

耕海探洋 唯实求真 博学创新 厚德致远

🏠 首页 &gt; 新闻通告 &gt; 科研进展

## 海洋所成功研发耐高压固态纳米材料，提升深海原位探测灵敏度数千倍

2022-11-01 来源： | 【大 中 小】

近日，国际学术期刊《Surfaces and Interfaces》在线发表了题为“One-step method to prepare coccinellaseptempunctate-like silver nanoparticles for high sensitivity SERS detection” (IF= 6.137) 的文章，报道了中科院海洋所和中科院物理所合作，制备出七星瓢虫状银纳米颗粒的表面增强拉曼散射 (SERS) 基底，在模拟高压下实现 $10^{-6}$  M 磷酸乙醇胺分子的检测，具有良好的灵敏度和耐压性，为未来深海原位检测低浓度的微生物代谢产物提供了新手段。

由于深海环境极端复杂，深海原位探测面临巨大挑战。研究组在之前的工作中，利用自主研发的深海拉曼探针系统，成功实现了高温(高达 $450^{\circ}\text{C}$ )热液喷口流体温度、成分(如 $\text{CO}_2$ 、 $\text{SO}_4^{2-}/\text{HSO}_4^-$ 和 $\text{H}_2$ )、矿物和上覆生物群落水的物理化学参数的原位检测。

但是缺乏对深海原位一些大分子，特别是深海极端环境下生存的各种微生物的相关代谢产物和中间体的检测手段。同时，在国际上深海微生物细胞外代谢产物也无原位检测方法，传统的检测方法，如测色法、液相色谱-质谱(LC-MS)和核磁共振(NMR)等，不能同时检测多组分，耗时、成本高、灵敏度低。激光拉曼检测限只能达到毫摩尔级，严重阻碍了激光拉曼技术对低浓度深海微生物代谢产物或中间体的检测。因此深海细胞外代谢产物的原位探测十分困难，面临巨大的挑战。

表面增强拉曼散射(SERS)主要来源于贵金属(银、金)纳米颗粒附近局部电磁场的增强;因此具有超灵敏、快速检测微量分子的能力，检测限可以达到纳摩尔，甚至皮摩尔级。然而目前广泛应用的SERS基底大部分是液态溶胶材料，固态SERS基底也有易氧化，高压易脱落的缺点，深海原位探测中无法应用。

