

给冰加点盐，他们让发电能力飙升千倍

■本报见习记者 李媛

发展可再生、可持续且成本低廉的能源，是当前亟须应对的一大挑战。水作为一种传统能源，自古便为人类所用。从早期的水车到现代水力发电，再到近年兴起的“光伏”技术，其利用形式不断演进。

然而，水的另一种形态“冰”，却长期处于未被开发利用的状态。已有研究发现，冰在非均匀变形下可产生电极化现象，即挠曲电效应。但纯冰的挠曲电系数仅为 10⁻³ 纳库每米量级，难以提供有效的力－电能量转换。因此显著提升冰的挠曲电系数，成为实现“冰能”利用的关键。

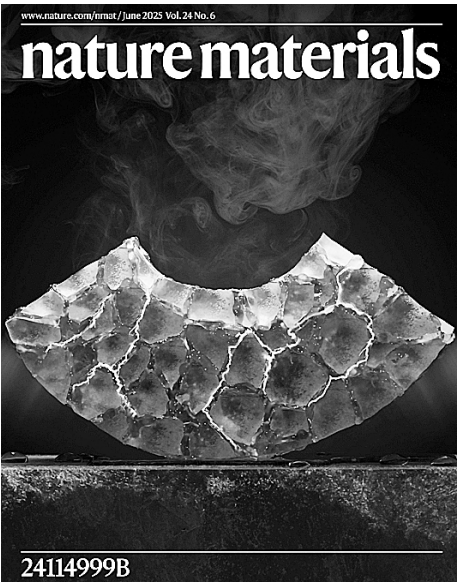
西安交通大学教授申胜平带领的研究团队提供了一种巧妙策略——向冰里“加盐”。他们发现，这能让冰的发电能力提升近千倍。其奥秘在于，当冰被弯曲时，盐离子会沿着冰的晶界“奔跑”并形成电流。这项近日发表于《自然－材料》的研究，不仅让冰能源开发更进一步，还刷新了人们对木卫二等冰封海洋世界电化学活动的理解。

发现神奇的“挠曲流电效应”

申胜平介绍，自然界中纯冰的挠曲电信号极其微弱，难以满足实际应用需求。为此，团队将目光投向了人体血液和地球海洋中含量最高的溶质氯化钠。“氯化钠自身的挠曲电系数极低(约 10⁻³ 纳库每米)，若仅是简单的物理掺杂与效应叠加，则意义有限。但幸运的是，水冰体系常会“涌现”超越线性叠加的复杂行为。”

实验发现，当盐水冻结时，盐离子因盐析效应被排至冰晶界处，形成纳米尺度的准液体盐土层。该结构使盐冰在宏观上保持固态，内部却形成了贯通的三维离子输运网络。弯曲冰梁会像挤压湿海绵一样使界面处的盐水沿晶界从受压区定向流向受拉区。由于界面双电层的作用，这种流动携带净电荷，从而产生电流。团队将这一机制命名为“挠曲流电效应”。

“这好比赋予了冰一套毛细血管系统。弯曲一次，就像心脏搏动一次，驱动带电液体完成一次循环。冰本身没有心脏，但我们通过掺杂盐，激活了它内在的输运网络。”申胜平解



当期封面。受访者供图

释道。

论文第一作者文馨强调，这一晶界输运网络并非人工设计，而是结冰过程中自发形成的。它与毛细血管或植物叶脉等生命传输网络相似，均为大自然的巧妙设计。

为验证该机理，团队制备了不同盐度的冰梁，并采用标准三点弯装置进行了挠曲电测试。结果表明，其等效挠曲电系数随盐度增加显著升高，较纯冰高约 3 个数量级。据此，团队建立了力－电－化耦合的理论模型，并推导出等效挠曲电系数的解析表达式。

该公式清晰揭示了氯化钠的作用机理。随着盐度升高，晶粒尺寸减小、通道厚度增大，输运网络得以扩展。同时，氯化钠通过破坏氢键而激活受限水分子的平移与转动，从而降低黏度、增大介电常数。这些因素协同作用，完美印证了实验结果。

使开发冰能成为可能

该成果发表时被选为当期封面论文，并配发评论。审稿人认为，该研究拓展了利

用地球水资源进行能量收集的潜在方法，并激励研究人员在其他材料中探索类似的挠曲流电效应，具有重要的科学价值和广阔的应用前景。

在应用潜力方面，团队通过梯形台与薄曲梁等结构设计，将均匀压力转化为梯度应变，使材料表现出可与优异压电材料 PMN-PT 媲美的等效压电系数。“这为冰能的实际开发提供了可能。”论文第一作者马谦谦表示，“尽管目前仍处于实验室阶段，但我们期待未来能在极端环境甚至地外星球上，以冰为基础实现就地取材、原位制备力电换能器，获得可持续、可再生的能源。”

