

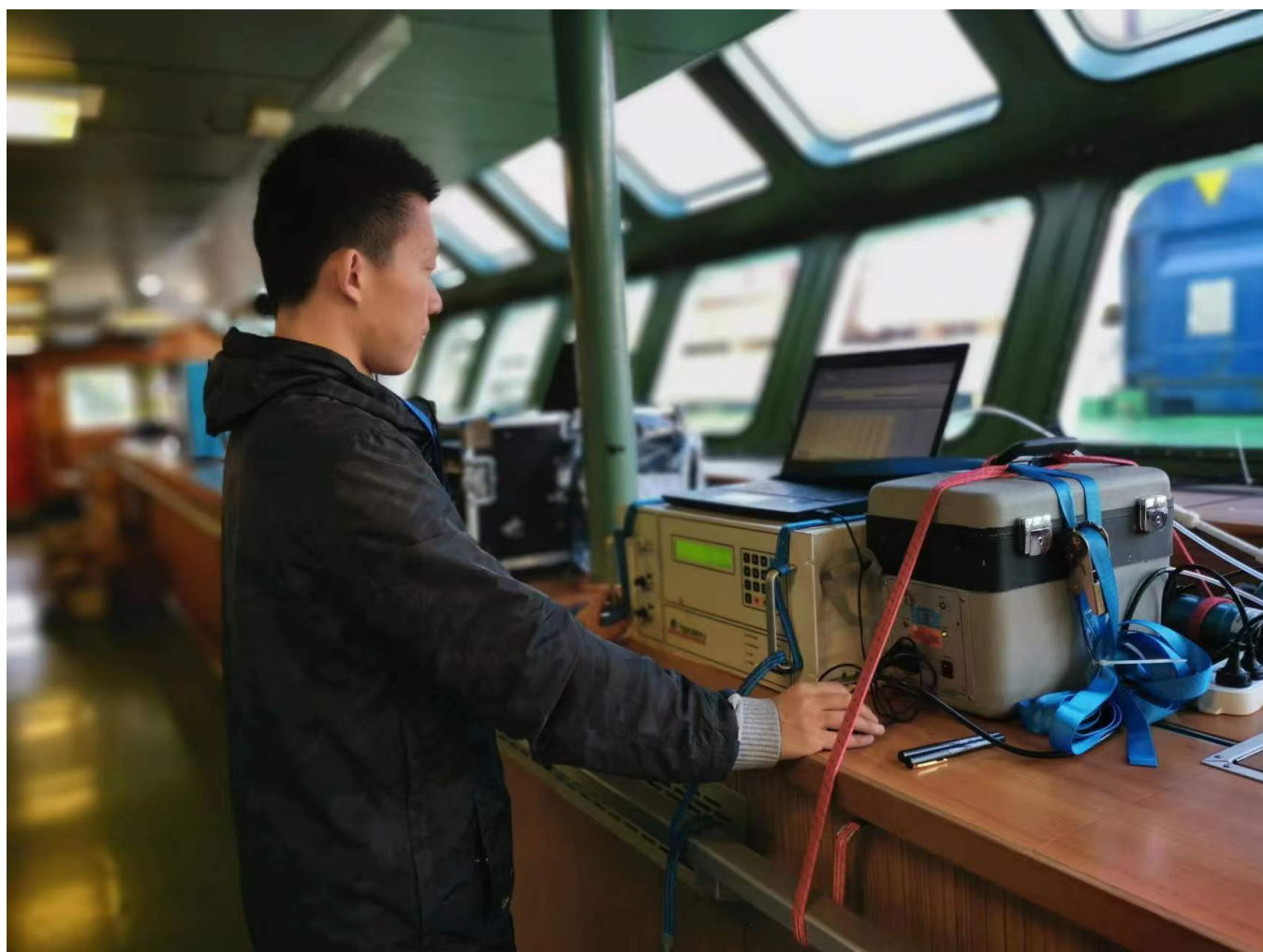
科学家破解夏季北极大气汞峰值奥秘

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/24273.html>

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

科学家破解夏季北极大气汞峰值奥秘。近日，中国科学技术大学教授谢周清、乐凡阁博士与国内外学者合作，在国际北极气候研究多学科漂流观测计划（MOSAIC）实施期间，开展了有关汞的生物地球化学循环研究，发现边缘冰区（即海冰完全覆盖的海域与开阔海域之间的过渡区域）是大气汞的重要来源，提出了夏季北极大气汞峰值现象的产生机制。研究成果日前发表于《自然-通讯》。



乐凡阁在德国极星号科考船调试观测仪器 中国科大供图

汞污染防治迫在眉睫

汞在常温常压下是一种剧毒的液态金属，具有较高的挥发性。在大气中，汞主要以气态零价汞、气态二价汞和颗粒结合态二价汞三种形式存在。其中，气态零价汞占大气总汞的比例超过90%，因此气态零价汞的含量接近于大气中总汞的含量。而且气态零价汞在大气中停留时间较长，约0.5年至1年，可以随大气环流进行长距离传输，成为全球性污染物。由大气传输及沉降等途径进入水体的汞，经微生物甲基化后，会进入水生食物链，通过富集、放大作用危害水体生态环境。

