

海洋科学快报

(内部交流)

本期执行编辑

岳海波

2016 年 4 月 7 日

目 录

- 追踪 1950 年以来的“海洋热浪”
- 什么是气溶胶？
- 科学家计划测量海洋碳循环来预测其未来的状态
- 地球内热导致快速冰流—格陵兰岛深层冰川消融
- 震动使大型滑坡像流体一样流动
- 月球可能在地球维持磁场中起着重要作用
- 想知道濒危物种生活在何处？看云便知
- 提高赤潮预测的新方法
- 沙漠红树林是碳存储的主要来源
- 为海洋酸化采取行动
- 清洁液体燃料可以减少我们对不可再生能源的依赖
- 最好从根源上解决超级细菌而非通过药物
- 科学家呼吁采用新策略研究气候变化给珊瑚礁带来的影响
- 海洋酸化给夜间的加州沿海造成负面影响
- 珊瑚礁生态系统凸显了生物多样性对适应气候变化的重要性

中国科学院海洋研究所 主办

中国科学院海洋研究所文献信息中心、中国海洋湖沼学会秘书处 承办
青岛市南海路 7 号, 266071, bjb@qdio.ac.cn, 0532-82898750

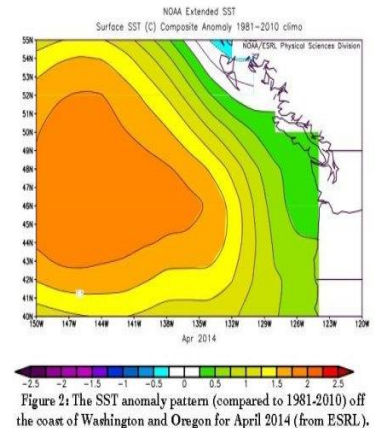
● Tracking 'marine heatwaves' since 1950: How the 'blob' stacks up

追踪 1950 年以来的 “海洋热浪”

<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/2015GL067308/abstract;jsessionid=12798D360A72BE ECBFCF7031BC6A82C8.f02t02>

海洋异常温暖可以对海洋生态系统产生广泛的影响。2013 到 2015 年西北太平洋和大西洋的暖斑影响了包括鱼类迁徙路径和沿海天气在内的多种情况。最新研究观察了北半球这些特性的历史，相关成果已发表在《地球物理研究快报》上。

主要作者华盛顿大学的博士生 Hillary Scannell 说：“海洋热浪与大气热浪有很多相似之处，可以将海洋热浪考虑成类似的模拟，不同的是海洋热浪发生在海面并会影响海洋生态系统。”他们的研究发现，海洋热浪在过去经常复发，但自二十世纪七十年代以来，随着全球变暖越来越明显，海洋热浪变得越来越普遍。论文着眼于自 1950 年以来北大西洋和北太平洋的海洋热浪。研究还分析了最近的另一个事件，即出现在 2013 到 2014 年西北太平洋的温暖水团。总的来说结果表明，更大、更强烈、更持久的海洋热浪出现的频率将减少。此外，更好的理解海洋热浪可以帮助准备海洋生态系统和海洋产业。



(赵军 编译；王琳 审校)

● What are aerosols?

什么是气溶胶？

<https://www.sciencedaily.com/releases/2016/04/160401145037.htm>

Art Sedlacek 是美国能源部布鲁克海文国家实验室的大气科学家，主要从事气溶胶的研究工作。气溶胶是从工厂、森林大火和汽车尾气散发的微小粒子。Sedlacek 乘坐配有高科技设备的飞机穿过火灾羽流、海洋和全世界站点来观察这些粒子，了解其对气候的潜在影响。但是科学家们仍在探索这些粒子在地球能量平衡中扮演的角色。