盐冰作为一种天然具备“固体骨架＋离子液体通道”复合结构的材料，其设计思路可拓展至人工复合材料体系。韩国浦项科技大学教授 Daesu Lee 在评论中指出，该研究将界面耦合机制转化为一种可工程化的机电转换策略，具有广泛的启发意义。

“这些进展表明，在寒冷环境中原位制备冰基传感或能量采集器件并非遥不可及。”马谦谦总结道，“但走向实际应用仍需破解两大关键难题——力学疲劳与电学损耗。”

力学疲劳源于晶界处的液体层，在载荷作用下易引发晶界滑移，产生不可逆的塑性变形，导致结构逐渐退化，电能输出在 30 小时内衰减近半；电学损耗则因自由离子的存在，对单个盐冰器件来说，难以在电极两侧有效积聚电压，限制了实际可用功率。团队表示，后续研究将重点攻关上述瓶颈，推动冰基换能技术走向实用化。

“科研很酷，坚持很苦”

此次发表的科研成果源于一次意外发现。申胜平回忆说，团队致力于研究挠曲电效应十余年，理论上，挠曲电效应能够存在于任何一种绝缘体中。但水冰体系反因过于常见而未得到应有的关注。2020 年，在另一个课题实验过程中，学生偶然发现样品在零摄氏以下信号变得杂乱起来，怀疑可能是空气中的水汽在样品表面结冰，冰在不均匀变形时对测试的电学信号产生了影响。

虽然后来证实这个杂乱无章的信号是仪

器设置不当引起的，但“为什么不干脆研究冰的力电效应”这个由意外催生的疑问，引发了团队的好奇心。

然而，探索之路比想象中艰辛。首个挑战便是如何在低温环境下稳定地将电极复合到冰样品上。无法批量制备和保存样品，意味着每一次实验都需从头开始。文馨回忆道：“我们必须在两片电极间小心翼翼地‘生长’出冰梁，再进行测试。”尽管过程烦琐，但每一次全新的样品都能给出重复而可靠的完美数据，这给予了团队莫大的信心。

实验对操作者的经验和耐心是极大的考验。由于冰对温度极其敏感，整个过程必须精准而细致，常常一做就是十几个小时。“经常走出实验室时，天都已经亮了。”文馨说。

更大的挑战在于理论攻坚。盐冰体系看似简单，实则无比复杂，其机理跨越 7 个数量级的空间尺度，涉及力、电、化学的多场耦合，其中关键的“准液体层”性质至今仍是学术争论的焦点。尽管团队在此领域已有积累，但仍需大量学习固液界面、电现象等新知识。

在申胜平的指导下，理论的突破于 2024 年夏天姗姗来迟。经过无数次的尝试，团队最终将复杂的现象凝练为一个简洁的解析公式。最令人振奋的是，这个公式竟能在不引入任何拟合参数的情况下，完美复现实验数据。

“大自然偏爱简洁，而我们需要做的，正是跋山涉水找到这种简洁。”文馨感慨道。

研究的收尾阶段，还上演了一场跨越时空的协作。2023 年，文馨远赴西班牙开展博士后研究，与西安有 7 小时时差。他们因将劣势转为优势。马谦谦晚上完成实验发出数据，文馨在白天进行分析反馈，待马谦谦醒来，便可规划新一天的实验。“我们利用时差，完成了一场完美的接力。”马谦谦说。

实验服上的标语“科研很苦，坚持很酷”时常映入眼帘，而文馨却总是笑着调侃：“得改成‘科研很酷，坚持很苦’。”因为在团队成员心中，探寻自然奥秘的过程本身已足够酷炫，而每一个理想数据带来的兴奋，便是对坚持最好的回报。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1038/s41563-025-02332-5>



近日，东澳岛现代海洋牧场示范园“海之舱”项目一期主体平台——“海之舱”半潜式养殖平台，在福建漳州新胜海船厂成功下水。该平台由珠海格力海岛投资有限公司投资，中国科学院广州能源研究所研发，珠海格盛科技有限公司总承包。

