

海洋科学快报

(内部交流)

本期执行编辑

冯志纲

2017 年 4 月 27 日

目 录

- 水在南极流动：新调查发现液体流动范围比想象中更广
- 北极的河冰沉积物迅速消失
- 冰川形状影响其易变薄性
- 研究揭示风力增大对敏感的海岸线造成威胁
- 南非金矿的形成
- 青藏高原沉积物揭示了数百万年前的气候模式
- 北极水域中的塑料污染不断累积
- 研究发现水温升高危及沿海生态系统健康
- 研究发现北美淡水湖越来越咸
- 产甲烷微生物如何使早期地球保温
- “洗涤剂”分子可能驱动大气甲烷浓度的波动
- 空气可能会成为世界下一代电池
- 木屑可以净化水产养殖业的废水
- 利用热带微生物来改善环境
- 海蝎：原始的海怪

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

● Water is streaming across Antarctica: New survey finds liquid flow more widespread than thought

水在南极流动：新调查发现液体流动范围比想象中更广

<https://www.nature.com/nature/journal/v544/n7650/full/nature22048.html>

在对南极进行的新调查中,科学家发现,在短暂的夏季,部分南极冰有大量的融水流动流域。研究人员已经知道这些特性存在,但认为其主要局限于南极洲的迅速变暖。许多新勘查到的流域并不新鲜,但事实上它们的存在至关重要;它们似乎随着小幅的温度回升有所扩张,因此预计本世纪变暖可能迅速放大其对海平面的影响。一项相关研究着眼于此系统如何影响大陆巨大冰架,一些研究者担心该冰架可能崩溃,并带来灾难性的海平面上升。这两项研究的相关论文都发表在《自然》杂志上。

主要作者是哥伦比亚大学地球观测站的冰川学家 Jonathan Kingslake,他说:“我认为大多数极地科学家一直认为水穿越南极洲的表面是非常罕见的。但是我们在广泛的区域中发现了很多这种现象。”对于研究人员来说,这些数据太稀疏,不足以用来判断过去70年中流域的范围和数量是否增加。Kingslake 为了解这些系统如何改变以应对气候变暖,以及这些变化将如何影响冰盖是非常重要的。

(赵军 编译;王琳 审校)

● Arctic river ice deposits rapidly disappearing

北极的河冰沉积物迅速消失

<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/2016GL072397/abstract;jsessionid=B099C84D708901A1F2C7853DBEEBE22B.f03t01>

一项新的研究发现,相比15年前,气候变化导致形成于北极河流的厚冰沉积物提前一个月融化。当北极地下水到达表面时,河水开始结冰并巩固了冰冻的河流。这些冰整个冬季都在生长,直到河谷被冰阻塞。

在过去,结冰的河水平均在7月中旬左右融化。但是一项新的研究表明,2015年比2000年的结冰融化早26天。此外,研究发现2015年大多数冰冻不完全融化的体积比2000年小得多。该研究发表在《地球物理研究快报》杂志,第一作者是北卡罗莱纳大学教堂山分校的水文专家 Tamlin Pavelsky,他说:“这是首次明确证明了北极河流系统的重要组成部分正在改变,且变化迅速。”他认为,现在还没有研究系统的着眼于北极河流结冰变化对气候变暖的响应问题。尽管河流结冰的下降可能是由于气候变化,他不确定是否是气温上升的直接结果还是气候变化正改变河流和地下水的互相作用。Pavelsky说,河流结冰下降非常迅速,如果继续下去,可能对北极的河流生态系统造成巨大影响。

(赵军 编译;王琳 审校)

● Glacier shape influences susceptibility to thinning

冰川形状影响其易变薄性

<https://www.nature.com/ngeo/journal/vaop/ncurrent/full/ngeo2934.html>

德克萨斯大学奥斯汀分校的研究人员通过对格陵兰西部冰川的形成进行分析，已经确定这里的冰川极易在未来几十年内变薄。该研究有助于预测未来一个世纪中格陵兰冰盖对海平面上升的贡献，目前海平面上升值在英寸和英尺的范围内变动。这项研究成果发表在《自然—地球科学》杂志上