科学家们将气溶胶定义为大气中的悬浮粒子。其可以通过人类行为产生，也能在自然中产生。Sedlacek 的目标是理解气溶胶对地球气候系统的影响。温室气体因为吸收热量使地球变暖，对气候有很大影响。估计全球变暖的时候，应该基于大气中温室气体的含量，而实际上有些别的东西减轻了温室气体对气候变暖的影响。Sedlacek 和大气科学界的科学家已经确定是气溶胶帮助解决了这种差异。大气中大部分气溶胶只是散射太阳光，将一部分太阳能返回到太空，对地球的气候有一个冷却效应。其他气溶胶粒子，被称为“黑碳”和“褐碳”，既可以分散又可以吸收来自太阳的光，这两个过程则会对我们的大气产生变暖或变冷两种影响。气溶胶在气候系统

中发挥的另一个重要作用是具有形成云的能力。而云也可以对地球气候施加变暖或冷却的影响。然而，在研究气溶胶是如何影响气候的过程中，面临的最大挑战是这一影响只是整个地球从太阳吸收能量的一小部分。另一个挑战是，气溶胶颗粒非常小，直径通常小于1微米，所以很难收集到科学家需要的数据。Sedlacek说：“虽然这种复杂性挑战我们的观察和建模能力，但气溶胶是大气的一个关键组成部分。如果我们想更好的量化气候变化，我们不仅要了解温室气体，还要了解气溶胶。”

（赵军 编译；王琳 审校）

● The ocean below: Scientific plan measures ocean's carbon cycle, predicts its future conditions

科学家计划测量海洋碳循环来预测其未来的状态

<http://journal.frontiersin.org/article/10.3389/fmars.2016.00022/full>

庞大的海洋覆盖了地球表面70%以上的面积，它是全球碳循环的关键因素，世界上大约一半的有机碳都是由海洋生产输出。与陆地生态系统可以储碳几十年不同，大多数海洋生产的有机碳在几天内转化为二氧化碳。加州大学圣芭芭拉分校（UCSB）研究人员的最新研究旨在促进海洋碳运输过程的新理解，而这一过程会影响全球气候。目前已经为量化目前海洋碳循环的现状自主研发了蓝图，并开发了工具可以预测其未来状态。相关研究成果发表在《海洋科学前沿》期刊。

主要作者是UCSB地球研究学院主任David Siegel，他认为，预测未来海洋碳循环的变化仍然是海洋中最大的挑战之一，碳输出结合建模、卫星数据和船现场取样来全面了解碳是如何在世界海洋中处理的。由此产生的数据集将被用来确定现在和未来气候的影响。为了实现这一目标，研究人员打算量化海洋生物泵机制，这一机制是碳循环的主要组成部分。这一过程控制上层海洋透光层的碳输出到不透光区域。有机碳运输和保存的过程定义了海洋生态系统对大气中的二氧化碳水平和气候的影响。Siegel认为这一碳输出项目将加速了解海洋食物网对全球碳循环的影响，同时也可以为现在和将来的碳循环提供新的模型。

（赵军 编译；王琳 审校）

● Earth's internal heat drives rapid ice flow, subglacial melting in Greenland

地球内热导致快速冰流—格陵兰岛深层冰川消融

<https://www.sciencedaily.com/releases/2016/04/160404111603.htm>

为了理解格陵兰岛冰川今天的面貌，研究者不得不追溯地球历史。该岛软流圈在地质历史时期一定深度很热，并导致了快速的冰流，使得冰从底部开始溶化。有一条自西向东横跨格陵

兰岛的条带区域，在现今内部热流值明显升高。依据该异常，研究人员可以解释通过雷达和冰芯观测的结果，并说明了冰盖之下广泛的冰溶化现象。



北大西洋是板块构造活跃的区域。在 80-35 Ma，构造过程将格陵兰岛运移至一异常热地幔物质之上，即使现今该地幔仍是造成格陵兰岛区域火山活动的原因。地幔物质导致格陵兰岛变热变薄，并且产生了覆盖四分之一格陵兰岛的热异常区域。这种长期而持续的热源在冰川深部形成了大量的冰川融水，润滑了冰基面，导致冰流快速流动。该研究指明在格陵兰岛中北部大约有一半的冰位于冰溶面之上，熔融水通过冰下复杂水文网络流入海洋。这是首次证明地球内部作用与冰川深部水文特征具有重要关系，来自数十百万年前地幔柱的地热异常是现今冰盖之下水文演化的重要驱动因素，反过来，这将会对冰质量消融等造成重大影响。

