



扫二维码 看科学报



扫二维码 看科学网

# “小小虾米”不是虾 “海上金矿”苦寒来

■本报记者 廖洋 通讯员 慕欣瑶

它体长 3~5 厘米，体重通常不超过 2 克，却是地球上生物量最多的动物。它生活在南极，是南极洲生态系统里的关键物种，是鲸、海豹、海狗、企鹅等动物的主要食物来源。它就是被称为“海上金矿”的南极磷虾。

近日，由中国水产科学研究院黄海水产研究所、青岛华大基因研究院、德国阿尔弗雷德·韦格纳研究所、澳大利亚联邦科学与工业研究组织等机构组建的国际研究团队，完成了迄今为止最大的动物基因组参考序列——南极磷虾基因组组装，并揭示了南极磷虾适应极端环境和群体历史演化的分子基础。相关研究成果在线发表于《细胞》。

## “小虾米”内的“大基因组”

虽然长得像小虾，南极磷虾却不是虾。它是一种生活在南极水域的海洋生物，因每隔两秒就会发出一种类似磷光的黄绿色光而得名。

中国水产科学研究院黄海水产研究所所长金显仕指出，作为人类可利用的最大的可再生动物蛋白储库及国家战略资源，南极磷虾的重要性早已形成共识。

“2004 年起，许多国际团队便着手研究南极磷虾基因组。因技术受限，当时只能做线粒体分析。2011 年，澳大利亚南极局正式发起南极磷虾基因组计划。科学家耗费大量精力，发现南极磷虾的基因组有 50G，且非常复杂，于是该计划被搁置。后来，多国发起相关计划，却都不了了之。”论文共同第一作者兼通讯作者、中国水产科学研究院黄海水产研究所基因组室主任邵长伟告诉《中国科学报》。

别看南极磷虾个头小，基因组却具有高复杂、高重复的特征。因此，基因组组装是阻碍该物种生物学研究取得突破的最大难题。

邵长伟说，为攻克这一难题，从 2019 年开始团队成员就咬紧牙关、埋头苦干，一直在摸索、调整策略。

“通过研究，我们构建了约 48GB 的南极磷虾基因组序列。这是什么概念？相当于人类基因组的 16 倍，是迄今为止最大的动物基因组参考序列，比已发表的非洲肺鱼和澳大利亚肺鱼的超大基因组还多 20%~30%。”论文共同通讯作者、青岛华大基因研究院主任科学家范广益对《中国科学报》说。

同时，研究还发现，南极磷虾重复序列含量高达 92.45%，这源于南极磷虾基因组重复序列的两次爆发式扩张。

中国科学院海洋研究所研究员张国范评价说，这项研究虽然只是开始，但它就像在漆黑的房间里突然打开了一扇窗，让所有科学家



南极磷虾

中国水产科学研究院黄海水产研究所供图

的视野“一下子敞亮起来”。

## 南极磷虾自苦寒来

南极磷虾分布广泛，覆盖整个南极水域，喜欢群居。

为探究南极磷虾的群体特征，研究团队在南极水域的 4 个南极磷虾生物量较高的区域采集了 75 只南极磷虾，进行了群体遗传学研究。

国家基因库主任、华大生命科学研究院副院长陈力群表示，相关研究已经进入一个多学科交叉、国际合作的新时代。

研究过程中，只靠传统遗传学远远不够。“众人拾柴火焰高。我们还用到了物理海洋团队提供的数据、生物学特征资料，邀请极地渔业资源团队进行渔业声学评估，多学科合作取得最终成果。”邵长伟介绍。

研究结果发现，虽然南极磷虾分布在不同区域，但其遗传序列组成并没有明显区别，这意味着不同地域群体之间没有实质性差异。不过，南极磷虾的遗传分化仍会受其所在环境的影响。

