

科技新闻

·卓越亮点·

卤代污染物——氯溴氟“爬食物链”谁最快

持久性卤代有机污染物(HOPs),包括多氯联苯(PCBs)、多溴二苯醚(PBDEs)和全氟烷基酸(PFAAs),因其持久性、生物累积性和高毒性而备受关注。尽管《斯德哥尔摩公约》已将其中许多列为优先控制化学品,但这些污染物仍以高浓度残留于全球水体中,并通过食物网传递,最终威胁人类健康。

为了深入理解这些污染物在全球尺度上的归趋,北京师范大学夏星辉团队收集并筛选了涵盖全球80余篇文献的实测数据,重点分析了PCBs、PBDEs和PFAAs在全球水生“无脊椎动物-鱼类”食物网中的赋存特征、营养放大因子(TMFs)及其分馏效应。研究结果显示,在全球范围内收集的生物样本中,PCBs的污染水平显著高于PBDEs和PFAAs。鱼类体内7种典型PCBs的平均浓度高达10762 ng/g(脂重),分别是甲壳类和软体动物的3倍、8倍。这主要归因于其历史使用量大且极难降解,导致沉积物中的残留持续释放。在生物放大能力方面,PCBs的全球平均TMFs为3.14,远高于PBDEs(2.48)和PFAAs(1.97),表明其沿食物链向顶端捕食者富集的风险最高。

造成这种差异的原因在于理化性质:相比PCBs,PBDEs分子

量更大且碳-卤键更弱,限制了其进入细胞的速率且更易被生物体代谢排出;而PFAAs作为两亲性化合物,其生物累积机制受蛋白结合能力影响,整体放大能力弱于高脂溶性的PCBs。

该研究在污染物传递机理上取得了突破性发现,修正了以往的线性认知,揭示了“抛物线”放大规律。研究证实,污染物的生物放大能力并非随卤化程度线性增加,而是呈“抛物线”关系。由于空间位阻效应限制了超大分子的跨膜运输,污染物的放大潜在特定结构处达到峰值:含6个氯原子的PCBs、含5个溴原子的PBDEs以及碳链长度为12的PFAAs。

食物网“分馏效应”:随着营养级升高,生物体表现出明显的“去短留长”特征——高卤代/长链化合物在生物体内的占比显著提升,而低卤代/短链化合物因易被代谢而逐渐减少(PBDEs因存在复杂的脱溴反应而表现不规律)。

(来源于中国科技期刊卓越行动计划入选期刊《Journal of Environmental Sciences》2025,157:123-133)

室温无冷却直抵104 mW,刷新强场太赫兹源世界纪录

在电磁波谱中,介于微波与红外光之间的太赫兹波(Terahertz)曾长期被称为“太赫兹空白(THz Gap)”。它拥有独特的“分子指纹”识别能力,且能穿透陶瓷、塑料等非金属材料,在安检、

生物医学、6G通信及材料无损检测等领域拥有巨大的应用潜力。

然而,太赫兹技术的大规模普及一直面临一个核心痛点:源的功率太低。传统的太赫兹源平均功率通常仅在微瓦(μW)量级,这就像在漆黑的夜晚仅有一根微弱的蜡烛,导致检测速度慢、图像噪点多、系统昂贵且复杂。

为了让这双“火眼金睛”看得更清、更远,科学家们一直致力于寻找高平均功率的强场太赫兹源,即为太赫兹装上一盏“超亮探照灯”。获得强太赫兹源通常有2种路径:一是使用高能量的钛宝石激光器,但其重复频率低,导致平均功率上不去;二是使用高重复频率的掺镱(Yb)激光器。北京航空航天大学吴晓君团队选择了第2条路径。

为了在室温、无冷却的苛刻条件下实现突破,团队采用了国产工业级掺镱飞秒激光器作为泵浦源,并对核心的光学转换系统进行了精密的“手术”:选用具有高非线性系数的铌酸锂晶体,利用倾斜脉冲前沿技术(TFPF)实现能量的高效转换;系统性优化了泵浦光斑的大小(寻找能量密度与晶体损伤的平衡点)和激光脉冲的宽度(锁定在1 ps左右的最佳窗口)。结果显示,团队最终在100 kHz的高重复频率下,利用105 W的泵浦功率,实现了104 mW的太赫兹平均功率输出,转换效率约为0.1%,峰值电场强度达到421 kV/cm。

(来源于中国科技期刊卓越行动计划入选期刊《Chinese Physics Letters》2025,42:120406)