

www.zolix.com.cn

Zolix | 卓立汉光
卓立现在 着眼未来



拉曼光谱 产品 & 应用

拉曼光谱 产品 & 应用

光电仪器事业中心



光谱综合

LIBS相关

光电测试解决方案

拉曼产品相关

荧光产品相关

光机与自动化产品

卓立现在 着眼未来

北京卓立汉光仪器有限公司是一家集光学、精密机械、电子、计算机技术于一体的高新技术企业。卓立汉光自 1999 年起，通过数年的不断努力，成长为国内光电仪器知名厂商之一。目前公司的电控位移台、手动位移台、光学调整架等产品已经形成产品系列化，规格多元化，国内多家科研单位、激光加工设备厂商、光纤设备厂商在使用我们的产品。2000 年推出我司第一套量产型三光栅光谱仪后，不断推出了多套荧光、拉曼、光电探测器光谱响应、太阳能电池检测等光谱测量系统，广泛应用在众多高校和科研院所的研究与试验，为国家科技创新贡献了一份力量，产品凭借优良的品质远销欧美、东南亚等海外市场。2005 年 10 月在同行业中率先通过 ISO9001 质量管理体系 SGS 国际认证。2010 年取得国家高新技术企业认定，2016 年卓立汉光技术中心顺利通过市级技术中心评审。

卓立汉光主要经营：荧光 / 拉曼光谱系统、各类光谱测量系统、太阳能电池检测仪器、光栅光谱仪、各类型光源及探测器、电控精密位移台、手动精密位移台、光学调整架、光学平台、光学元件等系列产品。

我们诚心聆听用户的需要与批评，作为不断改进的动力，能让您满意卓立汉光的产品及服务，就是我们最大的成就。

我们坚持从设计、零件选型、制造、装配、检验、包装、运输、直到售后服务做好质量保证，就是要让您“付有所值”，以合理的价位得到优质的产品，这是我们对您选择卓立汉光真诚的回报。

卓立汉光始终以满足用户需求为宗旨，分别于上海、深圳、成都、西安设立分公司，为用户提供及时周到的销售与技术服务。“研发创新、快速反应、优质服务”是我们的经营理念，公司长期重视优质高效、短时间为客户开发产品及提供技术支持的工作。卓立汉光真诚地希望与国内外同仁携手合作，为推动我国光电产业迅猛发展做出贡献。

完善的光电系统解决方案尽在：www.zolix.com.cn



产品目录

原理篇

拉曼光谱基础知识 2

- 拉曼光谱原理 2
- 拉曼光谱技术分类 2
- 拉曼光谱应用 4
- 拉曼光谱特征 6
- 拉曼光谱技术优势 6

产品使用指导 7

- 光谱分辨率 7
- 激发光源的选择 8
- 灵敏度 8
- 空间分辨率 9

产品篇

科研级产品 - 卓立汉光拉曼产品 10

- RTS2 共聚焦拉曼光谱系统 11
- RTS-mini 共聚焦拉曼显微系统 18
- EMvision 医用拉曼光谱仪 20

分析型产品 - 卓立汉光拉曼产品 22

- Finder Vista 激光显微共聚焦拉曼光谱仪 22
- Finder Insight 科研级小型拉曼光谱仪 26
- FI-FO 便携式光纤探头拉曼光谱仪 28
- FI-Lite 液体池专用便携式拉曼光谱仪 30
- Finder Edge 手持式拉曼光谱仪 32

OEM 组件 36

- FEDU “飞度” 激光拉曼光谱仪 37

案例分享 38

研发成果 42

相关客户论文列表 43

应用篇

材料科学 45

- 石墨烯层数 45
- 氧化亚铜掺杂 46
- 硫化钨 47

环境科学 48

- 环境污染物检测 48
- 粉尘检测 49

能源冶金矿物 51

- 流体包裹体分析 51
- 润滑油定性鉴别 52
- 钻石真假鉴定 53
- 红珊瑚鉴定 54

生物医学 55

- 细胞定性识别 55
- 细胞外分泌物分析 57

食药环侦 59

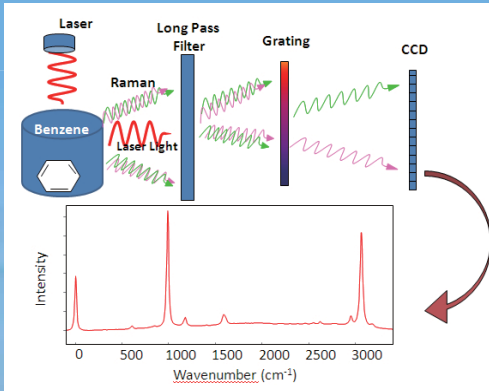
- 对乙酰氨基酚鉴定 59
- 笔迹鉴定 60
- 纤维二级结构分析 61
- 毒品检测 62
- 爆炸物检测 63
- 热敏纸定性识别 64
- 手帕纸鉴定 65
- 香烟外包装薄膜 66



拉曼光谱 基础知识

拉曼光谱原理

单色入射光与介质相互作用后，产生频率不同于原入射光且对称分布于入射光频率两侧的散射谱线的现象，称为瑞利散射；非弹性散射的散射光有比激发光波长长的和短的成分，称为拉曼散射（斯托克斯及反斯托克斯拉曼散射）。拉曼效应是光子与光学支声子相互作用的结果，源于分子振动与转动，因此从拉曼光谱中可以得到分子振动能级（点阵振动能级）与转动能级结构的信息。

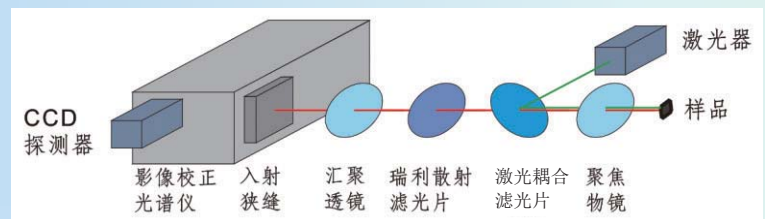


拉曼光谱技术分类

显微共聚焦拉曼光谱技术

显微拉曼光谱技术是将拉曼光谱分析技术与显微分析技术结合起来的一种应用技术。其原理是使光源、样品、探测器三点共轭聚焦，消除杂散光，信号增强。

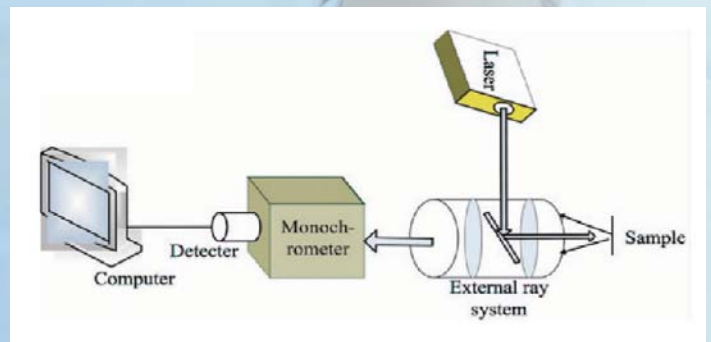
原理：从点光源发光通过透镜聚焦到被测物体上，若物体恰在焦点上，那么发射光通过透镜应当汇聚回到光源，这就是所谓的共聚焦。



2

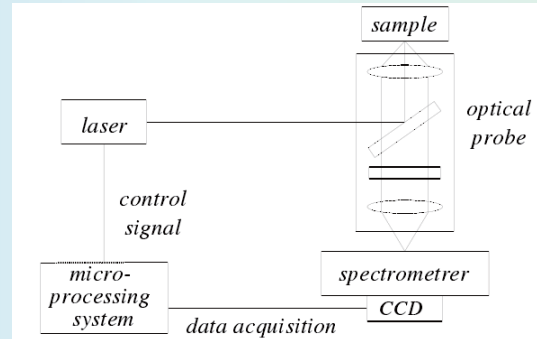
便携式拉曼光谱技术

便携式拉曼光谱仪满足现场测试的需求，具有质量轻，体积小，且容易携带等特点，已成为当今拉曼光谱仪的发展新方向。一般采用光强大、方向性强和单色性好的窄带半导体激光器作光源，由光栅、系统光路和 CCD 电路系统完成采集，PC 端或嵌入式系统完成界面交互和上层操作，便于在现场使用。



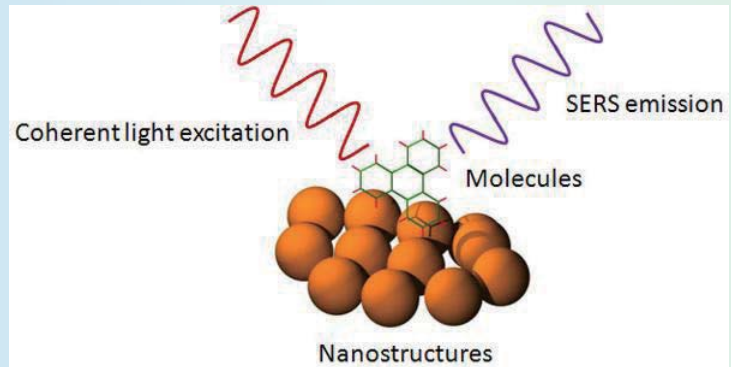
手持式拉曼光谱技术

手持式拉曼光谱系统基于市场快速检测的需求，具有较好分辨率、灵敏度，满足日常应用。手持式拉曼光谱仪由激光器、光谱仪、探测器、微处理系统和待测样品区组成。一般要求小型化，质量 <1kg，具有数据比对功能，可实现物质的快速鉴别。



表面增强拉曼光谱技术

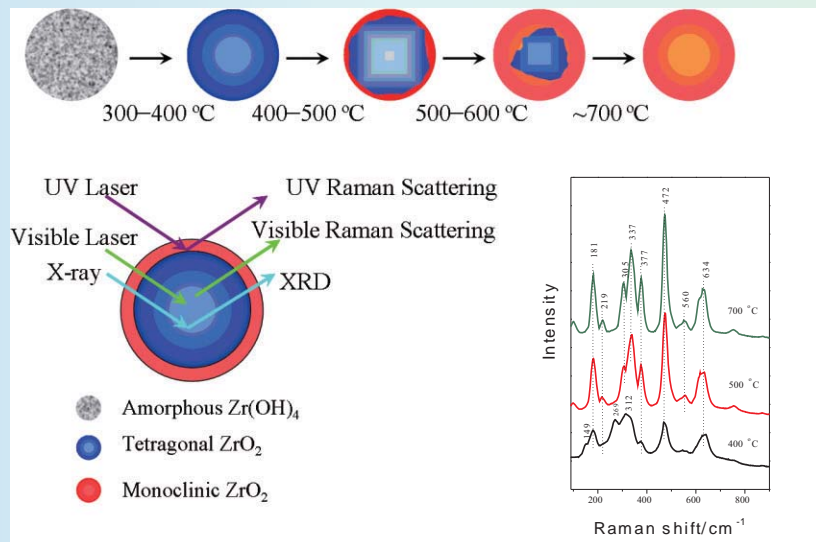
当分子被吸附到某些粗糙的金属表面上时，拉曼散射强度会极大的增强，科学界把这一现象命名为表面增强拉曼散射效应，简称 SERS。表面增强拉曼可以观测化学反应过程，实现单分子检测



5

共振拉曼光谱技术

当激发频率接近或重合于分子的一个电子吸收峰时，某特定的拉曼带强度会急剧增加，达到正常拉曼带强度的百万倍，并出现强度可与基频相比拟的泛音及组合振动，这就是共振拉曼效应(简称 RRE)。共振拉曼可选择性的激发某些组分信息，得到特定组分的共振拉曼光谱



拉曼光谱能为我们做什么

每种物质都有其独特的拉曼光谱“指纹”。不同的物质由于化学组分和分子结合情况不同，具有不同的拉曼特征峰。据此可以结合光谱分光器件、高分辨率探测器件等探测拉曼光谱，达到定性和定量分析物质的目的。拉曼光谱已在科学领域具有越来越重要的应用价值。

定性鉴别

每种物质都有其独特的拉曼光谱“指纹”。不同的物质由于化学组分和分子结合情况不同，具有不同的拉曼特征峰，达到定性分析物质的目的。

在文物鉴定领域，拉曼光谱可以检测文物有机染料、彩绘胶料、金属器、陶瓷器及残留物方面鉴定。

在宝石鉴定领域，拉曼光谱能够分析单个、多个包裹体，从而获得宝石成因及产地信息，也能用于鉴定宝石的类别 - 天然宝石或人工合成宝石。

在刑侦鉴定领域，拉曼光谱可以对笔迹进行鉴定、残留物证鉴定、印泥鉴定等。

在纺织纤维应用上，拉曼光谱可以对天然纤维真假进行鉴别、染料材料鉴别等。

针对管制品，拉曼光谱技术可以对毒品定性鉴别，也可以用于危险化学品、国家管制的化学品进行监控。

在食品安全领域，可以实现非法添加剂定性检测、农兽药残留定性分析等。

在制药方面，拉曼光谱被逐渐应用于中药定性鉴别、原辅料成分鉴定等。

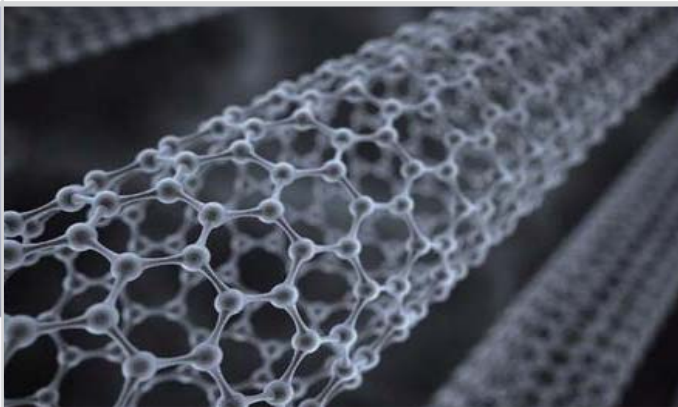
定量分析

拉曼光谱定量分析的理论依据为：
$$I = K\Phi C \int_0^b e^{-(\ln 10)(k+k')z} h(z) dz$$

在上式中 I 为光学系统收集到的样品表面拉曼信号强度； K 为分子的拉曼散射截面积； Φ 为样品表面的激光入射功率， k 、 k' 分别是入射光和散射光的吸收系数， z 为入射光和散射光通过的距离； $h(z)$ 为光学系统传输函数； b 为样品池厚度。

由上式可知，在一定条件下拉曼信号强度与产生拉曼散射的待测物浓度成正比，即 $I \propto C$ ，依据上述关系式，可以作为拉曼定量分析的应用理论依据。

实际应用过程中，通过标准浓度的样品来确定峰强和浓度之间的关系（标准曲线）后，即可进行浓度分析。对于混合物，相对峰强可以提供各种组分相对浓度的信息，与此同时，绝对峰强可以体现绝对浓度信息，拉曼定量检测目前已经逐渐被应用到科研及工业市场，如在石油行业，对煤油中芳烃、烯烃和饱和烃含量在线监测分析；建立汽油辛烷值、蒸气压、芳烃含量等指标定量分析光谱模型，对汽油进行监控；在环境领域，可以对粉尘中二氧化硅含量分析；在材料领域，聚合物成分定量分析 - 共混聚合物已经建立拉曼光谱定量分析方法。



质量分析

拉曼光谱的位移大小、强度及拉曼峰形状是判断、分析化学键、官能团的重要依据，常用于表征物质质量信息。

材料物理：对受挤压线性聚乙烯的形态、高强度纤维中紧束分子的观测，以及聚乙烯磨损碎片结晶度的测量、金刚石晶型研究等。

生物医学：蛋白质二级结构的研究、DNA 和致癌物分子间的作用、动脉硬化操作中的钙化沉积、分子的特殊基团（如氨基酸中的氨基、羧基、芳环等）与界面的相互作用、生物分子与金属表面的键合方式、DNA、RNA、卟啉在银溶胶上的吸附状态等研究。

晶体材料：研究薄膜的内应力、薄膜拉曼散射特征峰的频率、强度和半高宽与材料的组分、晶粒完整度、晶粒大小以及于衬底的晶格常数和热胀系数匹配等因素有关。

宝石：共焦显微拉曼鉴定宝石，与传统的宝石鉴定法相比，拉曼光谱给出的信息属于物质深层次信息，是物质成分、结构的综合信息，具有更大的可靠性、准确性。

偏振拉曼：提供诸如晶体、高分子材料、液晶等有序材料的分子形状以及分子取向等有用信息。偏振拉曼光谱除了可以提供常规拉曼能够给出的一般的化学识别信息之外，还可以探测有关分子取向和化学键振动对称性的信息。

质量监控

拉曼光谱实时在线监控材料制备、环境监测等过程。

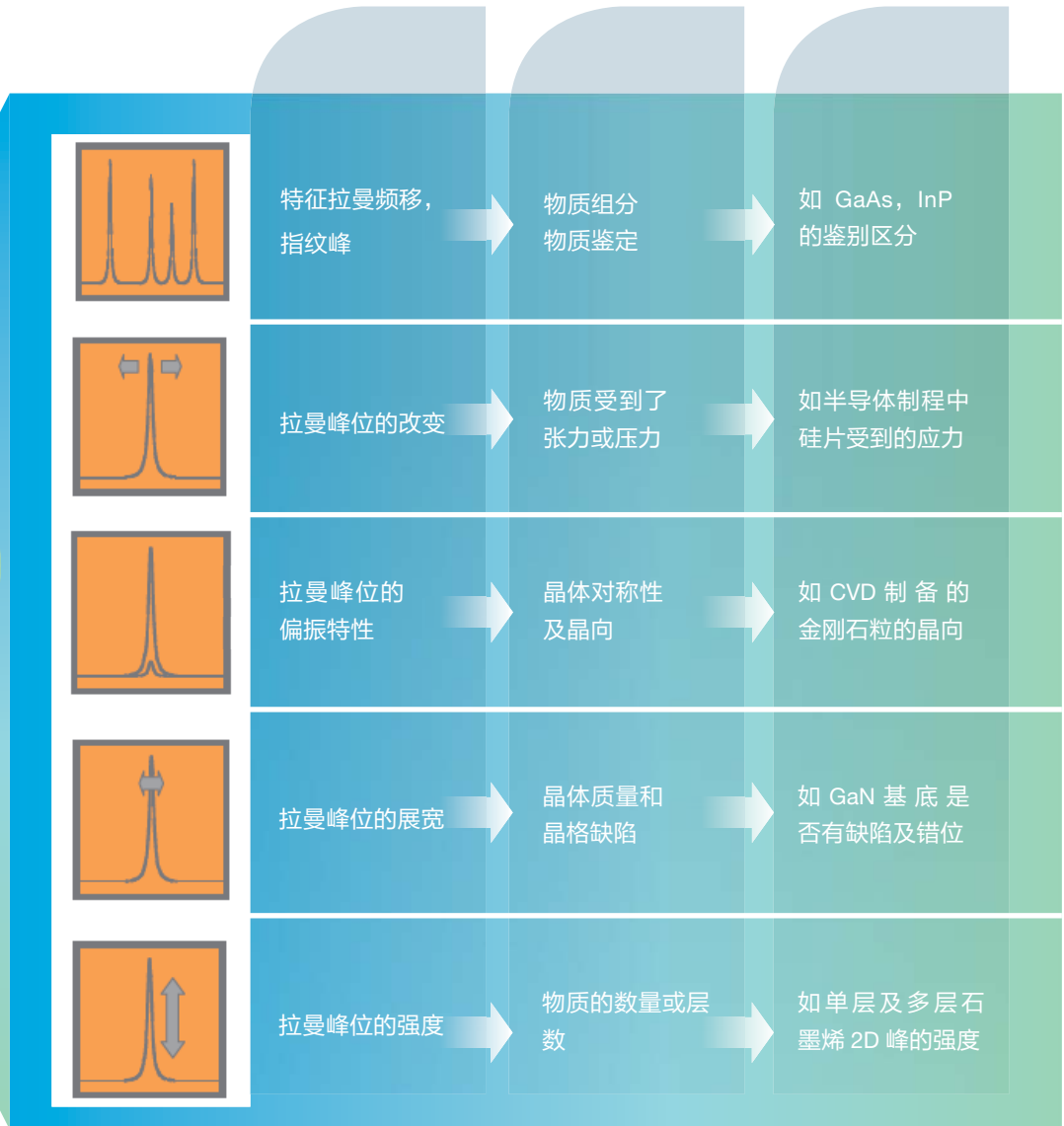
目前主要应用在复合材料应力松弛和应变过程、聚合反应过程监控、药品生产过程监控、监测药品的合成生产过程，从而从生产源头对生产过程进行监控；

光纤拉曼直接监测大量聚合物和薄膜的固化反应过程，用于表面增塑机理、聚合反应监控聚合物晶体结晶过程监控、聚合物水溶液和凝胶体系中水的结构及分子间、分子内相互作用力的研究等等。



拉曼光谱特征

拉曼光谱的强度、频移、线宽、特征峰数目以及退偏度与分子的振动能态、转动能态、对称性等特性紧密相关。



拉曼光谱技术优势

- 拉曼光谱为分子光谱检测技术 - 直接给出分子信息、谱图信息丰富
- 非接触、无损伤检测 - 样品原样检测
- 样品用量少、微区拉曼
- 灵敏度高 - 最大限度检测弱信号样品
- 测试时间短
- 含水样品检测 - 水拉曼散射极弱

产品使用指导

选配拉曼光谱仪

在选择拉曼光谱仪器时，都需要从哪几方面考虑呢？

1
分辨率

2
激发光源

3
灵敏度

4
空间分辨率

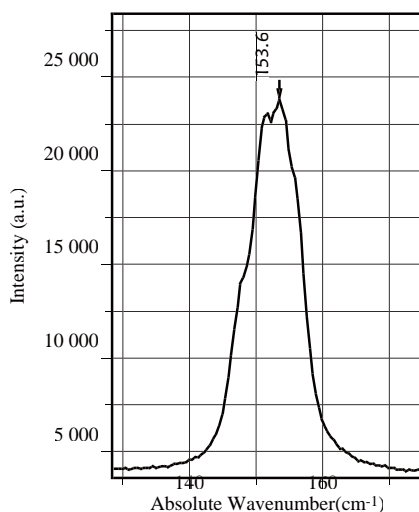
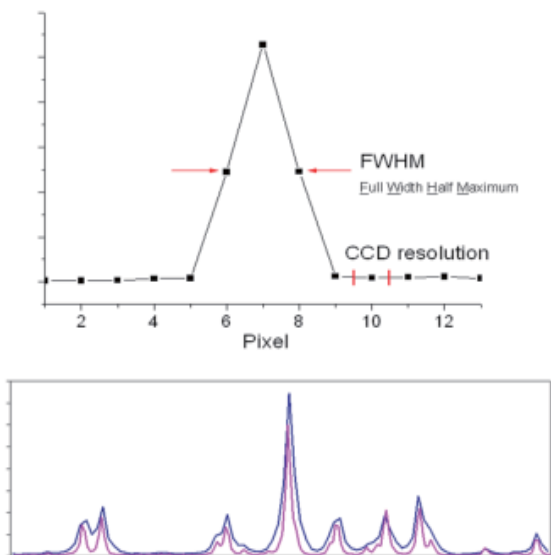
光谱分辨率

几乎所有样品的拉曼谱的半高宽都大于 2cm^{-1} ， $1\text{-}2\text{cm}^{-1}$ 的光谱分辨率已经足够大多数测试需求。但是，当受到压力、温度变化时，拉曼谱线的移动有的会不到 0.5cm^{-1} ，因此做超细研究时，分辨率差的仪器，显然是不能用的。

