

1.3 Finder 930 系列全自动化拉曼光谱分析系统

从 2003 年步入拉曼光谱领域至今，卓立汉光的技术实力不断沉淀，拉曼产品也在推陈出新，公司产品在材料、地质、生物、化学、医药、食品、刑侦等领域得到了十分广泛的应用。经过与不同行业不同客户的长期探讨，我们推出了全新一代的 Finder 930 拉曼测量系统，旨在打造一台属于国人自己的高性能、高稳定性、高性价比的高端国产激光共聚焦拉曼光谱仪。我们汲取了前几代产品的成功经验，对 Finder 930 的硬件和软件上进行了全方位升级：

① 上光路：

全自动四路激光器切换，可内置三路常用激光器及滤光片组，预留第四路（外置）激光器输入接口。

② 拉曼显微镜：

正置科研级金相显微镜，标配落射式明暗场照明，其他照明方式可升级。

③ 电动样品台：

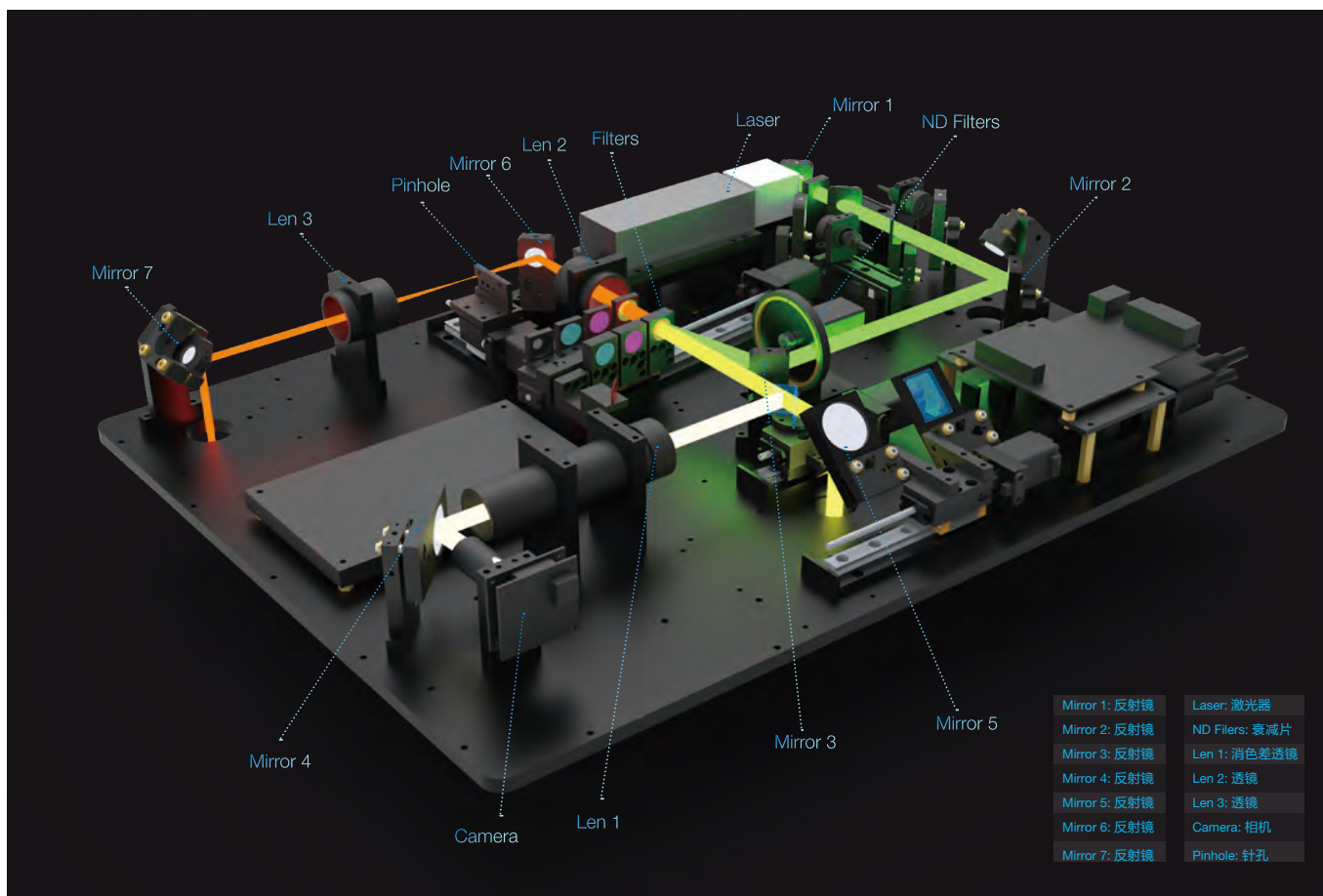
75x50mm 行程高精度电动载物台，1 μ m 定位精度。

④ 320mm 光谱仪：

F/4.2 高通光量影像校正光谱仪，1 $\times 10^{-5}$ 杂散光抑制比。



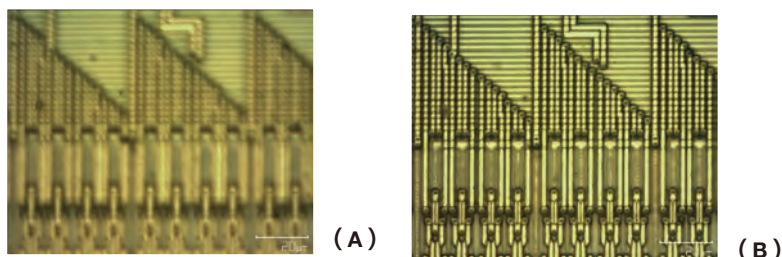
- 使用了卓立汉光全新一代的影像校正光谱仪，成像质量更加优秀，波长重复性和准确性更高，让您的实验数据更加可靠。
- 引入了高精度的自动化电动控制系统，智能控制激光切换、激光功率、共焦针孔大小，光路自动校正不仅使设备更加智能，操作更加简单，也让设备稳定性大幅提升，开机即用，无需专人维护。
- 全新架构的软件，兼容荧光 Mapping、拉曼 Mapping、荧光寿命成像、高光谱数据处理，简单易用，让您的数据分析更加方便快捷。
- 全新推出的 Finder 930，是一台具有高性能，高可靠性，高智能化的通用型分析仪器，为您的研究保驾护航。



系统特点

极高的共焦性能

