

## 陷入困境的

# 水体

人类活动正在污染海洋环境和破坏数百万海洋渔业者的谋生手段，而科学能够有助于改变这一状况。



## 海洋的未来

Alasdair D. McIntyre

### 过去

“大多数东西会由于滥用而耗尽，但海洋不是这样。”当著名的荷兰法学家Hugo Grotius在1609年讲这番话时，他概括了这个在当时本应被大多数人认同的海洋观点。人们认为海洋的广阔、深度和流动性使它能够在人类活动带来的任何影响。然而，早在11世纪，法国和西班牙大西洋沿岸的巴斯克人就大量捕杀鲸鱼，使鲸鱼群很快濒临灭绝——最终世界各地其他鲸鱼种类也都遭此劫难。然而，这一警告并未引起人们的重视，他们认为只有大型海洋哺乳动物是脆弱的。直到19世纪后期，人们还认为海洋鱼类资源决不会受到这样的影响。然而，渔民却开始注意到捕

捞在下降，同时，不断膨胀的世界人口使鱼类资源面临着更大的压力。令人不安的是，技术进步被用到了这种压力上，经改进的渔船和更好的拖网使捕捞生活于海洋底部的鱼类更为有效。随着声学探鱼装置和大型圈网的应用使探测和捕捞任何鱼群成为可能，传统上难以定位的远洋鱼，如青鱼和鲭鱼，也都无一幸免，至此在大陆架上没有任何鱼类是安全的。有一段时间，游速很快的远海回游鱼类，尤其是鲑鱼、蛙鱼和鱿鱼被认为是捕捞不到的，但是后来研制的优质尼龙漂网，就像给数百公里的海域挂上了帘子一样，使这些鱼也遭到捕捞。至此，所有的海洋鱼类无一幸免于过度捕捞。

尽管几个世纪以来，人们认识到人类能通过捕鱼

## 贝 恐 症

影响海洋生物资源，但是没有认真考虑过任何其他活动都可能改变海洋基本性质的意见。然而，这种观点在20世纪50年代初期随着在大气中进行核武器试验——其后果之一是人工放射性核素沉降到海面——而被打破。虽然这些沉降物的浓度还不足以破坏生物群，但是它们的存在无疑表明，人类可能在无意中改变海洋的性质。这很快在随后的大约十年中被更多不同的事件所证实。

20世纪50年代初期，日本水俣一家工厂向海洋排放的废液使鱼受到汞污染，结果导致当地消费者的死亡。这次事件使人们注意到富金属废物海洋处置的风险，突出其他金属的潜在问题，尤其是镉、铅和铜。

另外一种排放，即当地人口排出的污水和城市废水，经常未经处理就通过管道排向海岸，由于污水中含有病菌，对健康构成危险。它们污染了海产品，使它们积累了能够引起肝炎、霍乱及各种肠胃疾病的人类病菌。海岸上的娱乐者们也可能受到被污染的海水的影响。游泳者、帆板运动员、划水运动员，甚至是那些使用沙滩休闲的人都可能染上小病。正确处理 and 处置污水的必要性正在得到广泛的认识，在有些国家，监测甲壳类动物和浴水是强制性的。

此外，污水由于富含营养素而导致对植物的过量施肥。这种富营养化导致海藻和浮游植物的过度繁殖。当这些植物腐烂时，导致大量淤泥在海滩积累，破坏了旅游观光。同时，它们的细菌分解耗尽了水中的氧气，引起海洋生物的死亡。而且，有些浮游植物种类是有毒的，最近已经发生过一起有害藻花急剧增加的事件（见方框：贝恐症）。从农业和密集型畜牧养殖业流失的土地中的营养素更加剧了富营养化的问题。即使监测计划在许多国家是例行的，这些问题仍在造成全球经济损失和人类死亡。

金属和营养素在海水中自然存在，如果浓度不过大，生物应该能够同它们一起生存。但是人工合成

菲律宾博利瑙——2002年2月上旬，阴云密布的海面上突然开始飘起了遮目鱼（当地称作 bangus）。价值数千万美元的几百吨遮目鱼在网笼中死去，并且全部开始在当地沙滩上腐烂。马尼拉重要的海鲜来源地之一，吕宋西部的海滨城市博利瑙迅速从繁荣沦为一个经济和环境灾区。

