



中国科学院战略性先导科技专项：

热带西太平洋海洋系统物质能量交换及其影响



前沿扫描

2016年5月15日第5期（总第30期）

专项办公室 主办

院资源环境科学信息中心、海洋所信息中心协办

目录

专题报告

深水油气资源研究的主要力量分布及其影响力分析..... 1

前沿进展

海啸风险：新西兰近海检测到世界上最浅的慢地震..... 4

火山与数百万年地球气候变化息息相关..... 5

新研究描述了海底微生物生命体..... 6

海参繁荣与深海盛宴有关..... 7

美国无人遥控潜水器 Jason-2 号完成升级改造..... 9

人类活动对海洋生态系统的累积影响..... 10

深水油气资源研究的主要力量分布及其影响力分析

随着人类对油气资源开发利用的深化，油气勘探开发从陆地转入海洋。尤其是近几年全球海洋油气资源勘探的进一步发展，海洋深水油气的开发技术也越来越完善，深海已成为全球油气开采的重要区域。鉴于全球对深水油气资源开发的重视，本文以 web of science 数据库为数据源，分析了所有年份有关深水油气资源研究的 SCI 论文，对该领域年度发文趋势、主要研究力量（即：发文主要国家和主要机构）分布进行分析。

1. 检索词设定及年度发文情况

对深水油气资源的相关研究，以“主题严格限定”方式构建检索式。检索式为：
ts=((deepwater or "deep water" or "deep-sea" or "deepsea" or "deep sea" or benthal or benthic) and (gas or oil or "hydrogen gas" or petroleum or natgas or " natural gas" or "Flammable Ice" or "Gas hydrate" or "fule ice" or "Combustible Ice" or hydrocarbon))。
在得到初步检索结果后，将数据进行合并、去重和清洗处理，最终得到所有年份 SCIE 数据库中“深水油气资源”相关研究论文 5267 篇，以此为基础从文献计量角度分析国际深海油气资源研究的发展态势。

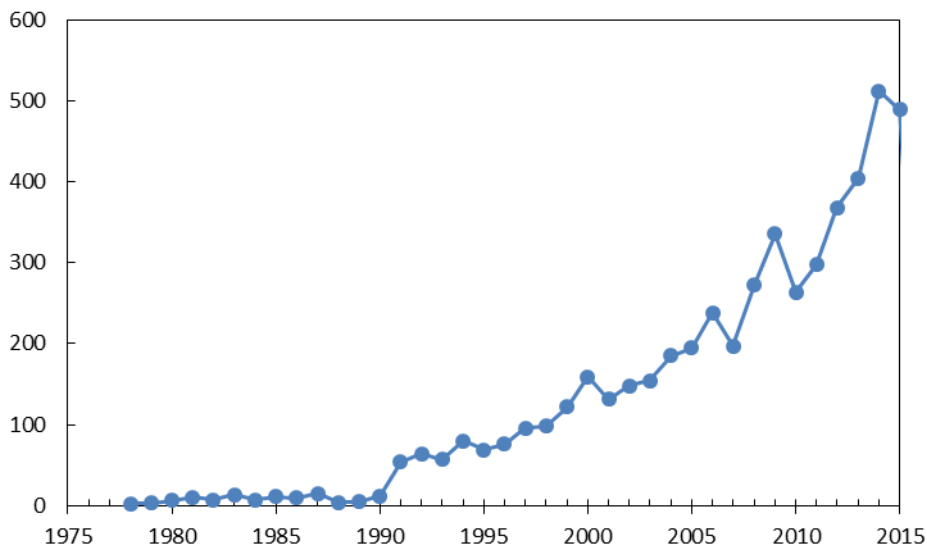


图 1 国际深水油气资源研究发文量变化情况

如图 1 为国际深水油气资源研究的发文量情况。从整体论文年度变化来看，深水油气资源研究在 1990 年之前的研究处于一个低迷状态，少有研究；而自 20 世纪 90 年代开始迅速升温，发文量也呈现迅速增长趋势并在 2014 年发文量达到顶峰，