当一个点光源（通常是激光）通过物镜聚焦在样品上，这一点所成的像通过探测针孔被探测器所检测，此时照明针孔和探测针孔相对于物镜焦平面是共轭的，即为共聚焦。在共聚焦显微系统中，只有被照明样品的散射光信号会被接受，这就保证了横向空间分辨率；而位于光源照明区域内，但不在焦平面上的样品信号会由于离焦而被探测针孔（空间滤波器）强烈地衰减，这也就保证了纵向空间分辨率。因此，当我们将样品沿着激光入射的方向上下移动时，可以将激光聚焦于样品的不同层，以实现样品的剖层分析。共聚焦的另外一个优点是对于透明，半透明样品，或者有较强荧光和黑体辐射背景样品来说，有较好的背景抑制的功能。



如上图所示，在宽场成像（A）中，离焦光线会显著地降低图像的分辨率和对比度；但是在共聚焦成像系统（B）中，利用针孔去除非聚焦光线，可以形成对比度和分辨率更高的图像。

最佳的系统稳定性

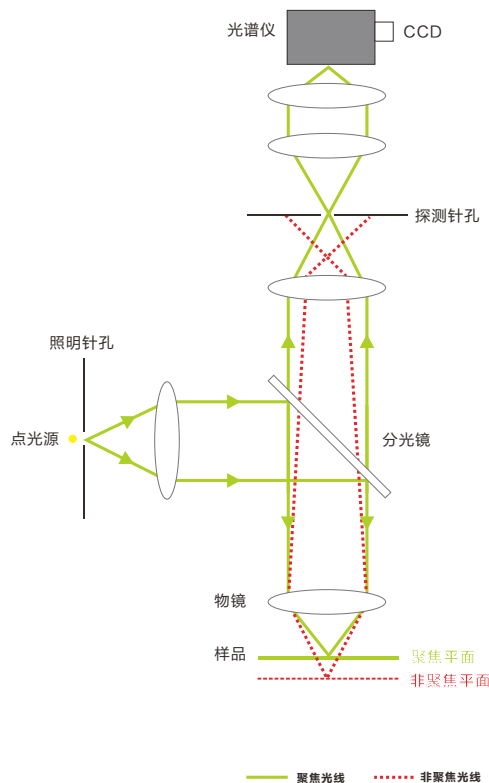
在一个有众多光学元件的光学系统里面，光学元件调节架的温漂，光路切换的重复性等问题，直接影响系统的稳定性，反映到显微共聚焦拉曼光谱系统上最直观的现象就是激光光斑的漂移。而激光光斑的漂移会带来诸多问题，最直接的影响就是共聚焦性能的降低以及系统灵敏度的下降，其次光斑漂移会对偏振等对光路准直性要求极高的实验带来影响，因此保证系统的稳定性是设计一切光学系统的首要问题。

1. 温度湿度对稳定性的影响

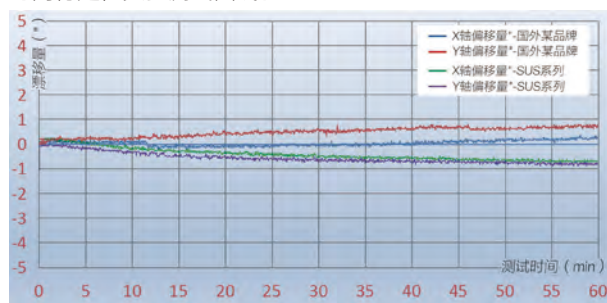
在光学系统中，光路越长，反射镜越多，那么光学调整架由于温度湿度影响而产生的漂移量就越大，激光光斑的漂移就会越严重。从共聚焦原理可以看到，共聚焦就是要把激光光斑成像到针孔上，激光光斑漂移就意味着针孔上的光斑像漂移，因此通光量就会显著下降。为了避免信号强度受到影响，因此只能把针孔变大，进而影响共聚焦性能。为了解决这个问题，Finder930 采用了激光器内置的设计，最大程度减小光路长度，同时采用受温度湿度影响形变最小的航空铝材设计制作光学元件调整架。

