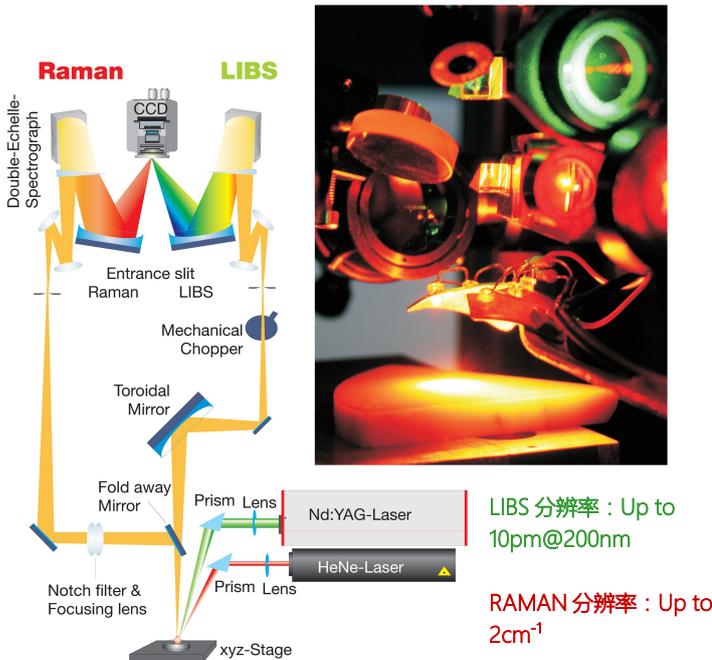


目标

- 利用一台仪器完成“微区 LIBS”(元素成份)及“微区 RAMAN”(分子结构)分析;
- 利用中阶梯 (echelle) 光谱仪的无需扫描超高分辨率技术优势结合科学级致冷型 CCD 的高灵敏度特点对 LIBS 及 RAMAN 应用全面优化;
- 探测目标: 在微米尺度存在物质分布不均匀性的工业、环境样本;
- 对于同一个“微区”探测点的分子及原子成份信息进行全面高速探测, 并实现物质成份分布 Mapping;

LIBS&RAMAN 联用技术



LIBS 分辨率: Up to 10pm@200nm

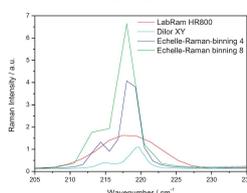
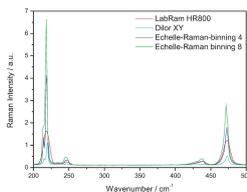
RAMAN 分辨率: Up to 2cm⁻¹

中阶梯 (ECHELLE) 拉曼 (RAMAN)

下表是以上仪器 (ARYELLE Butterfly for LIBS&RAMAN from LTB, Germany) 与两款传统的扫描型 (Dilor XY 及 LabRam HR800 from Jobin Yvon(Now the Horiba)) 的性能比较:

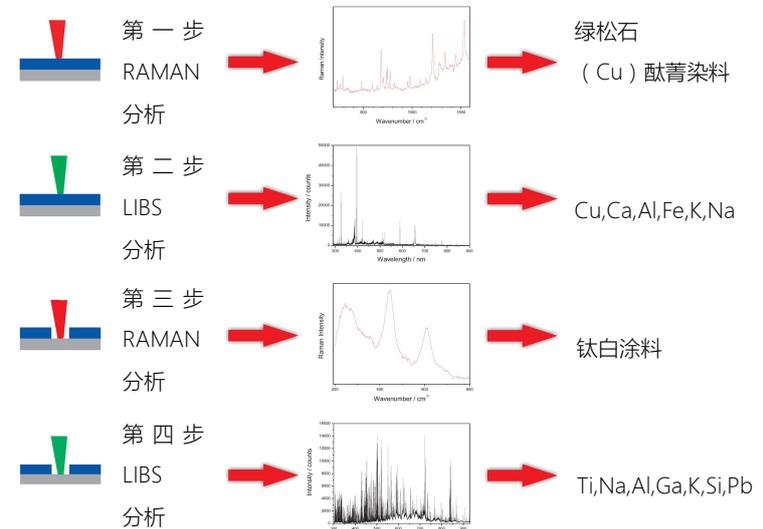
	LIBS-Raman Setup (Binning 8)	LIBS-Raman Setup (Binning 4)	LabRam HR800 (Jobin Yvon & Olympus BX41 microscope)	DILOR XY (Olympus BH2 microscope)
Detector	Thermoelectric Cooled CCD	Thermoelectric Cooled CCD	Liq. Nitrogen Cooled CCD	Liq. Nitrogen Cooled CCD
Objective	-	-	50 x	50 x
Grating	Echelle	Echelle	300 l/mm	1800 l/mm
Binning on CCD	8	4	-	-
Spot size	60 µm	60 µm	2 µm	2 µm
Irradiance [W/cm ²]	1060	1060	191 000	160 000
Pixel resolution [nm pixels]	2.09	1.05	1.95	0.31
No. of spectral windows	1	1	2	14
S/N [S@28 cm ⁻¹ , exp. time 1 - 1s]	716	438	166	105
S/N [S@472 cm ⁻¹ , exp. time 1 - 1s]	297	184	121	43

可以看到拥有 LIBS&RAMAN 联用能力的 ARYELLE BUTTERFLY 不仅拥有顶尖的光谱分辨能力, 与此同时具备卓越的灵敏度。



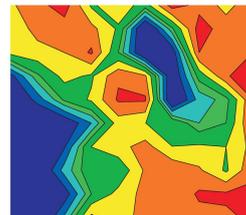
LIBS&RAMAN 分层样本解析

分层顺序探测样本表面涂层

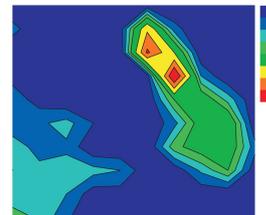


LIBS&RAMAN Mapping

- 样本: 铁矿石 (挪威, 希尔克内斯)
- 探测点尺寸: 100 微米; 栅格: 100 微米; 扫描区域 1x1mm²
- RAMAN 分析结果: 下图 Map 显示了石英 (SiO) 及透闪石 (Ca Mg Si O (OH)) 的空间分布

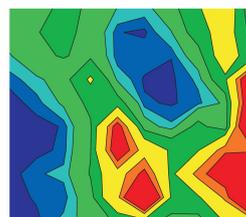


石英(463cm⁻¹)的 RAMAN Mapping

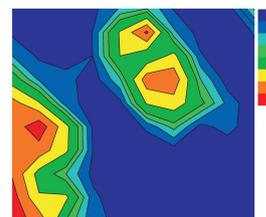


透闪石(670cm⁻¹)的 RAMAN Mapping

- LIBS 分析结果: 下图 Map 显示了 Si, O, Mg, Ca, Fe, Na, Al, Cu, Ba, Li, K 等元素的空间分布



Si/Mg (390.55 nm/518.36 nm)的 LIBS Map



Mg (518.36 nm)的 LIBS Map

结论

- LIBS&RAMAN 联用非常适合用来研究复杂成份样本的化学特性;
- 中阶梯 (ECHELLE) 光谱仪为 LIBS&RAMAN 联用提供了非常卓越的光谱解析能力及灵敏度;
- 未来的工作: LIBS&RAMAN 数据处理方法、算法的优化; 集成显微镜进一步提升空间分辨能力 (微米级)

致谢: LTB Lasertechnik Berlin 公司为我们提供了专业技术支撑; H. Stege (Doerner Institute Munich) 为我们提供了 (涂料) 样本;

contact:marek.hoehse@bam.de