有 512 篇相关研究论文被 SCIE 数据库收录。

2. 主要研究力量分布

2.1 主要国家及影响力情况

从发文量来看，美国在深水油气资源研究论文占绝对优势，有 2044 篇，数量远远超过其他国家；在其他国家中，中国、英国、德国、法国、加拿大的发文量较多，均超过 300 篇。中国发文量为 466 篇，排在第 2 位，见图 2。

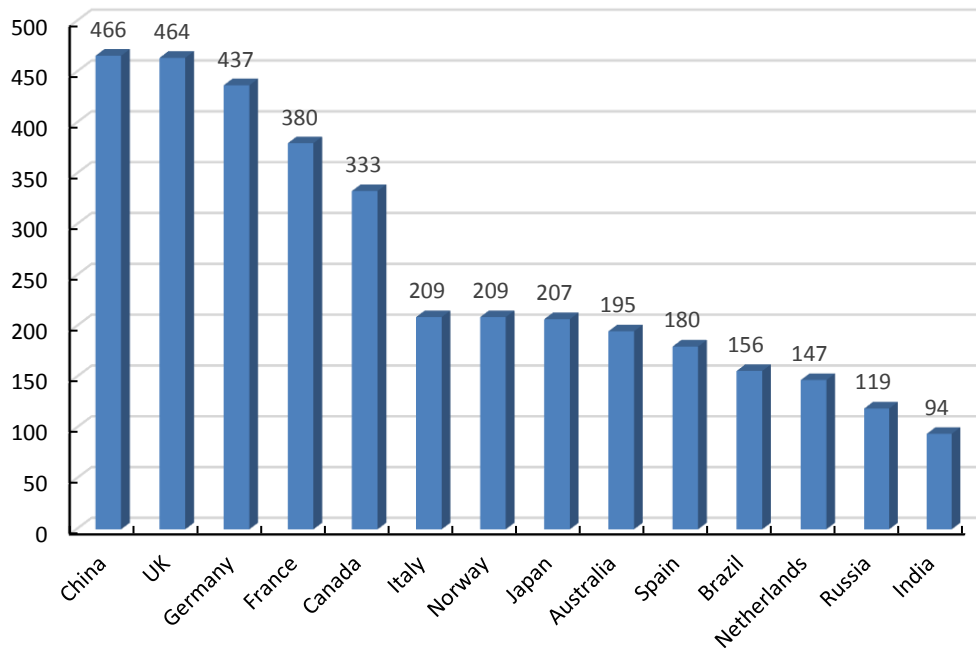


图 2 深水油气资源研究论文发表最多的 15 个国家

为了更深入了解各国在深水油气资源研究方面的影响力，我们从主要国家（发文量 ≥ 100 篇）所发表的深水油气资源研究论文的总被引频次、篇均被引频次、高被引论文比例等方面进行了分析，见表 1。

从表 1 看出，美国、德国和英国的总被引频次最高，均超过 10000 次，美国的总被引频次为 54400，占绝对的优势，这与美国在深水油气资源研究乃至全部涉海研究方面的投入是相符的；法国、加拿大在总被引频次处于第二梯队，总被引频次均在 8000 以上。篇均被引次数最多的是德国，为 31.17 次。近三年发文比例最多的是中国，占比超过了 53.03%，表明我国的深水油气资源研究正处于一个上升期。在所有发表论文中已经被引用的论文占比最高的是加拿大，为 93.09%；其次为德国、法国、澳大利亚和西班牙，被引论文占所有发文的比例为 90% 以上。

表 1 主要国家海底热液发文量及影响力统计

序号	国家	发文量 (篇)	总被引 (次)	篇均被引 (次/篇)	近 3 年 发文占 比 (%)	被引论 文比例 (%)	被引频次 ≥ 50 的论 文比例 (%)	被引频次 ≥ 100 的论文 比例 (%)
1	美国	2044	54400	26.61	30	89	14	5
2	中国	466	3657	7.85	53.03	70.39	2.79	0.64
3	英国	464	11369	24.50	28.32	89.87	13.79	5.17
4	德国	437	13621	31.17	25.23	91.3	15.33	6.87
5	法国	380	9556	25.15	22.93	91.84	15	4.47
6	加拿大	333	8458	25.40	27.05	93.09	15.02	4.2
7	意大利	209	3724	17.82	30.1	87.08	9.57	1.91
8	挪威	209	4384	20.98	33.33	89.47	9.09	2.87
9	日本	207	4804	23.21	22.17	87.92	11.59	3.38
10	澳大利亚	195	4900	25.13	28.57	91.28	9.74	3.59
11	西班牙	180	3456	19.20	31.84	91.11	8.89	1.67
12	巴西	156	1936	12.41	30.77	82.05	3.85	0.64
13	荷兰	147	4240	28.84	23.81	78.23	13.61	4.08
14	俄罗斯	119	1562	13.13	15.97	83.19	5.04	2.52