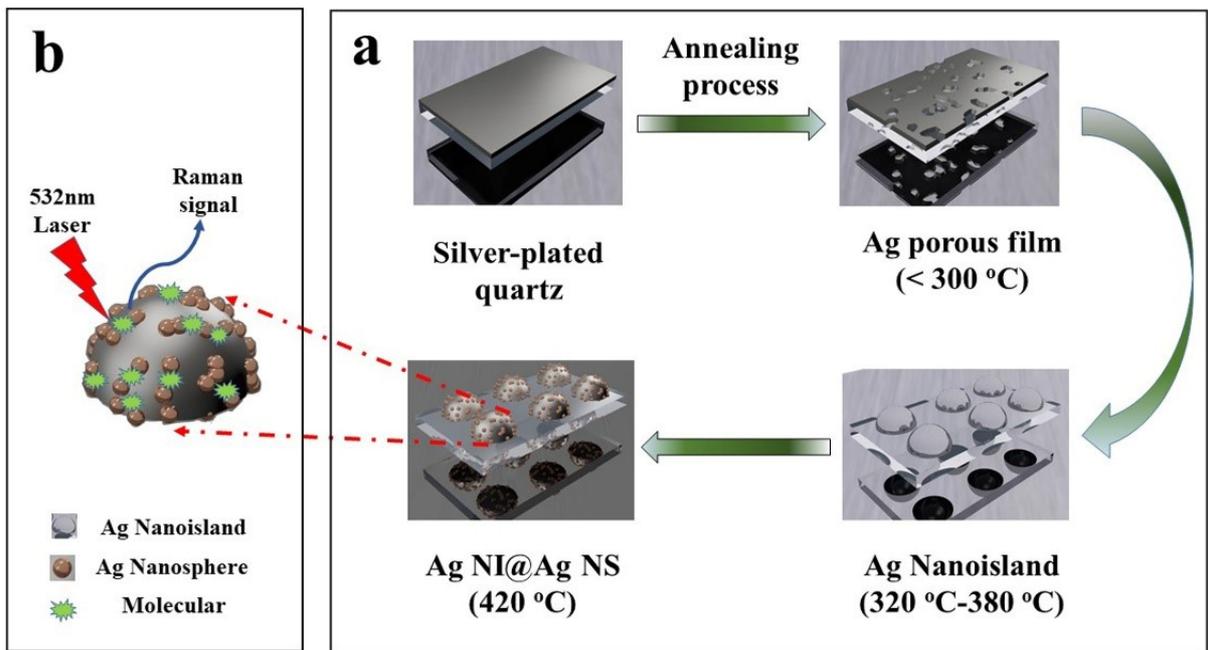


图1 SERS基底的制备工艺示意图(a);和SERS增强机制(b)

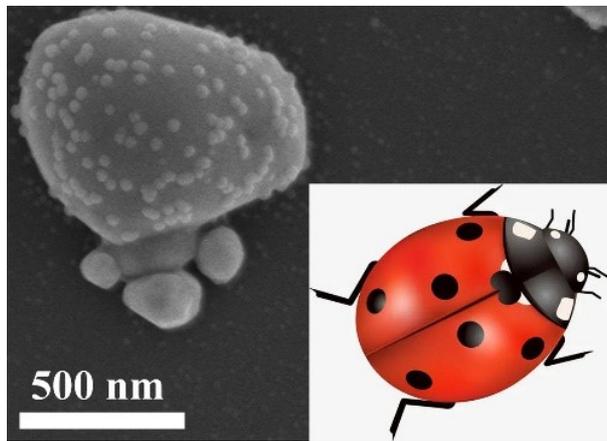


图2 SERS基底的SEM图像（表面银纳米颗粒分布形似七星瓢虫背部图案）

因此，研发团队利用高温退火工艺对镀银膜的石英进行热处理，成功制备类似七星瓢虫斑点样的银纳米颗粒SERS基底材料，表现出良好的晶体取向，在11 MPa下实现 $10^{-6}$  M 磷酸乙醇胺的检测。研发的SERS基底材料具有强抗氧化性，且可耐受深海高压环境，保障了2022年南海冷泉生态系统原位探测航次的成功，在满足深海原位探测需求的同时，也适用于极端工业环境的检测。