“海之舱”项目选址广东省珠海市东澳岛附近海域，总投资 1.6 亿元。项目一期建设集深远海养殖、清洁能源供电、智慧渔业管控、水文气象观测和海上科研测试等多功能于一体的深远海养殖平台。平台总长 100 米、总宽 36 米、高 19 米，入级中国船级社，具备抵御 17 级强风的抗风能力，使用寿命 20 年。

图为“海之舱”半潜式养殖平台下水现场。

我国首颗地质行业高光谱遥感卫星首批数据发布

本报讯(记者李思辉 通讯员孙彦钦)10 月 25 日，第九届全国成像光谱对地观测学术研讨会在武汉举行。会上，我国首颗地质行业高光谱遥感卫星“地质一号”首批标准影像数据正式发布。这些数据清晰揭示了我国部分地区地表难以识别的碳酸盐化蚀变带，为矿产勘查提供了直接线索。

“地质一号”卫星由中国地质大学(武汉)与中国自然资源航空物探遥感中心牵头研制，于今年 5 月 17 日在酒泉卫星发射中心成功发射入轨。该卫星面向新一轮找矿突破战略行动，针对高寒高海拔、复杂地形地貌地区地质勘查任务，为矿产资源调查、地质灾害监测和生态环境评估提供了自主可控的观测能力。

作为一颗面向地质行业迫切需求、攻克多项关键技术的高光谱遥感卫星，“地质一号”已稳定在轨运

行超过半年，累计飞行约 9610 万公里，回传约 800 轨数据，数据量超 4TB，整体运行状态良好。数据证实，“地质一号”在影像采集、处理方面均达到实际应用要求，能够很好支撑地质资源环境解译工作。

当日发布的数据涉及矿区、红土沙漠、森林、盐湖等应用场景，解译结果显示出矿区、沙漠地区矿产分布，森林地区植被茂密健康程度，盐湖盐分浓度等详情。其中，在新疆哈密地区，“地质一号”卫星通过特定波段合成，清晰揭示了地表难以识别的碳酸盐化蚀变带。

“地质一号”卫星总工程师、中国地质大学(武汉)副校长王力哲告诉《中国科学报》，为更大程度发挥卫星数据的科研价值，项目团队已开放非商业性使用获取渠道，科研机构 and 科研人员可通过在线申请，免费获得“地质一号”卫星的相关数据，用于科研和教学工作。

笔尖争锋 AI 赋能

中国科学院第四届职工技能大赛公文领域比赛收官

■本报记者 廖洋 通讯员 夏雪

“请各位选手做好准备，比赛正式开始!”随着主持人一声令下，中国科学院青岛生物能源与过程研究所会议室内顿时安静下来。10 支代表队屏息凝神、手指飞舞，计分榜数字实时刷新。这场比赛比拼的不只是文字，更是逻辑与思维的精确性。

近日，由中国科学院工会委员会主办的中国科学院第四届职工技能大赛公文领域决赛在山东青岛收官。本届比赛以“抢占科技制高点 锤炼技能助攻坚”为主题，延续公文处理与公文写作双赛道设计，并首次融合人工智能(AI)技术，引入“中国科学院智能公文写作与审查平台”，推动公文工作智能化、规范化、高效化发展。

以文见功：赛场角逐展新风

在决赛中，共有 10 支中国科学院院属单位代表队同台竞技。这场“文字的较量”，不仅是对职工公文写作与处理能力的一次集中检验，更是科研管理体系中一次跨单位、跨学科的协同演练。

比赛相关负责人介绍，公文写作看似基础，却是科研管理的重要环节。举办全院技能大赛，是落实技能强院战略、推动职工能力提升的有效途径。

在这场全院关注的赛事背后，是多方协作的默契与心血。作为承办方，中国科学院沈阳分院、青岛生物能源与过程研究所、计算机网络信息中心以筹备阶段就紧密配合，从命题设计、系统调试到现场组织，环环相扣、衔接有序。

沈阳分院纪检组组长、分党组成员李明介绍，本届比赛历时一个月，线上、线下结合，共吸引全院 3200 余名职工参与，累计作答人次超 1.2 万，创下历届新高。400 余名满分选手荣获“公文处理能手”称号。

作为东道主的青岛生物能源与过程研究所所长、党委书记吕雪峰用“神经中枢”形容公文工作的地位。他说：“每一份公文，都是科研理念的凝练、工作部署的号角、协同创新的纽带。”