2. 光路切换对稳定性的影响

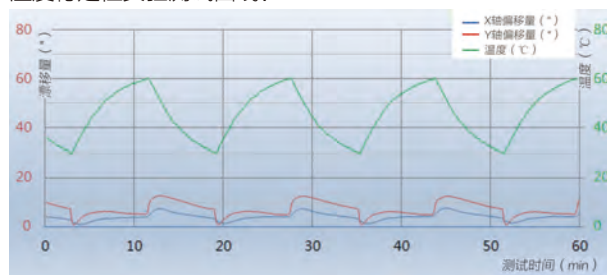
当共聚焦拉曼系统为了满足不同的实验需求配置多路激光器时，就需要进行激光器和滤光片的切换，因切换过程对定位精度和重复定位精度都有很高的要求，因此一般采用电动切换。Finder 930 在设计初期，便巧妙地将多个波长的激光器通过二向色镜进行合束并固化，在更换激光器波长时，软件会自动控制激光器的开关，并自动切换到相应的滤光片。以上的设计，保证了系统可以长期（数月）稳定工作，而不需要经常调整光路。



时间稳定性实验测试曲线：



温度稳定性实验测试曲线：



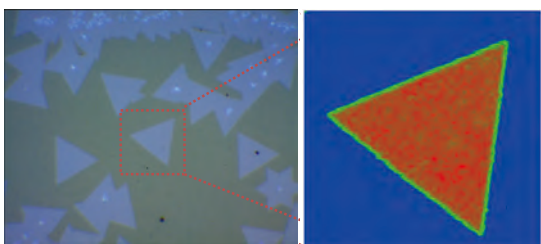
注：该曲线为实验室测试数据，环境温度 $22 \pm 2^\circ\text{C}$

极佳的光谱成像能力

从前面的原理介绍得知，拉曼光谱是用来表征物质化学成分以及研究分子性质如应力，极性，及晶体质量等属性的一种工具。而拉曼 Mapping 或者叫拉曼成像就是将研究的对象可视化的一种手段。用户可以直接从 Mapping 图像上得到如化学成分的空间分布，非常直观。既然说 Mapping 是显微图像的一种，那么 Mapping 就必须有显微图像应该具备的特点，即就是空间分辨率和成像速度。

1. 空间分辨率

空间分辨率分为横向（XY 平面）和纵向（Z 轴）两个指标，横向分辨率主要受物镜数值孔径（NA），激光器波长，共焦针孔的尺寸以及激光器光斑质量的影响，而纵向分辨率也就是我们讲的共聚焦性能，除了上面几个因素外，还跟系统的优化设计有极大的关系。经过优化过后的 Finder930，可以在 100X，0.9NA 物镜，532nm 激光测试条件下，达到横向空间分辨率 $0.5\ \mu\text{m}$ ，纵向空间分辨率 $1.79\ \mu\text{m}$ 。而我们的所有 Mapping 均可以在共聚焦情况下完成，因此保证了 Mapping 结果的空间分辨率。



2. 成像速度

Mapping 成像速度是另外一个重要的参数，主要取决于系统的灵敏度，电动台的精度以及软件的处理能力。灵敏度要高，单光谱的采集时间才可以更短，才能从本质上提升 Mapping 速度，而电动台的高精度主要是防止图像畸变，软件的 Mapping 逻辑是为了提升 Mapping 速度，做到边走边采的同步功能，软件的实时处理能力比如噪声抑制，背景扣除等功能，可以从弱信号、复杂信号当中把拉曼光谱提取出来实时显示。

2.1. 系统灵敏度：镀银反射镜，可升级宽谱介质膜；光谱仪可做镀银升级；F/4.2 通光口径；CCD 采用深制冷，背照式深耗尽芯片，峰值量子效率 >90%；1.48MHz 读出速度，可实现一秒种 100 张以上光谱采集速度。

2.2. Mapping 采集图像时，电动位移台先从原点移动至采集目标区域零点，然后依照程序设计进行逐点逐行扫描，扫描结束后，电动位移台回到扫描区域的中心点。此时可以对采集到光谱进行数据处理，得到理想的拉曼 Mapping 图像。

系统技术规格

激光波长	标配 532nm，选配 638nm、785nm
激光功率	>60mW (532nm)，>25mW (638nm)，>50mW (785nm)
拉曼频移范围	80-9000 cm^{-1} @532nm，80-6000 cm^{-1} @638nm，80-3200 cm^{-1} @785nm
显微镜	正置显微镜
样品台	标配：手动，行程 102*105mm
	选配：电动位移台，行程 75*50mm
物镜	10x，50x，100x，50x 长焦，半复消色差
落射式照明	卤素灯
光谱仪	320 mm 焦长，Czerny-Turner 式
光谱 CCD	2000x256 像素，背照式深耗尽芯片，QE>90%，可见近红外专用
光栅配置	1800g/mm@500nm Blazed
	600g/mm@500nm Blazed
	150g/mm@500nm Blazed
光谱分辨率	<1.5 cm^{-1}
信噪比	>30:1
空间分辨率（针孔 50 μm ，532nm 激发）	纵向分辨率：<2 μm
	横向分辨率：<500nm