这次研究中运用了多种数据集成，包括计算机模型演算、地震数据、重力测量、取芯、雷达声波探测、地基测量以及卫星遥感等，终于将隐藏在 3 km 厚的冰盖之下的秘密揭示出来。同时，热异常的位置和区带也说明了格陵兰岛在什么区域分布着高热流值。之前历史时期的地幔柱会影响到现今冰盖演化说明了冰盖不仅可以受控于季节因素变化，而且受大时间尺度地质事件的影响。

(马本俊 编译；王琳 审校)

● Vibrations make large landslides flow like fluid

震动使大型滑坡像流体一样流动

<https://www.sciencedaily.com/releases/2016/04/160404111510.htm>

新研究指出了为何一些大型滑坡会在平坦的陆地上运移很远的距离，这种效应往往会对滑坡之外很遥远的区域造成危害。研究结果已被发表在《Journal of Geophysical Research: Earth surface》。



大多数滑坡“振摆”距离一碎屑移动到平地的距离，总是倾向于是垂直距离的两倍。所以如果滑坡沿斜坡下降半英里，那么可以预测滑坡已经滑动了一英里。但是，新研究表明“长振摆”

滑坡水平运移距离可以达到垂直降落距离的 10-20 倍。有一些滑坡案例，在距离山体较远的安全距离意外的小镇却遭到了滑坡灾害就是这种情况。比如 1806 年一个叫 Goldau 的小村庄就遭受了滑坡灾害，损失了 500 人的生命。很早之前人们就知道这次大型干枯的滑坡向流体一样流动，流动速度可以达到 100 英里/小时，滑动了数千公里，在有些地方甚至可以爬坡。但是具体的机制一直不甚了解。之前有过几种假设但都存在各种缺陷。

1995年, Charles 创造了一个计算机模型来重现长振摆的滑坡, 该模型仅仅考虑岩石之间的动力作用, 忽略了水、空气等因素。可以解释岩石之间的碰撞将其输送很远, 但由于模型缺陷的限制, 没有很好的解决之上的问题。最近的新研究重新改进了该模型, 并在现代工作站上模拟该过程, 新结果显示振动确实减小了滑坡的摩擦作用。摩擦力大小取决于垂直向下的重力作用, 相同的重力条件下, 在沿斜坡向下要比在平坦地带滑动更小。但是模型显示, 滑动中的振动却抵消了重力, 岩石在很懂作用下更容易滑动。由于振动波在滑坡中影响岩石程度不同, 整个滑坡流动就像是流体一样流动。根据研究结果, 研究人员期望可以据此更好预测潜在的滑坡灾害。

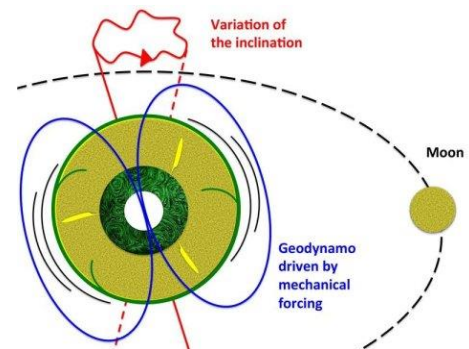
(马本俊 编译; 王琳 审校)

● The Moon may play a major role in maintaining Earth's magnetic field

月球可能在地球维持磁场中起着重要作用

<https://www.sciencedaily.com/releases/2016/04/160401075118.htm>

地球磁场长期保护我们免受来自太阳的粒子和辐射侵害。这层保护罩产生于地球发电机, 地球外核液态铁的快速转动。为了维持地磁场至今, 经典模型要求地核在过去的 43 亿年应该冷却了 3000 摄氏度。最近研究表明, 冷却温度可以仅仅是 300 摄氏度, 而月球被认为是补偿这种差别并维持地球发电机运转的原因, 该研究已被发表在《Earth and Planetary Science Letters》期刊。



