

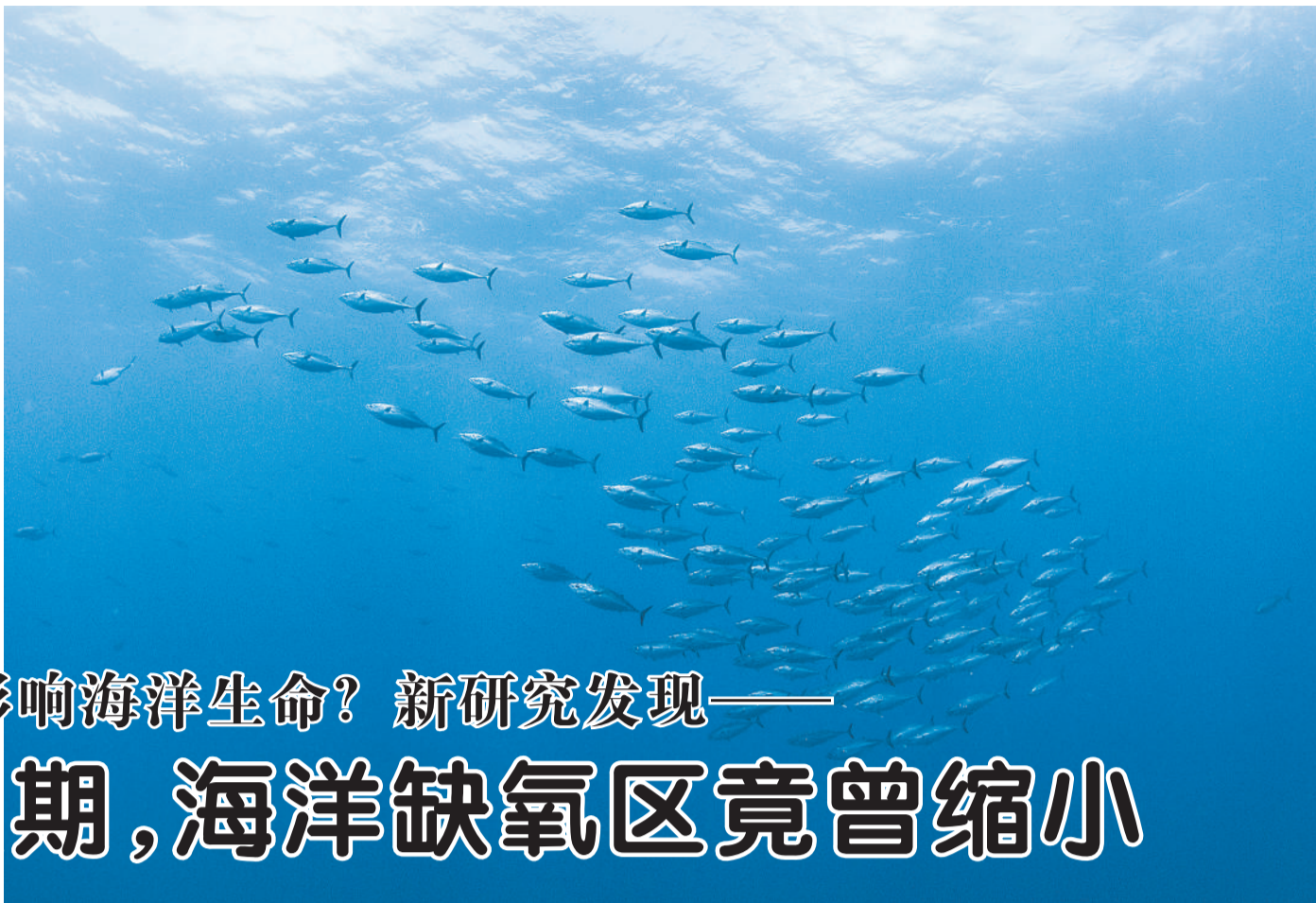


海洋缺氧区的出现是正常现象。但近年来，人类活动对海洋生态造成了干扰。无论海洋缺氧区面积扩大或缩小，都会打破海洋生态系统原有平衡，产生负面影响。

冯玉铭

中国海洋大学海洋碳中和创新研究中心副主任

全球变暖如何影响海洋生命？新研究发现—— 在历史暖期，海洋缺氧区竟曾缩小



◎本报记者 王健高
实习记者 宋迎迎

近年来，全球气候变化是一个日益火热的话题。其中，全球变暖作为全球气候变化的一个典型后果，更是引起了人们的广泛关注。近日，香山科学会议第S68次学术讨论会聚焦地球系统与全球变化，对全球气候变化的特征、影响和机理，以及全球气候变化的适应与应对等问题进行了深度探讨。

海洋缺氧区指溶解氧浓度较低的海域

什么是海洋缺氧区？要弄懂这一概念，首先需要理解什么是溶解氧。

“溶解氧就是溶解在水中的氧气。”中国海洋大学环境科学与工程学院副教授、中国海洋大学海洋碳中和创新研究中心副主任冯玉铭解释说，“在正常海域中，水体中溶解氧的浓度一般为每升7毫克或8毫克，甚至更高。”

“当水体中溶解氧的浓度长期低于每升2毫克时，这片海水区域即被称为海洋缺氧区或海洋低氧区。如果溶解氧的含量继续降低，长期维持在每升0.5毫克标准以下，我们则认为这片海域属于极度缺氧区或无氧区，好氧生物就无法在这片海域生存了。新研究中提到的海洋缺氧区即是溶解氧含量长期在每升0.5毫克以下的海域。”冯玉铭说。

海洋缺氧区又包括近岸海域缺氧区和广阔大洋缺氧区。有研究认为，近岸海域缺氧区主要源于快速增长的人类活动。人类生产和