从各国发文的被引情况来看（图 3），中国的发文被引次数明显低于其他国家，可能原因是中国的一半以上为最近三年的论文。被引频次 ≥ 50 的论文比例（%）最高的为德国，其次为加拿大和法国，这些国家的比例均为 15% 以上。被引频次 ≥ 100 的论文占比最高的是德国，比例为 6.87%。篇均被引在平均值以上除了德国、法国、加拿大之外，还有美国、英国、日本和荷兰。其中被引频次 ≥ 50 的论文比例在平均值以下的主要有三个国家，分别为中国、巴西和俄罗斯。

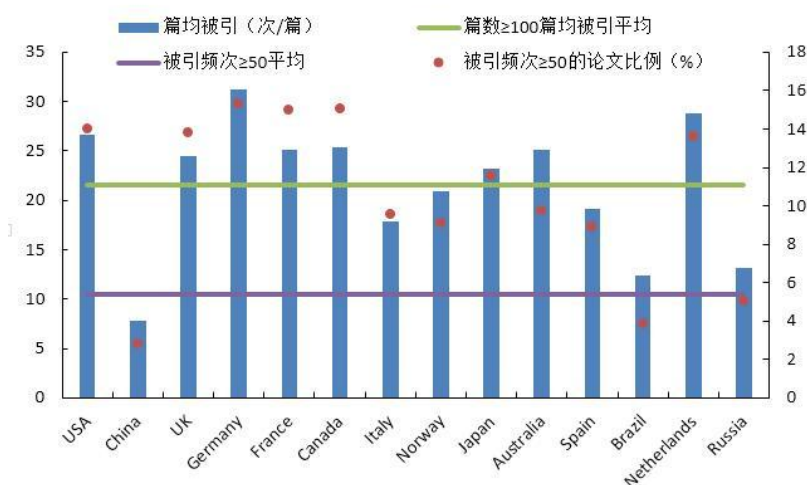


图 3 各国在深水油气资源研究领域发文影响力的对比

2.2 主要机构及影响力情况

在机构发文量方面，加利福尼亚大学发文最多，为 222 篇；其次为路易斯安那州立大学、美国地质调查局、法国海洋开发研究院、美国国家海洋与大气管理局等机构发文量较多，发文量均超过 110 篇。中国科学院排在第 7 位。表 2 列出了排名前十位的机构的发文量、总被引次数、篇均被引次数、近三年发文占比、被引论文比例、被引频次 ≥ 50 论文比例、被引频次 ≥ 100 论文比例情况。从表中可以看到，加利福尼亚大学除了近三年发文占比之外，其余各项指标均排名第一位。但是，中国科学院在近三年发文占比排名第一位。

表 2 TOP10 机构的发文及论文影响力指标

序号	机构	发文量	总被引 (次)	篇均被引 (次/篇)	近 3 年 发文占 比 (%)	被引论 文比例 (%)	被引频次 ≥ 50 论文 比例 (%)	被引频次 ≥ 100 论文 比例 (%)
1	加利福尼亚 大学	222	9208	41.48	32.16	94.14	25.23	9.91
2	路易斯安那 州立大学	117	2073	17.72	44.74	87.18	7.69	1.71
3	美国地质调 查局	114	3125	27.41	26.55	93.86	16.67	4.39
4	法国海洋开 发研究院	110	2637	23.97	24.07	90.9	22.72	5.45
5	美国国家海 洋大气局	110	2786	25.33	33.33	90	11.82	4.54
6	伍兹霍尔海 洋研究所	105	3188	30.36	36.19	90.48	16.19	6.67
7	中国科学院	104	920	8.85	45.1	79.81	0.96	0
8	德州 A&M 大 学	97	2810	28.97	29.9	90.72	17.53	6.19
9	德克萨斯大 学系统	94	2380	25.32	36.96	89.36	9.57	5.32
10	俄罗斯科学 院	74	876	11.84	17.57	83.78	4.05	1.35

