

每年带来经济损失 1170 亿美元

选鱼要谨慎 小心甲基汞

■本报记者 张双虎

汞污染和温室气体一样，能在全球范围产生影响。作为一种重金属污染物，汞在自然界(包括大气、水体、土壤以及生物圈)中普遍存在。

尽管 2017 年，控制汞污染的《水俣公约》签订，但汞污染并未消除，它会因历史排放而持续影响人类上百年。

近日，南京大学大气科学学院教授张彦旭课题组与华东师范大学、美国麻省理工学院、加拿大曼尼托巴大学等机构研究人员合作，揭示了目前世界各国甲基汞暴露的健康风险与经济影响，并预测了至 2050 年全球汞排放变化对人群健康的风险。相关论文在线发表于《自然—通讯》。

预测汞排放的健康效应

汞是一种有毒重金属，其甲基化合物(甲基汞)会影响幼儿的智力发育和成人的心脏健康，导致新生儿智力损伤和诱发心脏病死亡。《水俣公约》的实施效果一直未得到系统和定量的评估。

“汞有很多种化学形态，不同的化学形态带来的环境后果和问题也不同。其中，甲基汞是风险最大的汞化学形态之一。”南开大学环境科学与工程学院教授张彤告诉《中国科学报》。

“目前全球因甲基汞摄入造成的经济损失，总计为每年 1170 亿美元。”张彦旭告诉《中国科学报》，“受饮食结构的影响，鱼

类等海鲜消费量较大的沿海国家居民甲基汞暴露的健康风险最大。”

汞从排放源到对人体产生毒害作用，受到多个环节影响，包括大气传输与沉降、气—海交换、气—陆交换、化学转化(尤其是汞的甲基化)、食物网转移等。这些过程也受气候变化、土地利用、海洋环流和生态系统功能等因素影响。

为此，张彦旭课题组耦合了大气、土壤和海洋模型，开发出一种全面的方法预测未来汞排放变化的健康效应。

研究人员预测了 5 种不同排放情景下，2010 年至 2050 年全球汞分布变化。在最乐观的情景下，2050 年淡水和海洋生物中甲基汞的浓度水平将降至当前的一半，而土壤的变化较小。在两种高排放情景(大气排放量分别增加 150% 和 99%)下，大气汞沉降分别上升 87% 和 59%。

摄食鱼类要有选择

张彤表示，“汞是一种全球性污染物，传播能力很强，这就是为什么在一些没有汞污染源的地方，比如极地，仍然会检测到较高浓度汞的原因。”

大气、水体、土壤及生物圈，汞污染的影响无处不在，没有人能置身事外。

“相比之下，鱼类、稻米甲基汞含量偏高，而人体中的甲基汞主要来自食用被污

染的鱼类与稻米。”张彦旭说，“对个体而言，汞暴露风险的确是随鱼类和稻米的消费量增加而增加的。总体而言，稻米的风险小于鱼类消费。”

2010 年，美国食品药品监督管理局(FDA)曾有一个金枪鱼的建议食用量：每周不超过 200 克(针对体重超过 100 公斤、5 年以上的金枪鱼)。2018 年 8 月，FDA 联合环境保护署(EPA)再次发布鱼类消费建议，因汞含量问题，马林鱼、大鲑鱼、旗鱼、长寿命、鲨鱼、墨西哥湾方头鱼、大眼金枪鱼等 7 类儿童禁食。

“这个问题要辩证来看，鱼类富含各种不饱和脂肪酸等元素，对心血管系统有益，摄食鱼类的整体健康效应依然是正的。”张彦旭说，“我们的研究并不建议少吃或不吃鱼类，而是对鱼类要有选择，避免摄食含汞量较高的鱼类，如鲨鱼(鱼翅)、金枪鱼等。”

专家建议，孕妇和儿童不要吃未经汞检测的鱼。比如，自己捕获较大的野生鱼，或多年生且位于食物链顶端的鱼。而市场上出售的鱼都经过检验检疫，汞含量在安全范围之内。

此外，张彤认为，汞污染一个重要特点是自然源排放强度大，自然源和人为源排放几乎在一个数量级上。“比如火山、地壳活动我们控制不了，但它会导致汞的释放。全球气候变暖会导致冰川融化，释放原来封存的汞。”张彤说。

开发高效污染阻控技术

之前，张彤团队曾在《自然—地球科学》发表论文，介绍了含汞矿物纳米颗粒微生物甲基化过程机制。

研究发现，天然有机质可通过调控初级纳米粒子的生长方向，影响纳米汞与厌氧细菌金属转运蛋白的结合过程，显著抑制其甲基化潜能的自然衰减，导致富含有机质环境中甲基汞持续生成和积累。这为环境汞污染风险评估提供了理论依据，为设计开发高效的甲基汞污染阻控技术提供了新思路。