格陵兰冰盖是地球上第二大冰原,几十年来一直失去质量,科学家将这种趋势与气候变暖相联系。但是这种质量变化有高度的可变性,这使得对未来海平面上升预测变得困难。主要作者 Denis Felikson 博士说:“我们正在寻找一种方法来解释为什么存在这种可变性,我们找到了一个方法,之前从未在这种规模应用。”研究人员调查的 16 个西格陵兰岛冰川中,发现有四个最容易变薄: Rink Isbræ, Umiamako Isbræ, Jakobshavn Isbræ 以及 Sermeq Silardleq。其中,在过去的 30 年中 Jakobshavn 冰川占西格陵兰总质量损失的 81% 以上。研究显示大部分冰川容易变薄在 10 至 30 英里之间。然而, Jakobshavn 冰川变薄的风险达超过 150 英里,占整个格陵兰冰盖的三分之一。研究人员认为他们演示的方法能帮助确定尚未迅速改变但可能改变的冰川。有了这些知识,可以预见潜在的海平面上升并建立观测活动提前了解这些冰川的变化。

(赵军 编译;王琳 审校)

● Research sheds new light on forces that threaten sensitive coastlines

研究揭示风力增大对敏感的海岸线造成威胁

<https://phys.org/news/2017-04-threaten-sensitive-coastlines.html>

印第安纳大学和北卡罗莱纳州立大学的科学家研究发现,密西西比河三角洲沼泽地的风力增大是造成三角洲地区主要土地流失的重要因素。

研究发现,该地区 17% 的土地流失是由于沼泽扩张造成的,大部分是由于波浪沿沼泽边缘侵蚀造成的。该研究发现增加了科学家对三角洲形成过程的认识,并为科学家和工程师寻求保护敏感海岸线的方法提出了新的挑战。

该研究合作者助理教授 Douglas Edmonds 说:“密西西比河三角洲正在从海岸和湿地中消失,但我们却对促使土地流失的过程知之甚少。研究人员对整个三角洲地区 1982 年至 2016 年的 10000 张卫星图像进行了分析,并利用印第安那大学的超级计算将 12.9 亿像素分为土地或水。”

研究人员发现来自东北方向的盛行季风驱使沼泽向西南方向伸展。直径明显大于 300m 的沼泽伸展范围更大，其中较大的波浪更容易侵蚀边缘。研究指出了河流沉积物的重要性。密西西比河上，水坝和防洪堤改变了河流的流动，降低了三角洲地区的沉积量，导致其淹没和侵蚀土地。未来可能通过河流改道将沉积物引到所需要的地方去。

“重建沉积物搬运路线是扭转土地流失趋势的关键，” Edmonds 说，“沉积物是密西西比河三角洲地区宝贵的资源，但不幸的是其现在供不应求”。

（杨娅敏 编译；王琳 审校）

● The formation of gold deposits in South Africa

南非金矿的形成

<https://www.sciencedaily.com/releases/2017/04/170420113804.html>

乍一看，地球上的最大金矿威特沃特斯兰德盆地与海洋研究无关。然而，在 30 亿年的地质历史时期，南非威特沃特斯兰德盆地经历了多次海进和海退。1852 年，英国人 J.H. Davis 在威特沃特斯兰德盆地发现第一枚黄金，引起了南非的淘金热，并在盆地内发现了许多的金矿。尽管科学家们已经对威特沃特斯兰德地区进行了数十年的研究，但其黄金和铀矿的成因仍然是不太清楚。