(吴秀平, 王金平 供稿)

前沿进展

海啸风险：新西兰近海检测到世界上最浅的慢地震

新的研究表明，慢地震或“慢滑事件”会破坏断层的浅部，进而使其运动造成大型的、可能引发海啸的地震。这一发现对评估海啸的危害具有重要意义，这个发

现是在近海俯冲带进行第一次厘米级海底运动的详细调查中得到的，相关研究于 2016 年 5 月 6 日发表在《科学》杂志上。来自美国、日本和新西兰的国际研究小组进行了这项合作研究。得克萨斯大学奥斯汀分校地球物理研究所的华勒斯-劳拉说：“这些数据首次揭示了近海俯冲带的慢地震的真实程度。”

世界上最具破坏性的海啸是由发生在俯冲带的地震引起的。研究团队使用一种高度敏感的海底压力记录仪网络，于 2014 年 9 月在新西兰东海岸发现了一个缓慢滑动事件，这项研究是在希库朗伊俯冲带进行。缓慢滑动事件持续了两个星期，造成沿着新西兰和太平洋板块之间断层有 15-20 厘米的运动，距离相当于三到四年的背景板块运动。如果这一运动突然发生，其会导致 6.8 级地震。在事件中，海底传感器记录到海底 5.5 厘米的向上运动。

缓慢滑动事件与地震类似，但不同的是，其不是几秒钟内在两个板块之间释放了压力，而是在几天到几周的时间里，创造出安静的、厘米级的变化。在少数情况下，这些小的变化已经掀起了破坏性地震，如 2011 年发生在日本沿海的 9 级大地震，其产生的海啸导致福岛核电灾难。研究团队还研究了发生在同一地点的 1947 年 7.2 级地震中的缓慢滑动事件。这一发现增加了对缓慢滑动事件和正常地震之间关系的理解，这两种类型的地震事件可以发生在同一板块边界的相同部分。这种联系在过去一直难以记录，因为大部分缓慢滑动事件监测网络是在陆上，远离导致海啸的地震发生地。该项研究的数据来自 HOBITSS-通过记录海底的垂直运动来监测缓慢滑动事件的即时水下网络。

研究人员发现，浅的缓慢滑动事件源地区也能发生地震破裂并导致海啸，这增加了连续监测俯冲带浅的近海缓慢滑动事件的需求。研究结果也表明了西北太平洋地区俯冲带利用海洋监测系统对地震和海啸预警的巨大潜力。

原文题目：Tsunami risk: World's shallowest slow-motion earthquakes detected offshore of New Zealand

信息来源：<https://www.sciencedaily.com/releases/2016/05/160505144723.htm>

(王琳 编译)

火山与数百万年地球气候变化息息相关

德克萨斯大学奥斯汀分校的一项新的研究显示，与大陆构造板块运动相关的火山活动与数百万年来地球气候变化息息相关，同时解释了地球气候波动的原因。该研究是以地球历史事件为基准线，而不是短期或是人类活动引起的气候变化的事件范围。该研究成果已发表在 2016 年 4 月 22 日的《科学》杂志上。这项研究是由美

国国家科学基金会资助。研究人员发现过去 7.2 亿年间，大陆火山弧活跃时期与气候变暖时间相一致。相反，大陆火山弧活跃度较低时恰逢气候变冷。大陆火山弧系统例如安第斯山脉，它是板块运动的产物，主要是因为纳斯卡板块俯冲到南美板块下方，形成俯冲带，这一过程引发地震和火山爆发。

研究人员一直都清楚大气中 CO₂ 含量影响地球气候，悬而未决的问题是什么影响了 CO₂ 含量的波动。其中一个观点是不同历史时期大山的形成，向地球表面引入了大量的新型材料和风化材料，吸收了大气中大量的 CO₂。但新的研究指出地球气候变化的主要推动力是释放到大气中的 CO₂，而不是从大气中吸收 CO₂。