关于地球磁场的经典模型本身存在一个悖论, 因为地球发电机的运行, 地球在 40 亿年前就应该是完全熔融的, 而且当时地核温度达到 6800 摄氏度, 现今为 3800 摄氏度。然而, 最近关于地球内部玄武岩和碳酸盐的研究以及地球内热模型显示, 不能支持地核存在这一冷却过程。所以研究人员推测, 可能存在其它的能量源。

地球具有轻微扁平的形态, 倾斜的并绕极点摆动的旋转轴, 地幔由于月球引潮力出现周期性变形。研究显示, 这种效应可以维持液态外核的运转。地球可以日地月系统引力作用中获得持续的能量补充。这些能量足以维持地磁场的存在, 这就补偿了经典理论中的矛盾。地球旋转以及旋转轴的扰动和月球的环绕, 这些综合效应导致了外核运动的不稳定和地球发电的波动。这一机制可以说明外核中和核幔边界存在的热脉冲现象。一定时间后可以在深部地幔发生熔融, 并可能在地球表层形成火山事件。新模型显示了月球对地球的影响不仅仅是形成潮汐。

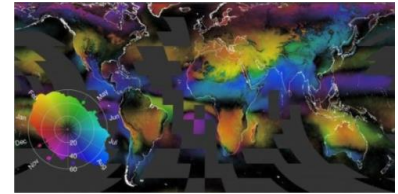
(马本俊 编译; 王琳 审校)

● Want to know where threatened species live? Look to the clouds

想知道濒危物种生活在何处？看云便知

<http://www.buffalo.edu/news/releases/2016/03/076.html>

布法罗大学和耶鲁大学的一项新研究表明，可利用云的遥感信息来了解在生物多样性高的热点地区，物种的栖息地和分布信息。研究发表于近期的《PLOS Biology》上。该团队对 15 年来 NASA 的 Terra 和 Aqua 卫星数据进行了分析。科学家们建立了一个 2000



年到 2014 年地球云量图数据库，该数据库包含每天两幅图，可精确至 1 平方公里。研究发现，云量的变化划定着生物群落的生态区边界。首席科学家 Adam Wilson 说：“数据可视化之后，当你从一个生态系统跨越到另外一个时，能清楚地看到生态群落的转换，而令人兴奋的是，数据的分辨率可达到 1 公里。”云层可帮助研究人员更好地预测特定物种的栖息地，可用于研究濒危动植物的栖息地。作者认为这项研究表明，遥感可作为监测生态系统的有效工具。

（韦秦怡 编译；郭琳 审校）

● Researchers discover ways to improve red tide predictions

提高赤潮预测的新方法

<http://www.research.usf.edu/absolute-news/templates/usfri-template.aspx?articleid=4368&zoneid=1>


南佛罗里达大学海洋科学研究人对 2012 年的较强赤潮和 2013 年的较弱赤潮进行了对比分析，发现高度依赖于墨西哥环流的西佛罗里达陆架的近海海洋环流是造成这两次赤潮发生程度不同的决定性因素之一。赤潮可造成贝类、鱼类和旅游业的巨大损失，赤潮毒素通过食物网可转移到其他生命体中。物理海洋学教授 Robert Weisberg 及其团队综合使用了锚泊仪器、机器人滑翔器、卫星图像和计算机模型，开发了观察、跟踪和预测赤潮的工具。Weisberg 认为海洋环流使营养盐和阳光得以结合，促进光合作用。海洋环流还将离岸水华传输到沿海。如果循环条件不对，赤潮不会爆发。本研究确定墨西哥湾环流在赤潮爆发的过程中起着重要作用，环流与陆架坡相互作用，使得整个陆架处于运动状态，从深海为陆架带来新的营养盐。卫星图像和其他证据显示，2012 年的环流位于深水区，而 2013 年的环流更加靠近陆坡，因而造成了赤潮爆发的差异。

（韦秦怡 编译；郭琳 审校）

● Desert mangroves are major source of carbon storage, study shows

沙漠红树林是碳存储的主要来源

<https://scripps.ucsd.edu/news/new-study-shows-desert-mangroves-are-major-source-carbon-storage>



