012.

(三) 海洋生物多样性

生物多样性承受的主要压力包括栖息地丧失和退化、过度捕捞和开采、外来入侵物种、气候变化和污染等 (图 1-4) (MA, 2005a)。根据研究显示，以上压力还在继续增加 (Butchart et al., 2010; CBD, 2010)。

1. 栖息地丧失

1980 年以来，全球红树林丧失了 20%；1970 年以来，全球海草丧失了 20% (Butchart et al., 2010; Waycott et al., 2009)，全球珊瑚礁减少了 38% (Butchart et al., 2010; Spalding et al., 2003)。自然栖息地变得日益支离破碎——巴西大西洋森林的现有森林破碎化，其中面积不足 50 hm² 的片段占 80% (Ribeiro et al., 2009)。

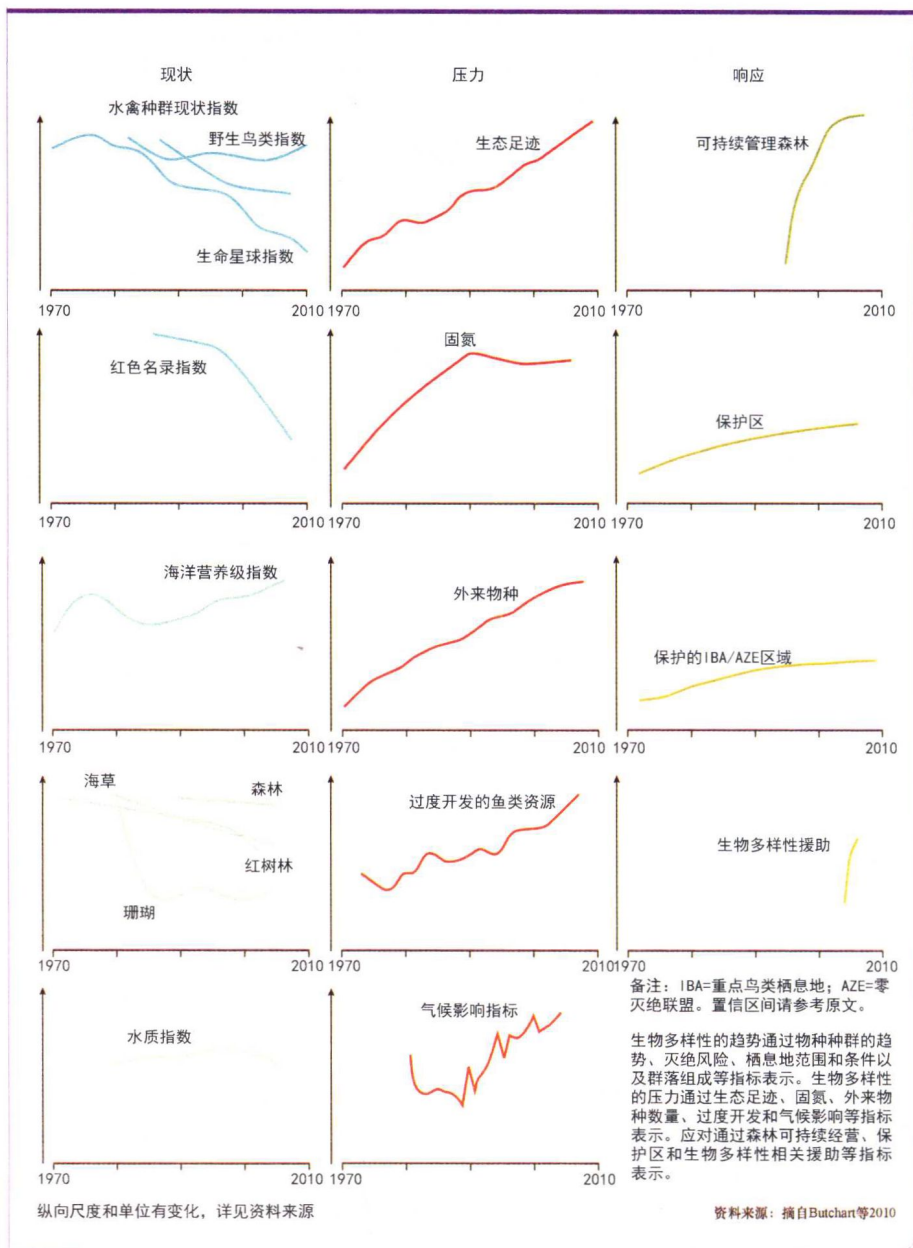


图 1-4 生物多样性指标趋势

资料来源：May Antoniette Ajero, Dolores Armenteras (协调领衔作者). 全球环境展望 5.

内罗毕：联合国环境规划署，2012.

水产养殖导致的直接栖息地丧失是沿海生态系统面临的一个主要威胁。在水产养殖占用海岸带和其他因素影响下,湿地在 20 世纪丧失了 50% (MA, 2005b)。海底拖网以及其他毁灭性捕鱼方式已经导致海底栖息地退化。

2. 外来入侵物种

外来入侵物种威胁本土的生物多样性,随着国际旅行和国际贸易的增加,外来物种通过有意或无意的引入而扩散。外来物种扩散的主要渠道包括规划欠佳的经济行为,航空运输,船只带来的污垢和压载水,以及宠物、苗木和观赏鱼类贸易 (Reise et al., 2006; Bax et al., 2003)。外来入侵物种影响本土物种的主要方式包括捕食、竞争和改变栖息地 (Strayer et al., 2006)。外来物种给生态系统带来巨大的经济损失,一项研究预计该损失每年约为 1.4 万亿美元 (Pimentel et al., 2004)。几乎所有国家和栖息地都发现了外来物种,包括海洋生态系统,比如红狮子鱼 (又名魔鬼蓑鲉) 影响了加勒比海的珊瑚鱼的生存 (González et al., 2009)。入侵物种对小岛屿的陆地生物多样性的影响尤为严重。

3. 气候变化

气候变化对物种和栖息地产生的威胁日益严重。由于水温上升和海洋酸化,气候变化导致大面积珊瑚礁相继死亡 (Baker et al., 2008; Carpenter et al., 2008; Hoegh-Guldberg et al., 2007)。

北极冰盖消退对依赖于冰生存的物种产生影响 (McRae et al., 2010),并导致物候以及海洋物种分布的变化 (Dulvy et al., 2008)。最近进行的研究还预测,1 066 种海洋鱼类和无脊椎动物的分布范围会以每 10 年 40 km 的速度向北极 (或南极) 扩张 (Cheung et al., 2009),可能导致群落组成破坏或者地方性种群灭绝。

4. 污染

农业和林业使用的杀虫剂和化肥、采矿和石油天然气开采污染、污水处理厂、城市和郊区径流以及石油泄漏等污染导致动植物死亡和繁殖成功率降低,对生物多样性产生直接影响;还会致使栖息地退化,对生物多样性产生