利用已出版的将近 200 件研究材料以及实地考察数据，研究人员创建了全球数据库重新构造 7.2 亿年间大陆边缘火山历史。研究人员研究了被侵蚀数亿年的火山弧邻近的沉积盆地。具体来说研究人员调查了铀铅结晶，大部分都是在大陆火山弧活动期间形成的。锆石在其他火山环境中并不常见，因此可以用来追踪大陆火山弧活动。研究人员从全球成千上万的样品中获取了将近 12 万个锆石颗粒数据，调研锆石数量的变化与地球气候变化之间的关系。最终研究结果发现，锆石高产量的时候地球气候处于变暖阶段，低产量时，地球气候转向较冷时节转变。地球较冷时期往往与地球超大陆有关，这时期大陆火山活动减弱，温暖时期与大陆解体有关，大陆火山比较活跃。

原文题目：Volcanoes tied to shifts in Earth's climate over millions of years

信息来源：<https://www.sciencedaily.com/releases/2016/04/160421150056.htm>

（张灿影 编译）

新研究描述了海底微生物生命体

在过去 25 年里，地球上有关生命的惊人发现显示，海底黑暗、浓密的岩石底壳里也有着蓬勃发展的生命体。抵达那里的唯一方法是钻过数米的沉淀直到击打到岩石，所以我们对这些无处不在却埋藏深处的海洋生物圈仍然知之甚少。

现在，美国海洋生物实验室的朱莉休伯领导的研究小组已经增加了一些新的细节，帮助我们认识海底生命的本质。在最近的一篇文章里，她和她的同事首次描述了埋藏在 North Pond 寒冷海洋地壳中的活跃微生物群体，它们位于中大西洋中脊西侧一个孤立的沉淀池中。

海洋地壳是一个静态的环境：海水贯穿其岩石缝隙，通过间隔 20 万年的整个海

洋环流量，创建了一个动态含水层。胡贝尔的研究小组发现，North Pond 中的微生物群落经过了氧化和异构，与海底底层水中发现的物种差异很大。

“在多种情况下我们发现，含水层和底层海水中的有着相同一般基团的细菌却属于不同的物种，”休伯说。这意味着两个站点之间的潜在微生物活性有着明显的差异，如含水层拥有更多的固碳作用。

这是描述含水层站点冷地壳中海床下微生物群落的第一篇论文，此前的工作主要集中在洋中脊炎热的火山流体，以及生存在该处海床下的微生物。

“冷地壳含水层是一个不同的环境，它不仅仅在生命体方面具有全球性重要意义，也在生物地球化学循环中起到关键作用，”休伯说。“我们才刚刚开始发现事情的进展方向。”

此次研究样本来源于 2011 年综合大洋钻探计划安装在 North Pond 海床下的天文台，通过基因组学技术的地球化学测量，休伯的研究小组检测了 2012 年取自海底下 50~250 米的地壳流体样品，取样点位于水深 4.5 千米的地方。他们根据时间序列检测微生物群落和流体化学的变化；他们目前正在分析 2014 年的样本，并会在 2017 年收集更多样本。

原文题目：How Deep Does Life Go?

信息来源：<http://www.mbl.edu/blog/how-deep-does-life-go/>

（於维樱 编译）

海参繁荣与深海盛宴有关

泥泞的深海平原覆盖着大部分海底区域，那里环境常年阴暗寒冷，且没有多少食物可供动物食用。但每十或二十年，深海的食物资源会迎来一个大高峰。由 MBARI 的 Crissy Huffard 等人开展的一项研究表明，食物盛宴过后，有一特殊类群的海参种群数量也随之激增。

此项研究是在中央加州海岸西部 220 km 处的深海平原长期试验站点 M 展开，MBARI 的海洋生态学家 Ken Smith 对该站点进行了长达三十年的研究。研究人员对 2006 年至 2014 年的 ROV 视频数据进行了分析。

Linda 和 Larissa 用了几十小时分析视频，对每个海参进行鉴定并估计其个体大小，Huffard 说：“这有助于我们对 19 个不同的海参种群随时间发生的变化作出评估。”