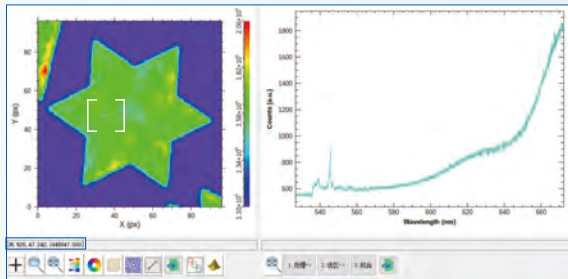
软件数据分析 (Visual Spectra)

具有强大的数据分析软件，可以对 Mapping 数据进行去基线、平滑等预处理，之后根据需求可以通过信号强度的积分、平均值、最大值等模式进行成像；此外，还可以对单峰及多峰进行数据拟合。对于输出的图像，可以进行色表匹配等美化处理。

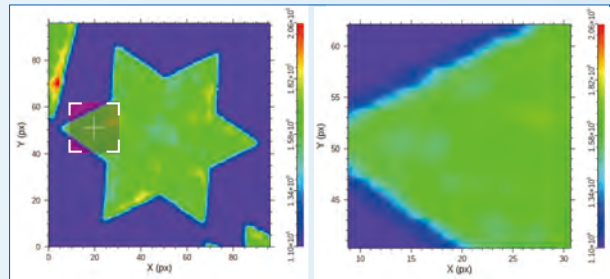
浏览数据

查看

可以查看单点数据信息，显示不同位置的光谱曲线：

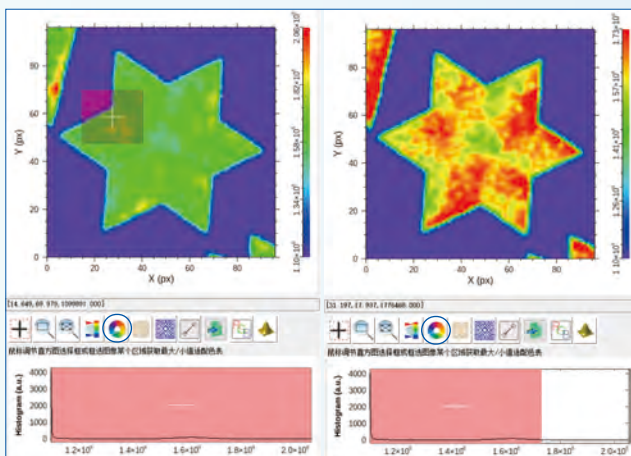


拖动鼠标，对局部图像进行放大：

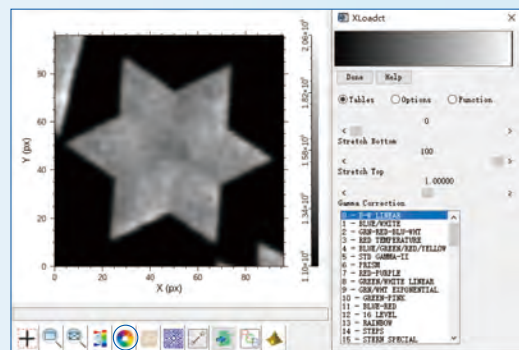


改变

改变图像对比度：

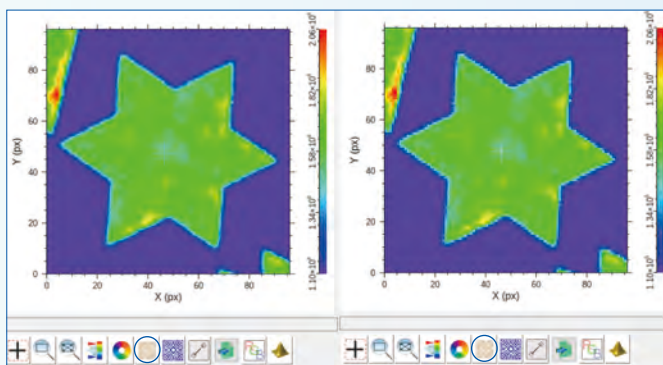


改变色表：



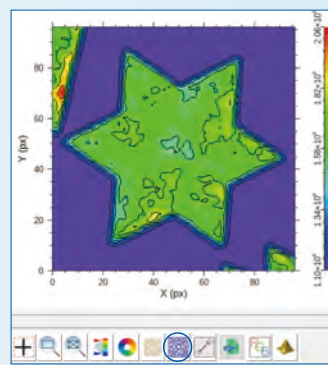
显示

默认差值显示：



关闭差值显示：

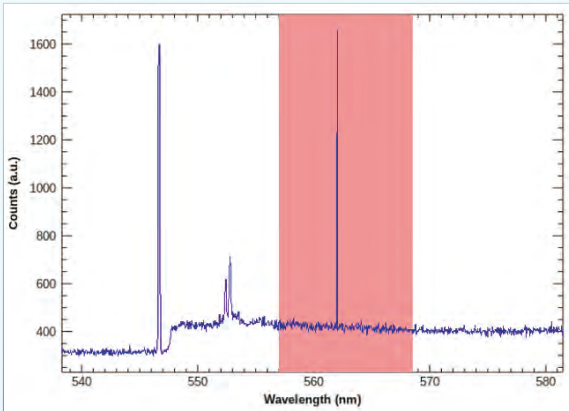