来自加拿大和德国的科学家们运用复杂的分析技术揭示了成矿过程中的一些机制。该研究成果最近发表在《Precambrian Research》期刊上。

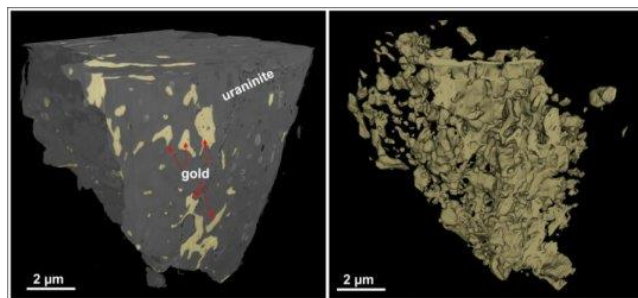
研究中，科学家们利用高分辨率的扫描电镜和透射电镜分析了威特沃特斯兰德矿床样品，并使用新的 2D 和 3D 软件对数据进行了处理。

“我们能发现了地球上有机生物体产生的有机质形成的化石石油，使得铀在盆地内移动。铀纳米粒子在石油中凝聚，形成铀矿石，” 该研究的第一作者 Sebastian Fuchs 博士说，“热液流体类似于现今在海底黑烟囱系统观察到的流体，迁移溶解的金并在矿床附近形成水包油乳液体。热液流体中的油滴使得自然金发生有效的化学沉淀，形成具有复杂结构的金-铀矿。”

研究人员们利用高分辨率成像技术将未知的矿床形成过程可视化。“通过我们的方法能首次显示残留在金中的化石石油，” Sebastian Fuchs 博士说，“在研究中，我们惊讶地发现石油与金属之间密切的空间关系，我们希望通过该研究为科学家们勘探新矿床提供新的思路，可能有一天能从原油中提取金或是其它金属。”

研究人员们利用高分辨率成像技术将未知的矿床形成过程可视化。“通过我们的方法能首次显示残留在金中的化石石油，” Sebastian Fuchs 博士说，“在研究中，我们惊讶地发现石油与金属之间密切的空间关系，我们希望通过该研究为科学家们勘探新矿床提供新的思路，可能有一天能从原油中提取金或是其它金属。”

（杨娅敏 编译；王琳 审校）



● Tibet sediments reveal climate patterns from millions of years ago

青藏高原沉积物揭示了数百万年前的气候模式

https://phys.org/news/2017-04-tibet-sediments-reveal-climate-patterns_1.html

青藏高原经历了地球上最强的季风系统，具体表现为由复杂的全球大气环流模式和陆地-海洋间表面温度的差异造成的强风和夏季的强降雨。这种极端天气模式使该区域成为气候学家们研究全球气候系统细微变化的理想区域。

罗彻斯特大学地球与环境科学教授 Carmala Garzione 和该学校的访问学者 Nie Junsheng 研究了青藏高原北部柴达木盆地的沉积物样品，并构建晚中新世大约 11-5.3Ma 以来的古气候旋回记录。目前，该研究结果发表在《Science Advances》期刊上。

重建过去的气候记录能帮助科学家了解未来冰川事件和温室气体排放可能影响全球系统的方式。根据之前冰芯、海洋和沉积物记录，研究人员确定过去 80 万年北半球冰期，每 10 万年北美、欧洲和亚洲都会被厚厚的冰层所覆盖。在此之前，冰期周期为 4.1 万年，科学家们认为这是正常的。

柴达木盆地沉积物样品显示晚中新世以来东亚季风模式也经历了类似 10 万年的周期，且开始的 10 万年周期比之前的记录早了 600 万年的时间。“人们一直认为 10 万年周期是第四纪晚期气候的异常现象，” Nie 说，“但是我们的研究结果显示它不是异常现象，曾在多年前就存在。”

地球轨道偏心率、黄赤交角以及岁差等三要素是驱动第四纪冰期旋回的主因，三种类型同时发生变化时，称为米兰科维奇循环。这些因素都会影响太阳辐射以及地球吸收热量的方式。晚中新世，北半球冰川极少，南半球冰盖消长变化是控制柴达木盆地 10 万年周期的主要因素。