斯克利普斯海洋研究所的研究人员发现生长在加利福尼亚半岛沿海沙漠的矮小红树林的储碳量是其热带相应物种的五倍。沿海沙漠红树林仅占该地区土地面积的百分之一，却储存了该地区百分之三十的地下碳汇量。该研究发表于《PNAS》，首次对红树林沉积物泥炭层的碳汇量进行了估算，强调了加强对红树林的了解以准确估计全球碳存储能力的重要性。研究人员发现，仅在加利福尼亚半岛岩石区生长的沙漠红树林，其根部积累了一层厚厚的泥炭以适应海平面上升。相较之下，平坦沿海冲积平原生长的红树林积累的泥炭层较薄，因为随着海平面上升它们已经发生了迁移，而增加的河流沉积物也使得海岸线发生了改变。科学家估计由于人类活动的增加，墨西哥海岸线的红树林每年将递减百分之三。红树林的减少导致数千年的储碳释放大气中，并使一个可封存人类活动释放的碳的天然生态系统消失，从而造成气候的进一步变化。加州大学副教授 Exequiel Ezcurra 说：“我们的研究有助于进一步量化红树林生态系统的价值，强调了红树林保护的重要性和紧迫性。”

（韦秦怡 编译；郭琳 审校）

● Acidic oceans: Action plan to combat changes to seawater chemistry

为海洋酸化采取行动

<http://bioscience.oxfordjournals.org/content/66/1/14>

科学专家小组 4 月 4 日发表的全面报告认为全球二氧化碳排放所触发的海洋酸化将会对北美西海岸产生严重生态影响，需要立即采取行动应对海洋化学变化。小组在 2013 年召开了一次会议，探讨政府机构如何可以与科学家一起工作，以对抗西海岸海洋酸化和海水缺氧等相关现象的影响。该小组的最后报告，题为“重大发现，建议和行动”总结了这一紧迫环境问题的现有局面，并概述了一系列潜在的管理行动，加利福尼亚、俄勒冈和华盛顿州政府和华盛顿省政府，可以立即开始采取措施，以抵消和减轻海洋酸化对经济和生态影响。小组正在敦促海洋管理和自然资源机构发展高度协调、综合性的多机构解决方案，包括：

- 探索利用海草去除海水二氧化碳的方法。

- 支持对水质标准的修订，以改善水质标准，因为现有水质标准并不是为了保护海洋生物不受海洋酸化的破坏性影响。
- 确定减少陆地污染进入沿海水域的战略，因为这种污染会加剧某些地点的酸化强度。
- 加强西海岸的监测网络，向沿海生态系统管理计划的发展提供信息。
- 支持提高海洋生物适应海洋酸化能力的方法。

（杨皓月 编译；王琳 审校）

● Clean liquid fuel could reduce our reliance on non-renewable energy

清洁液体燃料可以减少我们对不可再生能源的依赖

<http://www.manchester.ac.uk/discover/news/clean-liquid-fuel-could-reduce-our-reliance-on-non-renewable-energy/>

科学家们首次实现不使用化学预处理对生物质进行分解，生产大量清洁液体烃燃料，这可以减少对化石燃料的依赖。在植物中，用于生产燃料的木质材料由三种不同的成分组成：纤维素、半纤维素和木质素。木质素对生物燃料的生产是一个挑战，因为它很难分解成有用的燃料，通常需要高水平的能源或使用腐蚀性化学品。因此，多达三分之一的植物材料被浪费或被烧成低价值的燃料。曼彻斯特大学和华东理工大学的一组科学家们制作了一种催化剂，由铌和磷酸盐组成金属络合物，并在其表面覆盖小颗粒的铂金。将催化剂与生木屑在 190℃ 和 50 个大气压的压力条件下混合 20 小时。研究结果发表在《自然通讯》杂志，表明该催化剂能够直接分解和转换木质素，这使得利用催化剂转化生物质为燃料在未来变得可行。

（杨皓月 编译；王琳 审校）

● IRISH EXAMINER: Best to tackle superbugs at source than through medication

最好从根源上解决超级细菌而非通过药物

<http://www.irishexaminer.com/viewpoints/analysis/best-to-tackle-superbugs-at-source-than-through-medication-390184.html>