整个海底在慢慢洗牌，海参摄食的底泥中含有从海洋表面下沉的藻类、动物和其他残骸。

1990~2000 年代，M 站点的食物供应一直处于短缺状态，相应的，该站点的海参数量极少。该项研究之初，2006~2009 年，海绵是 M 站最丰富的海底生物。

但从 2011 年起，M 站点的动物迎来了一系列盛宴。海洋表面的微藻爆发，死后迅速沉入海底。藻华爆发时，樽海鞘等胶质动物取食海藻，待樽海鞘死去，它们便也沉到海底。由于藻类和樽海鞘沉没速度如此之快，因而残骸到达海底时仍旧很新鲜并且营养丰富。

新鲜食物的到来给海底生物群落带来了深刻的改变，海绵的数量下降，海参的数量大幅增加，正如 Kuhnz 等 2014 年的文章所述。Huffard 说：“这些改变对于 M 站点来说都是破纪录的事件。”

食物供应的最高峰发生在 2012 年 3~8 月，海底多次间或被藻类和樽海鞘的遗体覆盖。此后，2012 年 11 月，ROV 下潜时，研究人员观察到大量的海参在海底蠕动，参与这场食物盛宴。Huffard's 的分析表明，食物盛宴过后，某些海参物种的小型个体数量急剧增加。Huffard 认为，食物盛宴促进了这些物种如此疯狂的繁殖。她说：“很有可能是由于这些物种需要新鲜浮游植物的养分，因而繁殖情况如此理想。”

研究人员还看到了某些海参物种大型个体数量的迅速增加。这种现象或许说明成年海参迁移到研究区域以取食此处的食物。但这些动物的来源仍旧是一个悬而未决的问题。

无论由于繁殖还是迁移，数据清晰地表明，少数海参的物种在食物盛宴之后增加了成千上万倍。之前曾有研究指出深海海参或其他物种在表面事件之后作出响应。Huffard 说：“但本次的情况是，有 10 个海参物种通过增加密度以对食物供应的增加作出响应。但其中的 8 个物种都属于同一个科 *Slpidiidae*。因此不能说是普遍响应，只能说是一个类群的海参作出了巨大的响应。”

究竟是什么引起了这个类群的海参作出如此迅速的响应？在食物充足的情况下，这些海参如此常见，而食物匮乏的时候，它们的密度变小甚至不见踪影。问题就是，食物匮乏的时候，它们分布在何处？它们是否成群结队地在海底大范围移动，从一

个食物盛宴奔赴另外一个？研究人员表示，对于此类海参的寿命及繁殖等情况还需要进一步的研究。

Huffard 还指出，这些发现对研究人类活动对深海的影响具有重要启示意义，“诸多涉及人类活动对深海威胁的研究，如深海采矿，所考虑的基线情况是相对静态的，那些研究认为深海群落随时间的推移并不发生相应的变化，但本研究的结果表明，海底群落随着自然事件的发生而发生了翻天覆地的变化。”

原文题目：Deep-sea feasts tied to sea cucumber population booms

信息来源：<http://www.mbari.org/deep-sea-feasts-tied-to-sea-cucumber-population-booms/>

（郭琳 编译）

美国无人遥控潜水器 Jason-2 号完成升级改造

2016 年 4 月，美国著名的 Jason-2 号海洋无人遥控潜水器（ROV）完成了升级改造。此次改造历经一年，由美国国家科学基金会（NSF）出资 240 万美元完成，该深潜器由美国伍兹霍尔海洋研究所（WHOI）的工程师设计和建造，此次升级改造也由该研究所负责完成。

Jason-2 号深潜器的此次升级是自 2002 年第二代 Jason 系列潜水器投入使用以来的首次。主要提升了其载荷能力、活动范围和操作性能。此次升级的主要部分包括：

- （1）新的缆绳断裂强度由原来的 4.2 万磅增加到现在的 7 万磅。
- （2）改进了主动升降补偿绞车以适应新的电缆强度。
- （3）升级了新的施放和回收系统（Launch and Recovery System, LARS），以适应新的载荷上限，达到 1.5 万磅。
- （4）升级了新的深潜器框架，以支撑增加的载荷。
- （5）升级了新的可交换式重量提升工具，以完成升级了的提升操作。
- （6）更新了新的科学仪器工具滑轨，扩大了科学仪器的空间和载荷。
- （7）增加了悬浮设备，以适应新框架增加的重量。