摄入被汞污染的水产品会影响人体身体健康，对胃肠道系统、神经系统甚至胎儿造成毒害作用，导致听觉及感官障碍、麻木、语言障碍乃至新生婴儿的智障、脑瘫、眼盲等。

针对全球汞污染的严峻性，联合国环境规划署通过一项具有法律约束力的国际公约——关于汞的水俣公约。这使得汞污染防治不仅成为环境领域的研究热点，也是全球环境治理的重大需求。

北极地区在北半球汞循环过程中扮演着重要的角色，也是环境汞暴露的敏感地区。最新的北极汞评估报告显示，北极生物面临着高水平的汞暴露，生活在北极的人们是全球汞暴露水平最高的人群之一。

科学家们提出，汞在北极的迁移转化与其独特的自然环境有关。加拿大学者于1998年在《自然》上发表论文，称研究发现北极地区气态零价汞具有春季浓度亏损、夏季浓度呈现峰值的独特季节变化现象，其夏季平均浓度水平超过北半球背景浓度。但是，夏季气态零价汞浓度峰值的汞来源及机制目前仍然存在争议。



北冰洋的局部海冰分布图 中国科大供图

边缘冰区或是主导因素

2019年秋季至2020年秋季，谢周清等与合作者在国际北极气候研究多学科漂流观测计划期间，在德国极星号科考船安装了Tekran 2537大气痕量汞在线分析仪，率先对北冰洋海域开展了为期一年的大气汞在线观测。他们观测发现，气态零价汞浓度表现出和前人研究类似的夏季峰值。

于是，他们进一步构建了广义相加模型，建立了气态零价汞浓度与人为排放、区域传输及海洋释放等影响因子之间的关系，评估这些影响因子对气态零价汞浓度变化的贡献。

结果表明，超过63%的气态零价汞变化可以用模型解释。其中，人为及陆源排放的贡献不超过2%。海洋排放的贡献接近52%，是影响北冰洋夏季气态零价汞变化的主导因素。

进一步地，根据潜在源区贡献分析发现，夏季汞的海洋排放主要发生在边缘冰区。根据估算，该区域汞排放通量是开阔水域的2倍多。

最终，研究团队综合多学科观测数据分析，提出了驱动边缘冰区汞释放过程的机制：春季，由于海-冰-气界面光化学反应，使得大量气态零价汞被氧化成为二价汞，沉降于海冰表面，即春季气态零价汞浓度亏损。到了夏季，这些沉降积累在海冰上的二价汞会随着冰雪融化进入海水，导致边缘冰区的海水中二价汞含量升高。

由于边缘冰区具有较高的浮游植物量，在夏季海冰融化及进入海水光照增强的条件下，促进了浮游植物的光合作用，产生大量有机物质，进而促进水体二价汞被还原成为零价汞，后者更加容易挥发进入大气中。加上边缘冰区海冰的融化，减少了海水中零价汞向大气释放的屏障，使得边缘冰区成为夏季北极大气中气态零价汞的重要来源，从而导致北冰洋夏季气态零价汞浓度出现峰值现象。



中国雪龙号破冰船在北冰洋考察 中国科大供图

预测未来边缘冰区汞排放会更多

总的来说，此次研究揭示了北冰洋海冰变化对汞循环过程的影响，为正确评估极地生物和人群的汞暴露风险提供了科学依据。

在气候变暖的大背景下，北极是全球升温最快的区域之一。那么，未来边缘冰区汞排放会发生哪些变化？研究团队进一步预测了该变化情景。

未来气温升高，海冰融化更快，而且原本常年不融化的海冰将逐渐被季节性融化的海冰所取代。这种条件会促进海-冰-气界面的光化学反应，导致更多气态零价汞的氧化沉降，增加了边缘冰区的二价汞输入。另一方面，海冰的进一步消融促进了该区域的海表光照以及浮游植物量，这有利于海水中的二价汞被还原，导致更多的零价汞向大气释放。由于中心北冰洋边缘冰区面积未来将进一步扩大，该区域作为汞源区应引起重视。

谢周清表示，未来，研究团队将进一步结合汞的观测和模式模拟研究，来定量评估边缘冰区汞释放对北极大气汞的贡献，以及在未来气候情景下其贡献的变化。（来源：中国科学报 王敏）

相关论文信息：<https://doi.org/10.1038/s41467-023-40660-9>

作者：谢周清等 来源：《自然—通讯》

更多 科学进展 请访问 <https://www.iikx.com/news/progress/>

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，[爱科学iikx.com](https://www.iikx.com)转发