“我们知道，该地区水产业的高度密集使它在某些方面极易受到藻花的影响。”菲律宾大学海洋科学研究所（UPMSI）教授 Rhodora Azanza 说，“但是这次鱼群死亡的严重程度和规模之大几乎是前所未有的，而且造成这一切损害的浮游植物大量繁殖的性质还是个谜。”

解开这个谜至关重要。有些藻花含有一种毒素，它富集于蚌、蛤和其它贝类上，对食用者是致命的。科学家将这种藻花称为有害藻花（HAB）。它们能引发一种麻痹性贝毒（PSP）症状，特点是因呼吸停止导致死亡。在奎松城的实验室中，UPMSI 的 Azanza 博士和他的小组迅速投入到水和贝类样品的分析工作中。几天内，在IAEA提供的高效显微镜的帮助下，他们便告知忧虑的民众，藻花来自于一种名为原甲藻属最小体（*Prorocentrum Minimum*）的浮游植物，它导致大量鱼类死亡，但对人类无毒素作用影响。

虽然对菲律宾的海产品消费者来说这是个好消息，但是这次事件引发了一系列不容忽视的更为广泛的环境问题。菲律宾数千平方公里的海域上分布着7000多个岛屿，是渔民的乐土——和人工养殖海产品的水产业的理想之地。

但是，随着沿海水产业20年来的增长，像在博利瑙发生的“赤潮”事件和可导致麻痹性贝毒的有毒藻花也随之迅速增加。菲律宾的17个沿海地区现已知受到一种名为 *Pyrodinium bahamense var. compressum* 的海藻体的影响，约有过1800例麻痹性贝毒报道，同期110多例死亡。

负责追踪有害藻花的政府机构是菲律宾渔业和水生资源局（BFAR），它已经在全国多处建立了监测站和一个进行水和贝类毒素检测的中央实验室。据BFAR的高级水产学家 Fe Bajarias 说，“我们的实验室在不断地监视，以保证公众的安全。尽管我们的警报系统在运转，但更先进的知识和检测技术更有利于我们的检测和

分析方法。”

BFAR的贝类检测实验室依靠使用活鼠——一种不够准确、耗时又不人道的方法。然而，1997年以来，IAEA的一项技术合作项目一直在向菲律宾政府传播一项技术更为先进和精确的方法——受体捆绑鉴定法，以帮助政府评价由发生愈来愈频繁的“赤潮”产生的贝类毒素。

核技术可迅速地探测被有害藻花产生的毒素所污染的海产品的毒性。这项新的检测技术使海洋业在被迫停业之前，能够更加肯定藻花爆发的真实性。它的一个直接结果将是更加及时、准确地向海产品

消费者发出警告，这有助于减少由藻花引起的食物中毒人数。它也使海滨城镇和村庄摆脱了每次出现藻花恐慌时的失业和旅游萧条。

菲律宾核研究所 (PNRI) 和菲律宾大学海洋科学研究所 (UPMSI) 在采用新方法方面取得了出色的进步，他们已经在为BFAR管理的传统实验室提供支持检测和分析。Azanza教授说，“我们期待着核技术将在未来几年内在保证公众安全方面发挥主导作用。”

——国际原子能机构新闻处 David Kinley

欲了解更多有关该项目和 IAEA 在“科学服务于人类，发展中的技术合作”方面的其他技术合作项目内容，请访问 IAEA Worldatom 网站 <http://www.iaea.org/worldatom/Press/Booklets/Ssp/alg.html>。



海洋科学研究所的研究人员 Iris Baula 利用 IAEA 提供的设备收集水样。该研究所正在追踪藻花事件经过，以便更好地预测和防止其再次发生。

(来源：Kinley/IAEA)