生活排放出的氮、磷等污染物会通过各种途径汇入海洋。“氮、磷污染物中含有海水中浮游植物生长所必需的营养元素。它们的增多就好比是给海水中的浮游植物‘施肥’，浮游植物在这些‘肥料’的刺激下快速生长并大量繁殖。当过度繁殖的浮游植物和以浮游植物为生的其他浮游生物死亡后，其尸体沉入海底，在微生物的作用下发生矿化，矿化过程将消耗大量的氧气。”冯玉铭告诉记者，尤其是水下低光、弱光甚至无光层，无法靠光合作用补充消耗的氧气，耗氧速度更快，水体在几周甚至几天内就可能缺氧。因此，在近岸海域缺氧区，缺氧现象发生在海水的底层。

“不同于近岸海域，广阔大洋的缺氧现象大约存在于海面下200米至1000米的中层海水中。这一区域的表层、下层海水中的氧气含量都很丰富，唯独中层海水形成一片缺乏氧气的‘空腔’。”冯玉铭表示。

波助澜”。此外，全球变暖导致海水表层增温更高，而深水的增温更慢，这会使得海水下层的层

更强，不利于表层和深水区的物质交换。氧气向下的输送会更加困难，让海洋缺氧更加严重。

大洋环流也是导致海洋缺氧区的重要诱因。“洋流将上层富含氧气的水带入海洋中层和底层，这一过程类似于抽油烟机的过程，也被称为海洋通风。在全球变暖的背景下，海洋通风整体上是减弱的，因此更少的氧气被带到海洋内部。”冯玉铭解释说。

冯玉铭表示，生物地球化学过程也会对海洋中氧气的含量产生影响。变暖的海水会使微生物耗氧分解有机物的速率加快，促进海洋中氧气的消耗，从而导致海洋缺氧区的扩大。

海洋缺氧区扩大会对海洋生物和海洋生态系统造成什么影响？“溶解氧含量的多少，会对生活在海洋中的好氧生物产生巨大影响。”冯玉铭告诉记者，海洋缺氧区的溶解氧含量接近于零，对于生活在海洋中的好氧生物而言，这样的海域无异于生命的禁区。