打击抗菌素耐药性需要突破性的技术解决方案，我们需要发明新的抗菌药物类型并发展快速诊断测试，以避免不必要的治疗，从而减少大规模过度使用抗生素。然而，同样重要的是，这些高技术的贡献可能只会起一部分作用。为了解决这个问题，唯一的选择是在传染病源头上加以控制，防止其发生。具体包括：改善卫生条件和疾病监测手段。只有集中在这些领域，才

能降低对新药物的长期需求。19世纪，主要的西方城市通过对感染病进行预防来解决疾病，这种方法仍然是当前人口增长迅速的大城市的最佳解决方案。最近西非埃博拉疫情爆发证明，在基本基础设施和监视系统已经崩溃的地区，疫情蔓延最为显著。其结果是，即使宣布埃博拉已经成为公共卫生紧急情况，具有资金支持，但仍然很难解决这一疫情。令人担忧的是，最新研究对抗菌素耐药性发出警告，没有全球协调系统的监控，世界各地都有超级细菌的出现和蔓延。数据的收集和共享，即使在世界上最富有的国家，仍然存在根本性的差距。其结果是产生一系列巨大的盲点，剥夺我们的关键见解和早期警告，我们需要建立一个有效的反馈机制。当前，饮水安全和卫生是导致腹泻疾病的一大杀手，每年有数百万人服用抗生素治疗，大部分的消费是不必要的，因为腹泻的原因通常是病毒性的，在这些情况下服用抗生素有助于抗药性细菌的发展。研究团队提供的估计表明，在印度、尼日利亚、巴西和印度尼西亚，每年近一半的（十亿例）腹泻都在使用抗生素治疗。如果这些国家为他们的公民提供清洁水和卫生设施，这一消费量将减少至60%。这样的基础设施是昂贵的，所有的国家都面临着艰难的预算选择。但是，这是一个最有价值的投资，如果一个国家将卫生设施的投入增加50%，这相当于国家人口获得超过9年的额外预期寿命。

（杨皓月 编译；王琳 审校）

● Scientists call for new strategy to study climate change impacts on coral reefs

科学家呼吁采用新策略研究气候变化给珊瑚礁带来的影响

<http://rsmas.miami.edu/news-events/press-releases/2016/scientists-call-for-new-strategy-to-study-climate-change-impacts-on-coral-r/>



近日，一个国际研究小组开发了一种研究珊瑚礁的新方法，以此更好地了解全球气候变化对珊瑚礁产生的多重影响，相关研究已经发表在《Frontiers in Marine Science》杂志上。研究人员通过一篇综述对暴露于海洋升温、海水酸化等多个压力下珊瑚的生态健康进行了评估，研究人员称，大气中二氧化碳浓度升高造成的海水温度和酸度变化，不仅引起白化和钙质结构的损失，还会导致珊瑚生长更慢、繁殖受抑。研究人员认为，当多个压力同时发生时，它们对珊瑚产生的破坏性影响，并不是单压力评估研究所能预测到的。有证据显示，多个压力与生态复杂性的相互作用可能意味着对珊瑚礁的负面影响将发生得比之前认为的更快、更严重，为了应对挑战，获取更准确的预测，需要扩大研究以更好地涵盖自然生态系统的复杂性。研究人员呼吁一个新的珊

瑚研究策略，能够将传统的实验室实验和模拟未来珊瑚可能遭受到的多重压力的现场试验结合起来。

(江凤娟 编译; 郭琳 审校)

