

RTS2-P 系列 特种探头拉曼光谱检测系统

拉曼光谱是物质的指纹谱，通过拉曼光谱可以获取物质的声子谱、电-声相互作用、晶格振动非简谐信息，测量物质融化曲线及固/液相变、结构、组成、状态等。常规的显微拉曼只能用于实验室测试，无法满足在线测试需求。北京卓立汉光仪器有限公司结合多年的拉曼光谱仪研制经验开发出特种光纤探头拉曼解决方案，可以用于特殊场景的在线分析。

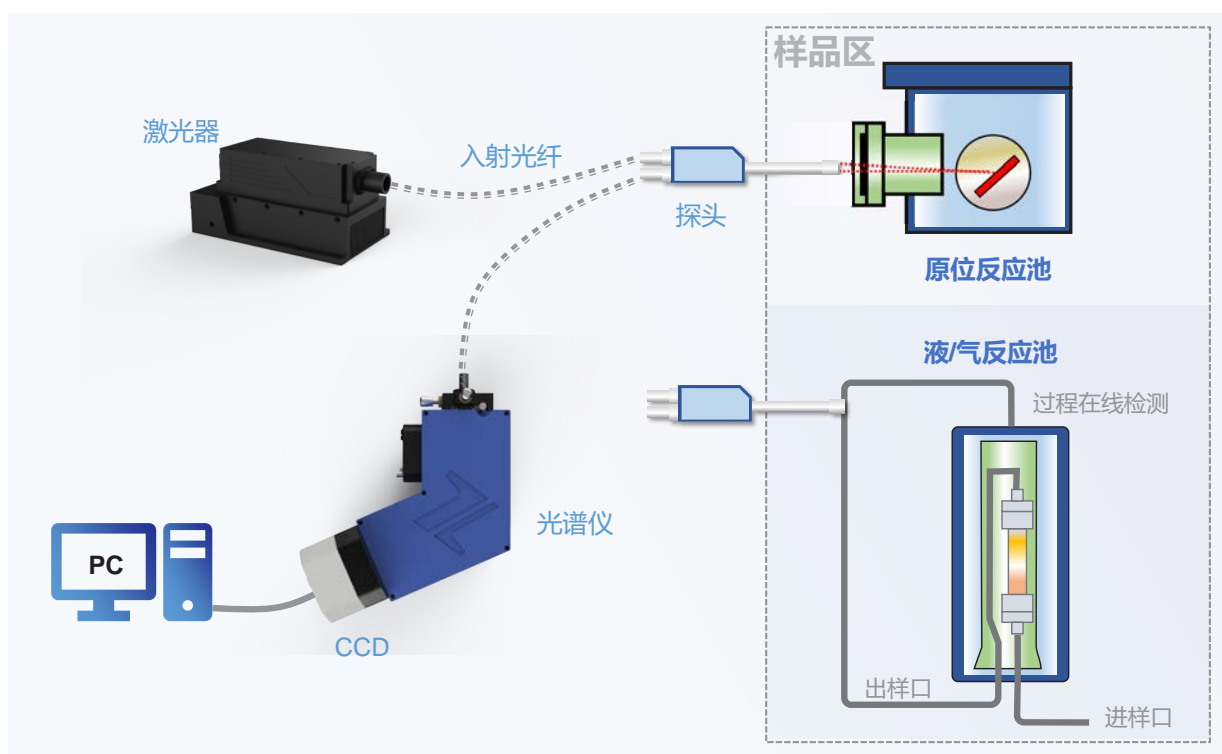
性能优势

1. 可满足高温高压实验环境下测试需求

2. 可满足固、液、气等多种类型的样品浸入式测试需求

3. 光纤结构，系统稳定耐用

系统方案与配置



系统技术参数


激光器	532nm, 100mw	785nm, 350mw
光谱仪	VPH 透射光栅光谱仪 拉曼频移: 200-4000 cm^{-1} ; 光谱分辨率: 优于 10 cm^{-1}	VPH 透射光栅光谱仪 拉曼频移: 350-2400 cm^{-1} ; 光谱分辨率: 优于 10 cm^{-1}
CCD 探测器	具有高像素分辨率的 CCD 芯片, 分辨率 2000*256 可见近红外拉曼专用 CCD, 深制冷温度至 -60 $^{\circ}\text{C}$, 读出噪声 <5 电子 / 像元	
特种探头	工作距离: 3 mm 和 7 mm 可选, 其他可定制 工作温度: 0-325 $^{\circ}\text{C}$, 可定制 最大压力: 6000psi	