“假如观察到一个半球冰盖的消长变化，这是 10 万年周期在控制，” Garzione 说，“问题是未来我们是否会使二氧化碳浓度足够高，导致北半球无冰，南半球冰盖发生消长变化”。

如果是这样，南半球的冰盖可能会再次对气候周期产生主要影响。

（杨娅敏 编译；王琳 审校）

● Plastic pollution builds up in Arctic waters: study

北极水域中的塑料污染不断累积

<http://advances.sciencemag.org/content/3/4/e1600582>

尽管北极地区几乎没有人居住，但该地区的一部分海域却遭受了严重的塑料污染，主要原因是大西洋的洋流将垃圾碎屑携带至此。《Science Advances》杂志上的报道称，2013 年“塔拉海洋考察”的研究人员发现，格陵兰东部和斯堪的纳维亚北部海域已经成为塑料垃圾的死胡同。原因在于被称为“全球海洋传送带”的北大西洋温盐环流将塑料颗粒运送至格陵兰和巴伦支海

处的位置。研究人员利用 17000 个卫星浮标追踪了塑料垃圾经过北大西洋的路径，并估计该地区的垃圾高达数百吨，包括钓鱼线、塑料薄膜、碎片和颗粒。赤道附近也发现了类似数量的塑料垃圾。研究发现，北极漂浮的塑料不到全球总量的百分之三，但未来几年积累仍将持续。

（韦秦怡 编译；郭琳 审校）

● Rising water temperatures endanger health of coastal ecosystems, study finds

研究发现水温升高危及沿海生态系统健康

<http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/acs.est.6b03483>

佐治亚大学的最新研究表明，不断升高的水温导致海洋环境中的亚硝酸盐积累，从而会引起海洋生物化学途径的广泛变化，最终可能会破坏海洋食物网。该研究发表在《Environmental Science and Technology》上，合著者 James Hollibaugh 称，过多的亚硝酸盐会改变海洋环境中的单细胞植物的种类和数量，可能会导致有毒藻类爆发造成死亡区。尽管大多数研究人员认为，亚硝酸盐积累是海洋环境缺氧的结果，但 Hollibaugh 和 Sylvia Schaefer 认为还有其他原因加剧了这一过程。研究人员将称为 Thaumarchaea 的单细胞生物暴露于不同的水温中进行实验，发现较高的温度促使微生物产生更多的亚硝酸盐。Schaefer 和 Hollibaugh 分析了美国、法国和百慕大 270 个地点的环境监测数据，证实了高温与亚硝酸盐积累的关系。Hollibaugh 称亚硝酸盐的积累可以产生更多的一氧化二氮，从而增加全球温度，导致更多亚硝酸盐的积累，从而形成一个正反馈回路。

（韦秦怡 编译；郭琳 审校）

● North America's freshwater lakes are getting saltier, study finds

研究发现北美淡水湖越来越咸

<http://www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1620211114>

发表在《PNAS》上的报告指出，受开发和路盐的影响，北美中西部和东北部的许多湖泊中的氯化物有增加的趋势，44%的湖泊正遭受长期的盐渍化。该研究首次大规模分析了淡水湖中氯离子的趋势，研究项目是全球湖泊生态观测站网络（GLEON）奖学金项目的一部分，旨在培养下一代淡水科学家和从业者。

研究人员分析了 371 个淡水湖的氯化物趋势，其中 284 个湖泊位于北美地区。自 20 世纪 40 年代以来，每年约有 2300 万吨基于氯化钠的除冰剂用于消除北美道路上的冰雪，大部分路盐进入了附近的水体，成为地下水、溪流和河流湖泊中氯化物污染的主要来源。