等高线显示：



光谱 Mapping 数据处理

可以对单点（全图）数据进行预处理，包括去除“宇宙射线”、光谱基底，平滑光谱曲线等。

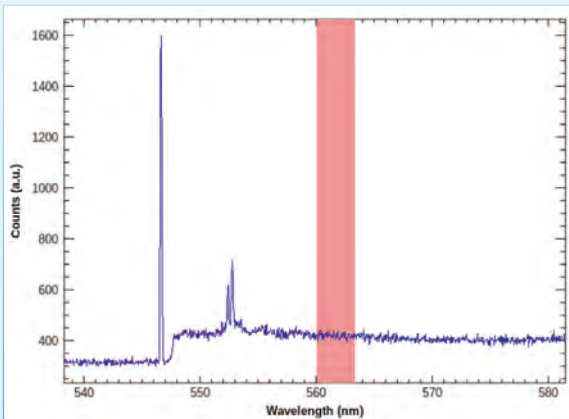
去除“宇宙射线”



1. 处理-> 2. 选区-> 3. 拟合

1. 预处理数据

当前曲线去本底	平滑当前曲线	当前曲线去杂线	当前曲线选定区域去接谱台阶
全图曲线去本底	平滑全图曲线	全图曲线去杂线	全图曲线选定区域去接谱台阶
	平滑窗口宽度		台阶阈值

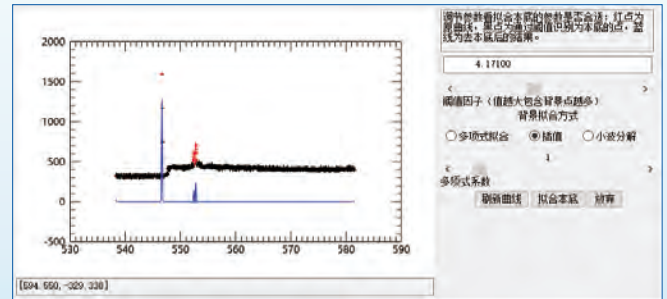


1. 处理-> 2. 选区-> 3. 拟合

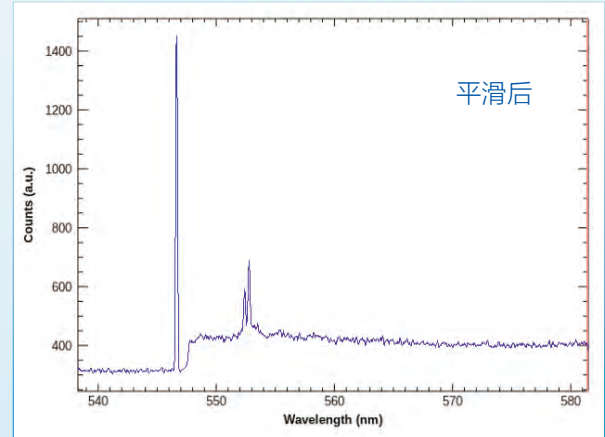
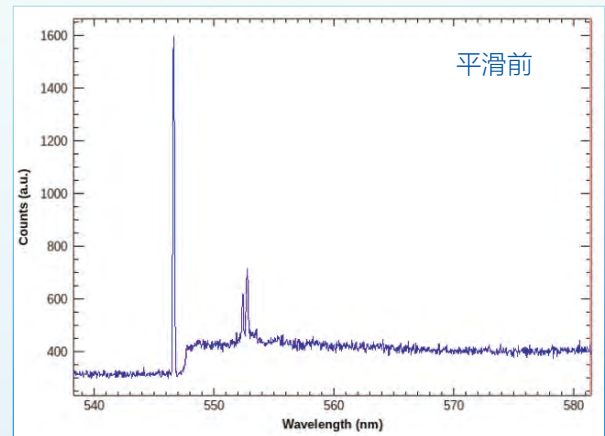
1. 预处理数据

当前曲线去本底	平滑当前曲线	当前曲线去杂线	当前曲线选定区域去接谱台阶
全图曲线去本底	平滑全图曲线	全图曲线去杂线	全图曲线选定区域去接谱台阶
	平滑窗口宽度		台阶阈值