配置信息

光谱仪

型号	Omni-iSpecT532A1	Omni-iSpecT785A1
拉曼频移波长宽度	0-4100cm ⁻¹ /532-680nm	-200-2400cm ⁻¹ /770-965nm
F/#	F/1.8	F/2.3
焦距 (入射 / 出射)	85/85mm	100/100mm
光栅	1800l/mm VPH	1200l/mm VPH
CCD 相机	背感光深耗尽 CCD 有效像素 2000×256 像素尺寸 15um 探测面尺寸 30×3.8mm	背感光深耗尽 CCD 有效像素 2000×256 像素尺寸 15um 探测面尺寸 30×3.8mm
可调入射狭缝	10um-6mm	10um-6mm
分辨率 (典型值) @50um 狭缝	0.17nm 5cm ⁻¹ @585nm, 7cm ⁻¹ 保证值	0.25nm 3cm ⁻¹ @912nm, 5cm ⁻¹ 保证值
光纤适配器	XY 可调光纤适配器 光纤接口: SMA, 10mm 圆柱	XY 可调光纤适配器 光纤接口: SMA/ MPO/10mm 圆柱
快门	选配	选配
内置长波通滤光片	选配 直径 50mm, 最低波数 186cm ⁻¹	选配 直径 50mm, 最低波数 309cm ⁻¹
重量	5kg	5.8kg

特种探头

探头		
激发波长	405, 514, 532, 633, 670, 671, 785, 808 nm. 其他可选	
光谱范围	100-4000 cm ⁻¹ @ 标准 (不同激光器范围不同)	
样品端光斑大小	~100 μm @ 100 μm 芯径激发光纤	
工作距离	9mm/3mm@ 标准; 12,15,18mm 可选	
数值孔径	0.22 @ 标准	
探头尺寸	2.25" 长 x 0.96" 宽 x 0.58" 高	1.3" 直径 x 4.5" 长
探头材质	超硬氧化铝, 316 不锈钢; 可根据需求定制	
探头柄尺寸	3/8" 直径 x 3" 长度	3/8" 直径 x 2" 长度
	可根据需求定制	
探头密封阀	探头柄材质: 316 不锈钢, 其他可定制	
探头密封材质	石英或者蓝宝石, 可根据需求定制	
滤光片效率	O.D >6	
操作温度	0-325 °C	
最大操作压力	6000 psi	
光纤配置	100/100 um 标准配置, 其他可选	
光纤长度	5m@ 标准; 可根据需求定制	
接口类型	FC 或者 SMA	
其他	可定制	

探测器

类型	CCD
有效像素	2000 x 256
像元尺寸	15 x 15 μm
最短光学门宽	30 x 3.8 mm
读出噪声	4.5 e-
响应范围	200-1100nm

应用分享

气体在线分析

Casella A [1] 采用特种探头拉曼技术对二氧化铀废气流动进行在线监测，用于评估制备铀、钚等高纯金属时的氟化反应进程。目前公认的氟化反应使用具有毒性和腐蚀性的 HF，很大程度限制了探针和接口材料的选择。下图为实时监测氟化反应废气装置示意图，采用光纤探头拉曼，激光通过阻挡 HF 气体的透明窗口聚焦监测。此外该系统可以用于监测其它反应产物和环境中的气体等。

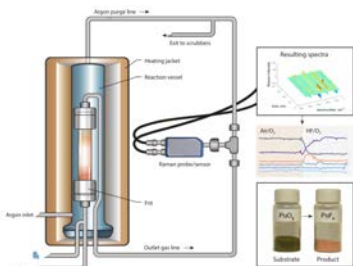


图 光纤拉曼在线监测结构图

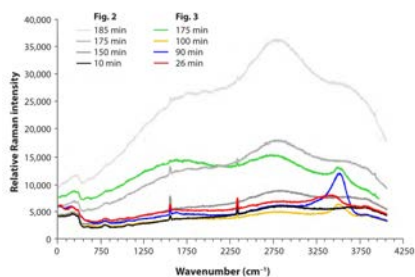


图 不同参数下的拉曼光谱图

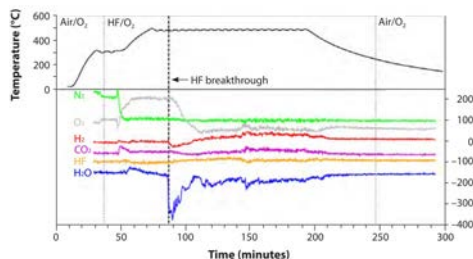


图 反应气体的拉曼光谱强度 - 时间关系图和热创面图

化学蚀变过程监控

Parruzot B[2] 等人采用光纤探头拉曼光谱技术原位监测玻璃蚀变过程，实验时不锈钢密封的光纤拉曼探头需浸泡在恒温硼酸 / 硼酸盐溶液中，拉曼光谱监测溶液的 pH 值和硼酸浓度变化，构建预测模型。通过光纤拉曼原位在线检测，可以实现近实时定量分析，也避免了环境实验干扰，如蒸发、SA/V 变化、污染物、温度等因素。