“除此之外，我们还发现气候变化也影响着南极磷虾种群的规模。”邵长伟指出。

从约 1000 万年前开始，在更新世期间，冰期-间冰期气候剧烈波动，南大洋温度整体下降，南极磷虾的种群数量也急剧减少；而在约 10 万年前，南极磷虾群体规模出现反弹，开始扩张，其原因可能为晚更新世期间，较冷的温

度导致海冰栖息地扩张，扩大了南极磷虾的栖息地。

“该研究不仅破译了南极磷虾的基因组序列，还分析了其重要性状的分子机制，包括生长、繁殖、能量代谢及极端环境适应性等，为我们深入了解南极磷虾奠定了基础，也为南极磷虾资源合理开发利用提供了理论依据。”邵长伟说。

不过，团队也提到，虽然在大尺度上基于基因组数据的推论与历史气候变化相对应，但温度对南极磷虾的影响是复杂的，仍很难预测快速的气候变化对南极磷虾的影响。

南极磷虾作为整个南极食物链的重要一环，其基因组的破译十分重要。

中国工程院院士、中国水产科学研究院黄海水产研究所名誉所长唐启升认为：“该研究对于我国南极磷虾这一海洋生物资源开发利用的新兴战略产业建设、深度参与极地渔业国际治理具有重大意义。”

## 冰川之下别有洞天

南极磷虾生命力顽强，不仅能适应南极恶劣的极昼、极夜环境，还极其扛饿。它们的绝技之一是在度过南极严酷且漫长的冬天时，利用蛻壳生长的方式进行负生长。

简言之，当食物不够时，南极磷虾能长出更小的壳来“瘦身”，并减少对食物的需求。那么，它是如何做到的？

邵长伟表示，在磷虾基因组里鉴定得到的 25 个显著扩张的基因家族中，有 6 个基因家族与磷虾蛻壳及能量代谢相关。其中，具有代表性的蛻壳和能量代谢相关基因在冬、夏季显著差异的表达水平，与之前有关南极磷虾越冬策略和相关生理变化的研究结果一致。

这表明，蛻壳和能量代谢相关基因的改变是南极磷虾对南大洋不稳定食物供应的适应。

南极磷虾为什么能适应南极的极昼、极夜环境呢？

为了探究这一问题，研究人员对节律相关基因进行了比较分析，发现南极磷虾生物钟的两个主要回路没有发生基因丢失，但反馈通路中的部分基因显示了随时间变化的表达水平。

“南极磷虾可能已经进化出由昼夜节律系统控制的身体适应和行为模式，这有助于它们在低温和剧烈变化的光照条件下保存能量并生存。”范广益介绍说，“基因组的破译有利于我们从分子层面更深入地了解这个重要物种及整个南极生态系统，从而为南极渔业和生态资源的可持续发展提供助力。”

相关论文信息：

<https://doi.org/10.1016/j.cell.2023.02.005>

# 新技术实现量子增强微波测距

本报讯(记者王敏)中国科学技术大学郭光灿院士团队的孙方稳教授研究组利用微纳量子传感与电磁场在深亚波长的局域增强，研究微波信号的探测与无线测距，实现了 10<sup>-4</sup> 波长精度的定位。相关研究成果日前发表于《自然-通讯》。

基于微波信号测量的雷达定位技术在自动驾驶、智能生产、健康检测、地质勘探等活动中得到广泛应用。量子信息技术为雷达技术的发展提供了新的解决方案。量子传感和精密测量利用量子相干、关联等特性提升系统对物理量的测量灵敏度，有望超越传统测量手段的精度。

此次研究中，研究组结合微纳分辨力的固态体系量子传感与电磁场的深亚波长局域，

发展了高灵敏度微波探测和高精度微波定位技术。研究组设计了金刚石自旋量子传感器与金属纳米结构组成的复合微波天线，将自由空间传播的微波信号收集并汇聚到纳米空间，从而通过探测局域的固态量子探针状态对微波信号进行测量。该方法将自由空间弱信号的探测转换为对纳米尺度下电磁场与固态自旋相互作用的探测，将固态量子传感器的微波信号测量灵敏度提高了 3 至 4 个量级。