研究小组评估 371 个湖泊周围 100 至 1500 米缓冲区内的道路密度和土地覆盖面来衡量道路盐分的暴露，结果发现，距离湖泊 500 米范围内的道路和其它不透水表面是预测氯化物浓度升高的显著指标。北美湖区 500 米缓冲区内不透水土地覆盖超过 1% 的湖泊中，70% 的湖泊的氯化物有增加的趋势。当这一结果推广至北美所有湖区时，约有 7770 个湖泊可能面临盐度升高的风险。如果盐渍化趋势持续下去，许多北美湖泊将在 50 年内超过 EPA 建议的氯化物水平。

湖泊中氯化物的含量升高可改变鱼、无脊椎动物和浮游生物的组成，导致水生物多样性与丰度下降，极端情况下，盐渍化甚至可以阻碍湖泊的混合而造成低氧环境。研究作者建议对湖泊管理范围应扩展至湖泊的周边之外的区域。

（韦秦怡 编译；郭琳 审校）

● Behind the iron curtain: How methane-making microbes kept the early Earth warm

产甲烷微生物如何使早期地球保温

<http://www.news.gatech.edu/2017/04/17/behind-iron-curtain-how-methane-making-microbes-kept-early-earth-warm>

地球前二十亿年的大部分时间都匮乏氧气，微生物的生命受到限制，太阳比现在更为暗淡。然而，岩石记录表明，早期地球被广阔的海洋覆盖。长期以来科学家一直在争论阻止海洋结冰的原因。一种流行的理论是，像甲烷这样的强效气体，产生了高浓度的温室空气。在缺乏氧气的情况下，古代海洋中形成了铁。一般的化学和生物过程中，铁生锈脱离海水，通过一个复杂的“铁循环”进行多次循环。有些微生物，比如产甲烷的微生物能“呼吸”铁锈。当铁锈充足时，“铁幕”可能会抑制甲烷排放。研究报告发表在 2017 年 4 月 17 日的《地球生物学》杂志（*Geobiology*）。利用来自热带湖泊底部的淤泥，乔治亚理工学院的研究人员对这种“铁幕”下古生物如何产生甲烷有了新的认识。研究人员收集了印度尼西亚湖马塔深处的淤泥，该湖为缺氧的含铁丰富的生态系统，可以独特的模仿早期的海洋。把泥放入微小的孵化器中模拟早期地球的条件，并跟踪微生物多样性和甲烷 500 天的排放量。添加铁锈时，甲烷生成量最小；无铁锈时，微生物通过多倍稀释一直产生甲烷。该研究团队得出结论，在无锈斑的古代海洋甲烷可持续生产。大部分古代甲烷会逃到大气层中，从早期的太阳中捕获热量。

（杨皓月 编译；王琳 审校）

● 'Detergent' molecules may be driving fluctuations in atmospheric methane concentrations

“洗涤剂”分子可能驱动大气甲烷浓度的波动

<http://www.caltech.edu/news/detergent-molecules-may-be-driving-fluctuations-atmospheric-methane-concentrations-54742>

在 21 世纪早期，研究甲烷排放的环境科学家注意到了一些意想不到的事情：几十年来，由化石燃料和农业的甲烷排放驱动的全球大气甲烷浓度（CH₄）令人费解地趋于稳定。甲烷水平保持稳定几年，然后在 2007 年开始上升。加州理工学院和哈佛大学的研究人员使用新模型表明，甲烷排放量在 2007 之后可能不会大幅增加。其原因可能是羟基（OH）自由基可用性的变化，这种自由基分解了大气中的甲烷。因此，大气中羟基的含量控制着甲烷的量。如果全球水平的羟基减少，即使甲烷排放量保持不变，全球甲烷浓度也会增加。羟基是由带负电荷的氢氧化物分子（OH⁻）转变的中性形式，被描述为一种“自由基”，因为它具有高度的活性。因此，它就像大气中的洗涤剂一样，将甲烷分解成氧气和水蒸气。甲烷和羟基十年的跟踪趋势表现出，甲烷浓度随羟基浓度强烈波动。未来的研究需要进一步调查过去十年中羟基浓度的全球变化。