“甲基汞的生物富集性强、毒性强，但环境中、食物链中的甲基汞并非人类活动导致的直接排放，而是自然过程中在微生物作用下产生的，所以我们一直想搞清楚这个过程是如何发生的。”张彤说，“弄清其机制，就可以有的放矢阻止这个过程，在一定程度上控制汞污染的风险。”

“在汞研究领域，汞在环境中的迁移转化、汞的生物地球化学循环过程中很多机制并不清楚，预测模型的部分环节还处于‘黑箱’状态。”张彤说，“在明确汞甲基化和自然衰减过程机制的基础上，我们才能开发出低成本、环境友好的原位甲基汞污染阻控技术，为汞污染全球治理提供新策略。”

相关论文信息：<https://doi.org/10.1038/s41467-021-23391-7>

<https://doi.org/10.1038/s41561-021-00735-y>

发现·进展

广东省科学院生态环境与土壤研究所

揭示芭芒根部的“房东”“房客”关系

本报讯(记者朱汉斌 通讯员孙晓旭)广东省科学院生态环境与土壤研究所孙蔚受课题组揭示了地球化学条件对芭芒根相关微生物群的影响，并预测了芭芒根相关微生物群提供的生态功能。该研究近日以封面文章的形式发表于《环境科学学报(英文版)》。

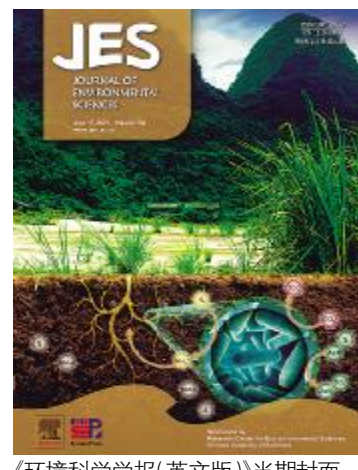
植物根相关微生物群包括了根际微生物群落和根内微生物群落，它们就像是居住在植物根部表面和内部的房客，享受着房东提供的空间和设施，同时也会为这个“房子”做一些好事。例如促进宿主植物生长、提高植物对土壤中重金属的抗性、缓解金属胁迫等。那它们是如何做到的呢?

芭芒是一种多年生的蕈状草本植物，也是一种可以在金属污染土壤中生长的植物，具有修复金属污染场地的潜力。研究人员通过分析芭芒根相关微生物群落，描述了芭芒根内微生物群落对金属污染的响应。他们对污染场地及未污染场地上芭芒根相关微生物群落的异同进行了对比，以阐明根内微生物帮助植物抵抗金属污染的作用机制。

研究发现，芭芒会特异性地选择与其共生的微生物种类，并为这些“房客”提供稳定的生存环境。同时，这些“房客”也为芭芒提供了多种回馈服务，其中就包括了提供营养物质、驱赶虫害以及降低金属毒性等。研究证明，寄主植物和根内微生物群落之间具有相互选择、互惠共生的关系，但免费的“房子”也不是谁都能住的，为了适应生长环境，植物“房东”会从土壤微生物库中主动招募一些微生物，然后进行过滤，选择对自己有利的微生物为“房客”。

同时，宿主植物会向根内生菌提供生长所需的养分，并对其提供一定保护，以减少土壤环境对根内微生物的影响。而根内生菌则对植物的生长具有一定的促进作用。例如，“房客”可以通过获取植物所需的营养元素和产生植物激素，达到直接促进植物生长、提高植物组织对金属累积能力的效果。此外，根内生菌还可以通过调节金属形态，降低金属对寄主植物的毒性，间接促进植物生长。该研究有利于下一步应用植物修复土壤重金属污染。

相关论文信息：<https://doi.org/10.1016/j.jes.2020.12.019>



(环境科学学报(英文版))当期封面。

简讯

2021 中国儿童肥胖防控学术研讨会在京召开

本报讯 6 月 12 日，“中国学生营养与健康促进会肥胖防控分会成立大会暨 2021 中国儿童肥胖防控学术研讨会”在北京召开。专家表示，肥胖防控分会的成立能促进全国范围内儿童青少年肥胖研究领域的专家学者的交流，进一步加快落实世界卫生组织提出的“终止儿童肥胖实施计划”。

与会专家就儿童青少年肥胖防控政策、流行与危害、防控实践以及儿童青少年肥胖影响因素等进行了交流和汇报。(崔雪芹)

