# 上海高研院等给出纳米气泡内部高密度的直接证据

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/8643.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！*

纳米气泡研究是一个新兴研究领域。近年来，微/纳米气泡技术被视为一项颠覆性的创新技术并得到不断发展，在水体绿色修复、水产养殖、农业种植，矿物高效浮选和健康养生等领域已有诸多成功案例。鉴于其广泛的应用前景，我国于2018和2019年相继成立中国颗粒学会微纳米气泡专业委员会和全国微细气泡技术标准化技术委员会。

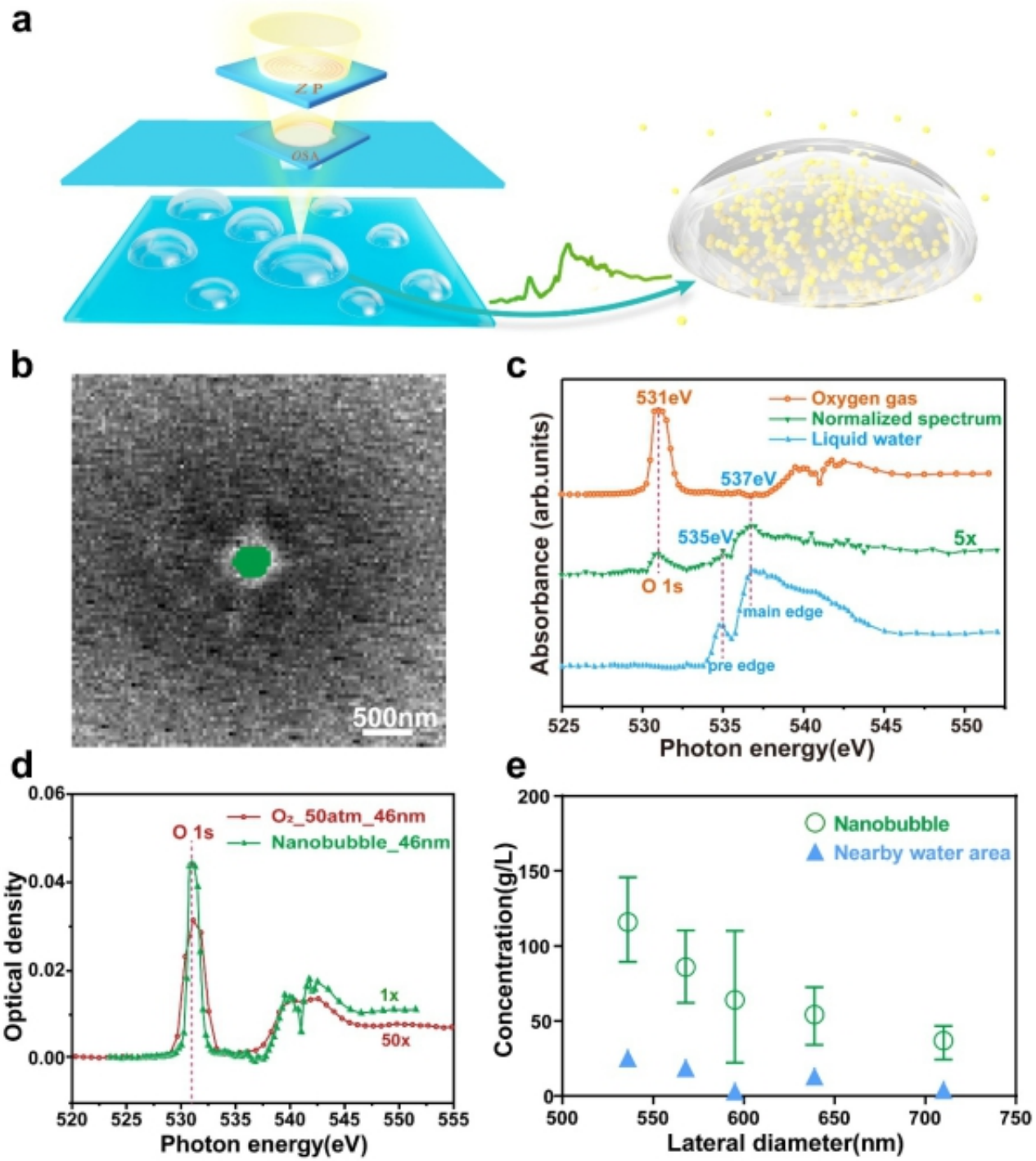
目前，“ 反常的界面润湿行为和超高稳定性 ”这一纳米气泡基本科学问题还未得到合理解释，获知纳米气泡内部气体的化学组分和存在状态是理解该问题的关键之一。近日，中国科学院上海高等研究院上海光源科学中心和上海应用物理研究所等合作，利用同步辐射软X射线吸收谱学和显微技术揭示纳米气泡内部气体以一种高密度状态存在。

该研究通过软X-射线透射成像技术（STXM）对电解水方法产生的氧气纳米气泡进行测量，首次获得单个纳米气泡的软X射线吸收谱，进一步分析气泡内部和其周围水环境的近边精细结构吸收谱，确认了纳米气泡内部的气体分子呈现出一种新奇的“ 聚集态（dense gas） ”，其密度高出空气密度(1.25kg/$m^3$)的几十倍以上，在X射线的照射下也呈现出超常的稳定性；纳米气泡周围水环境中的气体浓度同样超过热力学平衡下的饱和浓度数十甚至上百倍，这显示在一个受限空间下的疏水表面附近，气体分子的聚集行为异于常理。该研究还采用分子动力学模拟对高密度纳米气泡的生成和稳定机制进行了探讨。

该研究团队曾于2008年分别通过理论解析和MD模拟预测，如果纳米气泡内部是高密度，它的寿命将大大增加（*Science in China Series G: Physics, Mechanics Astronomy* 2008, 51, 219-224；*Chinese Physics B* 2008, 17(7), 2646-2654）。此次研究首次实验证明纳米气泡内部可能存在高密度，有助于从分子水平上解释纳米气泡的超高稳定性，充分理解其在各个领域中应用的相关效应。

相关成果以*Ultra-high Density of Gas Molecules Confined in Surface Nanobubbles in Ambient Water*为题在线发表于《美国化学会志》。上海光源科学中心周利民、王兴亚为论文共同第一作者，上海高研院、上海应物所胡钧、高兴宇和张立娟为共同通讯作者。实验数据分别在上海光源软X射线谱学显微线站，韩国浦项光源10A线站和加拿大光源SM线站采集并验证。该研究得到韩国浦项加速器研究所、加拿大光源和加拿大阿尔伯塔大学帮助，以及国家自然科学基金委、国家重点基础研究发展计划和中科院资助。

论文链接




纳米气泡的软X射线透射成像、近边吸收精细结构谱和内部气体密度估算

研究团队单位：上海高等研究院

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转发