海洋缺氧区缩小，会对海洋生物、海洋生态

造成影响吗？冯玉铭表示，一般来说，含氧量越高，就越容易促成生物繁殖和生物体型的扩增。这在古生物学上存在很多支撑证据。但这是一个长期的过程，短时间内作用并不显著。

“过于限制缺氧区的存在会严重影响地球氮循环，导致厌氧的反硝化过程被遏制，使得海洋氮营养收支平衡失调，这可能造成严重的海洋生态系统崩溃。可见，海洋中的物理和生化反馈过程之间是彼此紧密相关的，很多复杂机制会给出我们反直觉的结果。”冯玉铭解释说。

“客观来讲，海洋缺氧区的出现是正常现象。但近些年来，人类活动对海洋生态造成了干扰。无论海洋缺氧区面积扩大或缩小，都会打破海洋生态系统原有的平衡，从而产生负面影响。”冯玉铭表示，近年来，各国科学家都在密切关注全球变暖对海洋缺氧区的影响。除了气候学家、海洋学家，政府管理部门、立法者、公民也应关心海洋、爱护海洋，努力减少人类活动对海洋生态系统的负面影响。

新研究揭示历史上海洋缺氧区缩小原因

在此次新研究中，科学家团队采取温度“重建”的方法，通过检测海底沉积物岩芯里的有孔虫，来读取海洋过去的氧气含量，确定海洋缺氧区的范围。

“浮游有孔虫会吸收氮等化学元素，而氮的同位素比率又取决于环境条件。在缺氧条件下，海洋中会发生一个被称为细菌反硝化的过程，在这个过程中，细菌将硝酸盐转化为分子氮。这些细菌更喜欢吸收氮的轻同位素¹⁴N，排斥氮的重同位素¹⁵N，因此¹⁵N便会过量地容留在海洋中。当反硝化作用活跃时，¹⁵N的比率明显提高。因此，科学家们可以通过测量这一点来确定早期缺氧区的范围。”冯玉铭表示，“¹⁵N的比率越高，证明反硝化作用越强，则意味着此区域为缺氧区。”

新研究中，科学家团队通过对有孔虫氮同位素研究表明，在出现于1700万—1400万年前的中

新世气候适宜期(MMCO)和出现于5300万—5100万年前的早始新世气候适宜期(EECO)这两段海洋温暖期，东热带北太平洋水柱中的反硝化作用大大减少。这意味着，在历史上的这两段温暖时期，海洋中的氧气是充足的。

在新研究中，科学家团队还发现，在MMCO和EECO两段暖期，高纬度和低纬度之间的温差比现在小很多。全球变暖和高低纬温差减弱都有助于减弱热带风，从而减少富含营养盐的深层海水的上涌，这导致海水表层生物生产力降低，因此，沉入深海的浮游生物的尸体相应减少，矿化作用减弱，无需消耗更多的氧气，从而缓解了缺氧的趋势。

新研究还提出了另外一种可能性：在历史上漫长的温暖时期，南大洋表层水与深海之间的交换水(深海倾覆)可能加速，从而导致整个海洋内部含氧量增加。

以小见大助力生物多样性研究

作为一种数量极多、分布极广、种类极丰富的昆虫，蚂蚁几乎遍布每个大陆，拥有众多栖息地。除了地球上最寒冷的地区以外，它们几乎无处不在。蚂蚁在全球的各个生态系统中起着重要的作用，例如传播种子、促进凋落物降解、与其他动物共生、作为捕食者促进能量流动等。蚂蚁的种类和数量分布能够折射出关于自然界生态变化的许多重要信息。

王润玺举例说，有研究者发现，随着全球变暖，蚂蚁的活动范围正在向两极扩展。许多地区的蚂蚁种类分布直接受到当地气候和动植物状况变化的影响。相比其他大型野生动物，蚂蚁的种类和数量分布更能够指征出生态系统的微妙变化。