仪器的光谱分辨率通常采用测量原子发射谱线（氖灯、汞灯等）所得的峰形的半高宽（FWHM）来衡量。光谱分辨率是指拉曼光谱仪分辨光谱谱线细节特征的能力，定义为 R

$$R = \frac{\lambda}{\Delta\lambda} \propto M * F / W$$

M: 光栅线数; F- 谱仪焦距; W- 狭缝宽度



光谱仪中有实际意义的定义是测量单个谱线的半高宽（FWHM）。实际上，分辨率依赖于光栅的分辨本领、系统的有效焦距、狭缝宽度、系统光学像差以及其他参数。

光谱仪焦距：光谱仪焦距越长，分辨率越高，但是光强随传输距离的衰减成指数关系。

光栅刻线：刻线越密，光谱分辨率越高，但受光栅转动的机械角度限制，高分辨率光栅只适用于 UV 波段

像元尺寸：像元尺寸越小，数据点越多，光谱分辨率越高

2 激发光源的选择

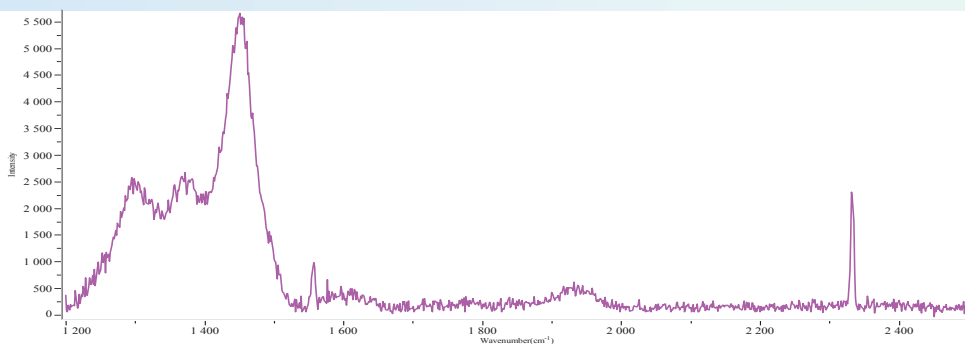
激光器的选择可以有效避免荧光的干扰，并在一定程度上获得特定峰或共振增强。通常采用激光器作为激发光源，要求单色性好、功率大、良好的稳定性等，通常一台科研级拉曼光谱仪会选多个工作波长。拉曼信号强度正比于散射光频率四次方，原则上选用避免荧光的最短波长。

- 激发频率越大，激发效果越明显，但是常伴有荧光干扰
- 激发波长越接近分子的最大吸收峰处的波长，越容易产生共振拉曼效应，拉曼信号越强
- 紫外激发，样品荧光和拉曼信号相距较远，不会有荧光干扰；近红外波长激发，荧光信号弱，荧光干扰小
- 紫外激发能量高，样品易受损伤近红外激发热效应大，样品易受热分解
- 波长越长激发深度越深

激发波长	激光器性质	应有领域	优缺点
紫外	220nm、280nm、350nm	荧光强的样品如石油，生物样品如蛋白质、DNA、RNA等，催化剂等	优点：能量高，拉曼散射效应强，高空间分辨率 缺点：容易损伤样品、激光器价格昂贵
可见	488nm、514.5nm、532nm、633nm	应用领域多，在材料、化学、化学反应等、生物医学领域都有广泛的应用，	优点：激光器技术成熟，使用最为成熟 缺点：容易受荧光干扰
近红外	785 nm、808 nm、1064 nm	荧光强的样品，生物样品如组织等，翡翠，红宝石，蓝宝石，堇青石等，	优点：有效避免荧光干扰 缺点：激发效率低、拉曼散射信号弱

3 灵敏度

拉曼信号确实难于检测，正因为如此，拉曼光谱学的测量分析方法长期不能实用化，不能推广。激光器出现之后，才出现了革命性变化，随着电子技术的发展，光敏器件的改进，微弱信号检测手段已有长足进步而且还在不断改善，拉曼灵敏度问题已经基本解决。拉曼灵敏度一般用单晶硅的三阶峰 1440cm^{-1} 信噪比表征。



空间分辨率

显微拉曼光谱仪的空间分辨率主要由两个因素确定，一是激光波长，二是所使用的物镜的数值孔径。根据光学定律，衍射极限下使用光学显微镜能达到的空间分辨率 R 可以表示为：

$$R = \frac{0.61\lambda}{NA}$$

其中 λ 是激发光波长， NA 是所使用物镜的数值孔径。例如，采用数值孔径为 0.90 的物镜，在 532 nm 激光激发下，理论上空间分辨率为 361 nm。然而，该公式是基于标准的光学显微镜的，而在显微拉曼光谱仪中实际光学过程则要复杂得多。例如，激光光子和拉曼光子的散射以及它们与样品表面的相互作用都会导致空间分辨率下降。因此，通常认为拉曼空间分辨率约为 1 微米左右，然而，对于某些“优质”样品，空间分辨率可以接近衍射极限。

由公式可以看出：较短的激光波长能够提供较高的空间分辨率；数值孔径较大的物镜能够提供较高的空间分辨率。值得注意的是，以上公式中涉及到的是横向（XY）的空间分辨率，纵向（Z）空间分辨率更为复杂一些，取决于所采用显微拉曼光谱仪的共焦设计。共焦设计在光路上安装可以调节的共焦调节装置，可以达到 1~2 微米的纵向分辨率，可以逐层分析多层薄层样品，即可以在纵向进行拉曼切片。最终能达到的纵向分辨率由激光波长、显微物镜和样品的结构决定。



图示多层复合膜结构的拉曼截面，显示出共焦显微拉曼分析微米厚度的薄层的能力，Z 方向总扫描厚度为 10 微米。

卓立汉光拉曼产品

硬实力升级优化：增强系统稳定性、拓展联用性能，升级打造应用一体机，实现一键式“傻瓜”操作，增加客户使用便捷、高效性。

软实力稳步提升：卓立汉光紧跟时代步伐，应用软件优化升级，达到测试便携性、数据处理多样性、标准谱库实用性、云平台控管性，满足客户科研、应用全方位需求。

稳固“售前+售后”服务：维持公司服务的周到性、及时性、专业性，“售前+售后”确保客户有人可寻，有人可依，保证24小时整装待发、高效完成客户的购机需求

目前卓立的拉曼产品包括自主研发的科研、便携及手持式一系列拉曼检测设备，逐渐成为国产拉曼仪器厂商的领导者。

重要历程

- ▶/ **2000年** 投入人力、物力开始研发光谱集成系统
- ▶/ **2003年** 集成化的拉曼光谱测量系统标志卓立正式步入拉曼光谱领域
- ▶/ **2008年** 获得“微振”系列紫外共振拉曼光谱仪(专利: 200920110696.8) 检测限低至 25cm^{-1} ，2009年拓展到双激发光源
- ▶/ **2014年** 高度集成化、智能化的“Finder Vista”显微共聚焦激光拉曼光谱仪
- ▶/ **2015年** “Finder One 微区激光拉曼光谱仪”性价比极佳、面向中高端科研市场的一体机
- ▶/ **2016年** “Finder Insight 小型拉曼光谱仪”(专利: 201621005194.5) 小型化、便携化 进入商业领域。
- ▶/ **2017年** “Finder Edge 手持式拉曼光谱仪”(专利: 201721372805.4) 现场移动测量，客户拓展至工业、安检等现场检测

RTS²

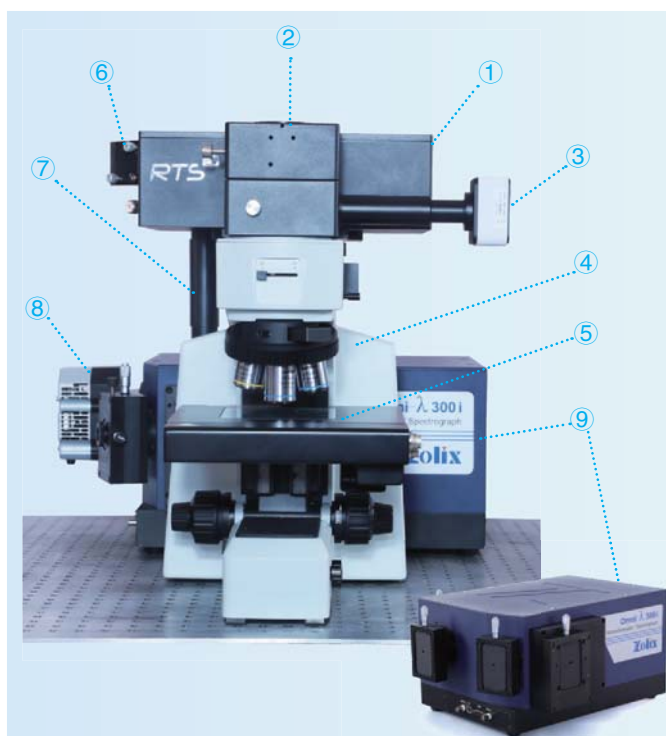
共聚焦拉曼光谱系统

RTS2 多功能激光共聚焦显微拉曼光谱系统，基于新一代显微共焦技术，具有良好扩展性，可根据需求拓展为以拉曼为主要功能的显微光谱工作站，是您科学研究的最佳选择！



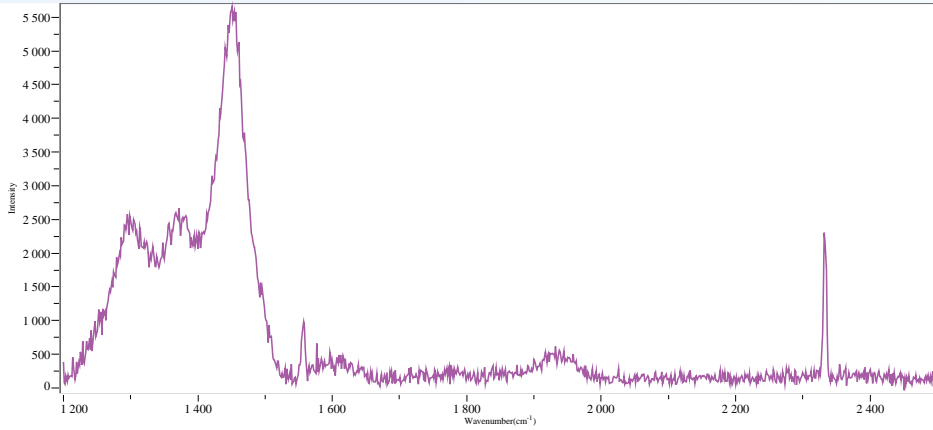
- 紧凑稳定的拉曼光路，减小光程，提高系统稳定性和重复性
- 内置 532,638,785 常用激光器，激光光路固化无需切换和调节
- 可扩展第四路单模光纤激光器或者自由光路耦合，兼容各类激光器
- 狭缝 -CCD 和光纤针孔两种耦合方式，任意切换，兼顾显微成像和共聚焦模式
- 未经任何改造的科研级正置显微镜，可保证显微镜原有功能不受影响

- 标配 320mm 焦长影像校正高通光量光谱仪，高像素深制冷光谱 CCD 相机
- 可扩展 EMCCD, ICCD, InGaAs 阵列等探测器，扩展系统功能
- 采用超高精度电动平台，1um 定位精度，可升级拉曼 Mapping 功能
- 提供与开环，闭环高低温等各类样品台等的多种联用方案
- 可与高光谱系统直接联用，进行微区透反吸，暗场散射光谱，宽场荧光光谱采集



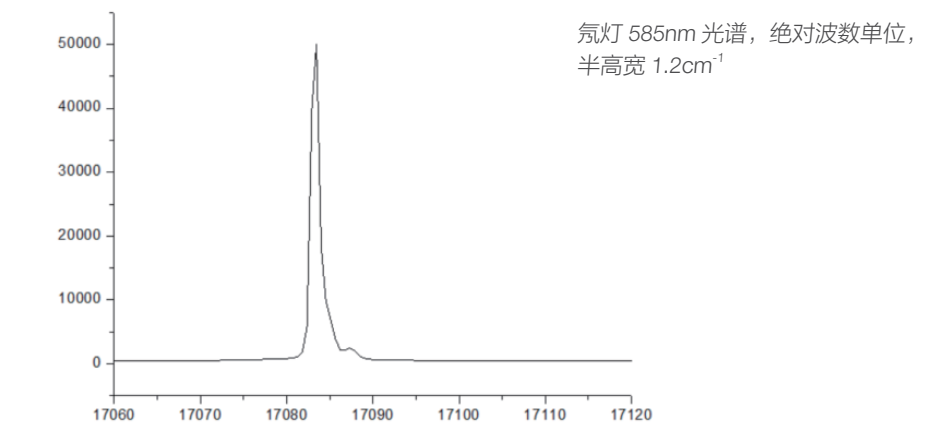
- ① 拉曼接口盒：内置常用激光器及滤光片组，扩展激光器包含自由光和单模光纤输入
- ② 光路转向控制：光路转向控制可向下和向左，与原子力，低温，探针台等外设联用，可升级振镜选项
- ③ 明视场相机：明视场相机代替目镜
- ④ 拉曼显微镜：正置科研级金相显微镜，标配落射式明暗场照明，其他照明方式可升级
- ⑤ 电动样品台：75x50mm 行程高精度电动载物台，1um 定位精度
- ⑥ 光纤共聚焦耦合：光纤共聚焦耦合为可选项，提高空间分辨率
- ⑦ CCD- 狭缝共聚焦耦合：标配自由光 CCD- 狭缝耦合方式，可使用光谱仪成像模式，高通光量
- ⑧ 光谱 CCD：背照式深耗尽型光谱 CCD 相机，200-1100nm 工作波段，峰值 QE>90%
- ⑨ 320mm 光谱仪：F/4.2 高通光量影响校正光谱仪，1x10⁻⁵ 杂散光抑制比

拉曼光谱性能指标



硅三阶峰信噪比 >20:1, 硅四阶峰可见

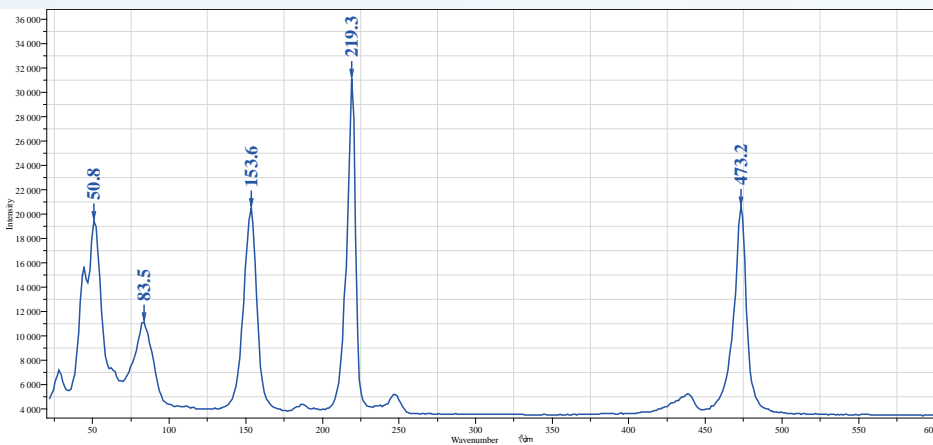
检测条件: 532nm 激光器, 100um 狭缝宽度, 50um 像元尺寸, 100x 物镜 (0.9NA), 样品上激光功率 10mW, 积分时间 300s, 累积次数 1, 600 刻线光栅



氙灯 585nm 光谱, 绝对波数单位, 半高宽 1.2cm⁻¹


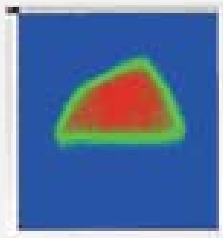
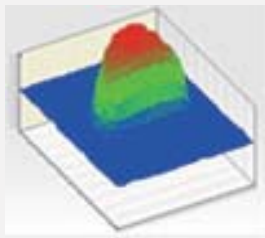

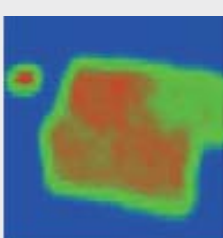
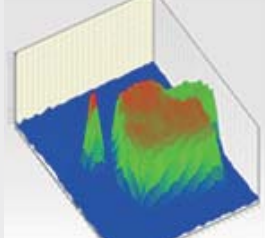
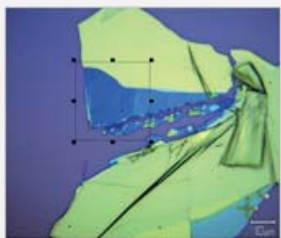
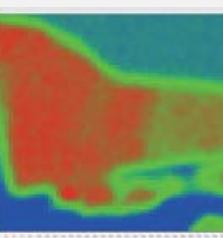
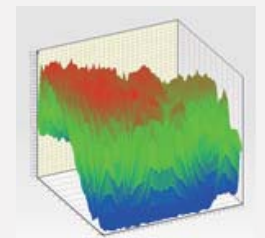

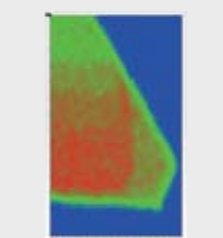
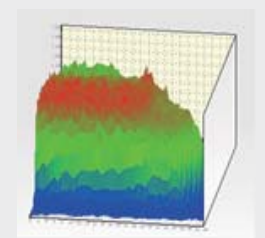
光谱分辨率 (半高宽): $\leq 1.5\text{cm}^{-1}$ 典型值, 2cm^{-1} 保证值 (320mm 光谱仪), (测量氙灯线 585nm 半高宽)

检测条件: 在可见波段: 采用氙灯测量, 10x 物镜, 1800g/mm 光栅, 光栅在 +1 级条件下工作, 狭缝宽度为 10mm。实验时将氙灯置于显微镜下, 测量谱线为 585 nm, 全半高宽 (FWHM) $\leq 1.5\text{cm}^{-1}$;



低波数性能: 80cm^{-1} 典型值, 100cm^{-1} 保证值, 样品: 硫, 积分时间 0.1s。提供 $<30\text{cm}^{-1}$ 选项

拉曼 mapping

测试样品和条件	白光图像	Mapping	3D
石墨烯样品 物镜: 50x 测试区域: 22.9 x 22.7um 分辨率: 0.5um X/Y 数据点: 50 Mapping 波长: 石墨烯 G 峰, 1580cm			
石墨烯样品 物镜: 50x 测试区域: 24.5 x 24.5um 分辨率: 0.5um X/Y 数据点: 50 Mapping 波长: 石墨烯 G 峰, 1580cm			
石墨烯样品 物镜: 50x 测试区域: 32 x 32um 分辨率: 0.5um			
MoS2 样品 物镜: 50x 测试区域: 23 x 34um 分辨率: 0.5um			





灵活的配置模式



RTS2 倒置共聚焦拉曼系统

针对生命科学的客户，我司提供基于 Nikon Ti-2U 双层光路倒置显微镜的共聚焦拉曼光谱解决方案，倒置显微镜的所有功能均可配置，可同时满足包含共聚焦拉曼光谱及 mapping，宽场荧光成像，宽场荧光光谱，暗场散射光谱等功能。



RTS2 显微高光谱系统

高光谱成像仪（也称光谱相机或高光谱相机、高光谱仪），是将分光元件与面阵列相机完美结合，可同时、快速获取光谱和影像信息；可应用于诸多领域的科学研究及工业自动化检测。

卓立汉光运用我司“谱王” (OmniImager) 系列高光谱系统，打造了显微高光谱系统，“谱王” (OmniImager) 系列采用高衍射效率的透

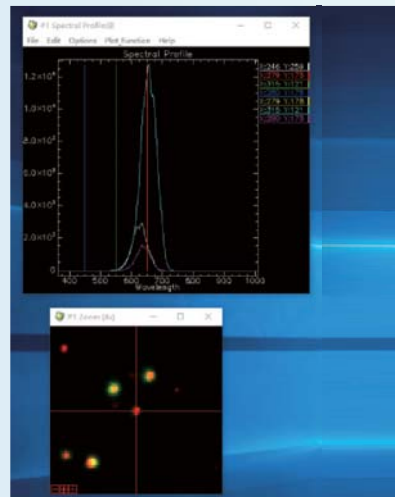


显微高光谱系统基本参数

- 光谱范围：400-1000nm（900-1700nm 可选）
- 光谱分辨率：2.8nm
- 扫描速度：15s/cube

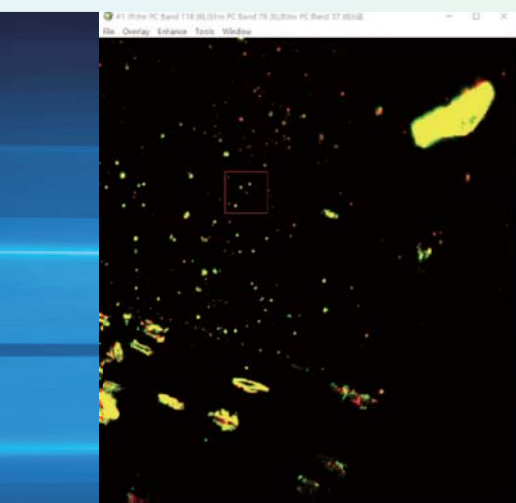
显微高光谱系统可实现

- 显微透反吸高光谱
- 宽场荧光高光谱
- 暗场散射高光谱（下图），左部为高光谱相机拍摄的高光谱图像，颗粒颜色为根据光谱中心波长及带宽合成的伪彩图，右部为局部高光谱图及单颗粒的光谱





射式光栅分光模组与高灵敏度面阵列相机、结合专利的内置扫描成像，自动调焦及辅助摄像头技术，可与标准 C 接口的成像镜头或正置 / 倒置显微镜直接集成，实现光谱影像的快速采集。



3

RTS2 双谱仪动高压时间分辨拉曼系统

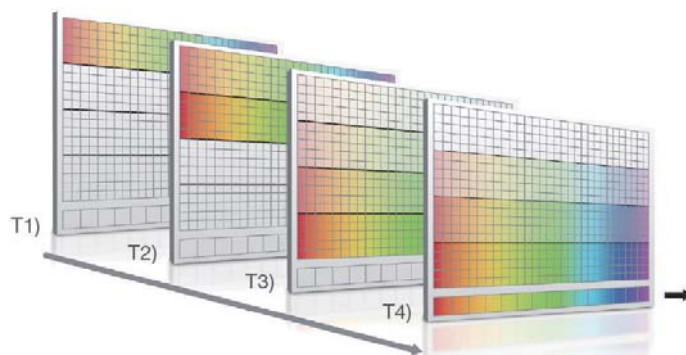
在标准 RTS2 共聚焦显微拉曼光谱仪基础上，可通过加配 ICCD 和光纤共聚焦选项，直接升级快速动力学显微光谱系统。

ICCD 的快速动力学模式的主要应用之一为不可重复的单次事件的快速记录，如等离子放电，化学反应中间态光谱及其他 transient 事件的观察。



快速动力学将快速采集性能发挥到极致：

- 对不可重复事件进行超快采集：采样率由纵向转移速度和实际使用的行数决定
- 片上存储技术，直接利用芯片本身作为序列寄存器
- 25,000 Hz 或者 40us 光谱采集速度（1024x255 格式芯片）直至芯片被数据充满，配合双 ICCD 光谱仪，可获得最快 20us 的快速反应过程。
- 完全软件控制



灵活的配置模式



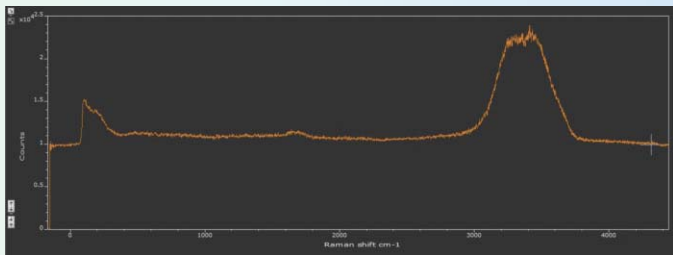
RTS2 脉冲拉曼系统

在某些实验环境下，背景光信号的光谱为连续谱，光谱范围覆盖整个可见光波段，且无法隔绝，光强也较大，如：日光照射，1500° 以上的黑体背景辐射的情况下，可使用脉冲拉曼，把样品的拉曼信号从背景信号当中提取出来。

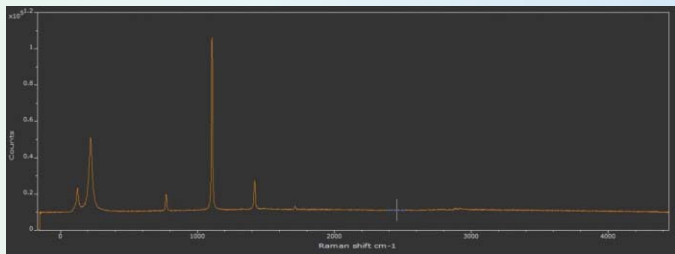
另外在某些荧光背景比较强烈的实验情况下，可以利用拉曼信号与荧光信号寿命不同的原理，利用 ICCD 的门控信号，从时序上把拉曼信号与荧光信号分隔开来，达到从荧光信号当中提取拉曼信号的目的。