的有机化合物构成一类十分特殊的污染物，它在 20 世纪 60 年代被作为一个重要因素添加到问题清单中。杀虫剂的残留物，特别是 DDT 和 PCB 之类的工业化学品，开始出现在环境中。这些化学品有毒，持久性高，而且是脂溶性的，这就是说可沉积于动物组织中。它们顺着食物链传递和积累，然后给顶端的食肉动物，如海洋哺乳动物和海鸟带来危害。最近被确定的威胁来自另外一种人工合成的有机化合物，三丁基锡 (TBT)，一种用于保护船体和其他水下建筑不受污损生物侵害的涂料的组分。人们发现，TBT 可影响非目标动物，它能通过引发变性大量毁灭海螺，更重要的是，从商业角度看，它可导致牡蛎的外壳增厚，从而使渔业减产。

塑料是另外一种人工合成化合物，对海洋有着重要的影响。在许多加工产品中越来越多地使用人工合成材料代替自然材料，已经导致轻的持久性残片以漂浮于海面的渔网、皮带、带子、容器、薄板，甚至是微粒的形式扩散。尽管这些残片在化学上具有惰性，但是它们可以干扰并常常杀死海洋生命，导致海滩旅游景点的退化。

石油是 20 世纪 60 年代引起注意的另外一种污染物。石油自从被用作轮船的燃料起就成为一个问题，但是这个问题在早些时候是可操作的废物排放，包括舱底和油轮的清洗。然而，随着石油越来越多地作为货物而不是轮船燃油舱内的燃油被运输，以及油轮尺寸的增大，对沉船的顾虑也在增加。警报在 20 世纪 60 年代随着极其庞大的油轮的建造而上升，1967 年当 Torrey Canyon 号在英吉利海峡搁浅并排放出 100 000 吨原油时，这种顾虑得到证实。这仅仅是诸多大规模原油泄漏的开始，它迫使我们面对一种全新的形势。幸运的是，很快吸取了经验。起初，人们用工业清洁剂清除浮油，但是这些清洁剂比石油本身毒性更大，于是改用技术先进的化学分散剂，根据油的类型制作不同的配方。环境学家们

也设计和试验过多种可供选择的清理办法。但是，也许更重要的是，人们认识到根本要求是防止事故的发生。几个国家的政府广泛调查了海上船只安全的整个问题。官员们的调查主要集中在海上事故上，并对诸如船只的设计、结构、船员和行船路线等基本问题提出了建议。

尽管海上石油运输受到重要关注，然而，近海的天然气和石油生产也对环境构成了威胁，这种威胁与运输一点关系都没有，并且在操作的每个阶段都发生。勘探阶段的地震勘测可危害海洋哺乳动物，干扰鱼类的迁徙和大量聚集。一旦开始生产，就有可能发生来自作业平台的泄漏和井喷，钻探泥浆、化学品和生产用水的排放，还有管道事故。

除了潜在污染化学品排入海洋外，生物体的输入也正在引起注意。人类可能把非本土物种从一个生态系统带入另一个生态系统的途径有好几种，它们包括船体上的运输，通过水产业有意或无意的释放以及经过连接水道的移运。但是，现在最频繁发生的机制是通过船只的压舱水，据估计，每天有多达7000个不同的物种通过这种方式被带到世界各地。当这些外来物种被排放到新的生活环境中以后，它们可能存活下来，破坏当地生态，冲击经济活动，甚至影响人体的健康。入侵的海洋物种现在的确被认为是世界海洋的主要威胁之一，为了处理这个问题，国际海事组织（IMO）正在同其他一些国际机构，特别是全球环境设施（GEF）和联合国开发计划署（UNDP）合作开展广泛的研究项目。

沿海的发展是另外一种可对海洋环境造成直接后果的人类活动。建设海港、工业设施，建造酒店、码头及其他旅游设施都要求排干湿地的水，并在海岸线上铺上混凝土。这种“发展”导致鱼类自然生活环境的破坏和育苗场的损失。在地中海，西班牙近半数海岸现在受到旅游建设的影响。然而，在法国的里维埃拉以及在亚历山大、雅典、伊斯坦布尔和那不勒斯的周

围，许多海岸都已被开发。类似的建设也正在加勒比海和其他旅游胜地进行。除了陆海交界处的变化外，内陆有时离海数百公里的活动都可能对海岸是有害的。通过水坝和灌溉规划对水文循环的操纵会改变河口的水文地理状况，提高正常苦咸水的盐度，减少沉淀物的输入。如采伐森林等土地利用实践会产生相反的后果，它导致土壤侵蚀并随之引发海洋生活环境淤泥充塞，而海洋生活环境中的生物群一直是在清水中演变的，因此需要低混浊度的水来生存。