“比起大型哺乳动物，蚂蚁等无脊椎动物对变化更敏感，而且能够提供更加丰富的信息，毕竟它们数量多，种类丰富，依赖的生态系统也更小。”王润玺表示。

尽管如此，目前生物多样性研究的主流方向还是围绕鱼类、鸟类、哺乳动物等脊椎动物展开。这些体型较大的动物也便于观测和统计，一般凭借常规观察法即可完成，得到的统计数字精确度也更高。反之，蚂蚁等无脊椎动物得到的研究和关注就少得多了，人类对于蚂蚁的了解还相当有限，生物多样性的相关知识存在一定的空白。

“2亿只是个起点。对于全球蚂蚁的估算数量来说如此，对于我们的生物多样性研究来说更是如此。”王润玺说。

新知

已知最早长臂猿化石现身 填补东亚小型猿类进化史空白

科技日报讯(记者赵汉斌)近日，记者从中国科学院昆明动物研究所获悉，该所近期联合纽约大学、中国科学院古脊椎动物与古人类研究所、云南省文物考古研究所、云南大学等机构，证明我国云南元谋新发现的小型猿类化石为已知最早长臂猿。论文发表在国际人类学期刊《人类进化》上。

长臂猿科现存20种，主要生活在中南半岛的亚洲热带、亚热带地区，包括我国华南和东南亚。在我国境内现存4至6种，其化石亦非常稀少。“被命名为元谋小猿的小型猿类，把长臂猿的化石记录向前推进至700至800万年前。”项目负责人、昆明动物博物馆研究员吉学平介绍。

研究团队详细描述了收藏于云南省文物考古研究所、元谋人博物馆、昆明动物博物馆的元谋小猿牙齿，以及新发现的不完整左下侧面骨化石，多个特征指示其可能是所有现存长臂猿的祖先。根据牙齿大小计算，元谋小猿与现生长臂猿的平均体重相近，约为6千克。

在一次野外调查中，吉学平发现了幼年元谋小猿面骨这一关键标本。他多次到昆明动物所标本库与现生长臂猿头骨进行对比，并通过高精度CT扫描，最终确认标本属于长臂猿类。

2018年，中国科学院昆明动物研究所又邀请了纽约大学人类进化中心教授泰瑞·哈里森及其他合作者，对云南省文物考古研究所和元谋人博物馆过去30年来收藏的出自元谋的长臂猿牙齿标本开展研究。通过研究，研究人员首次得知长臂猿祖先类群面部特征的信息。尽管标本稀少，但经过细致的分析研究，研究人员证实元谋小猿是现生长臂猿的晚中新世时期最可能的直接祖先。

泰瑞·哈里森认为，元谋小猿的发现，填补了东亚小型猿类进化史的一段空白。遗传学研究表明，长臂猿从人和猿共同祖先的支系分化出来的时间，为距今约2200—1700万年，而冠长臂猿类祖先分化的时间为距今约800万年前。

新发现与此前在云南昭通发现的金丝猴最早祖先——中猴化石的证据表明，分子证据与化石证据推断的物种起源时间基本吻合，古生物形态学和分子生物学研究结果可以相互印证。

“然而，但关于长臂猿科的演化，目前还有1000多万年的‘缺环’有待发现。”吉学平说。



锦屏团队中子源反应研究成果 有助理解宇宙超铁元素起源

科技日报讯(记者顾满斌)近日，记者从中科院近代物理研究所获悉，多国科学家合作开展了恒星中子源反应¹²C(α,n)¹³O天体核反应截面的直接测量工作，得到了该反应目前最精确的反应率数据。该研究澄清了此前国际实验数据间数倍的分歧，对于理解宇宙超铁元素的起源及丰度问题具有重要意义，相关成果发表在最新一期的《物理评论快报》上。

宇宙中比铁更重的元素被称为超铁元素，其起源问题是二十一世纪物理未解之谜。中子是将铁元素变成超铁元素的重要原料。星体内部中子源反应截面的大小决定了一个星体生产超铁元素的能力。