● Ocean acidification takes a toll on California's coastline at nighttime

海洋酸化给夜间的加州沿海造成负面影响

http://www.eurekalert.org/pub_releases/2016-03/ci-oat031616.php

一项基于在潮池中进行的广泛测量表明，海洋化学变化在夜间的突然加剧，将把海洋生物置于更加危险的境地，而最脆弱的是那些有碳酸钙外壳或骨骼的生物。这项研究是由卡耐基大学的 Ken Caldeira 和 Lester Kwiatkowski 沿着加利福尼亚的岩石海岸线进行的，相关研究发表在《Scientific Reports》杂志上。汽车或发电厂排出的二氧化碳被海洋吸收，将改变海水化学并使它的酸度变高，这一过程被称为“海洋酸化”。持续的海洋酸化将使利用碳酸钙构建自己的贝壳和骨骼的生物难以继续构建贝壳和骨骼。在足够高的浓度下，二氧化碳甚至可以导致这些贝壳和骨骼完全溶解。加利福尼亚岩石海岸的潮池是退潮时从开放的海洋中隔离出来的，在白天，光合作用吸收海洋中的二氧化碳从而降低海洋酸化的影响，然而，在晚上，植物和动物的呼吸就会释放二氧化碳，加剧海洋酸化并导致钙化生物更加危险。研究人员对多个潮池的观察发现，贝壳和骨骼生长率在白天不会受到海水化学的影响，然而，在夜间退潮时，潮池中的水会对碳酸钙贝壳和骨骼造成腐蚀，这表明，贝壳和骨骼在夜间的溶解速率受到海水化学的巨大影响。研究人员称，即使在今天的温带海洋，钙化物种也在物种呼吸作用引起的夜间酸性条件下溶解。到 2050 年，这种夜间溶解会是现在的两倍，没有人真正知道沿海生态系统将会如何应对，但结果肯定不乐观。



(江凤娟 编译; 郭琳 审校)

● Coral reefs highlight the key role of existing biodiversity for climate change adaptation

珊瑚礁生态系统凸显了生物多样性对适应气候变化的重要性

http://www.eurekalert.org/pub_releases/2016-04/uos-crh040116.php

近日，来自南安普顿大学的一项新研究表明珊瑚礁现有的生物多样性对于生态系统成功适应气候变化是至关重要的。海洋中，大约 25% 的生物多样性取决于珊瑚礁，珊瑚礁的三维钙质结构由珊瑚和藻类共生体组成。气候变化，特别是海水温度的上升，威胁着珊瑚礁生态系统的

生产力，甚至能引起珊瑚礁提供的生态系统服务毁灭性的连锁反应。研究人员指出，波斯/阿拉伯湾（PAG）的珊瑚可以生活在异常高盐度水平和温度高达 35 摄氏度的海水中，而这样的条件在世界其余海域中会杀死珊瑚。因此，PAG 的珊瑚生态系统是了解珊瑚礁如何应对现在气候变化的理想模型。利用先进的分子生物学方法，研究人员发现 PAG 南部的珊瑚共生藻类几乎全是 *Symbiodinium thermophilum*，这表明该藻类对于 PAG 的珊瑚生存是至关重要的。为了证明是 *Symbiodinium thermophilum* 还是其它藻类共生体促进了 PAG 珊瑚的快速进化，研究团队分析了 PAG 5000 公里的海岸线及其邻近海域的近 1000 种珊瑚。新一代的测序技术允许研究人员在一个前所未有的测序深度上分析珊瑚共生体的 DNA，这是从大量样本中筛选出 *S. thermophilum* 的基因标签的先决条件。除了在 PAG 普遍存在不寻常的共生体，研究人员在阿曼湾和红海也发现了不寻常的共生体，但是其含量极低。通过分子标记分析，研究人员发现 *S. thermophilum* 在 PAG 区域外有着令人惊讶的遗传多样性。这种多样性来源于大约 1300 万年前的遗传辐射，这远早于 PAG 的形成。这些多样的 *S. thermophilum* 中，只有一种基因型主导了 PAG 区域的珊瑚共生体，因此极端条件下的变体，是最适合促进珊瑚在极端环境下生长的。

耐高温珊瑚共生体的例子表明，种群间存在的遗传多样性是物种面临快速变化环境条件时能够生存的关键。拯救珊瑚礁的未来，在减少温室气体排放的同时还需要保护当今生物的多样性，以此促进对不断变化的环境条件的适应性形成。相关的研究内容已经刊登在《PNAS》上。

（江凤娟 编译；郭琳 审校）