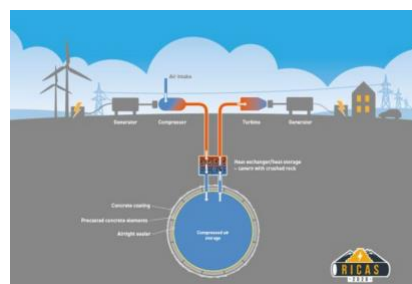
（杨皓月 编译；王琳 审校）

● Air could be the world's next battery

空气可能会成为世界下一代电池

<https://www.sintef.no/en/latest-news/air-could-be-the-worlds-next-battery/>

用空气来替代水，储存电能，来自欧洲各地的科学家们正试图将这一概念成为一个可行的前景。通过研究项目 RICAS 2020，参与者考虑将世界上各个密封的废弃洞穴作为储存场所。在世界上一些地方已经采用的方法是利用剩余电力压缩空气，然后储存在地下洞穴中。当需要电源时，空气通过发电的燃气轮机释放。当空气从储存点释放时，压缩的热量越大，它经过燃气轮机时所能做的工作就越多。世界上最大的两个压缩空气储存位于德国和美国，是在盐岩层中形成的地下室。但是，这些发电厂失去了很大比例的潜在的压缩空气的能量，因为它们没有可以存储在空气压缩阶段产生的热量的系统。RICAS 2020 的研究人员提出一个解决办法，在通往地下洞穴的途中，热压缩空气穿过一个充满碎石的独立洞穴。热空气使岩石升温，保留了大量的热量。冷空气储存在主洞里。随后，当空气返回穿过碎石的时候，流动的空气被石头加热。热空气然后膨胀通过涡轮机发电。据估计，这项技术可以将系统的效率提高 70-80%。大多数现有的存储地点的相应数字不超过 45-55%，这意味着所产生的能量只有最初用来压缩空气进入洞穴所耗能量的一半。该技术的唯一



要求是，大型空心空间必须是已经存在的，因为挖掘新的洞穴并确保其安全性，这将是非常昂贵的。该项目的参与者考虑将废弃的隧道和矿井作为潜在的储存地点，用膜密封洞室壁。

（杨皓月 编译；王琳 审校）

● Wood chips could clean aquaculture wastewater

木屑可以净化水产养殖业的废水

<http://marinesciencetoday.com/2017/03/17/wood-chips-clean-aquaculture/>

水产养殖是全球增长速度最快的农业产业之一，可满足日益增加的海鲜需求而且又不会对野生鱼类造成额外的压力。然而，从饲料供给到养殖废水的处理，水产养殖业面临一系列的挑战。近日，来自伊利诺伊大学的一项新研究表明，简单的有机系统可以有效和廉价地净化水产养殖业产生的废水。在这个新系统中，来自鱼塘的水从生物反应器（一个装有木屑的长容器）的一端进入，流经装有木屑的容器，从另一端排出。当养殖废水流经容器时，木屑中的固体沉淀物和细菌可以将污染物--氮过滤掉。该生物反应器是一固体的过滤器，可以把硝酸盐过滤出来。研究人员比较了四种流速（水从生物反应器一端流向另一端的时间），发现最佳时间约为 24 小时。但是对于需要在短时间内过滤大量水的系统，研究人员建议使用一个额外的微型过滤器，以便在废水进入和堵塞生物反应器之前将废水中的一些固体物质过滤掉。

（江凤娟 编译；郭琳 审校）

● Using tropical microbes to improve the environment

利用热带微生物来改善环境

http://www.researchsea.com/html/article.php/aid/10599/cid/1/research/science/monash_university/using_tropical_microbes_to_improve_the_environment.html

近日，来自马来西亚莫纳士大学的研究人员正在利用热带微生物的特性来解决各种环境、农业和水产养殖问题。通过对热带微生物多样性的研究，可将其更好地应用于作物改良、农业和水产养殖中的疾病控制、环境中有毒金属和染料的去除了并加快废物回收利用。