锦屏深地核天体物理实验(JUNA)研究团队历经7年，研制了深地实验室中最高流强的α粒子加速器、高功率¹²C同位素厚靶及高灵敏度的中子探测器阵列。结合锦屏深地实验室优良的低本底环境，团队在天体物理能区(0.24—0.59MeV)内精确测量了¹²C(α,n)¹³O反应截面，并利用四川大学3MV串列加速器将测量能区扩展至高能区(1.9MeV)，首次实现了¹²C(α,n)¹³O反应截面从天体物理能区到高能区精确地自洽测量。

核天体物理学家、北京航空航天大学的梶野敏贵(Kajino)教授认为：“该研究提供了目前¹²C(α,n)¹³O反应截面最精确的数据，为发展i-过程和s-过程核合成的天体物理模型及构建超铁元素演化的新图景提供了坚实基础。”

植物生长的氮信号“开关”被发现 或有效支持农业可持续发展

新华社讯(记者姚友明)近日，西北农林科技大学生命学院刘坤祥教授领衔的植物氮素营养团队的研究成果在《科学》在线发表。这表明该团队主导研究发现了调节植物生长的氮营养信号“开关”。

氮元素是构成生物体最基本元素之一。农业生产中，硝态氮是增加农作物产量的重要因素。植物可以感受到不同浓度的硝态氮，并迅速发生转录水平、代谢水平、激素信号、根系及地上部分的协调生长和生殖生长等方面的变化，从而调控自身的代谢和生长反应。因此，硝态氮不仅是植物必需的矿质营养，也是重要的信号分子。

在此前研究的基础上，刘坤祥发现了新的植物硝态氮信号“开关”NLP7蛋白。研究表明，NLP家族的NLP2/4/5/6/7/8/9作为转录因子，开启了硝酸盐诱导的转录重塑和物质运输、代谢、激素信号传导和根系及地上部分的生长等发育进程。通过新型分子互作检测方法，刘坤祥等人证实了硝酸盐可以和NLP7蛋白直接互作。

据介绍，该研究结果的重大意义在于阐明了光合自养植物通过感受硝态氮进而激活植物信号传导网络和生长反应的调节机制，这一发现将为提高作物的氮利用效率，减少化肥使用和能源消耗，减轻由温室气体排放引起的气候变化，进而为支持农业的可持续发展提供新的启迪。

本版图片由视觉中国提供

最新“蚁口普查”数据出炉

地球上的2亿亿只蚂蚁是这样“数”出来的

◎实习记者 孙明源

地球上有多少蚂蚁？这不仅是一个有关好奇心的问题。在生物学家眼中，蚂蚁在自然界承担着重要角色，观测蚂蚁就能获取关于生态系统的许多重要信息。为此，许多科学家都尝试过估算全世界蚂蚁的数量。今年9月，香港大学科研团队领衔的一项研究成果表明，当前地球上的蚂蚁总数超过2亿亿只。

研究参与者、论文作者之一、香港大学生物科学学院生态学和生物多样性学部博士研究生王润玺在接受科技日报记者采访时表示，2亿亿并不是“最终数字”。但这个数字具有作为“基线”的重要意义，将有助于未来一系列研究工作的开展。

多管齐下得出蚂蚁数量基线

在过去的近百年时间里，全世界的蚁学研究者们发表了近万篇各类论文，其中许多论文都涉及当地蚂蚁数量的统计。但是由于不同研究者使用的调查方法不同，简单地将他们得出的结果相加并不可取。因此，研究团队筛选出了其中使用温克勒凋落物提取法的研究，并以这些研究结果为基础推算出了每个生物群落乃至全球范围内地表的蚂蚁总数量。

王润玺表示：“温克勒凋落物提取法就是把特定区域里的落叶和表层土全部收集起来，先筛后晾，通过充分晾干把里面的昆虫都逼出来，然后统一进行收集。此次我们开展的关于蚂蚁总数的研究，就利用了这种方法。”