为进一步利用高灵敏度的微波探测实现高精度微波定位，研究组搭建了基于金刚石量子传感器的微波干涉测量装置，通过固态自旋探测物体反射微波信号与参考信号的干涉结果，得到物体反射微波信号的相位及物体位置信息。同时，

研究组利用固态自旋量子探针与微波光子多次相干相互作用，实现了量子增强的位置测量精度，达到 10 微米水平(约波长的万分之一)。

审稿人认为，“该工作是金刚石量子传感器在量子测距中的首次应用”。

研究人员介绍，与传统雷达系统相比，该量子测量方法无须检测端的放大器等有源器件，降低了电子噪声等因素对测量极限的影响。通过后续的研究，可进一步提高基于固态自旋量子传感的无线电定位精度、采样率等指标，发展实用化固态量子雷达定位技术，超越现有雷达的性能水平。

相关论文信息：

<https://doi.org/10.1038/s41467-023-36929-8>

# 美国立法去除饮用水中“永久化学物质”



寰球眼

本报讯 据《自然》报道，近日美国环境保护署(EPA)首次立法强制性去除饮用水中一系列普遍存在的化学物质——全氟和多氟烷基物质(PFAS)。这是一类几乎不可降解的化合物，难以破坏的碳氟键而闻名，被称为“永久化学物质”，多应用于不粘锅具、防水服、化妆品等领域。研究表明，即使摄入微量的 PFAS，也会增加患癌等健康风险。

PFAS 广泛分布于环境的各个角落，并在人体中累积。早在 2016 年，EPA 就提出对饮用水中的 PFAS 进行限制，这次则是首次

提出强制性要求，核心内容是将两种最危险的 PFAS 化合物 PFOA 和 PFOS 分量控制在万亿分之四。这是目前实验室可以检测到的最低水平。

国际上也在开展类似的控制 PFAS 的运动。欧盟正在考虑立法，完全禁止 PFAS 的生产。

非营利组织美国环境工作组称，美国已经在约 2800 个社区里发现了 PFAS 污染物，这可能影响至少 2 亿人的供水。尽管 PFOA 和 PFOS 在美国已基本被淘汰，但该组织确定，美国仍有约 3 万个工业设施在使用 PFAS 家族中的其他化合物。

截至目前，美国许多州已开始对饮用水中的 PFAS 进行控制。供水商的实践证明，碳过滤等现有技术可以将 PFAS 含量降低至无法检测到的水平。不过，在全国范围内安装这种过滤装置的成本仍然高昂。美国水工程协会

(AWWA)的监管分析师 Chris Moody 说，无论大小设施，增加 PFAS 过滤装置都必须与其他优先事项进行权衡，比如更换铅管。

EPA 估计，在全国范围内实施新法规，每年将花费约 7.72 亿美元。而 AWWA 委托进行的一项研究则表明，每年的花费可能高达 29 亿美元。EPA 表示，目前有超过 90 亿美元的资金可供使用。但 Moody 强调，这只是一个开始：AWWA 预计 20 年内所需成本为 580 亿美元。

科学家和工程师几年前就开始研究如何更有效地去除饮用水中的 PFAS，以及清除地下水污染或电镀化学成物的方法。

马奎特大学的工程师 Patrick McNamara 说，现在有了更多具备应用前景的技术，从碳过滤和离子交换系统，到分解 PFAS 的电化学和气化方法等。不过，在他看来，“将其扩大到实际应用中仍具有挑战性”。(李木子)

# 睡眠质量关乎身心健康

闫薇 陆林

3 月 21 日是第 23 个世界睡眠日，主题是“良好睡眠，健康同行”。

睡眠是大脑的重要功能之一。良好的睡眠既是维持日间体力和精力的基础，也是高效工作、学习的保证。研究证实，长期睡眠不足会导致躯体不适，还可能诱发精神恍惚、出现幻觉等精神问题，甚至引发死亡。