将标准 RTS2 系统的 CCD 更换为 ICCD，并配置特殊的脉冲激光器，即可进行脉冲拉曼实验。

脉冲拉曼适用应用：超高温拉曼 >1500°；远程拉曼（日光环境）；荧光环境（荧光寿命 >10ns）



水的脉冲拉曼信号（远程）

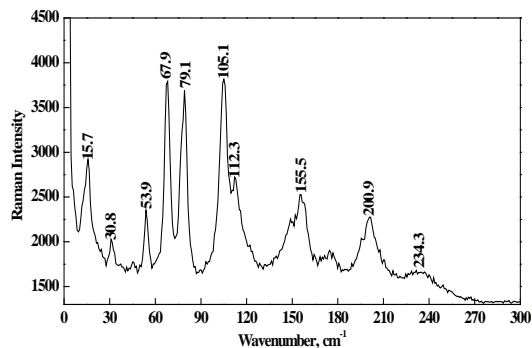
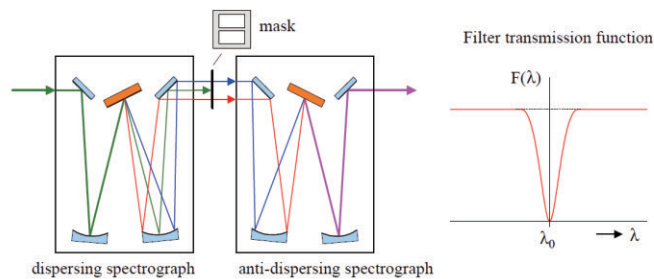


硝酸钠的脉冲拉曼信号（远程）



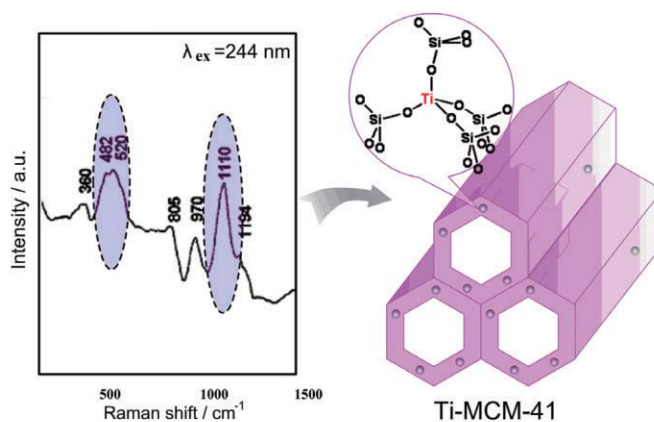
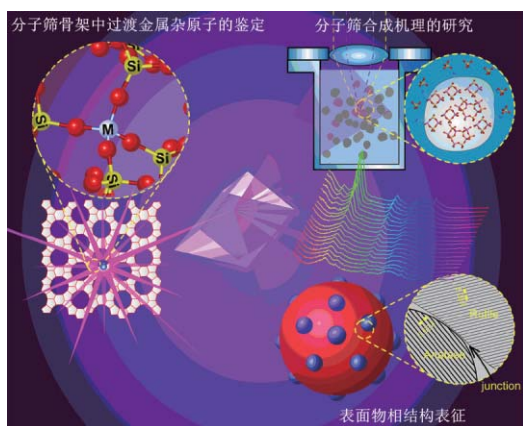
三级联光谱仪选项

三级联光谱仪工作在减模式下时，前两级谱仪配合斯托克斯-反斯托克斯附件，可等同于一个可调中心波长带阻滤光片（notch filter），前两级谱仪采用 500mm 焦长的级联模式，可以获得超高杂散光抑制比，适用于可调谐激光波长的可见或紫外共振拉曼，或者超低波数拉曼。



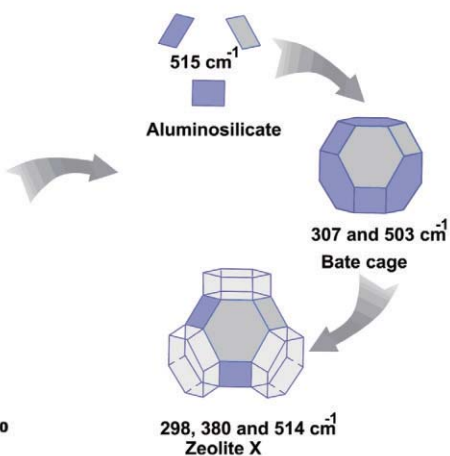
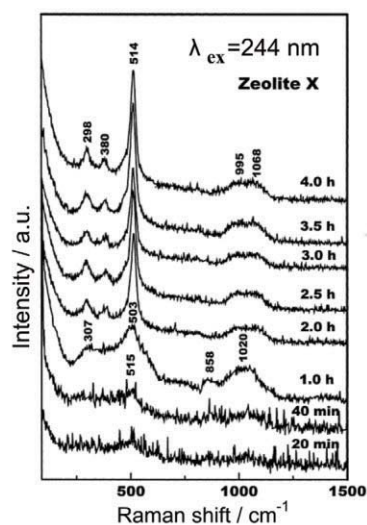
减模式下 532 激发的左旋色氨酸拉曼光谱

应用实例:

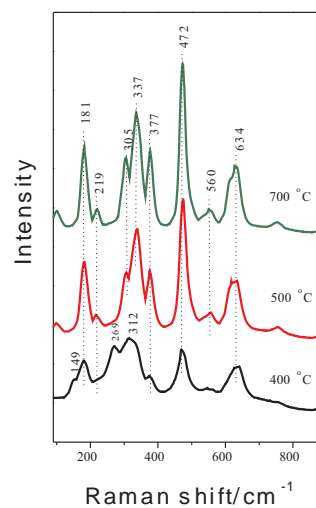
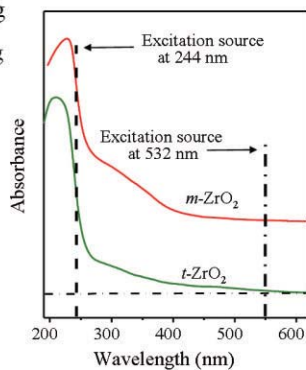
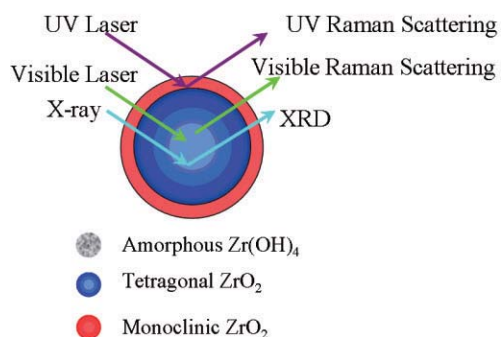
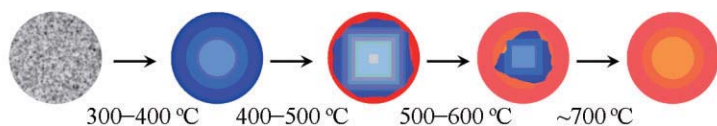


紫外共振拉曼光谱在催化材料研究中的应用

微孔 - 介孔材料骨架中超低含量的孤立的过渡金属离子 (例如 Ti-MCM-41) 能够通过紫外共振拉曼光谱可靠、准确地鉴别出来。



利用紫外拉曼避开荧光和增加灵敏度的特点, 可以对分子筛合成过程中的合成前体、中间物以及分子筛晶体的演化过程进行研究。



紫外拉曼光谱可以选择性地得到在紫外区具有强吸收的物质 (例如 TiO_2 和 ZrO_2) 的表面相信息

RTS^{mini}共聚焦拉曼
光谱系统

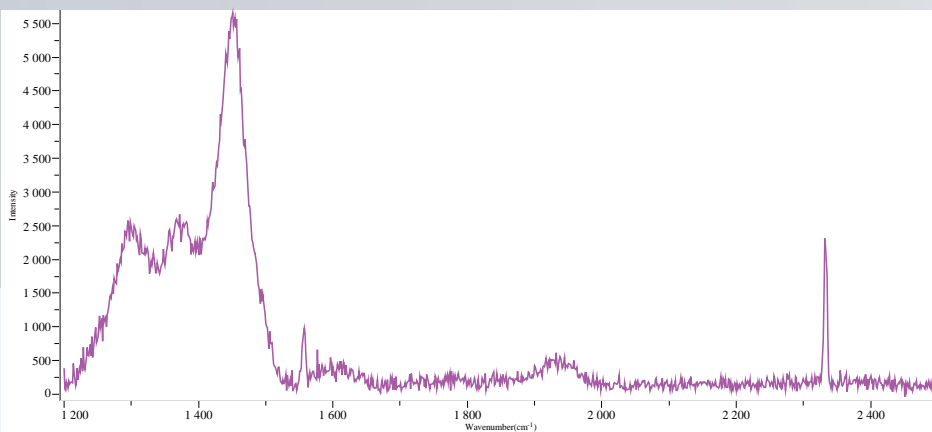
拥有 Plug-in 特点的 RTS-mini 共聚焦拉曼显微系统，可跟多种显微镜和光谱仪联用，提供最佳的灵敏度和空间分辨率。除了在现有的显微镜上升级共聚焦系统外，通过灵活地配置光谱仪和探测器，可以打造出针对客户应用的专属系统配置。广泛用于各类工业应用，如质检，安检，刑侦，生物医疗，制药等需要高拉曼灵敏度的应用领域，并且由于可提供免费的软件开发包，并且提供 Micromanager 接口，使得系统的后续开发及联用工作可以轻松展开。

RTS-mini 由共聚焦接口盒，显微镜和光谱仪组成，可以按照客户要求各种配置。

共聚焦接口盒，可提供 532,638,785 三个波长

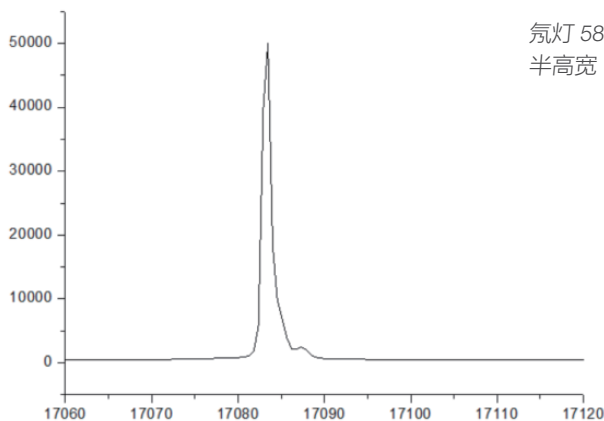
激光波长 (nm)	532	638	785
激光功率 (mW)	100	50	100
拉曼频移范围 (cm ⁻¹)	80-9000	80-6000	80-3200
显微镜	只兼容正置显微镜		
样品台	手动，电动可选		
物镜	10x, 50x, 100x, 50x 长焦，半复消色差		
落射式照明	卤素灯		
光谱仪	320 mm 焦长，Czerny-Turner 式		
光谱 CCD	2000x256 像素，背照式深耗尽芯片，QE>90%，可见近红外专用		
光栅配置	1800g/500nm blazed 600g/500nm blazed 150g/500nm blazed	1200g/750nm blazed 600g/750nm blazed 150g/750nm blazed	600g/750nm blazed 300g/750nm blazed 150g/750nm blazed
光谱分辨率	1.5	1.5	2.3

拉曼光谱性能指标



硅三阶峰信噪比>20:1, 硅四阶峰可见

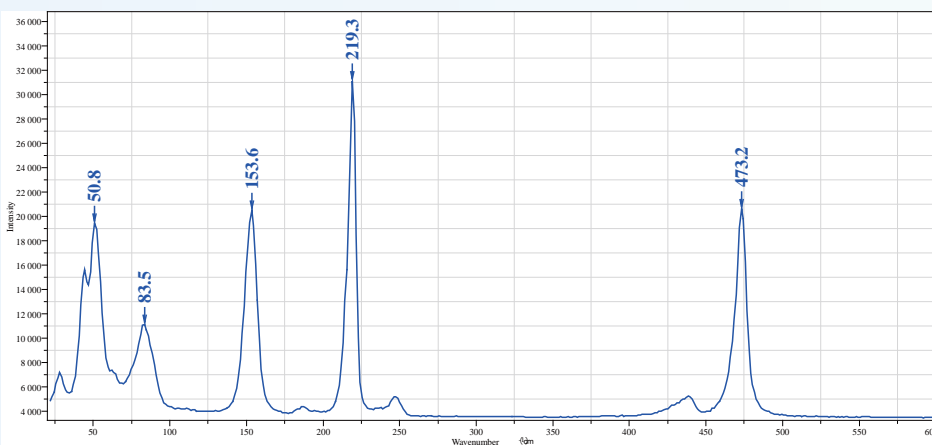
检测条件: 532nm 激光器, 100um 狭缝宽度, 50um 像元尺寸, 100x 物镜 (0.9NA), 样品上激光功率 10mW, 积分时间 300s, 累积次数 1, 600 刻线光栅



氖灯 585nm 光谱, 绝对波数单位, 半高宽 1.2cm⁻¹

光谱分辨率 (半高宽): $\leq 1.5\text{cm}^{-1}$ 典型值, 2cm^{-1} 保证值 (320mm 光谱仪), (测量氖灯线 585nm 半高宽)

检测条件: 在可见波段: 采用氖灯测量, 10x 物镜, 1800g/mm 光栅, 光栅在 +1 级条件下工作, 狭缝宽度为 10mm。实验时将氖灯置于显微镜下, 测量谱线为 585 nm, 全半高宽 (FWHM) $\leq 1.5\text{cm}^{-1}$;



低波数性能: 80cm^{-1} 典型值, 100cm^{-1} 保证值, 样品: 硫, 积分时间 0.1s。提供 $<30\text{cm}^{-1}$ 选项

EMvision 医用拉曼光谱仪



北京卓立汉光仪器有限公司引进美国 EMvision 医用拉曼探头及高通量透射式光栅拉曼光谱仪，配合深制冷 CCD，打造了临床外科手术中病变实时拉曼检测系统。

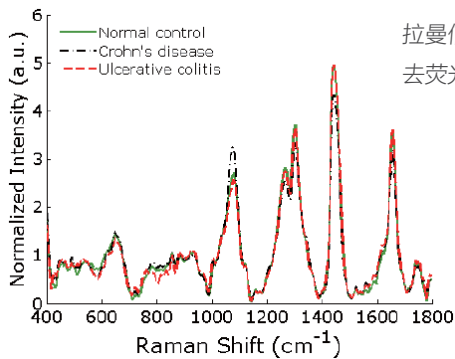
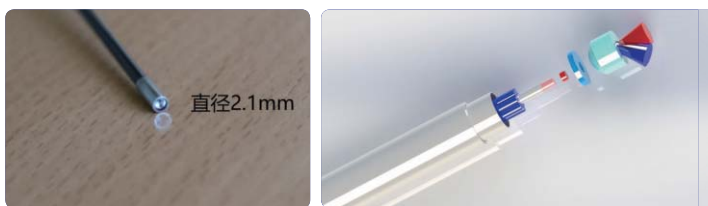
EMvision 有着超过 30 年超细拉曼探头制造经验，其产品广泛用于各种高灵敏需求实验，如消化道检测，开颅手术脑肿瘤检测，其独特的设计使得拉曼信号收集得到优化，采用医用尼龙光纤包层和不锈钢探头封装，是目前唯一商业化的拉曼内窥镜探头。

除了常规的 2.1mm 内窥镜探头外，更可定制 1.65, 0.9mm 的超细探头，用于动脉血栓的检测。

专利即插即用光纤接口，无需任何调节

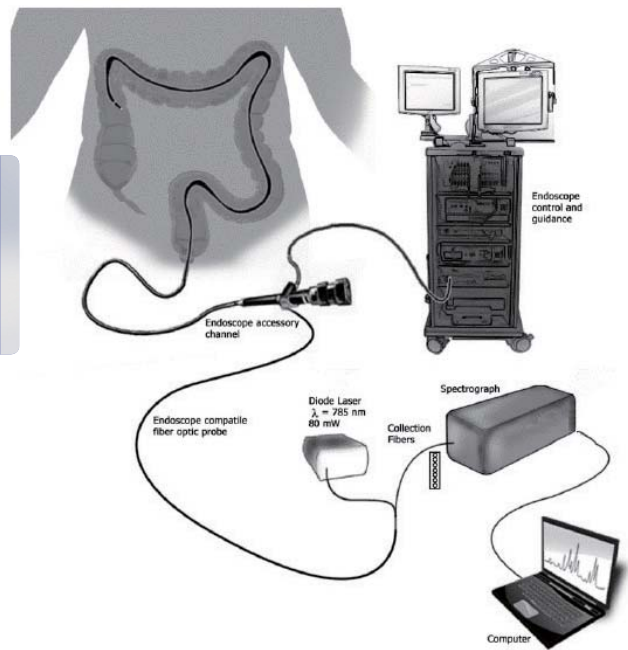
内窥拉曼探头及光谱系统 - Endoscopic Raman Probe

探头直径 2.1mm，长 6.5mm，安装 500um 焦距大 F 数微透镜，可直接进入内窥镜活检孔，配合内窥镜进行消化道肿瘤浅表拉曼信号的采集



拉曼信号为多组信号平均值，去荧光背景，以及噪声处理

正常肠道组织，阶段性肠炎，溃疡性肠炎拉曼信号对比



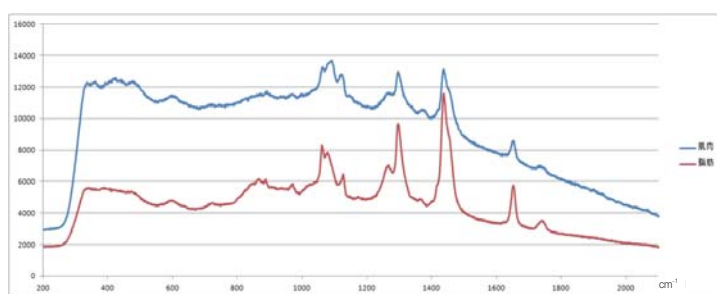
肠道拉曼内窥镜系统示意图

2 体外多功能拉曼探头及光谱系统

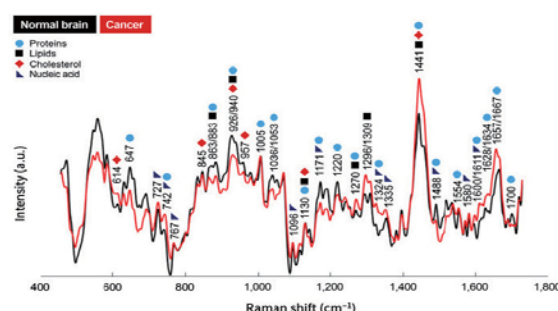
探头尖端 2.1mm，安装 500um 焦距大 F 数微透镜，适用于皮肤，脑外科手术等临床探测



多功能探头为体外探头，广泛用于神经外科，皮肤科，口腔科等检测。除拉曼以外，额外增加一进一出两根光纤，可用自发荧光谱（IFS）或漫反射谱（DS）辅助拉曼进行结果判定





肌肉与脂肪的拉曼光谱差异



正常脑组织和脑肿瘤拉曼光谱的差异

参数表

<p>拉曼光谱仪</p>	<p>光谱仪结构：VPH 透射光栅光谱仪；激光激发波长：785 nm 拉曼频移范围：350 cm^{-1} to 2,100 cm^{-1}；光谱仪入口狭缝：50-300 microns 光谱仪 F/# 通光口径：f/2.2；光谱仪分辨率：优于 10cm^{-1} 光谱仪接口：专利即插即用卡口；瑞利线截止能力：OD > 9 @ 785 nm</p>
<p>光谱 CCD</p>	<p>具有高像素分辨率的 CCD 芯片，分辨率 2000x256 可见近红外拉曼专用 CCD，量子效率在 700nm-870nm 区间处 >90%， 深制冷温度至 -60℃；读出噪声 < 5 电子 / 像元</p>
	<p>高灵敏度光纤探头（内窥镜版本） Y 型光纤，分为激光端，光谱仪端和样品端。医用尼龙包层，可直接用于皮肤，脑组织等生物样品拉曼检测。 激光端：FC/PC 光纤接口，300um 芯径光纤，单芯 光谱仪端：专利即插即用接口，300um 芯径光纤，6 芯，排成一行 样品端：探头尾部直径 <2.1mm，金属部分长度 6.5mm。样品端包含 785 的干涉滤光片，785 的高通滤光片，微透镜，焦距 500um。光纤总长度 3 米</p>
 <p>体外多功能拉曼探头</p>	<p>高灵敏度光纤探头（非内窥镜版本） Y 型光纤，分为激光端，光谱仪端和样品端。医用尼龙包层，可直接用于皮肤，脑组织等生物样品拉曼检测。 激光端：FC/PC 光纤接口，300um 芯径光纤，单芯 光谱仪端：专利即插即用接口，300um 芯径光纤，6 芯，排成一行 样品端：手持部分约 100mm，探头尾部直径 <2.1mm。 样品端包含 785 的干涉滤光片，785 的高通滤光片，微透镜，焦距 500um。光纤总长度 3 米</p>
<p>激光器</p>	<p>光纤激光器，785nm，350mW，FC-PC 接口，<0.15nm 带宽，</p>

Finder Vista

激光显微共聚焦拉曼光谱仪



性能特点

Finder Vista “微曼”系列拉曼光谱仪是卓立汉光仪器公司研发的具有更高性能显微共聚焦激光拉曼光谱仪，基于新一代显微共聚焦光学系统，搭配高品质影像矫正光谱仪和进口 CCD 探测器，所有部件一体化集成，最大限度的确保了仪器性能的稳定性，从而可以获得样品的化学成分、晶体结构、分子间相互作用以及分子取向等各种拉曼光谱的信息，广泛适用于高等院校、科研院所的物理和化学实验研究，如化合物官能团分析、分子动力学研究、碳纤维/碳纳米管拉曼光谱分析、表面分析/单层薄膜分析、聚合物组织结构分析、细胞组织研究、刑侦鉴定、考古学、地质学等多学科领域。

Finder Vista “微曼”系列显微共聚焦激光拉曼光谱仪，除了可以实现拉曼光谱测量功能外，还可以通过增加功能附件，实现拉曼光谱成像、PL 荧光及成像、荧光寿命测量等功能。

- 更高系统灵敏度：采用大通光口径影像矫正光谱仪和进口低噪声科学级 CCD，信噪比 >30:1，极弱信号均可检测
- 微区测量：微米级样品检测
- 高分辨率：不错过任何物质信息
- 多种激光器，从紫外到红外激光器，满足多种应用需求
- 软件控制电动切换光路，切换后无需校准，满足非专业人士需求
- 多种光路设计，实现固、液、气、胶体等多种形貌，微米级 - 大样品多种样品同时测量
- 模块升级选项，可提供升级模块，满足多方面科研需求

规格参数表:

主型号	Finder Vista
光谱范围	60-5000 cm^{-1}
光谱分辨率	$\leq 0.9\text{cm}^{-1}$ (@585.25nm)
激光器	标配: 532nm ($\geq 50\text{mW}$, TEM00); 选配: 266nm, 325nm, 633nm, 785nm 等
空间分辨率	水平 $<1\mu\text{m}$, 垂直 $<2\mu\text{m}$
探测器类型	TE 深制冷型背感光 CCD
有效像元	2000*256
像元尺寸	15*15 μm
量子效率	95%@780nm

mapping实例 (单晶硅表面硫化钼镀膜, 缺陷检测)

- 检测硫化钼在硅基底上的光谱, 硅峰: 520cm^{-1} , 硫化钼: 382cm^{-1} , 406cm^{-1}
- 样品白光像与硫化钼 mapping 拉曼光谱成像:

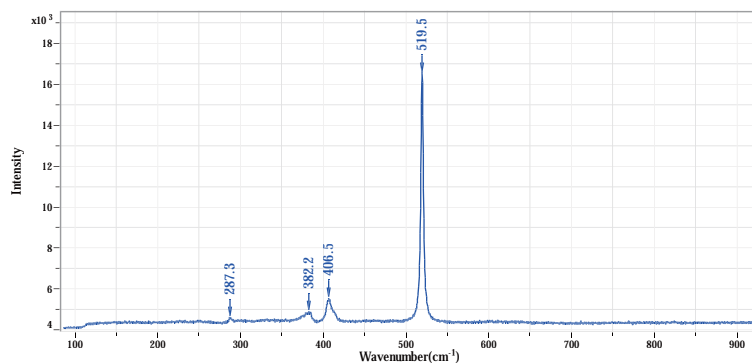
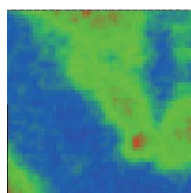
样品白光像:

- 暗红色: 硅基底
- 浅蓝色: 硫化钼
- 红框: mapping 区域

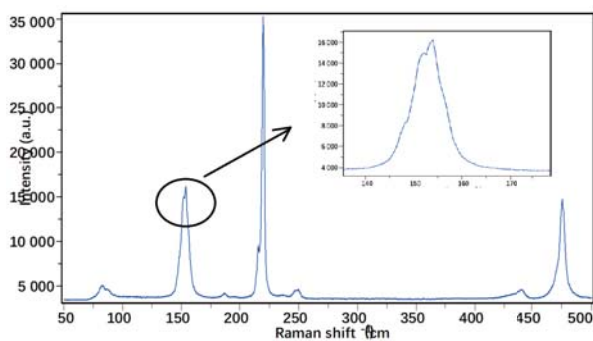


Mapping:

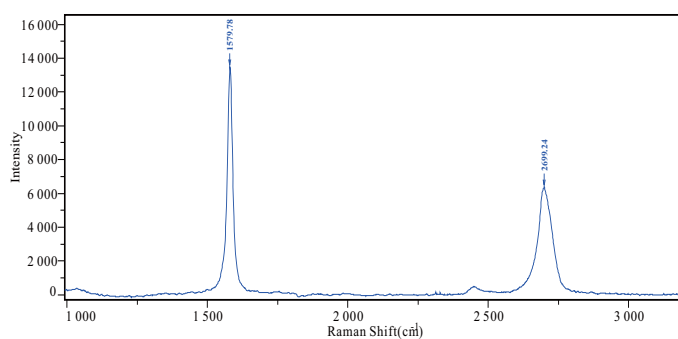
- 绿色: 硫化钼 406cm^{-1}
- 蓝色: 硅基底 520cm^{-1}



测试实例: (Sulfur 激发波长: 532nm)



测试实例: (石墨烯: 激发波长: 532nm)



Finder One

“微谱”系列

微区激光拉曼光谱仪



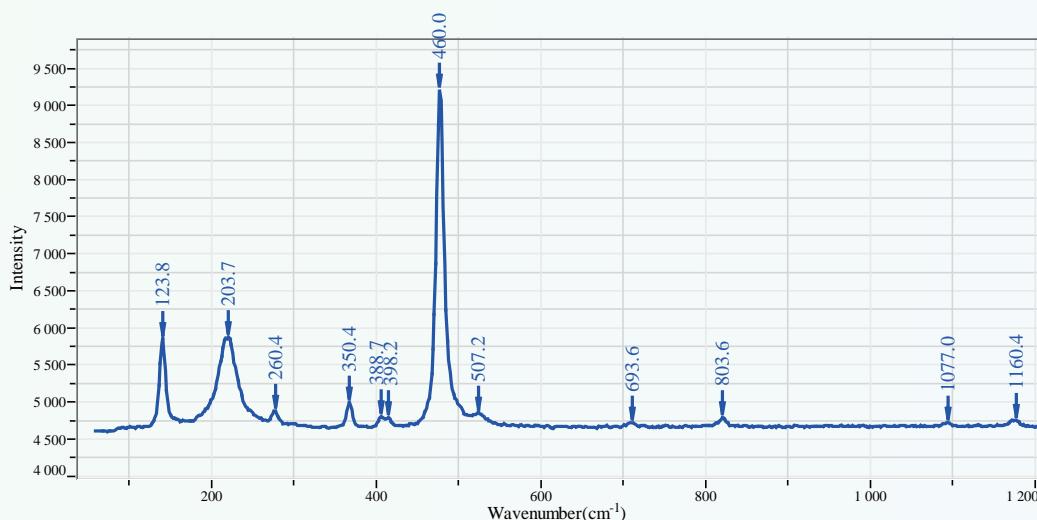
- 超高性价比，以优质的价位配备微米级显微成像设备
- 高灵敏度，满足科研级需求的超高性能
- 大样品台，满足不同尺寸样品及增设变温、变压等样品的测试需求
- 自动曝光功能
- 荧光背景扣除功能
- 可定制化专业测试分析软件
- 拓展联用功能

规格参数表：

主型号	Finder One
光谱范围	180-5000 cm^{-1} (高灵敏度版) 90-5000 cm^{-1} (低波数版)
光谱分辨率	$\leq 2\text{cm}^{-1}$ (@585.25nm)
激光器	标配: 532nm ($\geq 100\text{mW}$, TEM00) 选配: 325nm, 633nm, 785nm 等
探测器类型	TE 深制冷型背感光 CCD
有效像元	2000x256
像元尺寸	15x15 μm
量子效率	95%@780nm

* 规格参数为 532nm 激光条件下的典型值，依据所选激发波长的改变会有所改变，详情请洽询！

测试实例：（闪光岩：激发波长，532nm）



Finder Smart

微区激光拉曼光谱仪



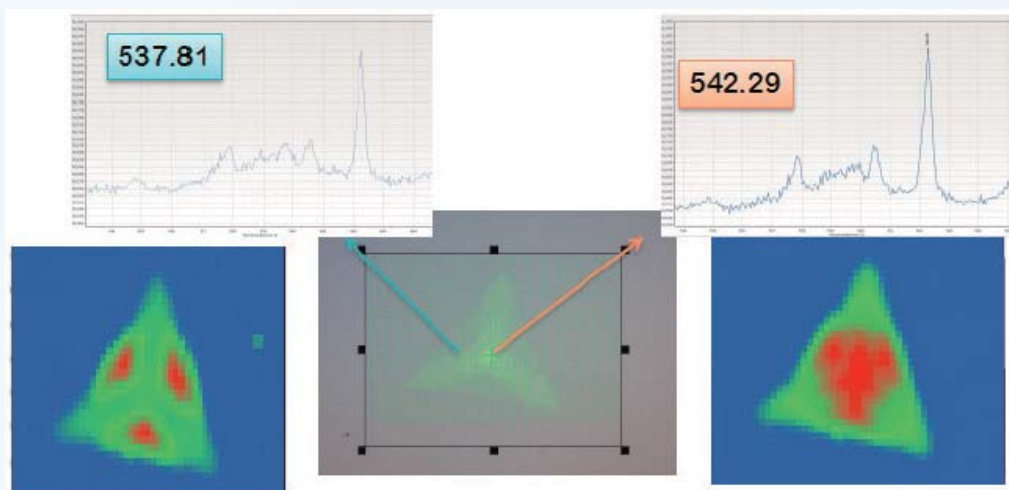
性能优势：

- 采用显微的拉曼光路，微区检测
- 大样品台，满足不同尺寸样品及增设变温、变压等样品的测试需求
- 可搭配 532、785 等常用激光器，多种激光器可选；
- 提供多种光谱仪及探测器配置，满足不同测试需求
- 升级优化服务

规格参数表：

主型号	Finder Smart
光谱范围	180-5000 cm^{-1} (高灵敏度版) 90-5000 cm^{-1} (低波数版)
光谱分辨率	$\leq 2\text{cm}^{-1}$ (@585.25nm)
激光器	标配: 532nm ($\geq 50\text{mW}$, TEM00) 选配: 325nm, 633nm, 785nm 等
探测器类型	TE 深制冷型背感光 CCD; 光电倍增管等

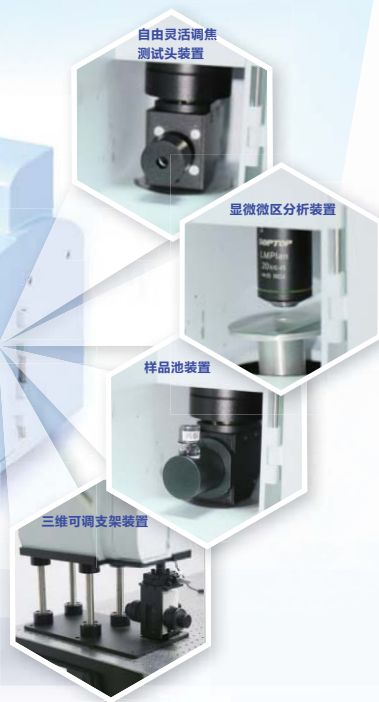
测试实例：（二维材料，激发波长：532nm）



科研级小型拉曼光谱仪

Finder Insight

为满足现场快速检测多元化的需求，卓立 Finder Insight 系列增加了一款革命性的产品，因其小巧便携性、功能的多样性，被称之为“百变小金刚”。



Finder Insight Pro



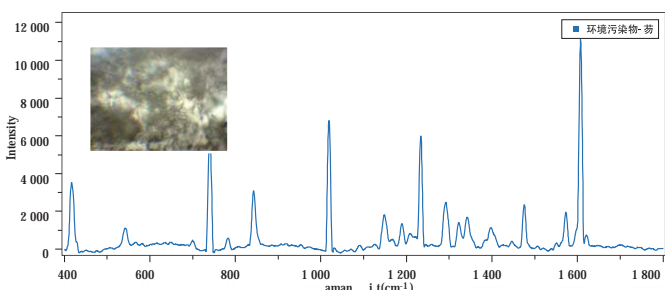
技术特点

- 快速响应-----可搭载在刑侦、安保、应急处置快检车上进行常量、微量、痕量物质分析
- 查微验痕-----仪器变身显微拉曼光谱仪，满足用户显微分析需求
- 一键检测-----仪器定义自动模式，一键辨真假、一键判可疑、一键得结果
- 适应性强-----仪器内置可充电锂电池，无需外接电源，可连续在现场续航四小时以上
- 灵敏度高-----仪器采用自由空间光路设计，应用深制冷的检测仪，保证了超强的灵敏度
- 精巧设计-----独创的暗仓式样品室设计，应对避光测样需求，满足测试场合的灵活多样性
- 分析测试-----软件融入多种强大的算法，检测数据可实现实时快速分析，满足科研分析测试需求

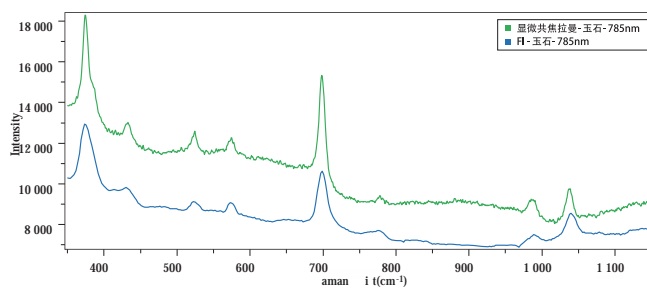
应用

- 公共安全检测
- 食药检测
- 珠宝、玉石鉴定
- 毒品检测
- 石油、化工成分检测
- 生物、医药学基础研究

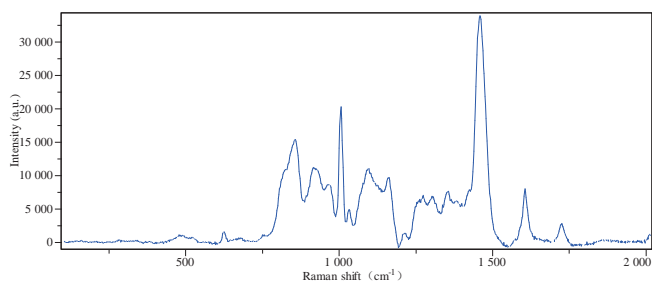
环境污染物检测结果：SERS-Au-- 基底 + 芬



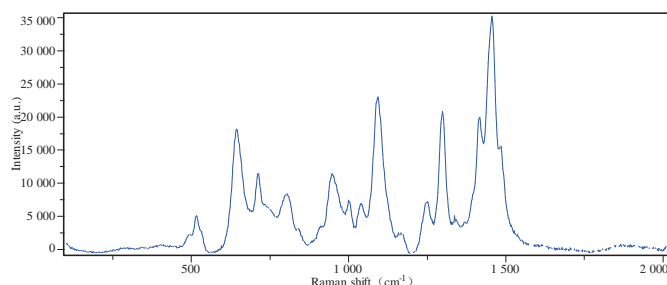
显微共聚焦拉曼与 FI 的玉石测试结果对比



生活民用领域 - 空气清新剂



材料及化工领域：硅烷偶联剂



Finder Insight 系列产品型号及规格对照表

系列名称	Finder Insight 小型拉曼光谱仪				
型号	FI532W-M2	FI532H-M2	FI785	FI785-M2	FI785-T
拉曼频移范围	150-4400cm ⁻¹	150-2800cm ⁻¹	150-2000cm ⁻¹	150-2000cm ⁻¹	150-2000cm ⁻¹
分辨率	优于 10cm ⁻¹	优于 8cm ⁻¹	优于 8cm ⁻¹	优于 5cm ⁻¹	优于 5cm ⁻¹
激光器					
激光波长	532nm	532nm	785nm	785nm	785nm
激光功率	≥ 100mW; 0-100% 连续可调	≥ 100mW; 0-100% 连续可调	≥ 350mW; 0-100% 连续可调	≥ 350mW; 0-100% 连续可调	≥ 350mW; 0-100% 连续可调
激光线宽	<0.01nm	<0.01nm	<0.1nm	<0.1nm	<0.1nm
检测器					
类型	TE 致冷面阵 背感光 CCD	TE 致冷面阵 背感光 CCD	TE 致冷面阵 背感光 CCD	TE 致冷面阵 背感光 CCD	室温型面阵 背感光 CCD
有效像元数	2048 × 122 像元	2048 × 122 像元	1024 × 122 像元	2048 × 122 像元	2048 × 64 像元
像元尺寸	12μm × 12μm	12μm × 12μm	24μm × 24μm	12μm × 12μm	14μm × 14μm
制冷温度 (典型值)	-10 °C	-10 °C	-10 °C	-10 °C	非制冷
A/D	16-bit	16-bit	16-bit	16-bit	16-bit
积分时间	5ms-30s	5ms-30s	5ms-30s	5ms-30s	5ms-30s
数据接口	USB 2.0	USB 2.0	USB 2.0	USB 2.0	USB 2.0
配件					
物镜 (标配)	标配单透镜 50X 显微物镜	标配单透镜 50X 显微物镜	标配单透镜 50X 显微物镜	标配单透镜 50X 显微物镜	标配单透镜 50X 显微物镜
液体测量头	标配	标配	标配	标配	标配
水平测量头	标配	标配	标配	标配	标配
三维可调支架	标配, X/Y: 13mm, Z: 50mm	标配, X/Y: 13mm, Z: 50mm	标配, X/Y: 13mm, Z: 50mm	标配, X/Y: 13mm, Z: 50mm	标配, X/Y: 13mm, Z: 50mm
操作系统	Windows10 OS	Windows10 OS	Windows10 OS	Windows10 OS	Windows10 OS
软件	INScan-Lite	INScan-Lite	INScan-Lite	INScan-Lite	INScan-Lite
电源					
直流适配器输入	12V~24V DC@2A	12V~24V DC@2A	12V~24V DC@2A	12V~24V DC@2A	12V~24V DC@2A
直流适配器输出	100-240V AC 50-60Hz	100-240V AC 50-60Hz	100-240V AC 50-60Hz	100-240V AC 50-60Hz	100-240V AC 50-60Hz
电池	内置标配 12,400mAh, 14.8Vdc	内置标配 12,400mAh, 14.8Vdc	内置标配 12,400mAh, 14.8Vdc	内置标配 12,400mAh, 14.8Vdc	内置标配 12,400mAh, 14.8Vdc
主机尺寸	380 × 255 × 200mm	380 × 255 × 200mm	380 × 255 × 200mm	380 × 255 × 200mm	380 × 255 × 200mm
主机重量	5.5kg	5.5kg	5.5kg	5.5kg	5.5kg

注：可以根据用户需求定制拉曼频移范围和分辨率，详情请与我司销售部联系。

FI-FO

便携式光纤探头 拉曼光谱仪

FI-FO 系列便携式拉曼光谱仪是一款适合于便携运输的高性能拉曼光谱分析仪，不仅可以应用于现场快检，也适合实验室基础研究。整机采用坚固式防护型包装设计，方便实用。

FI-FO 系列可选 785nm、830nm 和 1064nm 等多种激发波长，搭配低杂散光谱仪，可应用于食品药品安全、毒品（易制毒品）检测、危化品检测、制药工程、制药过程（PAT）、药品原辅料检测、珠宝鉴定、文物鉴定、物证鉴定等众多应用领域。



性能特点 (Features & Benefits)

- 具有实验室仪器性能的便携式产品
- 整机一体式集成设计，无需额外附件
- 灵活的拉曼光纤探头，方便实用
- 10" 大尺寸电容触控屏
- 交互式人机界面，操作方便
- 内置基础数据库，实现快速比对
- Windows 和 Android 版本可选，适用不同用户需求
- 大电池容量，满电续航时间：>4 小时

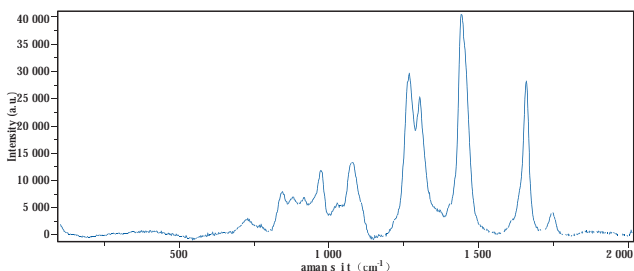
典型应用 (Applications)

- SERS (表面增强拉曼光谱) 应用研究
- 食品药品快检
- 毒品、危化品检测
- 药品原辅料检测
- 艺术品、珠宝鉴定
- 文物鉴定、文物修复
- 矿物成分检测
- 刑侦、物证鉴定
- 农业与环境科学
- 化学与材料科学

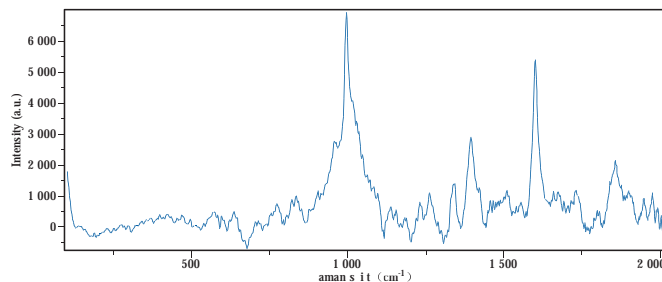


测试实例

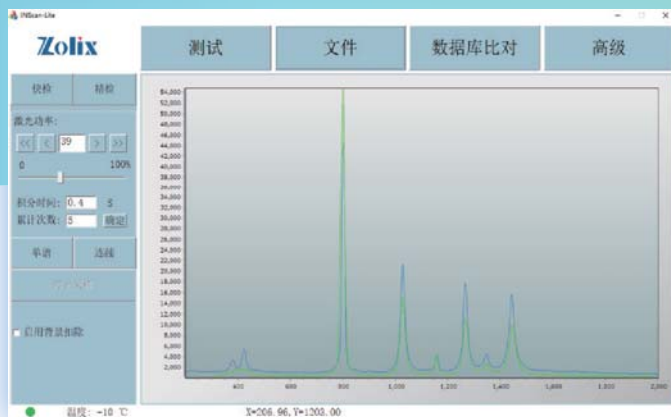
医药与制药：月见草油



食品领域-酸性橙



Windows 版便携式拉曼光谱软件



Android 版便携式拉曼光谱软件



FI-FO 系列产品型号及规格对照表

型号	FI-FO785-A FI-FO785-W	FI-FO785S-A FI-FO785S-W	FI-FO785E-A FI-FO785E-W	FI-FO830-A FI-FO830-W	FI-FO830S-A FI-FO830S-W	FI-FO830E-A FI-FO830E-W
激光波长	785nm			830nm		
激光功率	0-500mW					
激光线宽	<0.1nm					
拉曼频移范围	200-2700cm ⁻¹	200-2700cm ⁻¹	200-2700cm ⁻¹	200-2500cm ⁻¹	200-2500cm ⁻¹	200-2500cm ⁻¹
分辨率	8-12cm ⁻¹	8-12cm ⁻¹	8-12cm ⁻¹	8-12cm ⁻¹	8-12cm ⁻¹	8-12cm ⁻¹
探测器类型	增强型 CMOS	背感光 CCD	制冷型 CCD	增强型 CMOS	背感光 CCD	制冷型 CCD
操作系统	A: Android 7.1 OS; W: Windows 10 OS					
软件	安卓版 (-A): 拉曼光谱软件 app; Windows 版 (-W): INScan-Lite 便携式拉曼光谱软件					
外接电源	直流: 12V@4.17A; 交流: 100-240V, 50/60A, 1.7A					
内置电池	10,200mAh, 75Wh, 可拆卸设计					
外形尺寸	430 × 330 × 120mm					

注：可以根据用户需求定制拉曼频移范围和分辨率，详情请与我司销售部联系。

FI-FO 系列深度制冷型产品型号及规格对照表

型号	FI-FO532E10-W2	FI-FO532E60-W2	FI-FO785E10-W2	FI-FO785E60-W2
激光波长	532nm		785nm	
激光功率	0-100mW		0-500mW	
激光线宽	<0.01nm		<0.1nm	
拉曼频移范围	200-2700cm ⁻¹	200-2700cm ⁻¹	200-2000cm ⁻¹	200-2000cm ⁻¹
分辨率	8-12cm ⁻¹	8-12cm ⁻¹	8-12cm ⁻¹	8-12cm ⁻¹
探测器类型	制冷型背感光 CCD			
探测器制冷温度	-10℃	-60℃	-10℃	-60℃
操作系统	Windows 10 OS			
软件	INScan-Lite 便携式拉曼光谱软件			
外接电源	直流: 12V@4.17A; 交流: 100-240V, 50/60A, 1.7A			
内置电池	10,200mAh, 75Wh			
外形尺寸	430 × 350 × 180mm			

注：可以根据用户需求定制拉曼频移范围和分辨率，详情请与我司销售部联系。



FI-Lite

液体池专用便携式拉曼光谱仪

FI-Lite 系列拉曼光谱仪是适合于液体样品检测的高性能一体便携式拉曼光谱分析仪，特别适用于现场快检，整机采用一体式防护型设计，开机即用，方便实用。

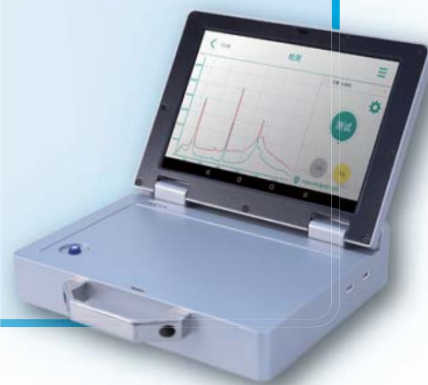
FI-Lite 系列可选 785nm 或 830nm 激发波长，搭配低杂散光光谱仪，可应用于食品药品安全现场检测、SERS 增强剂和增强拉曼技术研究等应用领域。

性能特点 (Features & Benefits)

- 笔记本式的一体式掀盖结构，坚固耐用
- 无风扇的散热设计，性能更稳定、可靠
- 内置 10" 触屏电脑和大容量电池，无需外接设备，即开即用
- 交互式人机界面，操作方便
- 内置基础数据库，实现快速比对
- 大电池容量，满电续航时间：>4 小时
- 通用型采用 Windows OS，方便用户自行进行数据处理和分析
- 快检型采用 Android OS，推荐搭配 SERS 增强剂方案，灵活用于现场快速筛查检测

典型应用 (Applications)

- SERS (表面增强拉曼光谱) 应用研究
- 食品药品快检
- 毒品、危化品检测
- 药品原辅料检测
- 农业与环境科学
- 化学与材料科学



规格型号与性能参数 * (Performance and Physical Characteristics)

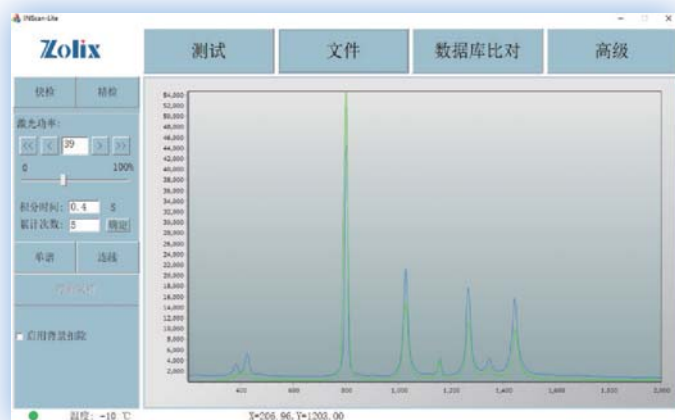
型号	FI785-Lite-A FI785-Lite-W	FI785E-Lite-A FI785E-Lite-W	FI830-Lite-A FI830-Lite-W	FI830E-Lite-A FI830E-Lite-W
激光波长	785nm		830nm	
激光功率	0-350mW			
激光线宽	<0.1nm			
拉曼光谱范围	200-2750cm ⁻¹		200-2500cm ⁻¹	
拉曼光谱分辨率	8-12cm ⁻¹			
探测器类型	室温 CCD	制冷 CCD	室温 CCD	制冷 CCD
操作系统	-A: Android 7.1; -W: Windows 10			
软件	安卓版: 拉曼光谱软件 app; Windows 版: INScan-Lite 便携式拉曼光谱软件			
外接电源	直流: 12V@4.17A; 交流: 100-240V, 50/60A, 1.7A			
内置电池	10200mAh, 75Wh			
外形尺寸, 重量	300*240*70mm, 4kg			