去除光谱基底

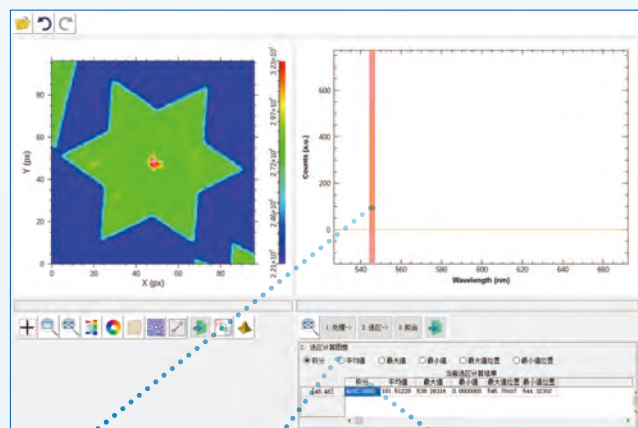


光谱平滑



单点（全图）光谱数据拟合图像显示

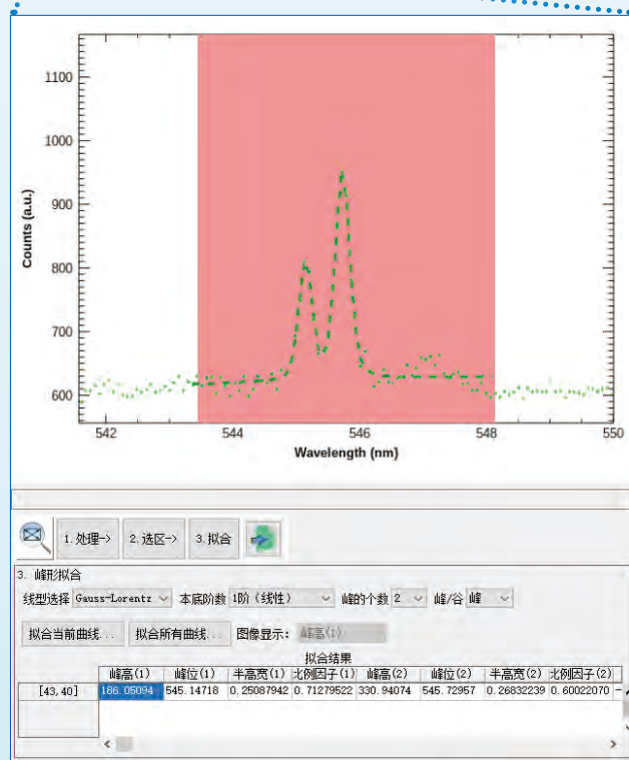
预处理完成之后，可以采用积分值、平均值、最大值、最小值、最大值位置、最小值位置的方法对每个点的光谱进行处理，获得图像。



移动这个选择框来选择光谱的一段

选择不同的方式对所有点进行统计形成左侧图像

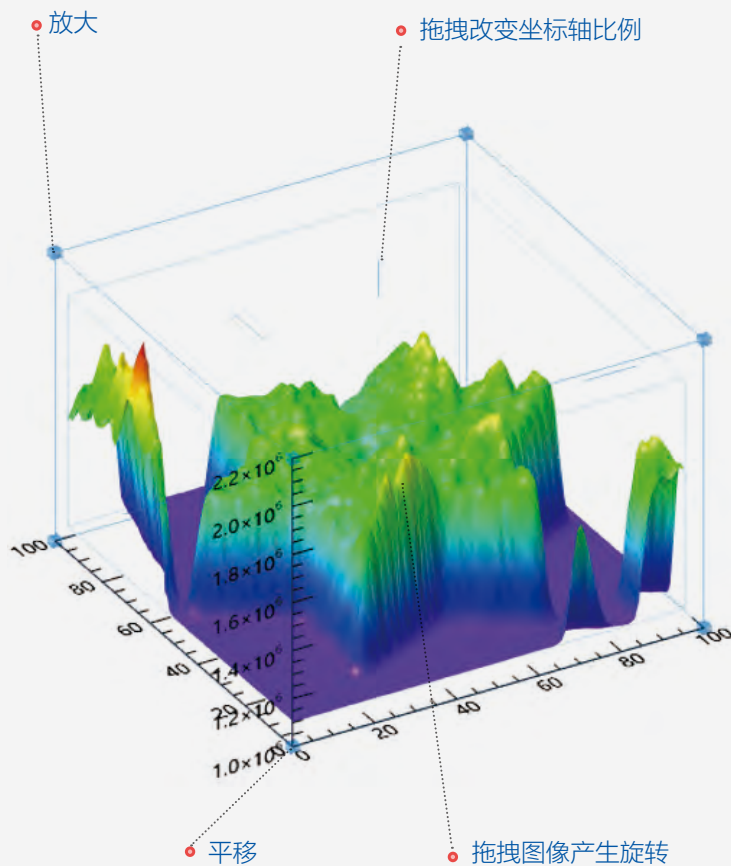
表格中显示所选光谱区间的信息



可对单点光谱数据进行不同方式的拟合，得到峰位、半高宽以及峰高等信息，并可以利用这些信息进行图像显示。

3D 图像显示

可以对 3D 图像进行旋转、平移等操作，还可以改变 Z 方向的比例。



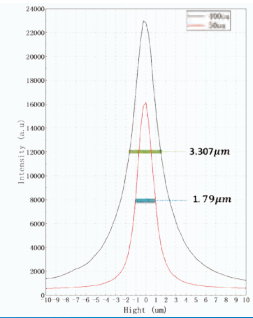
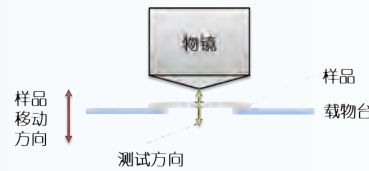
证明文件

1. 空间分辨率

纵向分辨率

测量配置:

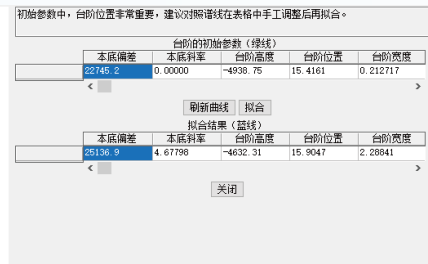
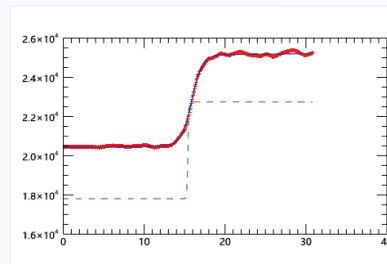
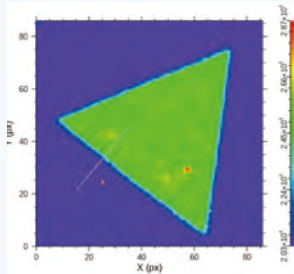
- 样品: 硅片
- 步长: 0.25 μm
- 积分时间: 0.3s
- 激光: 532nm
- 光栅: 600g/mm@500nm
- 显微物镜: 100X 暗场物镜
- 狭缝: 100 μm
- 针孔: 50 μm &400 μm
- 分辨率: 在针孔为 50 μm 时达到 1.79 μm



横向分辨率

测量配置:

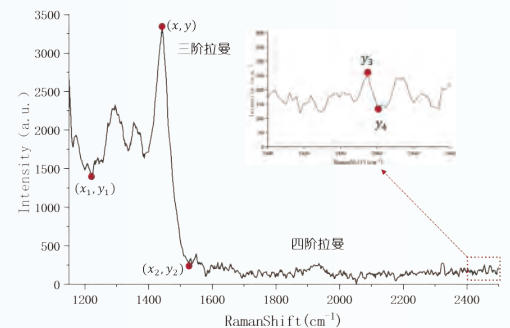
- 样品: 单层二硫化钼
- 步长: 0.2 μm
- 积分时间: 0.5s
- 激光: 532nm
- 光栅: 600g/mm@500nm
- 显微物镜: 100X 暗场物镜
- 狭缝: 100 μm
- 针孔: 50 μm
- 分辨率: 在 Mapping 图像上沿样品边缘的垂直方向取一条直线, 通过拟合此曲线可以得到仪器的横向分辨率。经实验数据拟合, 横向分辨率为 ~458nm。



2. 信噪比

测量配置:

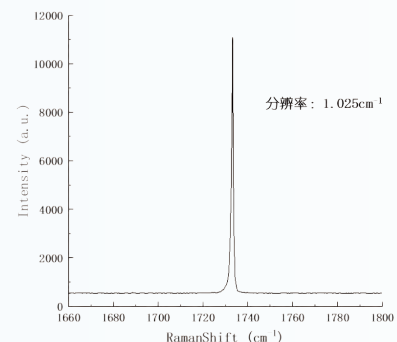
- 样品: 硅片
- 积分时间: 300s, 累计积分 1 次
- 激光: 532nm
- 光栅: 600g/mm@500nm
- 显微物镜: 100X 暗场物镜
- 狭缝: 100 μm
- 光谱范围: 1100-2500 cm^{-1}
- 实验结果: 在 50 μm 针孔配置下测量硅片的三阶和四阶拉曼峰信号, 三阶拉曼信噪比 ~35:1
- 计算方法:
- 信号强度: $Y_{\text{signal}} = y_2 - (x_2 - x) / (x_2 - x_1) (y_1 - y_2)$
- 噪声强度: $Y_{\text{noise}} = (y_3 - y_4) / 2$
- 信噪比: $\text{SNR} = Y_{\text{signal}} / Y_{\text{noise}}$



3. 光谱分辨率

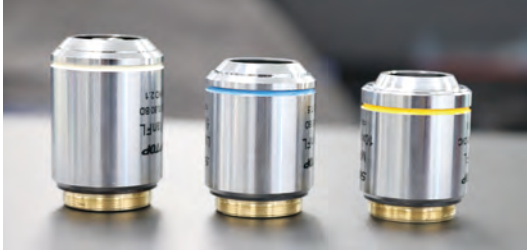
测量配置:

- 光源: 氙灯 585.25nm
- 光栅: 1800g/mm@500nm
- 显微物镜: 100X 暗场物镜
- 狭缝: 10 μm
- 针孔: 50 μm
- 光谱仪焦距: 320mm
- 实验结果: 1.025 cm^{-1}
- 光谱分辨率 (半高宽): $\leq 1.5\text{cm}^{-1}$, 典型值; 2 cm^{-1} 保证值



配件

物镜



型号及描述

SLMPLN20X: 长工作距离物镜, NA 值 0.25, 工作距离 25mm, 螺纹规格 RMS, 齐焦距离 45mm;

SLMPLN50X: 长工作距离物镜, NA 值 0.35, 工作距离 18mm, 螺纹规格 RMS, 齐焦距离 45mm;

SLMPLN100X: 长工作距离物镜, NA 值 0.6, 工作距离 7.6mm, 螺纹规格 RMS, 齐焦距离 45mm;

LMU-15X-NUV: 紫外物镜, 波段 325-500nm, NA0.3, 工作距离 8.6mm, 螺纹规格 RMS, 齐焦距离 39.1mm;