随着现代社会工作压力的加大及手机等电子产品的使用，睡眠障碍的发生日益增多，如今已成为一个突出的公共卫生问题。其中，围产期女性、职场人士、大中小学生等群体的睡眠问题尤为突出。

新冠疫情前，全世界失眠症状的发生率约为 30%~35%，符合诊断的失眠障碍的发病率约为 10%。有报道称，在疫情发生后，一般人群中失眠的患病率为 12%~20%。这些数据反映出我国居民对于养成睡眠健康习惯、保持良好睡眠的迫切需求。

## 睡眠与健康密切相关

睡眠与人的多种生理功能密切相关。大量研究发现，睡眠不足会引发多种疾病，危害心血管系统、免疫系统、代谢系统和生殖系统健康，还会对精神心理、认知与学习记忆等造成影响。

在睡眠与学习记忆方面，睡眠过程中大脑也在进行着信息的加工和处理，比如非快速眼动睡眠期的慢波振荡和纺锤波之间的精准耦合对于记忆的巩固非常重要。睡眠还有助于维持大脑稳态，通过对神经突触的修剪来避免出现饱和状态，从而保证在随后的觉醒期中形成新的记忆。

在快眼动睡眠期，大脑还会对情绪记忆进行分类，巩固积极的情绪记忆，同时抑制消极情绪的储存，神经元之间的树突解耦修剪机制让大脑可以灵活地适应环境变化，优化危险和安全信号的辨别，从而更好地对外界刺激作出反应。

在睡眠与神经认知方面，睡眠过程也是大脑清除代谢废物的重要阶段。 $\beta$  淀粉样蛋白等代谢废物可以通过细胞间质液和脑脊液从脑组织中运送出来。睡眠时大脑清除速度远高于清醒时，这对维持神经元健康至关重要。睡眠过程中神经元活动、血流、脑脊液的流动和废物清除的过程是内在耦合的。有文章提出，睡眠通过神经元和体液之间流动的“互联系统”来维持大脑的生理健康。

最近研究还发现，睡眠不足会破坏血脑屏障，使炎症介质和免疫细胞进入脑内，同时促进脑内星形细胞吞噬和小胶质细胞激活，

引发脑废物清除系统的功能障碍。过去认为阿尔茨海默病患者睡眠不佳和睡眠不足与大脑中  $A\beta$  沉积有关，然而越来越多的证据表明，睡眠障碍可能是认知障碍的独立危险因素。

即使只是一晚的睡眠不足，也会导致年轻的健康受试者大脑中  $A\beta$  淀粉样蛋白水平升高。一项对近 8000 名受试者持续 25 年的研究结果显示，相比睡眠时间为 7 小时的人群，在 50 岁和 60 岁时持续短睡眠(睡眠时间为 6 小时或更短)的人群患痴呆的风险更高。

在睡眠与免疫方面，与睡眠启动相关的基因同样参与了机体免疫功能的调节。睡眠不足会导致免疫力下降，使人患感染性疾病及自身免疫性疾病的患病风险增加。昼夜节律紊乱可以降低疫苗免疫效率。

最近一项研究发现，外周免疫系统与中枢脑功能之间存在密切关联。睡眠和免疫力之间的关系是双向的。炎症会导致嗜睡，在某些病理状况下的持续炎症反应，也会扰乱昼夜节律。

在睡眠与代谢和心血管方面，长期睡眠不足和昼夜节律紊乱可能会危害内分泌和代谢系统健康，导致肥胖、糖尿病、高血脂等代谢性疾病及高血压、房颤等心血管疾病的患病风险增加。睡眠不足会增加能量消耗，同时改变食欲素水平，促进饥饿感，从而增加高能量食物的摄入。在习惯性缩减睡眠时间的超重成人中，延长睡眠时间会减少能量摄入，并有助于维持生活中的能量平衡，因此改善和保持健康的睡眠习惯有助于预防肥胖和促进减肥。