## 现在

在评价目前的海洋状况时，考虑它的一般状况和生物资源是有益的。好消息是，远海水体处于合理的化学健康状态。

它们接受的污染物输入有两个主要来源——大气和海运。大气输入是前面提到的所有污染物的一种不同的混合物，这些污染物在空气中混合，被带到世界各地，最后通过湿沉降或干沉降降落。然而，由于经常与大气运输相关的稀释和长时间的滞留，只是在表层水中形成低浓度的沉降物，尽管它是可测量的，但是对海洋生物群的重大影响探测不到。海运污染物输入比较集中，但仅限于交通航道，往往可以迅速地分散和稀释——尽管如塑料和柏油球等持久性漂浮物质能被带到很远的地方和积聚在沙滩上。幸运的是，海运问题得到IMO很好的处理，特别是污染问题得到了MARPOL73/78公约的解决，为应对新形势该公约一直在不断地修订。

与远海相比，世界沿海地区情况差异甚大。因为大部分污染输入来自陆地，所以相当多的近岸地区处于危险境地，附近的大陆架海区也受到威胁。在工业集中的河口和有主要河流把废物从内陆带入大海的沿海地区，恶化形势尤其突出。有广阔都市或农业腹地并且很少受到远海冲洗的半封闭海湾极易受到侵害。

至于生物资源，尽管以前有过担忧，但是海洋污

染已经不是以前担忧的那种威胁。实际上，它们面临的危险更加直接——过渡开发。受欢迎物种捕捞的下降和重要种群的衰竭现在都很明显，渔业社区承受着巨大压力。目前，在全世界的主要鱼类资源中，47%被完全开发，18%遭到过渡捕捞，9%已经枯竭。

## 将来

面对这样的回顾，我们能对海洋的未来说些什么呢？受到密切注视的一个问题是全球气候变化，人们认为其主要原因是人类向空气中排放人为二氧化碳和气溶胶所致。气候变暖将导致海洋温度上升和体积膨胀，此外，陆基冰山的融化也将向海洋中注入淡水，结果使海平面升高。不幸的是，我们对影响海洋—大气体系的许多过程还没有充分的认识，无法对那些肯定将要发生的物理变化做出准确的预测，我们也不清楚海平面和海洋温度变化的生物学效应。一个主要的问题是，如何区分海洋的自然可变性和由人类活动引起的变化。研究人员正在深入寻求这个问题及其他相关问题的答案。

尽管目前的气候变化还不可估计，但是我们对海洋污染现状所能做出的评价还是比较乐观的。公众意识的增强是最鼓舞人心的，仅是人们对非政府环境组织，如世界野生动物基金会 (WWF)、地球之友和绿色和平组织等的广泛支持就可以证明这一点。由于它们的努力，业界和政府越来越意识到有必要考虑环境问题。这些天每个石油和天然气公司的年度报告都有一个包含这一主题的重要部分，这就是见证。总之，只要对改善海洋状况的必要性的意识真正反映到了大量的国际公约和协议当中，未来看起来是有希望的。尽管这些公约和协议可能还没有获得全世界的认可，但是框架已经就位。此外，所谓的环境峰会定期召开，虽然它们可能因为没有完全发挥作用而受到批评，但是它们确实把注意力集中在这个重要的话题上，并且鼓

励政府行动。

真正令人关注的一个方面是渔业的未来。很显然，鱼类不像石油，如果管理得当它可以成为一种可持续的资源。普遍认为，减少捕捞作业对于确保鱼类资源的可持续性绝对是必要的。人们还认识到，鱼类资源不能以物种或渔场来加以管理，而是应该把它放到整个生态系统中管理。然而，只有渔民和政治家们能采取必需的行动。不幸的是，大部分渔民并未充分处理这个问题。他们不愿意着眼于未来，似乎领悟不到近期的利益就等于远期的毁灭。中心问题是，大部分政治家迄今还未在说服他们的渔民选举人中发挥作用。现在，为管理提供必要建议的科学是可以得到的，但是还要把捕捞业包含进管理决策中和正确考虑社会学各方面。因此，尽管所有良好管理的要素都已就位，采取必要行动以保证可持续的渔业却一点也不明朗。不过，存在一些有希望的迹象。公众对该问题的意识正在增强，政治家们似乎真正在支持行动，虽然是勉强的。这体现在最近的约翰内斯堡可持续发展峰会提出的建议中，这次峰会呼吁在2015年之前恢复世界严重损耗的鱼类资源。这可能是无法实现的，但是以此为目标的奋斗是值得的。