*注: 根据实际需要, 我司可能变更产品的参数, 请以实际确认的规格为准



Windows 版便携式拉曼光谱软件

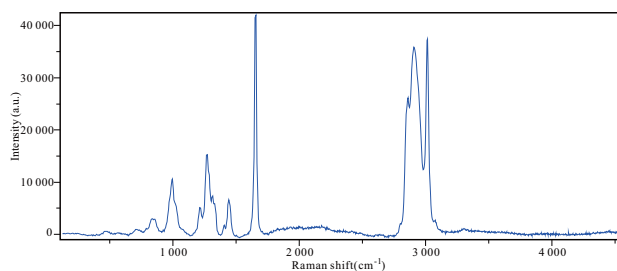
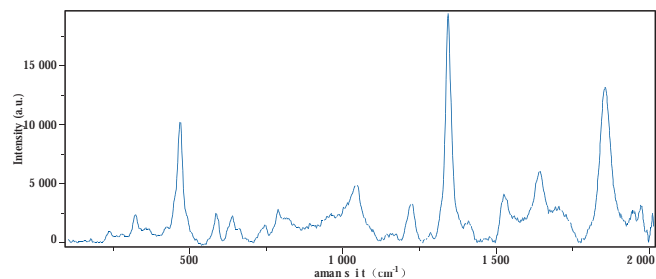
Android 版便携式拉曼光谱软件



测试实例

发光材料：夜光粉

化工领域：丁二烯橡胶板

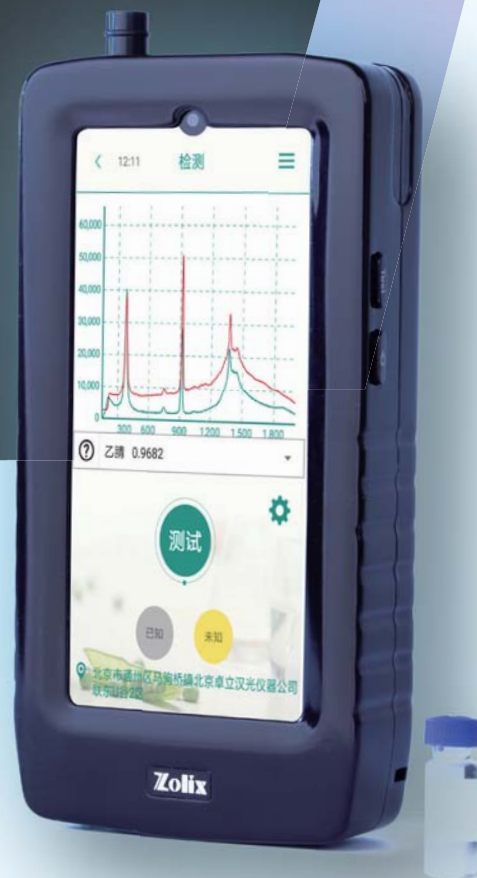


Finder Edge 手持式拉曼光谱仪

Finder Edge 系列手持式拉曼光谱仪作为卓立汉光仪器有限公司光谱家族的新成员，采用了当今最新的空间耦合光学设计，融合化学计量学算法，基于现场快速检测的宗旨，具备操作简单，性能卓越、功能强大、智能操作、维护方便、环境适用性强等特点。该仪器可应用于医药、环保、食品、公安、国防等领域。

产品特点：

- **无损、快速** 无需制样，几秒钟内出准确结果
- **现场检测设计** 小巧便携、可透过塑料袋、透明、半透明容器直接检测
- **定制化软件** 根据行业需求，实现定制化
- **操作要求低** 一键式操作设计并融入强大、专业的算法，一键的结果
- **超长续航能力** 内嵌可充电电池，连续续航 4-6 小时

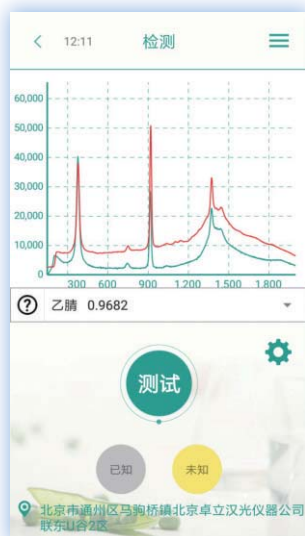


食品、药品安全快速检测系统

随着新《食品安全》及《农产品质量安全法》等相关法律法规中明确规定，快速检测可以作为质监、工商、食品药品等政府管理部门进行初步筛查的手段，以及应国家“十三五”规划的“快检技术”需求，拉曼光谱因其无损快速检测的特点实现了对食品、药品（非法添加物、农兽药残留、真假药等）全方位、高灵敏度快速分析

产品特点：

- 空间耦合光学设计，超高的整机灵敏度，有效避免荧光干扰
- 完整的解决方案 包括快速前处理、SERS 技术、拉曼检测平台等
- 多基质、多目标快速检测，基质包括饲料、蔬菜、水果、肉类、化妆品等；目标物包括违禁添加物、违禁药物、食品添加剂、农药残留等
- 仪器可定制化 仪器外观、软件功能、算法需求、样品架、整机设计等均可定制化
- 可构建“食品药品智慧监管平台”从食品药品生产、流通、使用等环节做有效监管
- 根据用户需求，和用户一起建立科学的试验方法技术服务



2

国家管制品快速检测

手持式拉曼光谱开始被引入禁毒、反恐等领域，成为缉毒、反恐、安检、边检、海关稽查等现场快速检测新式武器优选技术之一。在现场将仪器对准待检测样品，按下测试键，仪器会自动检索数据库，在几秒内准确得出结果。

检测种类：流行毒品、麻醉药品和其他精神活性物质

管制易制毒化学品、常混于毒品的化学物质、尚未列管的常被用于制毒的化学品

易制爆化学品、易燃易爆物化学品

生化战剂、剧毒化学品

管制精神药品、其他化学品

产品特点：

- 强大的比对算法，现场对未知的固体、液体进行快速识别
- 嵌入式彩色触摸屏，简单操作界面，提供样品名称和信息，提示危险品预警
- 可拓展数据库功能 支持自建数据库及管理
- 系统定制服务，可对仪器软件及硬件定制专业的解决方案
- 构建“云计算”、“大数据监管分析”平台，高效协助禁毒部门毒情监控、犯罪预测、毒品溯源等



制药行业应用

制药行业应用

应国家 GMP 规定对原辅料、与药品直接接触的包装材料和印刷包装材料 100% 全检要求以及 2015 版药典加入拉曼光谱检测的应用需求，拉曼光谱技术在制药领域的质量控制（QC）尤为重要。



用户登录界面



测试界面

产品特点：

- 符合 21CFRpart11 产品规定
- 简单、直观的结果显示，以“Pass/Fail”判断样品是否合格
- 批处理功能，可对同批次不同包装样品编号批量测试，及报告批量处理
- 通过扫描“一维码”、“二维码”方式或手动输入方式快速调取数据库中待检测样品数据，实现快速比对检测
- 具有可测试未知样品功能，通过测试与数据库全部数据进行匹配，检测未知样品

Finder Edge 1064nm 手持式 拉曼光谱仪

1064nm 手持式拉曼光谱仪是卓立汉光仪器有限公司 Finder Edge 家族新成员，用于多种形态的无机和有机物质的定性识别，设备采用了制冷探测器，具有高探测效率。相对于可见光波段手持拉曼光谱仪，1064nm 因其独特的优势，可有效避免荧光干扰。



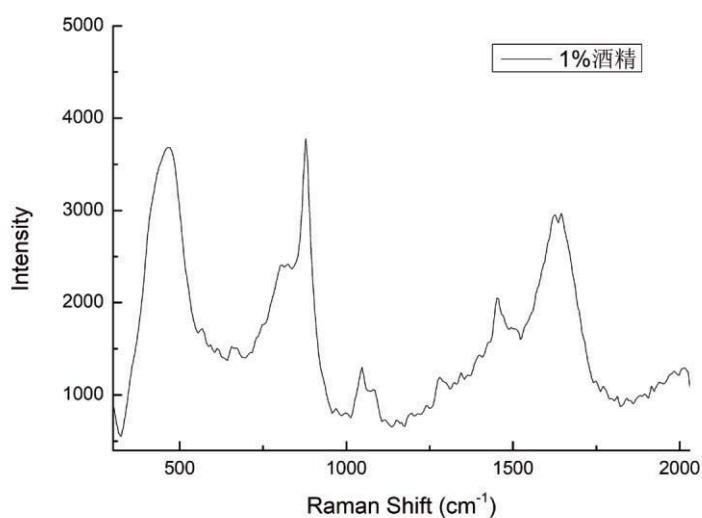
产品特点：

- 体积小巧，质量轻便，信息特异性强，可现场检测多类型物质
- 多级管理权限严防数据非法泄露
- GPS 实时定位、现场拍照取证，为现场工作减负
- 可构建云计算“大数据监管”平台
- 灵敏度高，特异性强，弱信号可检测
- 有效避免荧光干扰，识别更多物品



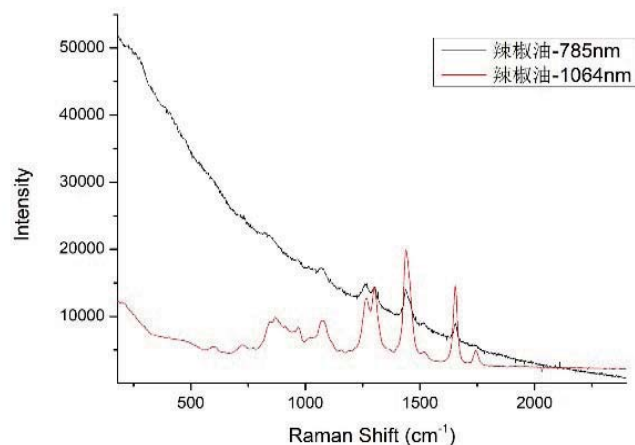
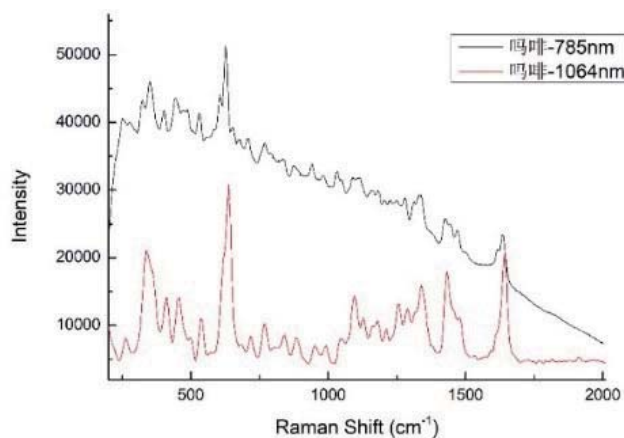


灵敏度强 -1% 酒精准确鉴定



有效降低荧光干扰，为毒物检测增加更多可能

1064nm 手持式拉曼光谱仪可以有效避免荧光干扰现象，现场直接鉴定大多数高荧光物品，鉴定物品种类更加丰富与精准。



红色曲线为 1064nm 拉曼光谱图，谱峰清晰可见，抗荧光干扰强
黑色曲线为 785nm 拉曼光谱图，有较大的荧光干扰

OEM 组件

卓立汉光可以根据客户对检测对象，检测方式的要求基于卓立汉光自主研发的各类光谱仪替客户定制各类拉曼光谱系统。包含显微，箱式结构，各类特种拉曼光纤探头等配置，均可定制。

320mm 焦长通用性 C-T 光谱仪，F/4.2，兼容分辨率和通光量，是性能最均衡的拉曼光谱仪，广泛用于多波长激发的各类显微及通用拉曼应用。



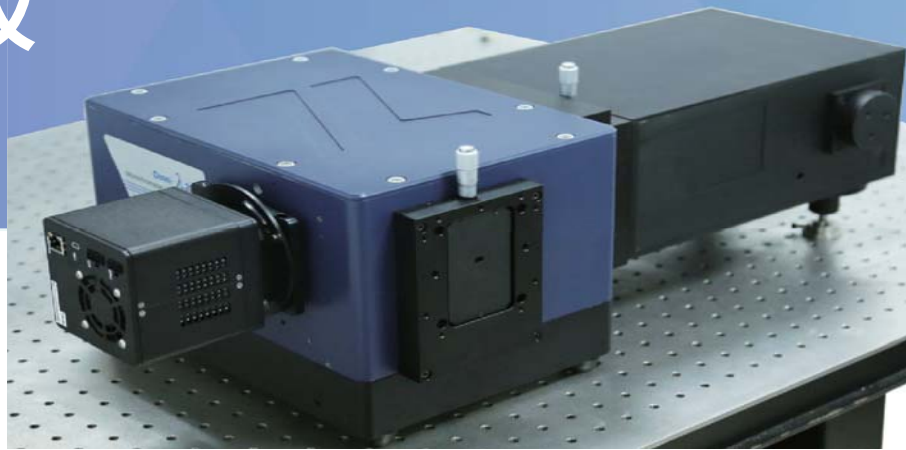
VPH 光栅光谱仪，F/2.4，超高通光量，532 和 785 波长专用，适用于极弱信号的各类光纤拉曼探头应用，如生物制程，癌症检测和其他工业在线检测。

100mm 焦长紧凑型光谱仪，F/4，高通光量，小体积，532 和 785 波长专用，适用于各类桌面型，手持型，箱式结构的拉曼光谱仪。



FEDU “飞度” 激光拉曼光谱仪

FEDU “飞度” 激光拉曼光谱仪是北京卓立汉光仪器有限公司 Finder 系列拉曼光谱产品专门针对教学市场推出的一款高性价比的激光拉曼光谱仪，具有结构简单、易于操作、稳定性好、价格低廉的特点。非常适用于高等院校物理和化学教学实验，结合随机提供的详细的仪器操作说明和实验讲义，可用于拉曼光谱原理及实验操作演示课程，也可以用于光致荧光光谱仪原理及实验操作演示课程。



本实验以硫和四氯化碳(拉曼测量)和罗丹明R6G(荧光测量, 选配项)为主要研究对象, 通过对拉曼光谱和荧光光谱的测量, 详细介绍拉曼光谱和荧光光谱测量原理, 并延伸出实际应用介绍。

课程知识点: 拉曼光谱、荧光光谱(选配项)、光谱分辨率

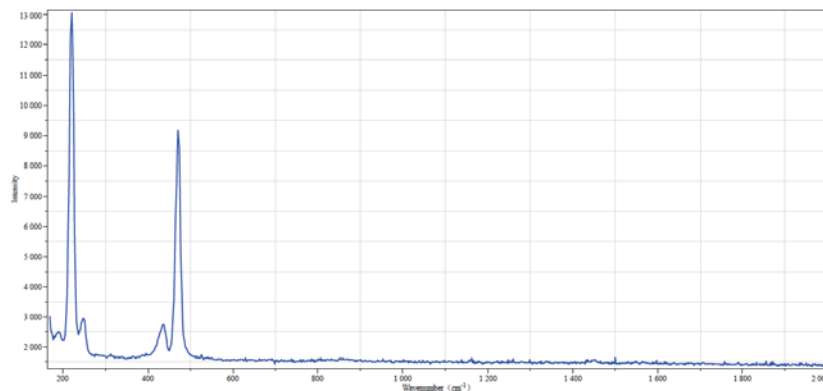
仪器配置:

标配项: 仪器主机(含激光器、光路及样品仓、光谱仪、CCD), 光谱采集及分析软件、产品说明书及实验参考讲义

选配项: 光学平台、光谱校准汞灯光源、实验设备介绍展板

用户自备项: 主流配置的计算机及有稳定市电供电的教学实验场所

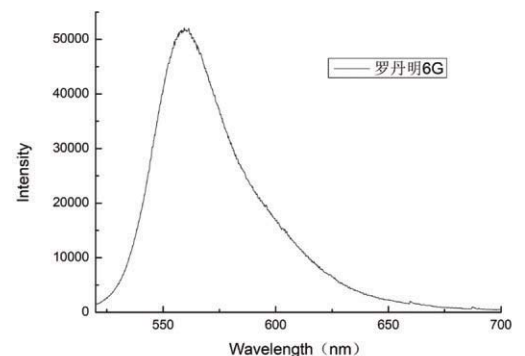
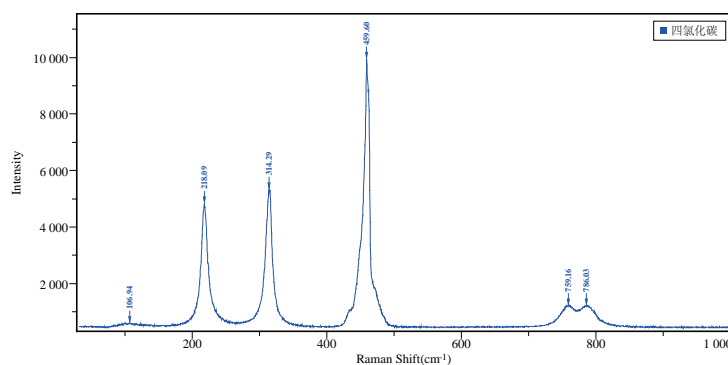
仪器技术指标:



◀ 测量硫的拉曼光谱

▶ 测量四氯化碳的拉曼光谱

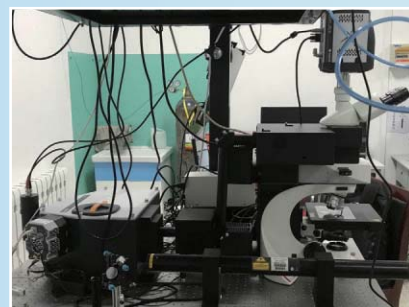
▼ 测量罗丹明 R6G 的光致荧光光谱 (选配项)



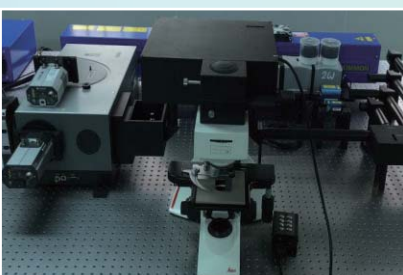
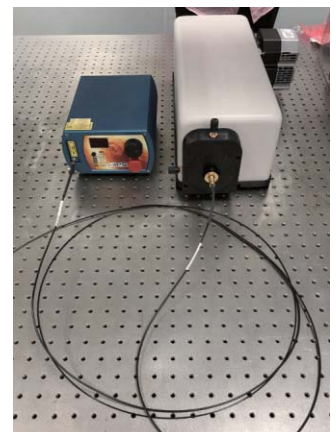
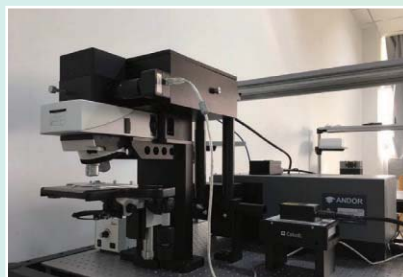
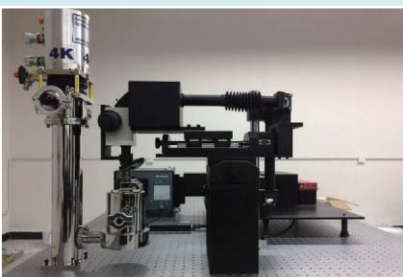
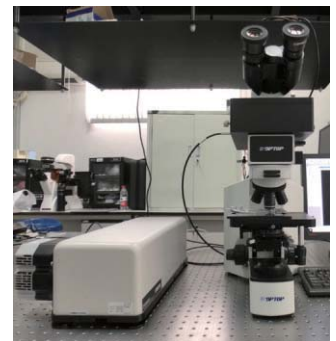
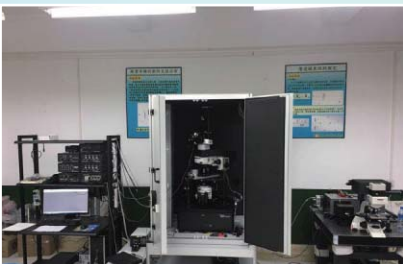
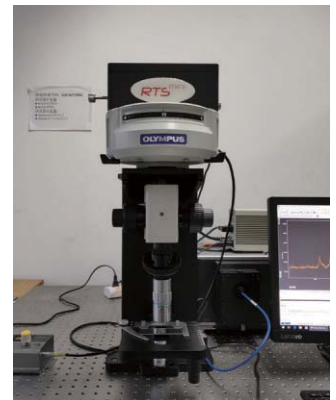
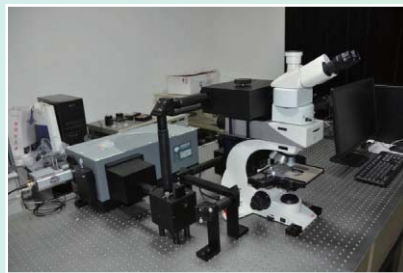
部分科研拉曼客户实例

单位	应用
电子科技大学	二维材料
电子科技大学	材料
贵州大学	常规拉曼 / 与 SNOM 联用
四川大学原子分子所	高压拉曼, 原位变温拉曼
四川理工大学	材料
四川理工大学	半导体材料检测
中科院重庆智能所	量子点荧光, 低温荧光
南京大学	量子结构材料发光
上海科技大学	材料
中科院宁波材料所	微区电致发光 (EL) 光致发光 (PL)
河南农业大学	暗场散射
吉林大学	高压拉曼
清华大学	SERS, 电化学拉曼
天津大学	二维材料
上海理工大学	SERS 增强试剂: 芯片
福州大学	二维材料
N907	材料
陕师大	纳米颗粒暗场散射
西安交大	金纳米颗粒, 和金棒
国防科技大学	二维材料
国防科技大学	低温拉曼, 薄膜材料
暨南大学	生物医学
纳米能源中心	半导体材料检测
宝鸡文理	稀土荧光发光材料
西安交大	碳材料
N902	气体拉曼
陕师大	二维材料相关研究
华南农业大学	材料, 暗场散射
郑州轻工业大学	高压拉曼
河南师范大学	二维材料
云南师范大学	材料
重庆大学电气学院	变压器油拉曼, 气体拉曼
N907	内窥镜拉曼
N907	在线拉曼
N907	显微 LIBS
第三军医大学	内窥镜拉曼
电子科技大学	晶体材料, 纳米线
浙江大学	低温拉曼
上海交通大学	生物一些
南开大学	高温拉曼
北京农科院	显微 LIBS, 生物样品拉曼
新疆大学	532 高压拉曼
新疆科技大学	材料
新疆理化所	炸药分析, 浓度分析
苏州纳米所	材料
苏州医工所	生物医学
北京大学	二维材料
复旦大学	荧光
电子科技大学	纳米线拉曼
N901 九院一所	低波数拉曼
郑州轻工业大学	低温 PL, 低温拉曼
南方科大	低温拉曼, 薄膜材料
南科大	高压拉曼, 低波数拉曼
深圳大学	光纤材料检测
中科院化学所	动高压拉曼
五邑大学	暗场, 光电流
国防科技大学	材料
天津大学	量子点
南京大学	微流控
南京大学	表面增强拉曼
中国药科大学	暗场散射
江苏大学	二维材料
中国科学技术大学	深紫外低温 PL
北京农业大学	二维材料
北京师范大学	二维材料
重庆邮电大学	量子点荧光
深圳大学	二维材料, 低温拉曼
天津大学	二维材料
.....