智启新篇：AI 赋能引变革

今年的公文技能大赛有一个鲜明的特点——AI 赋能。AI 的融入，让比赛不再局限于文字规范的比拼，更成为科研管理数字化的一次现场演练。10 支代表队不仅要熟悉传统公文规则，还需在“中国科学院智能公文写作与审查平台”上完成任务。

“中国科学院智能公文写作与审查平台”由计算机网络信息中心自主研发，能够自动

识别文种、检测格式、提示敏感表述、审查错别字，实现了“规范可量化、问题可追溯”。

不过，AI 不意味着替代，而是助力。中国科学院上海技术物理研究所的参赛选手张其师深有体会：“我认同 AI 与公文处理结合的趋势。从实际体验来看，AI 公文模板越来越规范，审查功能可以帮我们迅速发现遗漏，未来其使用频率会不断提升，显著提高处理效率。”

中国科学院海洋研究所参赛选手范丽辉也分享道：“我还用 DeepSeek 生成了模拟题，虽然题目比较浅显，但能帮我找找感觉。”

AI 的出现，同样引发了大家对“技术与思维”的重新思考。中国科学院沈阳自动化研究所参赛选手吕成表示：“不能因从事公文工作时长就心存侥幸，要持续虚心学习。”

多位参赛选手表示，AI 是工具，而专业是根本。

以赛促学：从学到比共进步

在决赛中，每一次抢答、每一份文稿背后，都凝结着参赛选手们长年累月的学习与积累。最终，中国科学院上海分院二队荣获团体一等奖；中国科学院上海分院一队、昆明分院获得二等奖；中国科学院沈阳分院、新疆分院、京区协作四片获得三等奖。

获胜队伍中，中国科学院上海硅酸盐研究所参赛选手许勇杰分享道：“我们的秘诀就是胆大心细，速度快反应也要快。”

中国科学院上海光学精密机械研究所参赛选手胡家伟表示，团队分工合作十分重要，在“快答题”环节，他们能从倒数第一逆袭到第二名，关键在于合理分工，每人负责固定选项的快速判断，最后统一提交。

“公文是一个单位的形象。”中国科学院上海高等研究院参赛选手张楠说，“一旦有差错，就会影响到单位的权威性。”正是这种对细节的极致追求，使其团队在激烈的角逐中稳扎稳打，最终拔得头筹。

比赛虽然结束，但余温未散。参赛选手们在复盘中提到，这次经历让他们重新认识了公文工作的意义。中国科学院大连化学物理研究所选手杨彦博坦言，掌握基础知识只是起点，更重要的是对国家政策与院内制度保持关注，只有理解宏观背景，才能让公文工作更具方向感。中国科学院上海光学精密机械研究所参赛选手王春馨通过此次比赛，对公文的行文逻辑、层次安排和规范细节都有了更深入的理解。

这种学习热情，也在赛场之外延续。参赛选手们表示，将以此次赛事为新起点，进一步强化公文工作规范化、制度化和专业化。

发现·进展

华中农业大学等

生物钟基因“不报时”直接调控昆虫冬眠

本报讯(记者王昊昊 通讯员赵玉莲)华中农业大学教授王小平、加拿大阿尔伯塔大学助理研究员刘文、湖南农业大学青年教师高俏等研究发现，昆虫核心生物钟基因 *Clock* (*Clk*)和 *cycle* (*cyc*)实际上并不是通过昼夜节律的“计时”发挥作用的，而是以一种非典型方式直接作用于外周内分泌器官，调控昆虫体内激素水平，从而控制是否进入滞育。相关研究成果近日在线发表于美国《国家科学院院刊》。

许多昆虫在冬季会进入一种休眠状态——滞育，以应对低温和资源短缺等环境挑战。光照长短的变化(即光周期)作为最稳定的季节性信号，是调控滞育的主要环境因子。长期以来，科学界普遍认为生物钟系统通过“计时”功能帮助昆虫感知光周期，从而决定是否进入滞育。

研究团队以重要的天敌昆虫异色瓢虫为研究对象。该昆虫在短日照和低温条件下会进入生殖滞育状态，具有典型的冬季滞育特性。通过基因敲降实验，研究人员发现，只有 *Clk* 和 *cyc* 两个生物钟正向调控基因会显著影响滞育进入，而传统的生物钟负调控因子如 *per*, *tim* 等并不参与其中。此外，*Clk* 和 *cyc* 的表达水平受光周期调控，但并不表现出明显的节律性振荡。研究证实 *Clk* 和 *cyc* 通过影响保幼激素合成来调控异色瓢虫滞育发生。