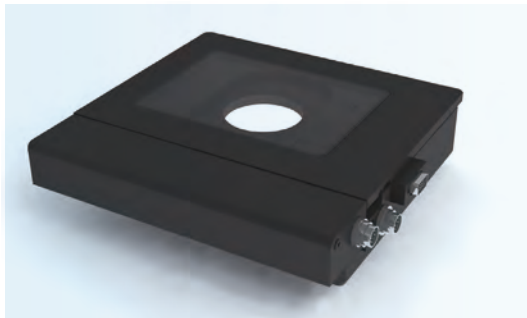
LMU-40X-NUV: 紫外物镜, 波段 325-500nm, NA0.47, 工作距离 0.8mm, 螺纹规格 RMS, 齐焦距离 34.5mm;

LMPLN10XIR: 红外物镜, 波段 700-1300nm, NA 值 0.3, 工作距离 18mm, 螺纹规格 RMS, 齐焦距离 45mm;

LCPLN50XIR: 红外物镜, 波段 700-1300nm, NA 值 0.65, 工作距离 4.5mm, 螺纹规格 RMS, 齐焦距离 45mm;

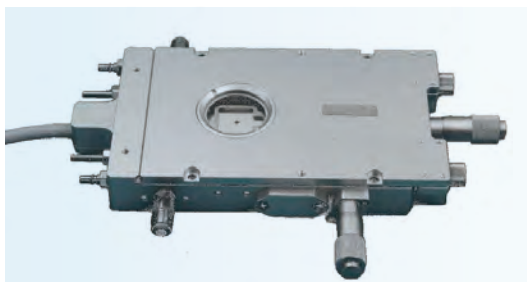
LCPLN100XIR: 红外物镜, 波段 700-1300nm, NA 值 0.85, 工作距离 1.2mm, 螺纹规格 RMS, 齐焦距离 45mm;

载物台



- 电动样品台, 70mm × 50mm 行程, 控制手柄;
- 1 μ m 定位精度, 最小步进 50nm;
- 2D Raman/PL Mapping;
- 最大承重 1kg;

变温台



- 温度范围: -190 $^{\circ}$ C ~ 600 $^{\circ}$ C;
- 温度分辨率: 0.01 $^{\circ}$ C;
- 温度稳定性: $\pm 0.05^{\circ}$ C (>25 $^{\circ}$ C) $\pm 0.1^{\circ}$ C (<25 $^{\circ}$ C);
- 最大加热速度: +150 $^{\circ}$ C /min;
- 最大制冷速度: -50 $^{\circ}$ C /min;
- 最小物镜距离: 5 mm;

电化学附件



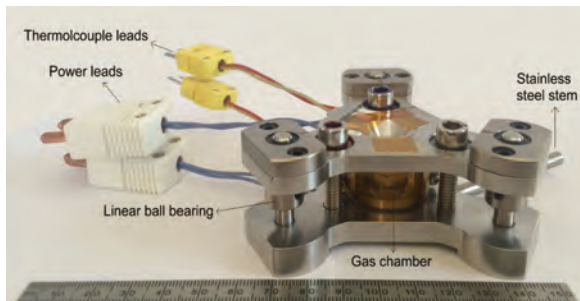
能与各式拉曼和红外光谱仪（反射式）配套进行原位条件下的光谱测试，广泛应用于化学、材料及相关领域，特别适合于电化学基础研究。本装置属研究型，可依据需要进行功能扩展。

主要特点：

- 拉曼、红外兼容；
- 可通气体；
- 不同窗口可选；
- 最小焦距 1mm；

高压腔

热液金刚石压腔是一种新型的金刚石压腔装置，能在显微镜下观察高温高压或低温高压水体系的两相变实验。它利用两个金刚石砧使处于金刚石砧中部的铼样品室垫圈压缩密封产生高达 3 到 5 个 GPa 的高压。由碳化钨支座、钼加热炉丝、陶瓷粘合剂、热电偶及摇台组成的加热组件提供高达 1000℃ 的温度。配合显微镜或激光拉曼可以观察相变过程，测量反应物的组成变化。可以用于甲烷水合物实验、H₂O 冰的高压相实验、花岗岩熔融实验、岩石矿物组合熔融实验研究和可燃有机岩、石油、蒙脱石及岩石热解实验、矿物中包裹体研究。



- 温度范围：室温到 1000℃；
- 温度精度：+/- 0.1℃；
- 加热速率：0.1 到 150℃ /min；
- 压力范围：大气压到 3GPa（标配）；
- 低温范围：到 -100℃（特殊需求）；

原位光谱拉伸装置

是一款可应用于样品拉伸条件下的红外、紫外、荧光研究的测试装置。原位红外、紫外、荧光拉伸装置根据材料所需要的拉伸作用而设计，配合相应光谱仪的结构空间需求，能够实现样品的拉伸测试要求；其结构设计上则充分考虑了实验室条件下红外、紫外、荧光测试需求，设置了相应的窗口，保证光线的透射和 90° 方向荧光出射探测。

- 位移拉伸量调节范围：0.1-20mm；
- 拉力调节范围：1-100N，精度约满量程的 ±0.3%；
- 其他拉力范围可选；