部分科研客户照片

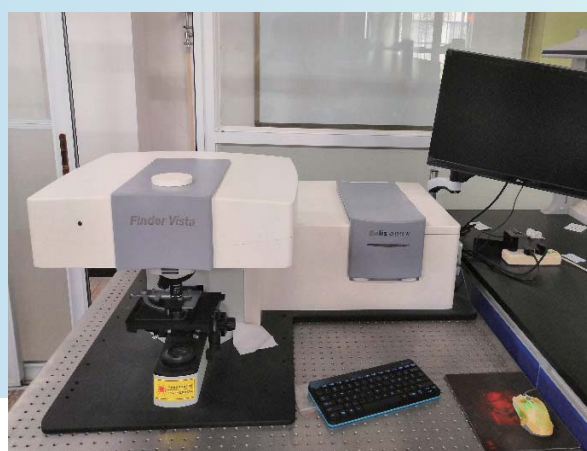


案例分享

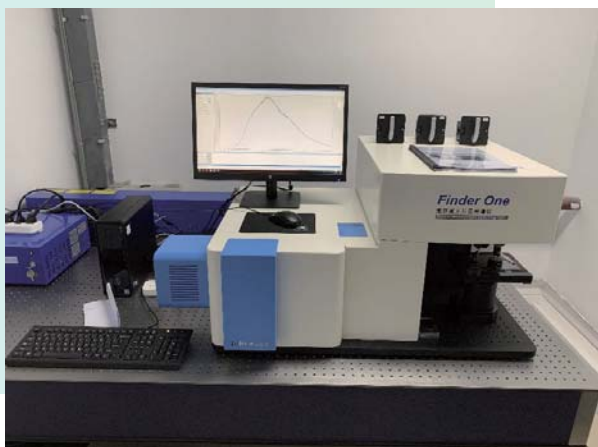


案例分享

部分应用型产品客户照片



部分应用型产品客户实例



用户单位	应用领域
曲阜市公安局	危险化学品检测
天津市集控中心	危险化学品检测
中国安全生产监督管理局	危险化学品检测
禹城市公安局	毒品检测
夏津县公安局	毒品检测
西安海关	食品安全
山东省菏泽市巨野县公安局	毒品检测
鲁抗制药	制药
西安邮电大学	材料
西安光机所	分析化学
安康学院	分析化学
华南师范大学	SERS 基底研制技术
河北工程大学	电池材料
上海师范大学	SERS 基底研制技术
深圳大学研究院	SERS 基底研制技术
中山大学	SERS 基底研制技术
庆云县公安局	毒品检测
浙江理工大学	材料
宁波大学	材料
天津大学	电池材料
沈阳科晶自动化设备有限公司	矿物
安阳师范学院	光电材料检测
北京航空航天大学	光催化半导体材料
武汉大学	有机聚合物太阳能电池 钙钛矿太阳能电池
武汉理工大学	有机聚合物太阳能电池 钙钛矿太阳能电池
南京大学	本科教学, 测试石墨烯、 四氯化碳
南京工业大学	拉曼 PL mapping, 光电流
南京航空航天大学	金银纳米颗粒, 拉曼
南京康宁司法鉴定中心	笔迹、文检鉴定
上海第二工业大学	太阳能, 检测
上海交通大学	生物分子拉曼
华南农业大学	蚕茧、树叶病变检测
苏州纳米所	太阳能电池
广东工业大学	半导体材料检测
广西大学	碳化硅, 半导体材料
华南农业大学	农药残留检测、植物害虫检测
深圳天元羲王材料科技有限公司	碳材料
中南大学	碳材料
中山大学	半导体检测
广西大学	半导体材料
厦门大学	GaN 材料
中山大学	宽禁带半导体材料
西华师范大学	半导体材料检测
重庆理工大学	半导体材料检测
重庆文理学院	半导体材料
兰州大学	化学方向, SERS 基底制备
西安电子科技大学	生物传感器
.....

研发成果

项目支持

2018年作为项目牵头单位，承担科技部国家重点研发计划重大科学仪器设备开发重点专项

项目名称：高速激光共聚焦拉曼光谱成像仪研发及应用研究
编号：2018YFF01012000）。

10项
北京市科委奖

申报审批、获奖项目

6项
通州区科委奖

申报审批、获奖项目

52项专利

发明专利 9 项，实用新型专利 45 项，
外观设计专利 1 项，正在审查中发明
专利 18 项，审查中实用新型专利 5 项。

其他

软件著作权 7 项；
拥有国内外商标 11 项

**国家技术发明奖
二等奖**

2018年我司与中国农业大学合作项目“生鲜肉品质无损高通量实时光学检测关键技术及应用”

**科学技术进步
一等奖和二等奖
各一项**

2017年我司与中国农业大学合作项目“生鲜农产品品质的无损高通量实时光学检测共性关键技术”

**北京市企业技术
中心**

2017 年获评为
北京市企业技术中心

**国家高技术
研究发展计划
(863计划)**

2011年公司联合天津大学项目“废混合塑料精准识别分离关键技术与装备”

**国家工信部
专精特新
“小巨人”企业**

2019 年入选

发表和相关学术期刊的论文列表如下:

- 1) B Sun, J Cai, W Li, et al. A novel electrochemical immunosensor based on PG for early screening of depression markers-heat shock protein 70 [J]. *Biosensors & Bioelectronics*, 2018, 111: 34-40.
- 2) Xiaoding Xu, Lei Zhao, Qilu Xue, et al. Dynamic Liquid Surface Enhanced Raman Scattering Platform Based on Soft Tubular Microfluidics for Label-Free Cell Detection. [J]. *Analytical Chemistry*, 2019(91): 7973-7979.
- 3) Liu C, Xu X, Hu W, et al. Synthesis of clean cabbagelike (111) faceted silver crystals for efficient surface-enhanced Raman scattering sensing of papaverine[J]. *Analytical chemistry*, 2018, 90(16): 9805-9812.
- 4) Gong C, Chu J, Yin C, et al. Self - Confined Growth of Ultrathin 2D Nonlayered Wide - Bandgap Semiconductor CuBr Flakes[J]. *Advanced Materials*, 2019, 31(36): 1903580.
- 5) Zhao Y, Yu D, Lu J, et al. Thickness - Dependent Optical Properties and In - Plane Anisotropic Raman Response of the 2D β - In₂S₃[J]. *Advanced Optical Materials*, 2019: 1901085.
- 6) Zhang X, Lv L, Qin Y, et al. Removal of aqueous Cr (VI) by a magnetic biochar derived from Melia azedarach wood[J]. *Bioresource technology*, 2018, 256: 1-10.
- 7) Ren J T, Yuan Z Y. Bifunctional Electrocatalysts of Cobalt Sulfide Nanocrystals in Situ Decorated on N, S-Codoped Porous Carbon Sheets for Highly Efficient Oxygen Electrochemistry[J]. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*, 2019.
- 8) Ren J T, Yuan G G, Weng C C, et al. Ultrafine metal phosphide nanoparticles in situ encapsulated in porous N, P-codoped nanofibrous carbon coated on carbon paper for effective water splitting[J]. *Electrochimica Acta*, 2018, 261: 454-463.
- 9) Zhang Q, Wu Z, Liu F, et al. Encapsulating a high content of iodine into an active graphene substrate as a cathode material for high-rate lithium-iodine batteries[J]. *Journal of Materials Chemistry A*, 2017, 5(29): 15235-15242.
- 10) Li Y, Zhang M, Hao R, et al. Influence of (photo) bromination on the transformation, aggregation and sedimentation of graphene oxide[J]. *Chemical Engineering Journal*, 2019, 355: 487-497.
- 11) Huang K, Chen M, He G, et al. Stretchable microwave absorbing and electromagnetic interference shielding foam with hierarchical buckling induced by solvent swelling[J]. *Carbon*, 2019.
- 12) Wang C, Zhang Q, Zhang X, et al. Fabricating Ir/C Nanofiber Networks as Free - Standing Air Cathodes for Rechargeable Li - CO₂ Batteries[J]. *Small*, 2018, 14(28): 1800641.
- 13) Kang W, Li X, Sun A, et al. Study of the Persistence of the Phytotoxicity Induced by Graphene Oxide Quantum Dots and of the Specific Molecular Mechanisms by Integrating Omics and Regular Analyses[J]. *Environmental science & technology*, 2019, 53(7): 3791-3801.
- 14) Kong L, Zhong M, Liu Y, et al. Ultra-small V₂O₃ embedded N-doped porous carbon nanorods with superior cycle stability for sodium-ion capacitors[J]. *Journal of Power Sources*, 2018, 405: 37-44.
- 15) Lu H, Jin M, Ma Q, et al. Ag nano-assemblies on Si surface via CTAB-assisted galvanic reaction for sensitive and reliable surface-enhanced Raman scattering detection[J]. *Sensors and Actuators B: Chemical*, 2020, 304: 127224.
- 16) Ni Y, Kan C, He L, et al. Alloyed Au-Ag nanorods with desired plasmonic properties and stability in harsh environments[J]. *Photonics Research*, 2019, 7(5): 558-565.
- 17) Zhao Z, Xia Z, Liu C, et al. Green synthesis of Pd/Fe₃O₄ composite based on polyDOPA functionalized reduced graphene oxide for electrochemical detection of nitrite in cured food[J]. *Electrochimica Acta*, 2017, 256: 146-154.
- 18) Jyun-Hong Huang, Kuang-Ying Deng, Pang-Shiuan Liu, et al. Large-Area 2D Layered MoTe₂ by Physical Vapor Deposition and Solid-Phase Crystallization in a Tellurium-Free Atmosphere [J]. *Advanced Materials Interfaces*, 2017, 4(17): 1700157.
- 19) Ma Y, Si C, Yang X, et al. Clean synthesis of RGO/Mn₃O₄ nanocomposite with well-dispersed Pd nanoparticles as a high-performance catalyst for hydroquinone oxidation[J]. *Journal of colloid and interface science*, 2019, 552: 72-83.
- 20) Huang H, Li T, Sun Y, et al. Amperometric sensing of hydrazine in nvironmental and biological samples by using CeO₂-encapsulated gold nanoparticles on educed graphene oxide[J]. *Microchimica Acta*, 2019, 186(1): 46.

[•]
[•]
[•]

应用篇

刑侦鉴定

珠宝玉石

纺织

药品

管制品

材料

石油

环境检测

地质



石墨烯层数

在材料分析方面，拉曼光谱可以分析超导体、半导体、陶瓷等固体材料。石墨烯等二维材料质量、层数等研究。例如，利用拉曼技术分析半导体的组成物质、外延层质量、混晶组分和载流子浓度等。在纳米材料方面，拉曼光谱可以实现对纳米材料的分子结构、键态特征分析。在晶格与薄膜材料方面，通过拉曼光谱分析技术可以实现对应变层应力、晶格内部化学键、晶格畸变、结晶程度、相变的情况的表征。

石墨烯在微纳电子器件、光电检测与转换材料、结构和功能增强复合材料及储能等广阔的领域得到应用；在半导体产业、光伏产业、锂离子电池、航天、军工、新一代显示器等传统领域和新兴领域都将带来革命性的技术进步，一旦量产必将成为下一个万亿级的产业。拉曼光谱是一种快速无损的表征材料晶体结构、电子能带结构、声子能量色散和电子-声子耦合的重要的技术手段，具有较高的分辨率，是富勒烯、碳纳米管、金刚石研究中受欢迎的表征技术之一，在碳材料的发展历程中起到了至关重要的作用。利用拉曼分析我们可以判断石墨烯层数、堆落方式、边缘结构、张力和掺杂状态等结构和性质。

本文利用 Finder Vista “微曼” 系列激光显微共聚焦拉曼光谱研究了多层石墨烯的拉曼光谱，并基于石墨材料的共振拉曼散射机理指认样品各拉曼峰的物理根源。

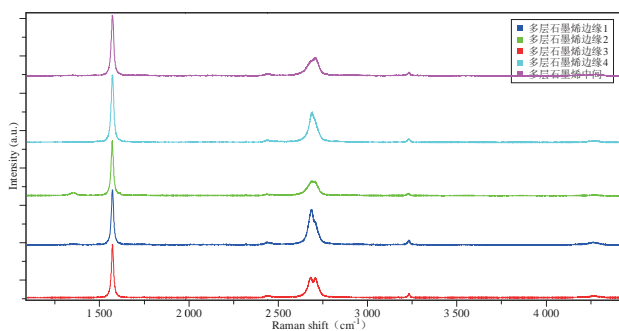
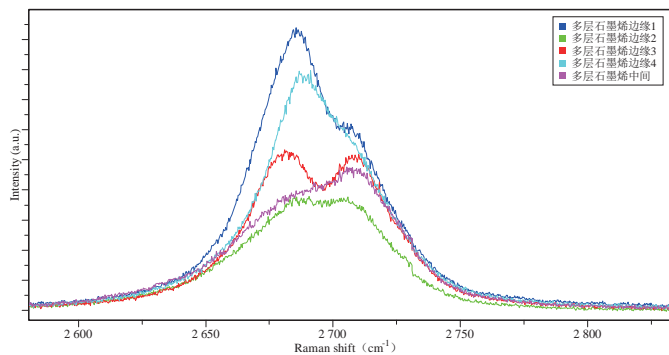
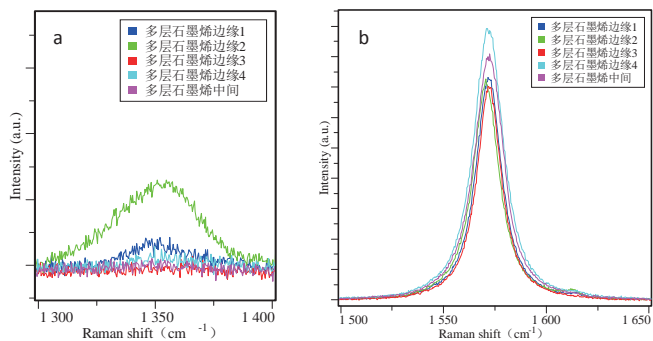


图 4 不同位置石墨烯的拉曼光谱图

从图中可以确定，本次通过 CVD 方法制备的石墨烯的层数是不均匀的，呈现出杂乱无章的状态，中间区域相对于边缘区域层数较少。石墨烯薄膜在边缘存在少量缺陷。

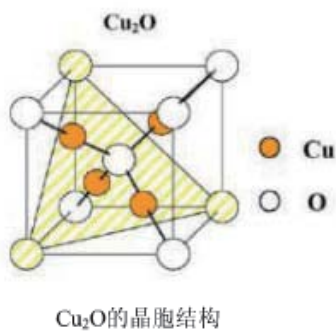
通过对其拉曼光谱进行分析，可以快速准确地确定石墨烯的层数；利用其 D 峰与 G 峰的强度比可以定量研究石墨烯中的缺陷密度。拉曼光谱在石墨烯领域不仅仅止步于判断石墨烯的层数以及缺陷密度，根据石墨烯的晶格结构和双共振拉曼散射过程的跃迁选律，利用石墨烯边缘的 D 峰强度不仅可以判断其边缘手性结构，还可以分析扭转结构。



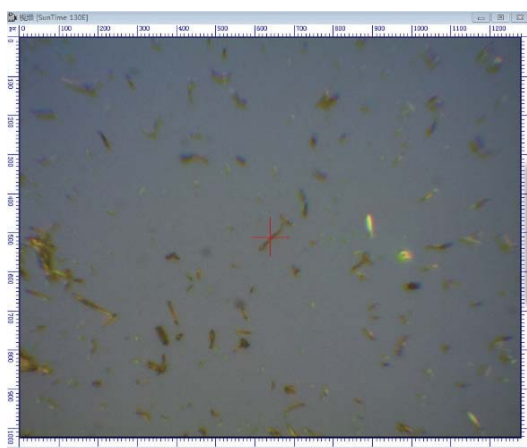
氧化亚铜掺杂

氧化亚铜是一种重要的P型半导体材料，是极具前景的光催化氧化材料。纳米级的 Cu_2O 还具有独特的光学和磁性性质，在光电转换、工业催化和气体传感器等方面也得到了广泛的应用。

拉曼光谱是通过散射光来获得分子振动、转动情况，从而了解分子的结构、对称性、电子环境和分子结合情况，可以了解晶体内部有关化学键、晶化程度、晶格畸变、相变等信息，本文主要利用“Finder Vista”激光显微共聚焦拉曼光谱系统分析掺杂后对氧化亚铜拉曼光谱的影响。

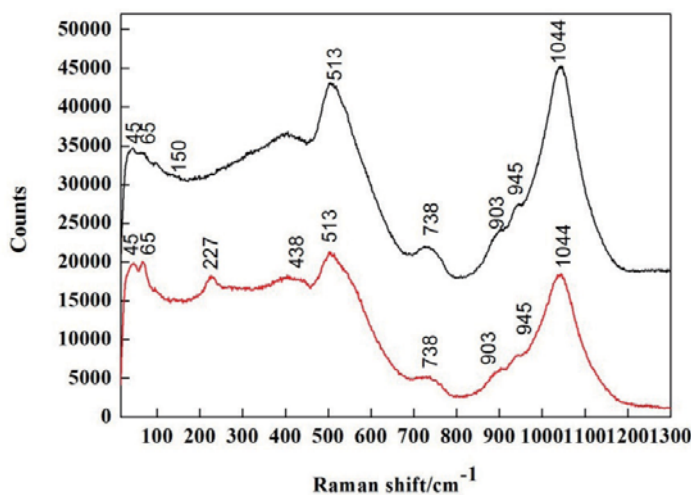


Cu_2O 纳米线的结构如下图所示：



与查阅文献对比分析发现，150、227、513、903 cm^{-1} 为 Cu_2O 纳米线的拉曼特征峰。 ZnO 的拉曼特征峰位于437 cm^{-1} ，通过测试到的438 cm^{-1} 拉曼光谱特征峰可以推测，掺杂Zn元素后，Zn与O元素形成了 ZnO 结构。

与微米级的材料相比，纳米多级氧化亚铜因其微观结构的显著缺陷和宏观结构的表面重构而表现出新颖独特的拉曼光学性质。尺寸变小引起晶体结构变化对晶体内部振动模式的改变影响很大，反映到拉曼光谱体现为振动峰位、峰强和振动峰的个数都发生了变化。本文在氧化亚铜上观察到的现象也可以同样应用到其他典型的氧化物颜料上，如 PbO 、 MnO 等。这些结果为纳米材料具备体相材料所不具备的特殊性质这一结论作出了直观的阐述。



环境检测

环境污染物检测

随着社会与经济的发展，环境污染越来越成为困扰着人类健康和制约社会继续发展的严峻问题，多环芳烃类污染物，在环境中具有长期稳定性、可迁徙性以及生物富集性，能干扰生物内分泌系统，损坏生物的神经系统，潜在的致癌作用。表面增强拉曼光谱 (Surface enhanced Raman spectroscopy, SERS) 作为一种强有力的原位分析技术，不仅可以像拉曼光谱一样能够提供分子结构的特征光谱，而且还可以极大地增强被测分子的拉曼信号，从而达到单分子检测。随着激光器技术、光纤技术以及 CCD 检测技术的发展，拉曼光谱仪可以集成为一个小型、快速、简便的检测设备，进而使拉曼光谱仪应用于多环芳烃快速分析领域成为可能。



本论文采用“Finder Vista”显微共聚焦拉曼光谱仪检测不同基底制备工艺对芴的增强效应，为表面增强拉曼光谱技术应用于环境污染物提供一定的理论与试验基础。

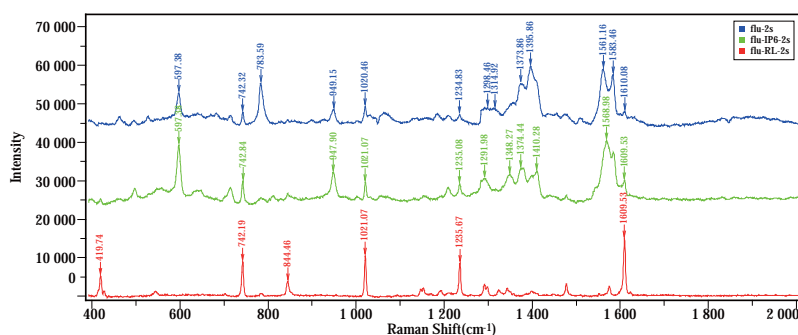


图 1 不同基底修饰方法的芴的拉曼光谱

1. SERS 拉曼可以用于环境污染物痕量分析，并实现微摩尔级别乃至纳摩尔级别检测。通过在样品前处理、色谱与表面增强拉曼光谱多种技术联用有所进展，实现将拉曼分析技术应用于实际环境样品检测的目的。在一定程度上为解决快速灵敏分析持久性污染物的难题提供帮助。

2. 表面增强拉曼光谱可以提供分子水平上的结构信息，并且具有超灵敏、简便和实时检测的特点，因此，有望在 PAHs 这类环境污染物的分析检测领域得到广泛应用。今后 SERS 在环境污染物的研究可望集中从两方面发展，一方面，进一步提高 SERS 基底的重现性，并结合化学计量学的方法，使 SERS 光谱的定性、定量分析更加完善；另一方面，可以与其他分析技术，特别是分离技术联用，如与分子印迹技术结合，对 PAHs 技术进行特异性识别、分离，然后进行 SERS 检测。

粉尘检测

工作场所空气中含有大于 10% 游离二氧化硅的粉尘俗称矽尘，长期接触矽尘会导致矽肺，这已成为我国严重的职业病之一，职业性吸入结晶二氧化硅对人类具有致癌作用。拉曼光谱是分子振动的指纹谱，常作为物质识别的重要依据，便携式拉曼光谱技术的商品化也大大降低了工作成本，使其在一线工作生产中作为粉尘定性、定量的快速检测分析手段成为可能。本文通过拉曼光谱仪定量分析二氧化硅粉尘样品，通过实验证明其在粉尘领域应用的可行性。

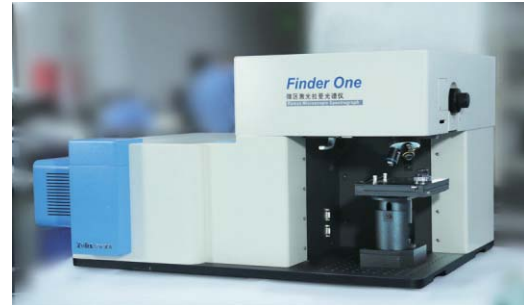


图 1 Finder One 微区激光拉曼光谱仪

根据不同质量比配置的二氧化硅粉末、刚玉混合组分共 5 份，A1-A5 二样化硅粉末含量依次为 20%，40%，60%，80%，99%，刚玉样品 1 份作为对照样品。

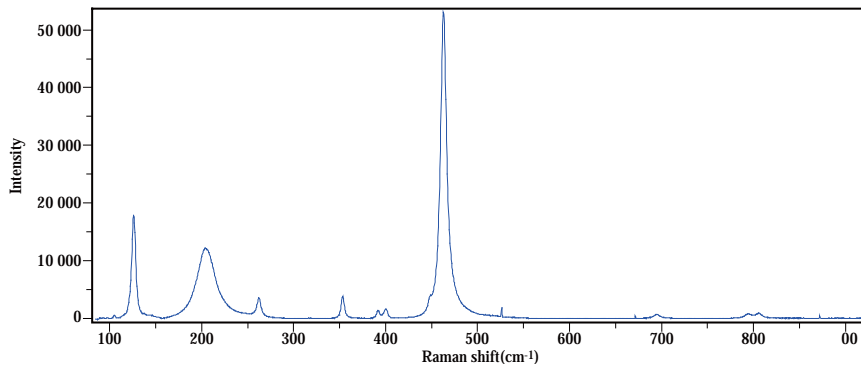


图 2 A5 样品的拉曼光谱图如图

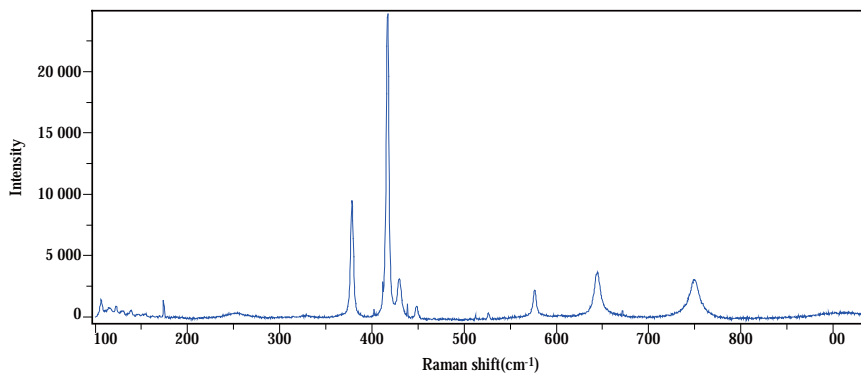


图 3 刚玉样品的拉曼光谱图如图

经试验验证发现，可以通过二氧化硅特征峰（ 465cm^{-1} ），与刚玉样品拉曼特征峰（ 415cm^{-1} ）采取峰面积比法进行定量分析二氧化硅样品的含量

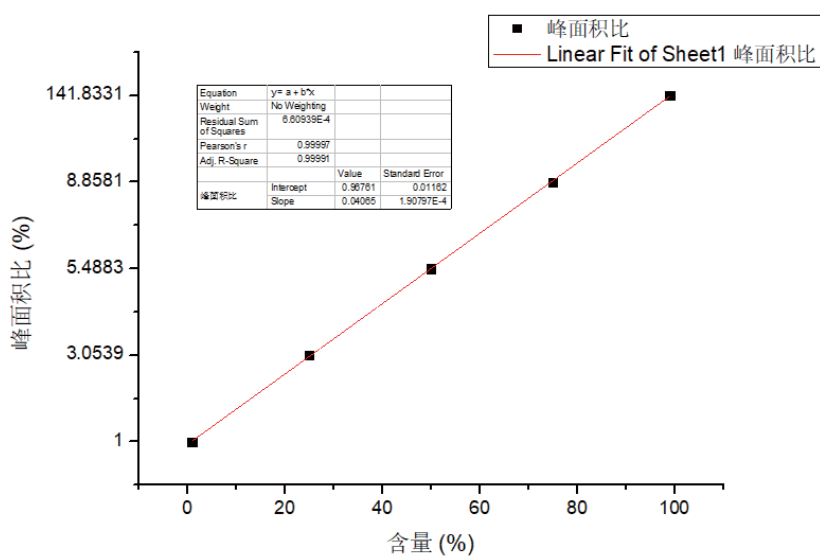


图 4 峰面积比法拟合曲线

从图中可以发现，随着二氧化硅含量的增加，峰面积比呈线性增加，因此，通过建立标准曲线，可以准确、高效的获得粉尘中二氧化硅含量。在各类施工场所中，粉尘中游离二氧化硅的含量如果超标，则可能给接触人员带来不利的影响。拉曼光谱技术可以定量分析二氧化硅含量，便携式拉曼光谱技术的商品化也大大降低了工作成本，使其在一线工作生产中作为粉尘定性、定量的快速检测分析手段成为可能，通过拉曼光谱技术实时、现场监控粉尘中游离二氧化硅含量的测定也就有了重要意义。