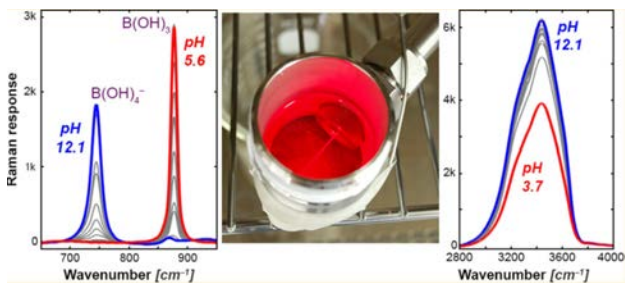


图 实验装置 (中) 和溶液 pH 值、硼酸浓度的拉曼光谱图 (左、右)

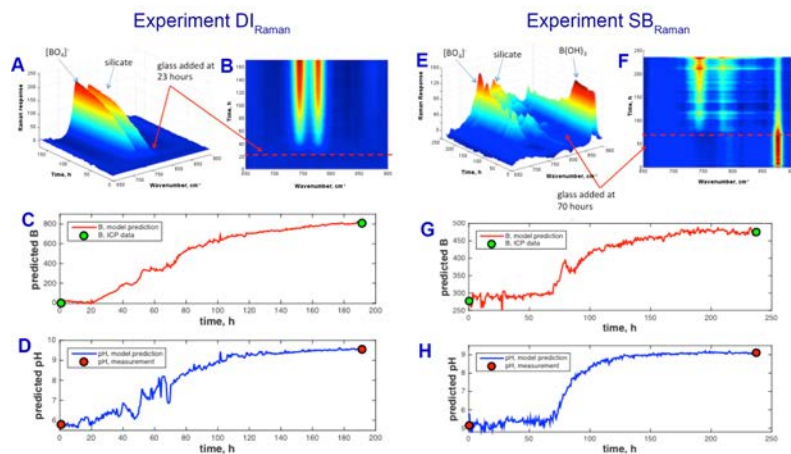


图 拉曼光谱模型图，DI (超纯水溶剂, A-D) SB (加硼酸盐溶剂, E-H)，A,B,E,F 是拉曼光谱与时间三维图；C,G 是硼酸浓度模型图；D,H 是 PH 值模型图

化学蚀变过程监控

Lu W [3] 等人应用光纤拉曼原位监测微芯片反应器中金属 - 有机物 Co-MOF-74 生长过程，实验时 FIR 和 WAVS 提供物质的原子坐标和晶格信息，拉曼和 MIR 提供分子结构信息并获得成核生长曲线。

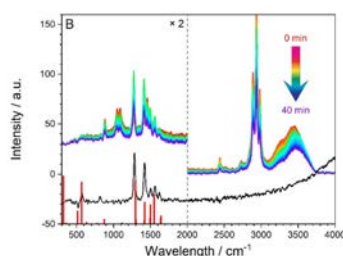
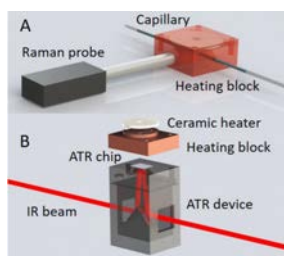


图 MOF 拉曼光谱随时间变化曲线，采用平面波密度泛函理论计算

引用文献

[1] Casella A, Carter J, Lines A, et al. In stream monitoring of off-gasses from plutonium dioxide fluorination[J]. Actinide Research Quarterly, 2019: 31-35.
 [2] Parruzot B, Ryan J V, Lines A M, et al. Method for the in situ measurement of pH and alteration extent for aluminoborosilicate glasses using Raman spectroscopy[J]. Analytical chemistry, 2018, 90(20): 11812-11819.
 [3] Lu W, Zhang E, Qian J, et al. Probing growth of metal-organic frameworks with X-ray scattering and vibrational spectroscopy[J]. Physical Chemistry Chemical Physics, 2022.