---

Alasdair McIntyre 教授同IAEA设在摩纳哥的海洋环境实验室 ([www.iaea.org/monaco](http://www.iaea.org/monaco)) 进行过若干领域的合作。他是阿伯丁大学渔业与海洋学名誉教授。McIntyre 教授在苏格兰农业与渔业部的阿伯丁海洋实验室，即现在的渔业研究服务公司度过了40载的科学工作生涯，他在那里从事和领导着海洋生态、渔业和污染研究。他在1983年被任命为苏格兰渔业研究主任，1986年被任命为英国渔业研究与发展协调人。电子信箱：[a.dmcintyre@ahdn.ac.ck](mailto:a.dmcintyre@ahdn.ac.ck)。

# 开发利用海水

**核**电厂的设计者们正在更加密切地注视着不断发展的世界，精心制造双用的反应堆——发电和利用海水经济地生产清洁饮用水。这个双用生产系统被称为“核海水淡化”。

专家们说，随着先进的反应堆设计有望降低海水淡化的费用，经济效果决定着核海水淡化的未来。对于面临水危机的发展中国家来说，它是一个考虑的重要因素。

海水淡化技术并不是新技术。在过去50年中，它的应用已经增加，尤其是在缺乏淡水的中东和北非地区。世界各地现有7000多个海水淡化设施在运行。这些装置能源消耗量大，通常是从常规化石燃料电厂获取它们所需的蒸汽和电。但是，由于温室气体的排放使环境问题更加严重，人们正在寻找其他更清洁的能源。

日本和哈萨克斯坦已经掌握了把核能和海水淡化厂联合起来的技术，它们的商业设施自20世纪70年代以来一直在运行。

于2002年底在摩洛哥召开的一次国际核海水淡化会议上，来自超过35个国家的专家评估了全球的发展，其中包括对核电厂的展望。与会者同意，先进高温汽冷堆设计是替代常规化石燃料电厂的一种有竞争力的、安全和更清洁的选择。当反应堆和海水淡化设施联合起来时，它不仅能发电，还能生产出一美元两立方米的淡水。

印度的目标是在2003年使正在该国东南地区卡尔帕卡姆建造的海水淡化示范厂投入运行。由于该厂使用的是一种老式的重水堆，评判委员会仍然拿不准其成本效益。然而，它将在寻找解决印度南方人民正面临的淡水缺乏问题的方法方面提供培训和研究。

IAEA核动力技术开发科的一位技术官员Mabrouk Methnani先生说，过去，核反应堆的设计者并未考虑发展中世界。他说：



“没有强调过把海水淡化装置和反应堆联合起来，但是，随着以此为目的的小型和中型反应堆的开发，情况正在发生改变。”

会上，巴基斯坦称打算利用核淡化技术解决其淡水缺乏问题，并计划在2005年之前投运一座设施。它已请IAEA提供技术援助，就像机构在印度所做的那样。

这次大会由两个非政府组织——世界核工作者理事会(WONUC)和摩洛哥核工程师联合会(AIGAM)——组织，IAEA和世界水理事会提供了合作。在这次大会中，机构专家主持召开了一次长达一天的“核淡化进展”专题会议。这次专题会议很大程度上是一次技术会议，着重讨论了技术内容，包括核海水淡化厂的设计、复合、经济性和安全性。许多与会者都提到了被称为DEEP(海水淡化评价计划)的IAEA计划，他们把它当作他们分析核海水淡化的主要工具，并要求对其进行进一步发展。DEEP是现有的惟一提供核能海水淡化与常规海水淡化相对费用初始估计的工具。

欲了解更多信息，请访问IAEA网站：<http://www.iaea.org/programmes/ne/nenp/nptds/ndesal/index.htm>。