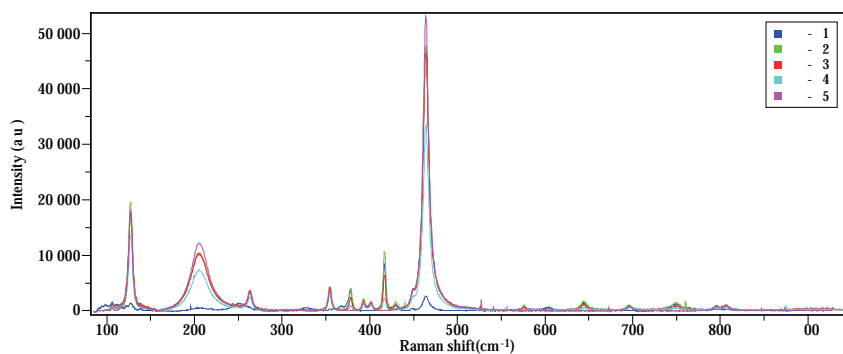


图 5 A5 样品 - 空白样品的拉曼光谱对比图

流体包裹体分析

流体包裹体是地质时代中形成各种矿物、岩石、矿床时被留在其中的地质流体的样品，代表着古流体的形成条件和成分特征，通过对其定性或定量分析可解释地壳乃至地幔中流体参与下的各种地质作用过程，可以得出各种矿床的形成条件和成矿流体特征，及石油天然气的贮藏、迁移、演化资料。此外，通过研究古老海相地层中的流体包裹体，还可以开展关于古海水、古气候等方面的研究。拉曼光谱技术可以直接将激光光束聚焦到所需要的单个包裹体上进行分析，具有无损检测的优势，目前被广泛应用于包裹体的研究

实验样品：1 组融合二氧化硅毛细管技术制备的流体包裹体样本，直径 8-12mm，1 组天然流体包裹体。

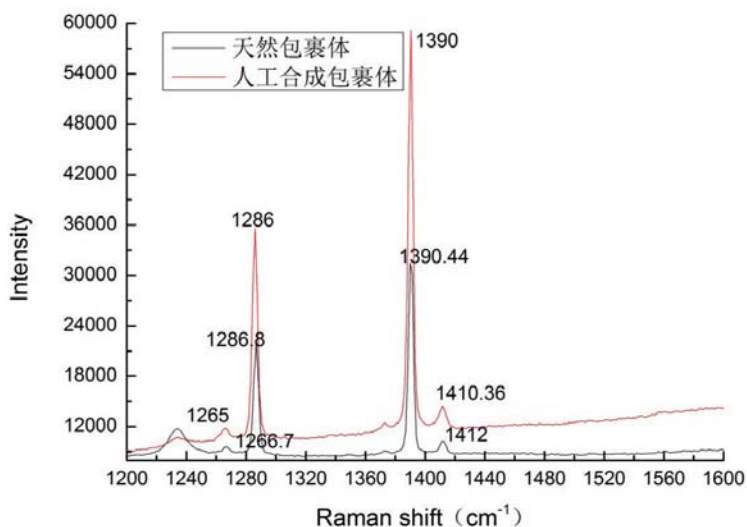


图2 天然包裹体和人工合成包裹体的拉曼光谱图

人工合成包裹体与天然包裹体均有 CO₂ 的费米共振且二者峰位基本相同，峰型一致，两个热峰也能完美展现，这表明人工合成包裹体可以成功作为标样原位分析天然包裹体。人工合成的包裹体能够清晰完善的演绎相变过程及特点，为鉴定天然包裹体的准确观测奠定了基础，二氧化碳人工合成包裹体可以作为标样，作为校验应用与自然界包裹体分析研究的各种仪器和测试方法的标准，并为天然流体包裹体的拉曼光谱检测提供技术上的可行性和实用性。

石油

润滑油定性鉴别

随着国际原油价格飙升，油品的掺假屡见不鲜，不仅损害了消费者利益，更有甚者会危及生命安全，油品质量也越来越受到广泛重视。目前人们主要采用光谱和色谱手段检测油品，光谱检测技术具备便捷、无损检测优势，应用更为广泛。拉曼光谱作为一种强有力的分子结构鉴别手段，用于石油的研究仍起步阶段，但其简便、快捷、准确的技术优势已在油品分析中得到了关注。近年来，随着激光器、探测技术、计算机和化学计量学的进步，拉曼光谱已经可以测定油品中的多种组成和性质，如汽油的辛烷值、烯烃、芳烃、苯和含氧量等。目前对于深色油品的拉曼光谱研究国内外还较少，主要研究集中于轻质油品的研究上，如汽油、柴油、喷气燃料等。



实验样品：

市场采购的标准润滑油样品 1 份、石油醚样品 1 份，混合样品 1 份。

实验仪器：

北京卓立汉光仪器有限公司自主研发的“Finder Insight”便携式拉曼光谱仪

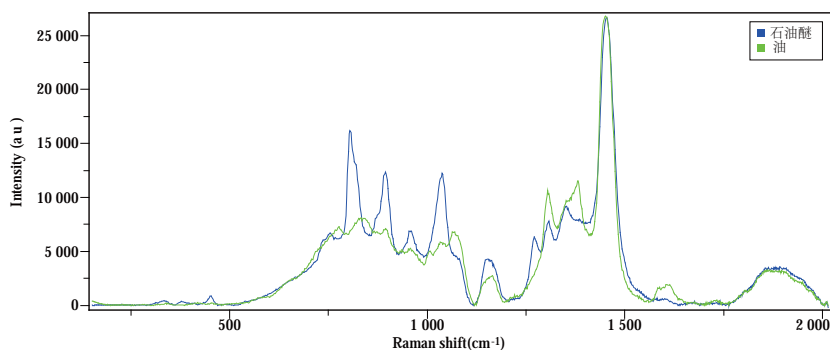


图 2 润滑油、石油醚的拉曼光谱

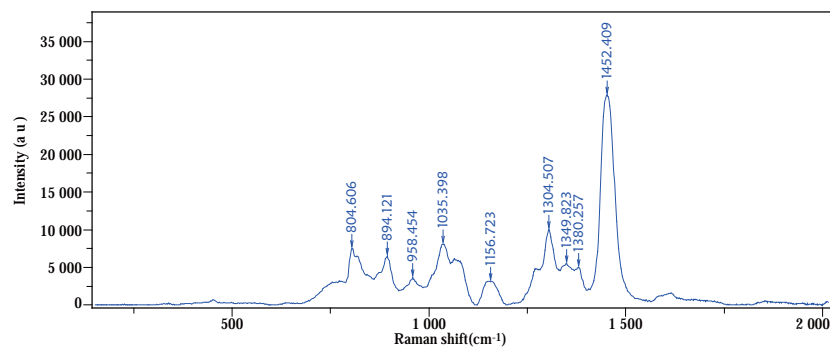


图 3 混合样品的拉曼光谱

本文采用便携式拉曼光谱技术对润滑油进行指纹图谱鉴别，通过检测掺杂石油醚混合油品的拉曼指纹图谱，肯定了拉曼光谱技术对油品的鉴定性能，为润滑油产品拉曼光谱鉴别方法的建立提供实验依据，拉曼光谱技术也将成为质量监督快速高效的现场检测手段。

珠宝玉石

钻石真假鉴定

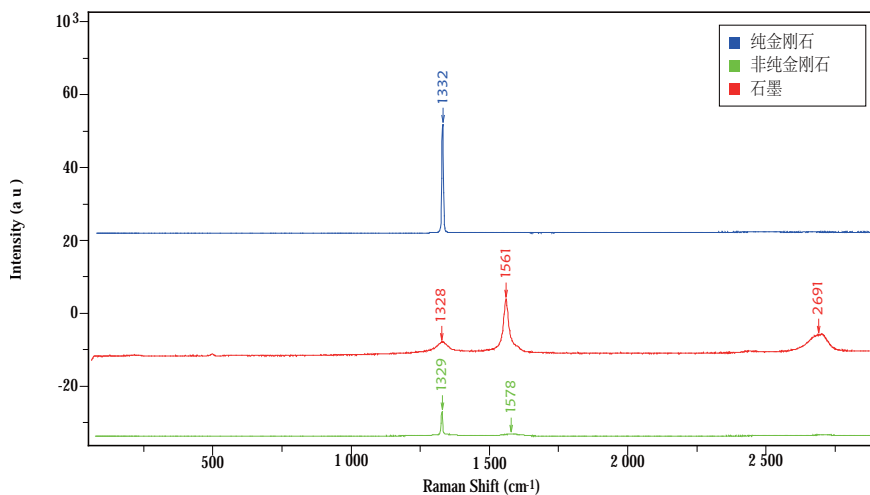
珠宝玉石具有独特的保值价值、艺术价值及收藏价值，市场上各种以次充好造假手段丛生，给宝石的传统鉴定带来较大的困难。显微共聚焦拉曼的微区可达 1-2 μm ，在宝石鉴定中具有明显的优势，能够无损伤地鉴定宝石表面、内部固相、液相和气相包裹体的分子光谱特征，探测宝石中极其微小的杂质、显微内含物和人工掺杂物，对有机物充填处理的各种宝石等能准确测出，且能满足宝石鉴定所必须的无损、快速的要求。

实验

样品：纯金刚石（钻石）、非纯金刚石（人工合成）、石墨样品。

试验设备：显微共聚焦拉曼光谱仪系统 “Finder Vista”

结果分析



通过位于 1332 cm^{-1} 拉曼特征峰判断本次实验的三个样品分别为纯金刚石、石墨以及石墨及金刚石的过渡体，确定了钻石的真假。

随着高新技术的发展，人工合成宝石的工艺越来越成熟，常规的检测与积累的经验已经难以对宝石进行鉴定，显微拉曼光谱技术可相较于传统鉴定方法，其优点是高效、准确、高分辨率、同时是一种无损鉴定。通过拉曼光谱，可以获取各种宝石的光谱，从而得到其具体的信息，最终高效、准确判断出宝石真假以及矿物成分，因此，拉曼光谱必将在宝石鉴定领域大放异彩。

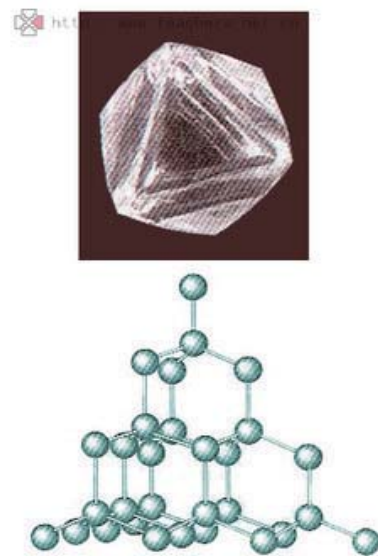


图 1 金刚石及其结构图



红珊瑚鉴定

珊瑚是一种重要的有机宝石，常作为珠宝使用的是贵珊瑚，近年来由于过度开采珊瑚以及全球环境恶化，使得宝石级珊瑚资源逐渐减少，价格急剧上升，因此以前不作为首饰材料的低价钙质珊瑚品种被开发利用，经过优化处理后以宝石级红珊瑚的仿制品出现。由于目前的染色技术较高，通过简单观察不易区分天然色和染色的，尤其是浅粉红色珊瑚。使用化学试剂擦拭样品又有破坏样品的风险，因此急需一种高效、无损伤、准确率高的分析技术对红珊瑚进行鉴别与分析。近期，北京卓立汉光仪器有限公司收集了具有代表性的天然红珊瑚和染色红珊瑚样品，采用拉曼光谱分析技术进行真假鉴别研究。

通过拉曼荧光背景谱，以及位于 1019、1087、1130、1520 cm^{-1} 的拉曼特征峰判断此次检验的深红色红珊瑚为高品质红珊瑚；1085、712、283、155 cm^{-1} 拉曼特征峰表明粉红色红珊瑚是由白色红珊瑚染色而成。

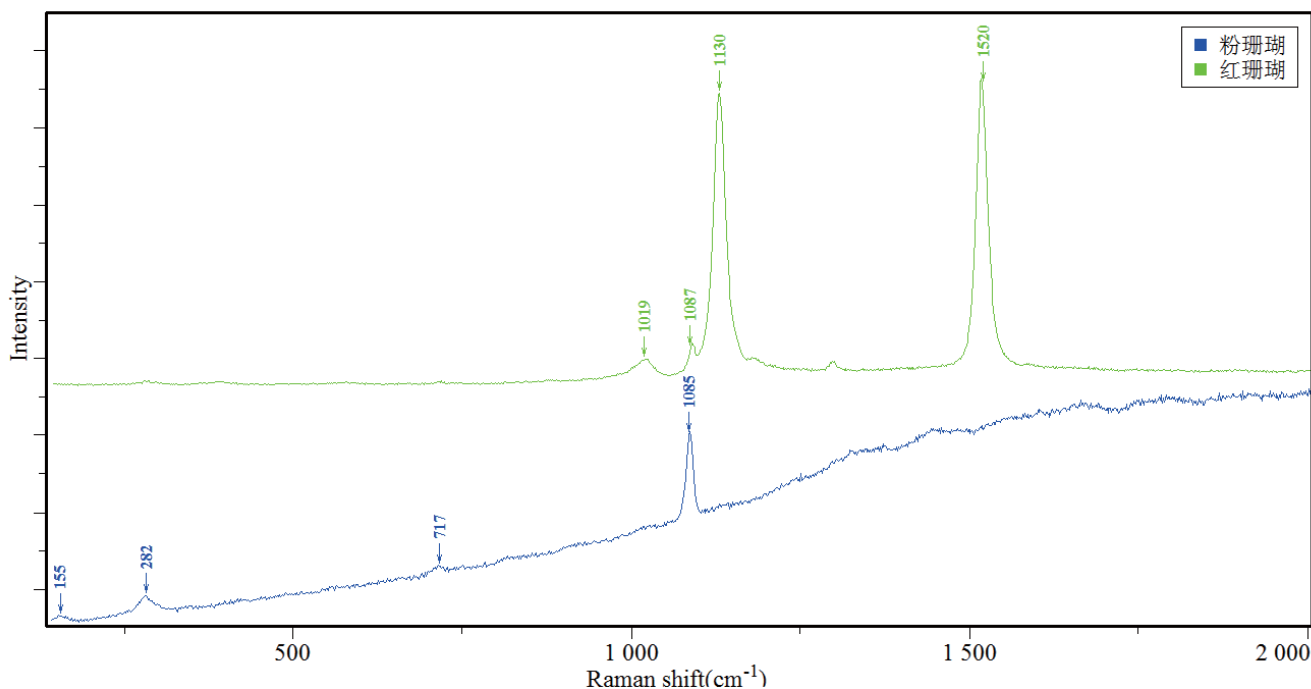
采用显微拉曼光谱技术对市面上流通的红珊瑚、珠宝等材料的测试与鉴定具有极佳的效果，染色红珊瑚与天然红珊瑚的拉曼光谱明显不同，因此，可以通过拉曼光谱分析技术快速、准确、无损伤的将真实红珊瑚和人工染色红珊瑚区分开来。



实验

本次试验选用两种市面购买的深红色和粉色红珊瑚。

设备：“Finder Vista”显微共聚焦拉曼光谱仪系统结果分析



生物医学

细胞定性识别

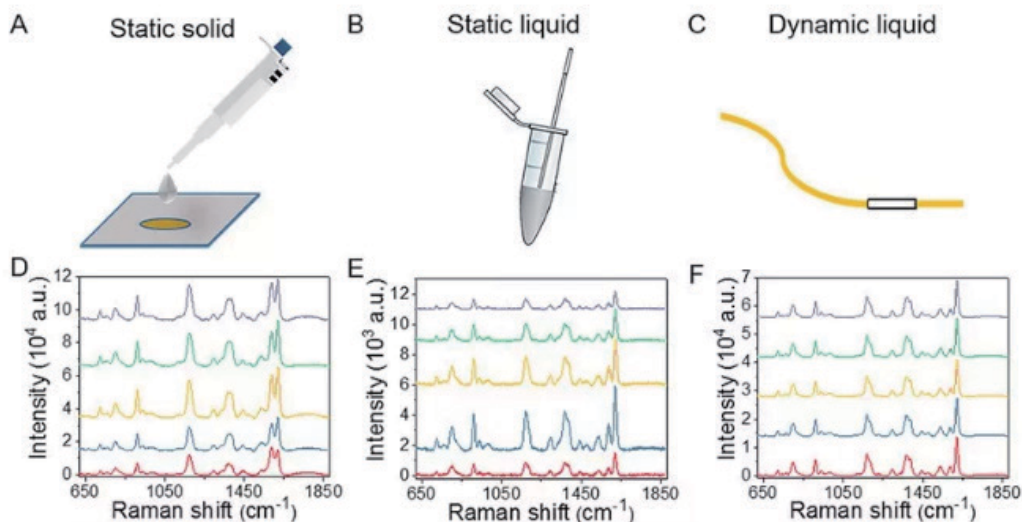
表面增强拉曼光谱 (Surface-enhanced Raman Spectroscopy, SERS) 是指当一些分子被吸附到某些粗糙的金属表面上时, 由于样品表面或近表面的电磁场的增强导致吸附分子的拉曼散射信号比普通拉曼散射 (NRS) 信号大大增强的现象, 现已被证明是一种快捷高效的光谱学检测方法。SERS 具有较高的检测灵敏度, 极易适用于弱信号样品的检测, 但在实际应用中, SERS 技术的重复性和检测限一直难以两全。因此, SERS 技术的重复性与灵敏度一直是科学研究的重点。

研究成果:

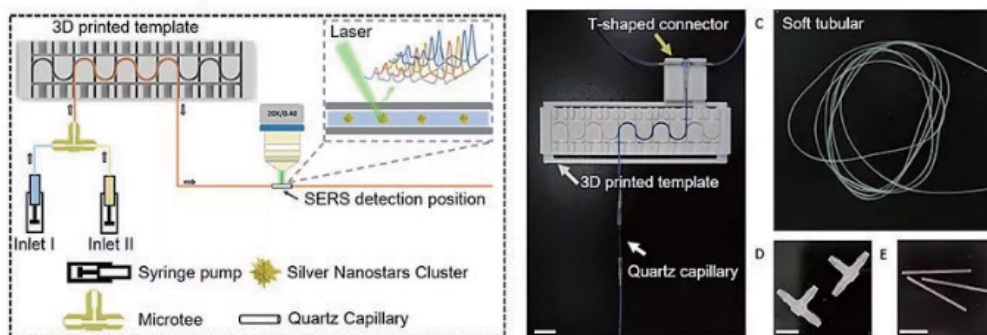
近日, 由西安电子科技大学生命科学技术学院的胡波课题组提出了一种基于软管微流控的动态流体 SERS 平台, 有效解决了目前 SERS 检测中存在的问题, 并将其成功应用于乳腺癌细胞的检测与分类, 该平台有望成为液体环境中无标记细胞检测的强大工具, 并且在细胞学研究、临床诊断和食品安全等方面具有广阔的应用前景。

传统的测试方法与微流控技术的优劣势对比:

传统的 SERS 测量方法有两种: 静态固相及静态液相两种方法。静态固相 SERS 检测由于分析物与纳米颗粒在基底上难以实现均匀混合分布, 往往在同一次检测中难以获得强度均一的光谱信号。而静态液相虽然可以在一定程度上解决分析物与纳米颗粒在空间尺度上的均匀分散问题, 但是由于液体处于静止状态, 存在混合时间不确定、不规则散射、局部加热和光离解等问题, 因此很难保证光谱重现性。此外, 这两种方法还都需要预混合、干燥等预处理步骤, 以及混合时间长等缺点。微流控技术作为快速处理小体积流体的一种技术, 当和 SERS 技术联用组成微流控-SERS 系统时, 能够实现动态流动条件下的 SERS 光谱的连续采集, 在提高 SERS 检测重复性的同时也增加了检测效率。



然而传统的微流控芯片加工制备需要造价高昂的洁净室, 且过程耗时耗力。其他无需洁净室的微流控芯片加工方法仍需昂贵且专业的仪器, 加工精度在一定程度上受到限制。西安电子科技大学团队采用商用、生物相容、透明的微软管嵌入 3D 打印支撑模板中组成的软管微流控 SERS 平台, 能够动态地混合溶液、精确地控制混合时间并且能够用于 SERS 光谱的连续采集。



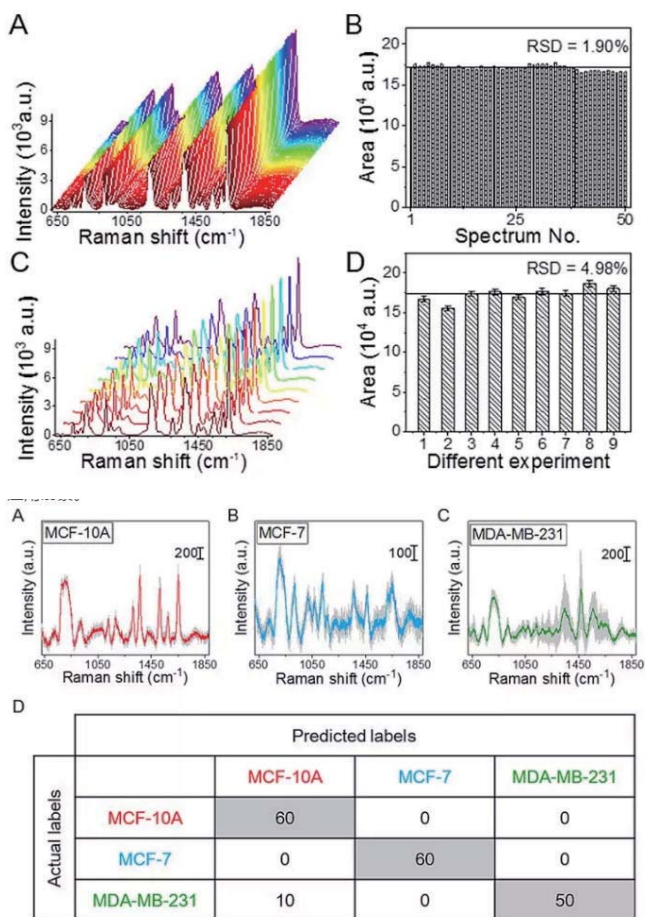
与传统静态固相和静态液相测量方法相比，动态流体 SERS 平台通过对模型分子的表征，分别以 1.90% 和 4.98% 的相对标准偏差展现了良好的稳定性和重复性。

此外，利用该平台采集三种乳腺细胞的拉曼光谱：正常 (MCF-)10A) 乳腺细胞及轻度恶性肿瘤 (MCF-7) 恶性 (MDA-MB-231) 乳腺癌细胞 3 例独立的实验，并结合 K 近邻 (K-NN) 算法的分类鉴定，实现了灵敏度在 83.3% 以上，特异性在 91.6% 以上，准确度为 94.4% 的无标记细胞检测。

基于软管微流控的动态流体 SERS 平台具有加工成本低、制作方法简单等优势，丰富了微流控芯片的加工制备技术。而且可在短时间内采集大量连续流体的 SERS 光谱，具有快速、通用、灵敏、可靠、低成本和不需要预处理的优点。该平台有望成为液体环境中无标记细胞检测的强大工具，并且在细胞学研究、临床诊断和食品安全等方面具有广阔的应用前景。

这一成果近期发表在 *Analytical Chemistry* 上，该文章是西安电子科技大学胡波课题组完成，文章的第一作者是西安电子科技大学硕士研究生续小丁和博士后赵磊。文章链接：<https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/acs.analchem.9b01111>