第三届“国家海洋战略与创新能力建设”论坛举行

本报讯 近日，在上海交通大学举办的第三届“国家海洋战略与创新能力建设”暨“长兴奋起”高峰论坛上，专家学者围绕海洋装备产业升级、海洋科技创新、海洋资源高效利用和生态环境保护等内容，共话海洋经济发展。

据悉，该高峰论坛是上海交通大学自 2019 年启动的系列活动。(黄辛)

2021 大学创业世界杯启动

本报讯 近日，2021 大学创业世界杯启动仪式暨国际大学科创合作研讨会在京举办。相关政府、高校、科创机构代表出席活动，共同启动 2021 大学创业世界杯，研讨推进科技创新领域国际学术合作。

大学创业世界杯 2015 年开始于丹麦哥本哈根，是全球最具影响力的双创赛事之一，已成为选拔和孵化成功企业家的摇篮，推进全球青年创新创业交流的载体，推动产学研用相结合的关键纽带。(高雅丽)

视点

清华大学教授薛澜：

AI 治理不能是猫鼠游戏

■本报记者 李晨阳

“人工智能(AI)让人类与技术的关系发生了变化。”近日，在未来论坛发起的“AI 向善的理论与实践”论坛上，清华大学教授、苏世民书院院长薛澜说，“一般来说人与技术的关系上，技术通常都是被动的。但 AI 技术不同，它似乎并不完全听从我们。”

薛澜在论坛上指出，对 AI 这样的技术，如果在发展前期不注意治理问题，消除可能产生的风险，一旦这些风险产生不良后果，就会导致市场对技术的应用产生强烈抵触，甚至可能导致技术难以发展，形成恶性循环。“避免这种情况的关键，在于从 AI 技术生命周期的起始阶段就关注治理

问题，防患于未然。”

2019 年 6 月，国家新一代人工智能治理专业委员会发布了《新一代人工智能治理原则——发展负责任的人工智能》，提出了 AI 治理的框架和行动指南。

“这是很重要的一步。当然，未来我们如何落实这些准则，或改善依然存在的问题，需要研究和讨论的内容还有很多。”

薛澜指出，AI 治理在执行上，天然就面临更多挑战。“其他技术的治理可以通过具体的技术指标调控来实现。比如汽车可以通过限速控制车速，从而找到社会效益和成本控制的平衡点。但对于 AI 技术来



插秧比赛现场。

李慧供图

祝融号科学探测路线初步确定

本报讯(记者甘晓)天问一号探测器着陆火星首批科学影像图于 6 月 11 日公布后，天问一号还将实施后续科学探测任务。6 月 12 日，在国家航天局召开的新闻发布会上，我国首次火星探测任务地面应用系统总设计师刘建军接受媒体采访时表示：“科学家和工程师团队协商后初步规划，决定祝融号火星车将向南行驶，开展科学探测。”

天问一号着陆在乌托邦平原南部预定区域，着陆点位于古海洋和陆地的交界处，在海岸线以里靠近海洋的方向。“向南行驶，祝融号的行驶路线海拔将不断抬升，并且朝着古陆地的方向行驶。”刘建军表示，“可能会遇到泥火山、沟槽等

有趣的研究对象，都和冰形成等地质活动有关。”

祝融号火星车上配备了 6 种仪器，包括火星车雷达、磁场探测仪、成分探测仪、气象测量仪、多光谱相机和地形相机。

刘建军在发布会上介绍，其中，表面磁场探测仪将在火星表面进行国际上首次移动的磁场测量，获得精细尺度的火星磁场信息。国际上先进的火星车雷达通过双频段全极化雷达获取火星浅层结构，探测可能的地下水/冰分布。表面成分探测仪通过激光诱导光谱方式，获取火星表面岩石的化学元素组成。多光谱相机、地形相机和气象测量仪将感知火星表面环境，测量火星表面温度、气压、风速、风向

和声音。

“目前，6 种科学仪器均已开机测试获取探测数据。我们将围绕水/冰活动、火山活动等关键科学问题，深入认识火星古环境特征和演化，研究古火星的宜居环境。”刘建军指出。

环绕器上配置的 7 种科学仪器也独具特色。刘建军说：“双极化雷达、亚米分辨率的高分相机、500 多个波段的光谱分析仪、中分辨率相机等都和目前国际上火星探测的最高能力处于同等水平。”

此外，磁强计、离子与中性粒子分析仪和能量分析仪，则旨在对磁场与粒子空间环境进行探测，为火星空间环境和大气逃逸机制研究获取第一手资料。

要改变观念。”薛澜说，“简单来说，就是从猫抓老鼠的关系转变成猫狗的关系。在政府的基础性规制框架下，企业要有很强的自律机制，行业也要有相应的行规和标准，政府与企业互相沟通，共同讨论潜在风险，协商如何有意识地加以规避。这时尤其需要成熟企业与政府合作，作出合理的治理规划。”