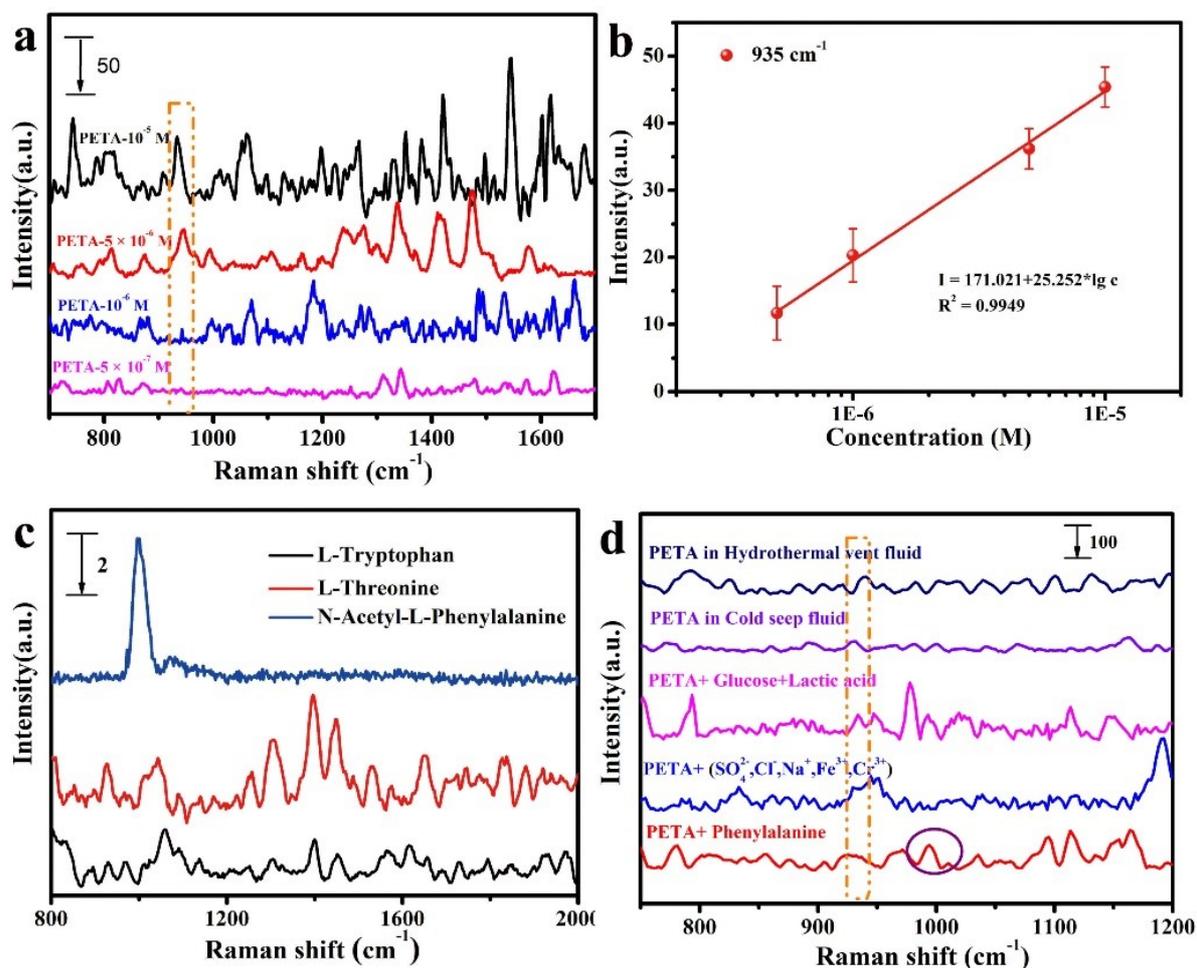


图3 (a)不同浓度磷酸乙醇胺的SERS光谱;(b)磷酸乙醇胺校准曲线;(c) L-色氨酸、L-苏氨酸和N-乙酰-L-苯丙氨酸的SERS光谱比较;(d)磷酸乙醇胺和典型干扰物质的SERS光谱

博士研究生王思羽为文章第一作者，张鑫研究员为文章通讯作者，海洋所阎军研究员、栾振东正高级工程师、席世川博士，物理所杨洋老师、潘如豪老师为文章共同作者。研究得到了国家自然科学基金、中国科学院A类战略性先导专项、中国科学院海洋大科学研究中心重点部署项目、泰山青年学者计划等项目联合资助和中科院物理所协同极端条件用户设施(SECUF)的支持。

相关成果及链接如下：

Siyu Wang; Shichuan Xi; Ruhao Pan; Yang Yang; Zhendong Luan; Jun Yan; Xin Zhang\*. One-step method to prepare coccinellaseptempunctate-like silver nanoparticles for high sensitivity SERS detection. *Surfaces and Interfaces* (2022), IF= 6.137

<https://doi.org/10.1016/j.surfin.2022.102440>

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2468023022007015>





版权所有 © 中国科学院海洋研究所 鲁ICP备10006911号-6

 鲁公网安备37020202001323号

地址：青岛南海路7号 邮编：266071 邮件：

iocas@qdio.ac.cn 电话：053282898611 传真：053282898612

技术支持：青云软件