热带地区微生物种类丰富，本研究的总体思路是利用该地区微生物的多样性，并着重强调使用新的微生物群落，例如鱼肠系统中的原生微生物群落，内生菌（生活在植物中的真菌）和非白腐真菌等。

研究人员发现，鱼类内脏中的原生细菌有可能被用作益生菌来保护水产养殖中的其他鱼类免受病害影响。丰年虾的幼虫通常用作鱼饵料，因此是用于接种益生菌的最合适的载体。研究人员用细菌悬浮液分离并培养来自鲶鱼肠系统的乳酸乳球菌，然后用此细菌处理丰年虾



的幼虫，该过程被称为“生物胶囊化”。之后研究人员用生物胶囊化的丰年虾幼虫投喂攀鲈，发现它为鱼类提供了一定程度的疾病抗性。

该小组还发现，植物还可以通过内生菌来防止枯萎病。土壤中常见的用链霉菌菌株制成的制剂具有抗菌和抗真菌活性，可用于保护香蕉作物免受真菌传播引起的巴拿马枯萎病。在另一项研究中，研究人员从河流沉积物、室内废水和植物中提取了常见的真菌，用于去除环境中的有毒金属和染料。例如，研究人员从吉隆坡的河流中提取了常见的真菌木霉，发现它有可能去除水中的三苯基甲烷染料。莫纳士大学的研究人员还从棕榈树上的空果串中分离出一种称为放线菌的丝状细菌。他们发现这些细菌可用于加速这些空果串的堆肥过程，此外还可被用作生物防治剂。初步研究显示，药用植物的内生菌具有高度多样性，具有良好的抗菌和抗氧化性能。该研究团队接下来计划寻找药用植物内生菌产生的具有生物活性的化合物。研究人员还将进一步研究微生物大规模利用的潜力。

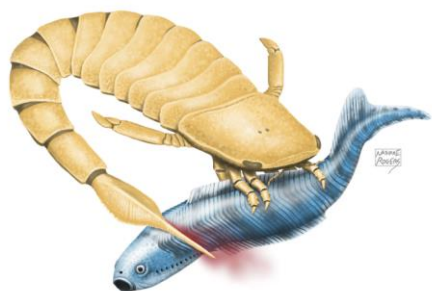
（江凤娟 编译；郭琳 审校）

● Sea scorpions: The original sea monster

海蝎：原始的海怪

<https://www.ualberta.ca/science/science-news/2017/april/sea-scorpions-the-original-sea-monster>

四千三百万年前，即梭鱼或鲨鱼进化之前，原始的海洋中存在一种另一种捕食者——海蝎。原始的海怪属于板足鲎类，是古代早期的脊椎动物，被称为海蝎。与现代蝎子和马蹄蟹类似，海蝎有薄而灵活的身体。一些板足鲎类的物种也有螯。阿尔伯塔大学的研究人员提出一项新研究假设，海蝎有另一种武器可供选择：锯齿状的尾刺。研究表明，海蝎能够使用它们锯齿状的尾刺来攻击猎物。该研究源自一个新发现的化石标本——板足鲎类 *Slimonia acuminata*，生物力学分析发现这种海蝎使用锯齿状的尾巴攻击和杀死猎物。该化石锯齿状的脊柱尾端强烈地弯曲



到一侧。龙虾和虾可以上下翻转宽阔的尾巴来帮助自己游泳，但是板足鲎类的尾巴在垂直方向运动不灵活，而在水平方向能够灵活的运动。这意味着这些海蝎可以从一边向另一边摆动它们的尾巴，在此过程中遇到的液压阻力非常小，并且不会将它们自身推离目标猎物。研究人员推测广翅鲎

也许是用其锋利的前肢捕获猎物进而用水平滑动动作杀死猎物。相关详细内容已经刊登在《The American Naturalist》上。

（江凤娟 编译；郭琳 审校）