但如果 AI 犯了错，能不能像惩罚人类一样去惩罚它？围绕快速发展的 AI 技术应用，人们需要建立一个怎样的责任体系？

薛澜表示，他倾向于建立一个系统性的保险制度。在这样的制度下，一旦出了问题，有保险兜底，大家就不必再去担心自己是否要承担损失，争论是否要追究开发者的责任，从而更客观理性地去分析事故背后的原因，促进技术和应用的良性发展。

在论坛上，薛澜一再强调，AI 技术可能带来巨大的好处，也随时可能出现一些潜在的问题，埋伏下巨大的风险。因此他在最后的发言中强调，AI 治理关乎全球人类福祉，需要各国密切合作制定并遵守共同的准则。

中科院大连化学物理研究所

研制高性能碱性锌铁液流电池离子传导膜

本报讯(记者卜叶 通讯员胡静)近日，中科院大连化学物理研究所研究员李先锋、副研究员袁治章团队制备出高性能碱性锌铁液流电池离子传导膜。相关研究成果发表在《自然—通讯》上。

储能技术是构建清洁、低碳、安全、高效能源体系的关键。碱性锌铁液流电池储能技术具有成本低、安全性高、开路电压高、环境友好等特点，在分布式储能等领域具有很好的应用前景。目前，碱性锌铁液流电池仍存在稳定性差等问题，电池运行工作电流也相对较低，导致系统成本偏高。

在该研究中，为提高碱性锌铁液流电池工作电流密度，该团队将水滑石纳米材料(LDHs)引入到碱性锌铁液流电池中，设计制备出高性能的水滑石复合离子传导膜。通过有效控制水滑石层间距大小，并利用水滑石层间丰富的氢键网络，提高了膜离子选择性和离子传导性。研究人员表示，以水滑石复合离子传导膜组装的碱性锌铁液流电池，在 200mA/cm² 的工作电流密度条件下能量效率达到 82%。此外，该团队还与中科院武汉物理与数学研究所研究员郑安民合作，通过 AIMD 分子动力学模拟，揭示出复合膜在 LDHs 层间进行快速传递的机理。

相关论文信息：<https://doi.org/10.1038/s41467-021-23721-9>

中科院近代物理研究所

用废纸发酵生产纤维素酶

本报讯(见习记者田瑞颖)近日，中科院近代物理研究所研究员王曙阳团队在利用废纸发酵生产纤维素酶研究方面取得进展。相关成果发表于《清洁生产杂志》。

纤维素酶是继淀粉酶和蛋白酶之后的全球第三大工业用酶制剂，广泛应用于生物能源、食品、造纸、纺织洗涤、医药、动物饲料以及农业废弃物处理等领域，但高昂的发酵生产成本成为制约纤维素酶行业快速发展的主要瓶颈。废纸作为可回收利用的废弃物资源之一，由于其纤维素含量高、价格低廉、来源广泛、易获取及产生量大等特点具有良好的开发应用潜力。因此，利用废纸资源进行纤维素酶的发酵生产，不仅可以有效降低纤维素酶发酵成本，还能实现废纸资源的高价值利用。

研究人员利用重离子束诱变选育的长枝木霉突变菌株 LC-M4 进行废纸碳源发酵产酶，结果发现在选用的办公废纸、餐巾废纸、杂志纸和硬纸板纸 4 种类型的废纸中，硬纸板纸发酵的滤纸酶活(FPA)、内切葡聚糖酶活(CMC)、β-葡萄糖苷酶活(BGL)和木聚糖酶活(Xyl)分别达到了 2.97IU/mL、4.8IU/mL、0.51IU/mL 和 382.59IU/mL，表明 LC-M4 菌株可有效利用硬纸板纸为碳源产酶。通过废纸结构表征，研究人员发现，不同废纸中纤维素为主要成分，造纸过程中添加的碳酸钙等填料可以为菌株生长和产物合成提供营养元素，对发酵过程有促进作用。

为进一步提高废纸碳源发酵酶活，研究人员选用硬纸板纸和麸皮混合碳源发酵，BGL 最高可达 0.8IU/mL，比硬纸板纸单一碳源酶活提高了 56.86%；外切葡聚糖酶活(pNPC)、FPA 和 Xyl 也有了提高，其中 Xyl 达到 399.74IU/mL，较微晶纤维素碳源发酵酶活提高了 16.51%。上述研究结果表明，废纸和麸皮作为产酶发酵碳源具有很高的应用价值和开发潜力。

相关论文信息：<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.127287>