作为美国国家深潜设备中心（National Deep Submergence Facility, NDSF）的组成部分，美国国家科学基金会（NSF）于 1988 年资助伍兹霍尔海洋研究所（WHOI）建造了 Jason 系列深潜器的第一代，2002 年建造了第二代深潜器，即 Jason-2 号，由伍兹霍尔海洋研究所（WHOI）负责操作运行。

原文题目：Newly Upgraded ROV Jason: Bigger and Better

来源：<http://www.whoi.edu/news-release/jason-upgrade>

（王金平 编译）

人类活动对海洋生态系统的累积影响

欧盟资助的项目 BIOWEB (Towards an Ecosystem-based Approach of Marine Resources: Linking Biodiversity, Food WEBS, Ecosystem Services and Drivers) 研究发现, 人类活动已经对海洋生态系统造成显著变化。尽管捕捞、污染、气候变化和生物入侵等自古以来就在影响海洋生态系统, 但项目研究结果表明, 这些因素的累积影响已经彻底改变了海洋生态系统。

为了更好地理解海洋生态系统改变的过程, BIOWEB 项目综合考虑各因素在时间尺度下对海洋生态系统的影响。这样有利于深入理解海洋生态系统服务能力的变化, 例如粮食生产和旅游业等。

了解人类活动对海洋生态系统的累积影响, 对于认识海洋资源的过去与现在非常必要。一般的海洋生态系统中, 大型海洋生物例如海洋哺乳动物以及大型鱼类和鲨鱼、甲壳类动物和浮游腔肠动物例如水母等, 通常数量较少, 同时商业价值也很小, 此外还包括一些入侵物种。在很少的情况下, 这些生物具有一定的商业价值, 但大多数情况下, 这些生物是危险的或者有毒的。

海洋生态系统的变化还体现在海洋生产力的波动。在沿岸区域, 由于污水和农业灌溉水等有机污染物流入, 导致水体富营养化, 部分海域的条件甚至接近海底无氧区。而在开放的海洋生态系统中, 海洋生产力水平可能会下降。由于海表温度的增加, 减少了与海洋底部营养物质的混合。

海洋生态系统变得更为脆弱。累积的影响导致生态系统弹性变小, 更容易产生不可逆转的变化。这样会导致商业物种生产力下降, 非商业物种保护措施失效等, 甚至外来物种的入侵危害更大。

研究还发现, 在特定区域内, 海洋生态系统的变化更严峻, 例如捕鱼对全球海洋都有影响, 但是在资源管理不善的区域, 例如地中海区域, 90% 的鱼类资源被过度利用, 影响尤为突出。海底的勘探、石油的开采也会导致海底生态系统发生严重变化。此外气候变化对海洋的影响也非常实际, 例如海洋酸化水平加剧和海表温度升高, 这些都增加了海洋生态系统未来的不确定性。这样导致海洋生态系统的抵抗力下降, 在封闭海域更容易受到入侵物种的影响。

原文题目: Marine ecosystems are significantly changing due to human activities

原文地址:

<http://www.copernicus.eu/news/marine-ecosystems-are-significantly-changing-due-human-activities>

(鲁景亮 编译)

版权及合理使用声明

《前沿扫描》遵守国家知识产权法的规定，保护知识产权，保障著作权人的合法利益，并要求参阅人员及研究人员认真遵守中国版权法的有关规定，严禁将《前沿扫描》用于任何商业或其他营利性用途。未经中国科学院海洋研究所同意，用于读者个人学习、研究目的的单篇信息报道稿件的使用，应注明版权信息和信息来源。未经中国科学院海洋研究所允许，院内外各单位不能以任何方式整期转载、链接或发布相关专题《前沿扫描》。任何单位要链接、整期发布或转载相关专题内容，应向中国科学院海洋研究所发送正式的需求函，说明其用途，征得同意，并与中国科学院海洋研究所签订协议。其它单位如需链接、整期发布或转载相关专题的《前沿扫描》，请与中国科学院海洋研究所联系。

欢迎对《前沿扫描》提出意见与建议。