除了生物钟基因外，研究人员还发现一个名为 DMAP1 的表观遗传因子是调控昆虫冬眠的关键。它并非通过 DNA 甲基化，而是通过与 NuA4/TIP60 蛋白复合体协作发挥作用。

研究进一步发现，生物钟蛋白(CLK-CYC)能直接与 DMAP1/TIP60 等组成一个“工作团队”。这个团队专门在合成保幼激素的“工厂”——咽侧体中工作。实验证实，在该“工厂”中破坏这个团队的功能，就会导致保幼激素停产，从而触发“冬眠”。这表明，生物钟基因与表观遗传因子组成了一个直接调控激素的复合体，这套机制在多种昆虫中都存在，是一个保守且核心的调控开关。

该研究揭示了生物钟基因通过一种非传统机制，调控昆虫应对寒冷冬季的滞育过程，为理解昆虫季节性适应机制提供了新视角。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1073/pnas.2510550122>

香港中文大学

妊娠糖尿病可能使后代远期肥胖风险增加五成

本报讯(记者刁雯蕙)近日，香港中文大学医学院研究团队在《糖尿病学》《糖尿病》上发表了 3 项研究成果。他们在一项近 20 年的追踪研究中发现，患有妊娠糖尿病的孕妇所生的子女，在成年初期出现肥胖及血糖水平异常的风险较高。孕期高血糖孕妇的子女，长大后超重风险会增加 50%，若孕妇同时存在肥胖问题，则对子女体重的影响更为显著。此外，研究团队还识别出一系列 DNA 甲基化标记，以解释其中的关联，突显了母亲代谢健康对子女的长期影响，及早干预及持续跟进十分重要。

研究团队开展的这项长期追踪研究，涵盖了 506 对母子组合，从婴儿出生一直追踪至成年早期。他们发现，妊娠糖尿病孕妇所生子女在成年早期更常出现血糖异常。结果显示，孕期母体血糖水平与子女日后出现血糖异常的风险密切相关，且这种关联不仅限于妊娠糖尿病患者。研究还指出，孕期母体血糖偏高会使子女幼年阶段超重或肥胖的风险增加五成，孕期的健康状况与下一代的长期代谢健康息息相关。该研究结果发表于《糖尿病学》。

此外，团队在该期刊发表的另一项研究指出，若孕妇患有妊娠糖尿病并且超重，子女的肥胖风险会显著增加，突显了“母体营养过剩”对下一代健康发展的潜在长远影响。

在《糖尿病》发表的研究中，研究团队为深入探讨母体高血糖与下一代代谢健康之间的生物学机制，与澳大利亚贝克利心脏及糖尿病研究所合作，在脐带血样本中成功识别出多个 DNA 甲基化标记。这些标记或可解释孕期血糖偏高与子女日后出现血糖异常及胰岛 β 细胞功能受损之间的关联，有望成为预测和解释下一代代谢风险的生物标志物。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1007/s00125-025-06476-6>
<https://doi.org/10.1007/s00125-025-06468-6>
<https://doi.org/10.2337/db25-0105>

中国科学院西北生态环境资源研究院

蒙古国南部对大规模沙尘事件贡献率持续上升

本报讯(记者叶满山)中国科学院西北生态环境资源研究院研究员柳本立团队聚焦 2000 年至 2023 年东亚中部地区大规模沙尘事件，通过分析与研究，为理解该区域沙尘活动变化提供了全新视角。相关研究成果近日发表于《中国科学：地球科学》。

研究团队在追踪沙尘来源的过程中发现，蒙古国南部戈壁沙漠已成为东亚大规模沙尘事件的主要起尘源区。数据显示，蒙古国对沙尘事件的贡献率从 21 世纪初的 43%持续上升，近年来已达到 53%，2022 年更是高达 62%。在 2023 年 4 月的一次典型沙尘事件中，其贡献率飙升至 64%。

为深入探究导致沙尘活动变化的原因，研究团队运用多元回归分析方法展开研究。结果显示，风速是引发大规模沙尘事件的主导因素，其贡献率达到 46%，在蒙古国南部这一比例更是高达 70%。植被覆盖度和土壤湿度也起着重要作用，贡献率分别为 19%和 9%。自 2020 年以来，蒙古国南部风速明显增强，同时植被出现退化现象，土壤湿度也有所下降，这些因素共同作用，成为近期东亚沙尘事件频发且强度加剧的主要原因。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1360/N0702024-0359>