对于睡眠和心血管疾病的关系，睡眠健康的人比自我报告有睡眠问题的人患心血管疾病的风险降低了 35%，近 10% 的心血管不良事件可归因于较差的睡眠模式，同时睡眠模式差和遗传风险高的人群患冠心病和中风的风险最高。

而在睡眠与精神心理方面，精神障碍患者中睡眠问题非常普遍。一项纳入 89205 人的横断面研究发现，抑郁、焦虑、双相和精神分裂症等不同精神疾病与多种睡眠指标之间均存在相关性，其中抑郁障碍和睡眠效率之间的相关性最大。(下转第 2 版)



# 植物“大家庭”再添“新成员”



卧龙报春

成都生物所供图

本报讯(记者杨晨)近日，中国科学院成都生物研究所研究团队公布了在卧龙国家级自然保护区内发现的两个植物新种——大熊猫“放归山林”计划倡导者张和民命名的和民盆距兰、以发现地命名的卧龙报春。相关文章发表于《植物科学》。

和民盆距兰为多年生附生草本植物，附生于海拔 2400~2700 米、以铁杉为建群种的亚高山针阔叶混交林树干上，花期 3~4 月，果宿存。该新种

的嫩叶密布紫红色斑点，而成熟叶则几乎没有，中央加厚的紫红色垫子有不规则褶皱等特征。目前仅在大熊猫国家公园卧龙国家级自然保护区内发现该新种的 3 个居群(约 200 株)，数量较为稀少。

卧龙报春为多年生草本植物，生长于海拔 3400 米左右的高山灌丛与草甸交界区域的陡峭岩壁上，花期 5~6 月，果期 8~9 月。目前仅在卧龙丫头子岩窝发现 1 个分布点(居群)，种群数量、分布范围、受干扰情况等有待进一步调查研究。

# 2022 年度全球气候状况报告发布

本报讯(见习记者李雨)3 月 18 日，中国气象局发布《全球气候状况报告(2022)》(以下简称《报告》)。《报告》从全球基本气候概况、大气环流监测、海洋监测、积雪和冰盖监测、全球主要气象灾害及重大天气气候事件等 5 方面展示了全球气候最新监测和评估信息。

《报告》指出，2022 年，全球大部陆地气温接近常年至偏高，其中亚洲北部、中亚、西亚东部、欧洲北部和西部、格陵兰等地偏高 1℃ 以上。全球年平均陆地气温较 1850 年以来 1900 年平均值偏高 1.67℃，为 1850 年以来第四高。

2022 年，欧洲、中国、美国、日本、巴基斯坦和印度等地遭遇创纪录的高温热浪，法国、葡萄牙和西班牙经历了有气象记录以来最热的 5 月，欧洲经历了有气象记录以来最热的夏季，中国出现持续 79 天的大范围高温天气过程，为 1961 年以来持续时间最长的区域性高温事件；英国、法国、罗马尼亚和中国等地遭受干旱，中国发生的干旱影响遍及川渝至长江中下游地区，其过程强度和影响范围等指标为 1961 年以来第一。

《报告》显示，2022 年，全球大部分海域海面

温度接近常年或偏高，但赤道中太平洋海面较常年偏低。2022 年 1 月形成的拉尼娜事件全年持续，于冬春季异常发展，热带中太平洋冷水中心值低于 -1.0℃。北半球和欧亚积雪面积接近常年，中国地区积雪面积偏大。北极和南极海冰范围均较常年偏小。

据悉，《报告》由国家气候中心联合国家卫星气象中心和国家气象信息中心编写。

科学网客户端全新上线



更多科教资讯 扫描二维码下载查看