本研究采用的是北京卓立汉光仪器有限公司“Finder One”微区激光拉曼光谱系统，如需了解该产品，欢迎咨询我司。



细胞外分泌物分析

利用显微拉曼光谱和可调式阻性脉冲感应 (TRPS) 组合方法测量细胞外分泌体的尺寸、浓度和种类

简介

细胞会释放囊泡，例如外泌体和微泡。这些由双层磷脂包裹的球状微粒比人体内最小的细胞还要再小 100 倍。

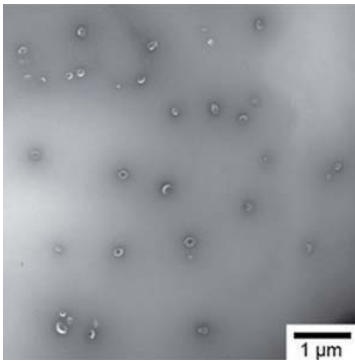


图 1. 人类尿液内囊泡的电镜图像

图 1 显示了投射电镜下人类尿液里的囊泡。由于细胞会把囊泡释放到周围环境和体液中，故血液、唾液和尿液当中都含有大量的细胞产生的囊泡。

细胞利用囊泡来排出废弃物及运输物质，例如把受体和基因信息运输到其他细胞。既然所运输的物质允许囊泡对特定的细胞传输信息，那么囊泡自然在细胞间的通信中扮演了关键的角色。此外，体液中的囊泡，其尺寸，浓度，细胞源及组分会随着疾病而产生变化。比如，血浆中囊泡数量的增加通常与血栓和转移癌症有关。囊泡的功能以及它们在病症期间性质的变化表明了囊泡有很多临床的应用。比如特定种类囊泡数量的剧增可能预示着某种疾病的出现。获得这些信息对病症的诊断和监视治疗效果有着很大的帮助。

此外，囊泡可以用来将药物直接送到患病器官处而又不会被人体的免疫系统清除掉。为了使这些应用成为现实，我们需要一种能对囊泡种类进行鉴别，并对囊泡的尺寸和浓度进行检测的仪器。

方法

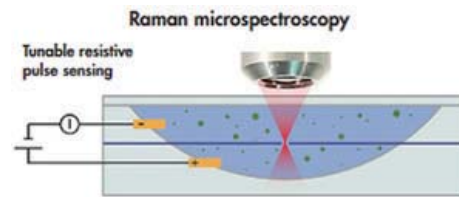


图 2. 可调阻性脉冲感应 (TRPS) 示意图 – 与纤维拉曼光谱混合

为了检测出特定种类囊泡的尺寸和浓度，使用可调阻性脉冲感应 (TRPS) 与纤维拉曼光谱联合测试的方法。图 2 为这种方法的示意图。TRPS 由两种液体单元组成，被一层不导电的绝缘膜隔开。电流通过绝缘膜上的单个小孔流动，小孔直径小于 1 μ m。电流的变化与囊泡量近似成正比关系。通过在两个液体单元之间施加不同的压力，由压力驱动的液体流动作用比电泳电渗和扩散效应带来的液体流动要更强，因此压力驱动的流动占主要地位。系统由已知尺寸和浓度的液珠进行校正，所以囊泡的计数率就跟囊泡的尺寸和浓度相关了。所以，TRPS 可以用来检测囊泡尺寸的分布和悬浮液内的囊泡浓度。

囊泡通过膜上小孔后，会被 785nm 激光光束的光镊效应俘获。囊泡的斯托克斯拉曼散射被光谱仪收集 (Holospec F/18i, Andor 公司体光栅光谱仪, DU920P-BR-DD, Andor 公司 CCD)，每一种细胞的囊泡都有其特征的拉曼光谱，因而，拉曼光谱很可能也包含了囊泡的细胞源信息。

拉曼光谱法的优势在于：

- 1、可量化；
- 2、无需标记。

相比之下，绝大多数实验室使用荧光抗体标记的方法来鉴定囊泡，这种方法既费事又会引入其他问题，如抗体通常不仅会跟抗原结合，还会跟 Fc 受体结合。

测试结果

我们改进了 TRPS 系统上层液体, (Izon Science Ltd, Christchurch, New Zealand) 使膜孔有了光学延展性。改进之后, 我们评估了 TRPS 检测人体尿液囊泡的尺寸和浓度。之所以选择尿液囊泡, 是因为尿液里含有较高浓度的尿液囊泡, 同时脂蛋白和蛋白质集结的污染程度较小。图 3 显示了用 TRPS 测量的尿液囊泡的尺寸分布以及浓度, 尿液囊泡的浓度随着尺寸的增加而降低, 我们能检测到的最小尺度的尿囊为 100nm 直径

TRPS 的显微扩展使激光可以聚焦到小孔上, 并用光镊的方法俘获单个囊泡, 从而获取单个囊泡的拉曼光谱。图 4 为单血小板源性囊泡的拉曼光谱图。拉曼峰表征了出现在这种囊泡内的特征化学成分。

结论和展望

体液包含源于细胞而存在于细胞外的囊泡, 包含了有用的临床信息。在生理病理学条件下研究这些囊泡的作用, 并将囊泡运用于疾病的生物标记。我们研发了一种新型的 TRPS- 拉曼的联合应用使得我们可以通过 TRPS 检测到百纳米量级的囊泡, 并对单个血小板源性囊泡的拉曼光谱进行了采集, 下一步我们还将这种方法应用去其他种类囊泡的研究。

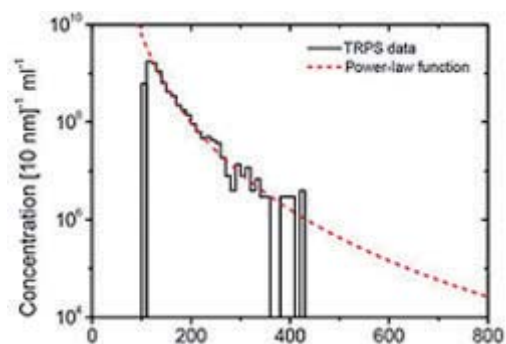


图 3. 尿液囊的尺寸分布以及浓度

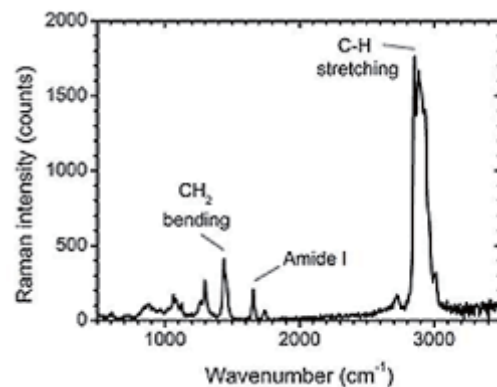


图 4. 单血小板源性囊泡的拉曼光谱图

拉曼峰表征了出现在这种囊泡内的特征化学成分

食药环侦

对乙酰氨基酚鉴定

目前，药品的安全性问题已经成为了人们时刻关注的焦点，保证药品质量对保障广大人民用药的安全、有效和维护人民身体健康有着重要的意义。拉曼光谱是一种简单、灵敏的研究分子结构的重要工具，不仅在药物研究领域具有越来越重要的应用，在医药工业领域也逐渐被认可，已将拉曼光谱技术用于过程监测和过程控制、鉴别药物和药物释放实验以及检测大批量的原料药和单态物质的结晶过程观察等。我们将对乙酰氨基酚的拉曼光谱的理论计算值与实验得到的常规拉曼散射光谱相比，对其光谱性质进行了对比分析，并对其部分振动模式归属进行了指认。

药品：泰诺，酚麻美敏片。

设备：“Finder One”微区激光拉曼光谱仪

对乙酰氨基酚的结构图和拉曼光谱图分别如图 1、2 所示：

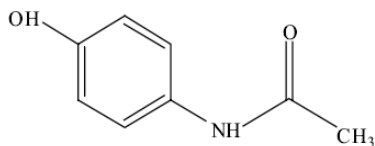


图 1 对乙酰氨基酚结构式

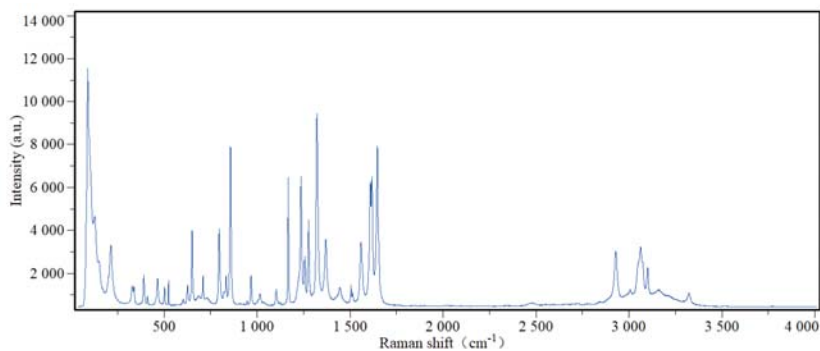


图 2 对乙酰氨基酚的拉曼光谱图

通过查阅文献，确认 468、518、652、860、1105、1169、1238、1279、1650 cm^{-1} 等特征峰为对乙酰氨基酚拉曼特征峰，实验结果与理论值基本相符。2004 年美国药典增加了拉曼光谱法并用于盐酸林可霉素胶囊溶出度的测定，中国药典 2010 版首次增加了拉曼光谱法指导原则，其检测准确快速、无损性、高选择性、分析混合物时不需分离等特点使之在药物分析领域具有更为广阔的发展前景。

刑侦鉴定

笔迹鉴定

随着市场经济的不断发展和人们法律意识的不断提高，涉及经济合同的案件越来越多，其中包括油墨的鉴定、笔迹的添加和涂改、公章印文的真伪、喷墨和激光打印字迹的鉴定、笔画先后顺序及朱墨时序的鉴定等。由于刑侦鉴定检材有限，且有重要的证据价值，以往采用的鉴定技术和方法，有的对文件物证造成一定损坏，寻找一种快速、准确、无损的检验方法显得尤为重要。而拉曼光谱技术不仅可以实现对检材的零破坏，并且能够快速、有效检出字迹的异同点，从而鉴定不同的笔迹，在司法文书鉴定中取得了令人满意的结果，鉴定结果可以为法庭诉讼提供科学依据。卓立汉光仪器有限公司针对刑侦学中的典型问题提供合适的解决方案。

鉴定方案

采用对比试验方案，检测红、蓝、黑3组颜色的笔迹。实验采用不同厂家、品牌、型号的签字笔。实验仪器 Finder Vista “微曼”系列激光显微共聚焦拉曼光谱仪

表 1 不同型号、不同品牌中性笔实验设计方案

	笔迹编号	型号	品牌
实验一（黑色）	黑 1 号样	GP-1212	晨光
	黑 2 号样	A4501	
	黑 3 号样	AGP13902	
实验二（红色）	红 1 号样	GP-1212	晨光
	红 2 号样	GP-1280	真彩
	红 3 号样	0221B	
实验二（蓝色）	蓝 1 号样	GP-1212	晨光
	蓝 2 号样	GP-1280	以恒
	蓝 1 号样		

在法庭科学领域，物证检验要求尽量无损检材，与其它分析技术相比，拉曼光谱技术最大的优势在于其非破坏性和几乎无需样品制备，适合对未知固体、液体进行快速无损分析，因此该技术在物证鉴定方面的应用越来越广泛。

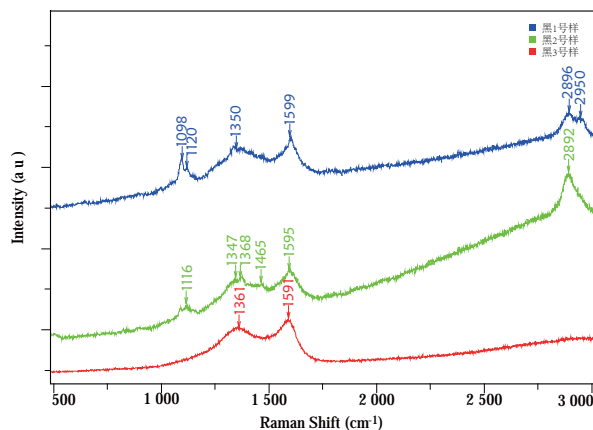


图 1 黑色中性笔拉曼光谱图

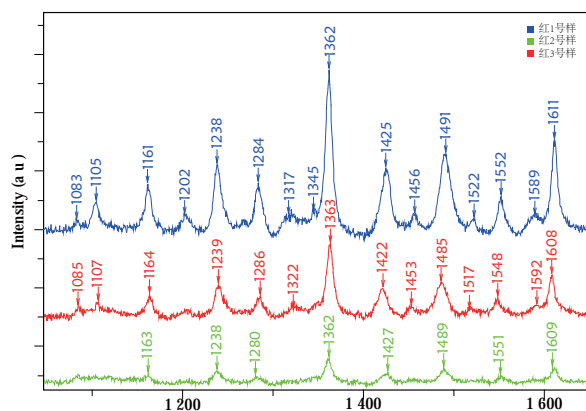


图 2 红色中性笔拉曼光谱图

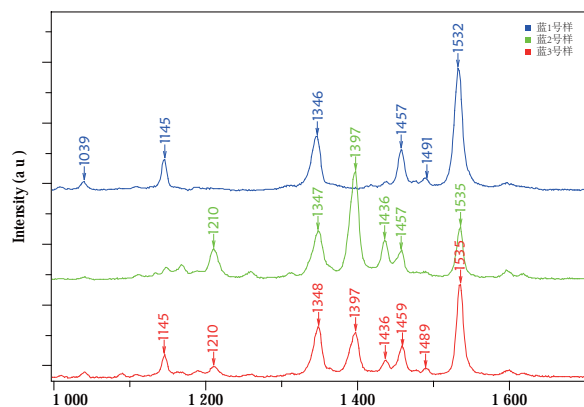


图 3 蓝色中性笔拉曼光谱图

纺织



纤维二级结构分析

本公司利用拉曼光谱表征了变异山羊绒纤维的蛋白质二级结构，取得了优异的结果。四种变异山羊绒纤维的蛋白质氨基酸含量，如酪氨酸、色氨酸、苯丙氨酸的含量整体上随着羊毛、两型毛、二细毛、羊绒纤维的顺序而增加，说明绒纤维的蛋白质的含量要高于毛纤维，这也是绒纤维具有更加优异的手感与理化功能的原因之一。 α 螺旋构象也呈现相似特征。这也是从理论上证明了绒纤维的手感、光泽、拉伸等性能要优于毛纤维。通过拉曼光谱对变异山羊绒纤维的为进一步探究变异山羊绒纤维的拉伸、染色、防缩等性能以及后加工整理技术提供一定的判断依据。

实验仪器

样品：4种变异山羊绒纤维；试验设备：北京卓立汉光仪器有限公司研制的“Finder Vista”显微共聚焦拉曼光谱仪系统

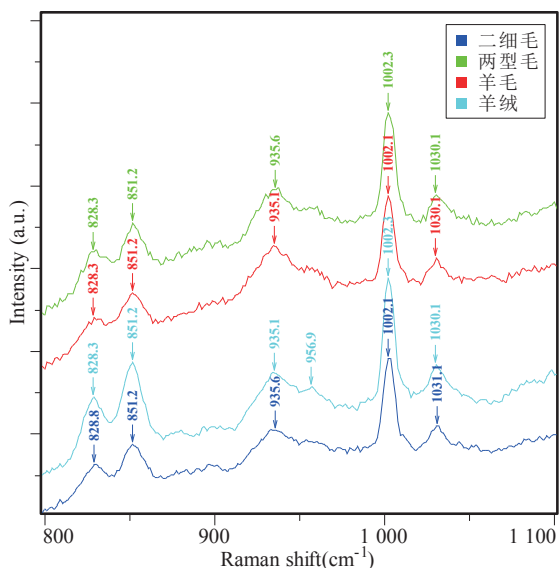


图 四种变异山羊绒纤维的拉曼光谱图

拉曼光谱在纺织纤维的应用方向：

- 纤维界面和机体结构的测定、分子链规整度和取向度变化的测定、高分子结构、羊绒和羊毛分子结构研究复合材料的界面和基体结构的测定；
- 再生蚕丝制备过程中，分子链规整度和取向度变化的测定；
- 丝素经酶处理后，高分子结构的变化研究以及羊绒和羊毛分子结构研究。
- 鉴别天然绿色棉和染色棉；
- 研究聚丙烯、羊毛、聚酯和一些天然纤维的鉴别方法；
- 染色纤维中染料的分析，以及比较红外光谱与拉曼光谱对染色纤维区分的效果。

表 变异山羊绒纤维峰面积归一化强度

特征峰	羊毛	两型毛	二细毛	羊绒
828	0.395824	0.408907	0.431843	0.489311
851	0.738972	0.759791	0.772707	0.780282
935	0.763442	0.738708	0.551208	0.594393
1002	0.59859	0.494667	0.514251	0.721202
1031	0.454458	0.462764	0.486181	0.540878

管制品

毒品检测

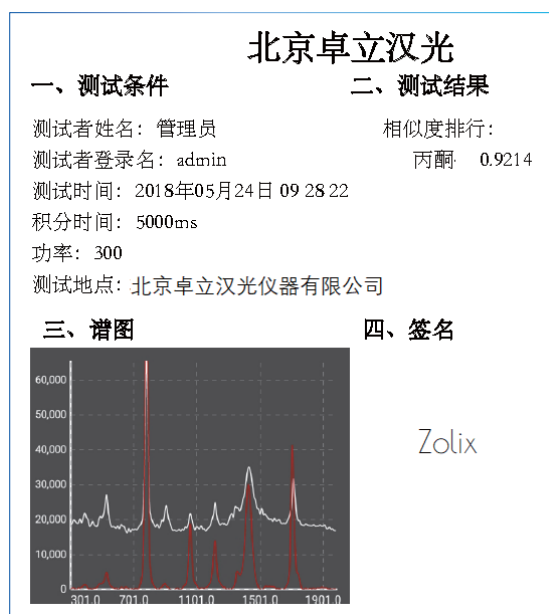


随着公共安全形势的日益严峻和恐怖袭击事件的增多，毒品、易制毒品、有毒化学品、危险爆炸物等对人民群众的危害日益严重，这也制约着我国经济、社会稳定、人民健康等方面的发展。在 2011-2015 年间，全国缴获毒品数量增长近 5 倍，吸毒人员呈上升趋势，随着毒品问题日益严重，加强禁毒已经刻不容缓。基于拉曼光谱技术的手持式毒品检测仪器能够现场无损、快速、准确鉴定物品给出物质化学成分信息，已得到公安部的普遍关注。

手持式拉曼光谱仪可以实现物质定量及定性检测，具有灵敏度高、准确度高、稳定性好、快速便捷、非接触无损伤检测等优势，可用于以下几个方面的检测：

- 用于边防缉毒检测，对过往车辆、人员携带疑似毒品、制毒易制品、危险化学品、爆炸物等，现场快速检测。
- 用于机场、火车站、海关等部门对危险化学品及毒品、爆炸物快速识别
- 用于武警、公安等缉毒部门，对嫌疑人员、车辆，目标建筑物等毒品、易制毒品、危险化学品进行现场和源头快速筛查

基于手持式拉曼光谱仪具有现场快速识别的优势，本次选择了易制毒 - 丙酮作为测试物，量取 2ml 丙酮试剂与透明玻璃瓶中，并置于液体样品池内检测，检测结果如图 2 所示：



从图中可以看出，Finder Edge 可以检测丙酮不存在误报，谱峰清晰便于识别。通过对其进行 20 次重复试验，均未出现漏报及误报情况，仪器性能稳定，准确度高，可以满足禁毒现场快速识别和缉查的需求。手持式拉曼光谱仪的分子信息采集、谱峰识别、数据库比对等功能可实现快速检测危险品目的，对公共安全及应急处置技术发展具有重要意义。

拉曼光谱法检验热敏纸的研究

热敏纸是指一种表面涂有热敏涂料，经热能激励而产生高分辨率的文字或图像的信息记录纸 [1]。随着社会的发展，热敏纸作为传递信息的记录纸应用十分广泛，在案发现场也常常能提取到热敏纸。目前，检验热敏纸的方法主要有红外光谱法 [2]、扫描电镜 / 能谱法 [3] 和高效液相色谱法等 [4]。拉曼光谱法具有非接触性、非破坏性、测试时间短、无需样品制备且样品用量少等特点，在法庭科学领域中已得到广泛的应用 [5、6]。热敏纸有一个特性，即热敏纸上的字迹会随着时间的推移而逐渐消退，而热敏纸中的填料成分相对稳定，不易受到外界干扰。因此，可以利用拉曼光谱法对热敏纸样品中的填料进行分析。本实验采用拉曼光谱法，对热敏纸样品进行检验分析，取得了较好的实验结果。

实验仪器及条件

“FinderVista”显微共聚焦激光拉曼光谱仪（北京卓立汉光仪器有限公司）；

结果与讨论

热敏纸中常用填料的拉曼光谱分析

在热敏纸的生产过程中，生产厂家为了提高产品性能、降低生产成本，通常会根据不同的生产工艺以及产品的不同用途，添加不同种类和配比的填料。热敏纸中常用填料的有碳酸钙、滑石粉、高岭土和二氧化硅等。常见填料的拉曼光谱图如图 1 所示，特征拉曼光谱中的峰位见表 1[7]。热敏纸作为一种特殊的纸张，其主要成分是纤维素，因此，在分析过程中，只需要考虑热敏纸中无机填料的拉曼特征峰。

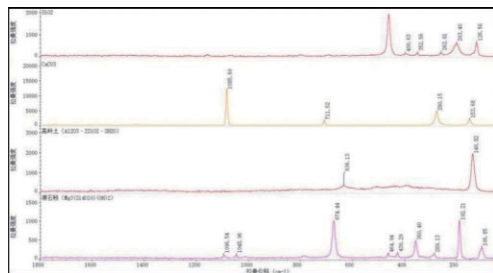


图 1. 热敏纸中常用填料的拉曼特征峰

拉曼光谱法检验热敏纸样品的分析

将热敏纸样品的光谱图与常用填料的光谱图进行比对分析，确定样品中所含填料的种类。通过对 70 个热敏纸样品的拉曼光谱图进行分析（忽略宇宙射线的干扰），根据热敏纸中所用填料种类的不同，可将样品分为 14 类。

- | | | |
|-----------------------------|---------------------|------------------|
| 第 1 类样品中含有高岭土、碳酸钙、滑石粉和二氧化硅； | 第 6 类样品中含有碳酸钙和二氧化硅； | 第 11 类样品中只含有滑石粉； |
| 第 2 类样品中含有碳酸钙、滑石粉和二氧化硅； | 第 7 类样品中含有碳酸钙和滑石粉； | 第 12 类样品中只含有碳酸钙； |
| 第 3 类样品中含有高岭土、滑石粉和二氧化硅； | 第 8 类样品中含有高岭土和二氧化硅； | 第 13 类样品中只含有高岭土； |
| 第 4 类样品中含有高岭土、碳酸钙和滑石粉； | 第 9 类样品中含有高岭土和滑石粉； | 第 14 类样品不含填料。 |
| 第 5 类样品中含有高岭土、碳酸钙和二氧化硅； | 第 10 类样品中含有高岭土和碳酸钙； | |

对同一类的样品，可根据其相对峰高比的不同加以区分。以第 12 类样品（图 2）为例，第 12 类有 10 个样品，可根据 232cm^{-1} 和 369cm^{-1} 处拉曼特征峰的相对峰高比进行区分（结果见表 2）。

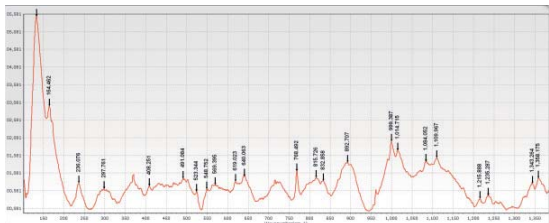


图 2. 第 12 类样品的拉曼特征峰

结论

本文通过显微共聚焦激光拉曼光谱仪对 70 个热敏纸样品进行了检验分析，首先根据热敏纸中填料的不同对样品进行分类；其次利用相对峰高比的不同对每一类热敏纸的样品进一步加以区分。该方法简便快捷、结果准确可靠，检材用量小且无损检材，可用于分析案件现场中提取到的热敏纸物证。

手帕纸鉴定

引言

手帕纸包装袋使用具有广泛性，其包装袋残片被遗留在案件现场的概率较大，弄清手帕纸的种属来源，能够提供使用人身份及活动路线信息，对案件推动具有重要作用。现场残留包装袋往往受环境因素影响，仅余部分残片，给追溯手帕纸的来源、品牌，实现检验分类设置了障碍，亟待开展进一步检验分析。

手帕纸由于生产厂家，合成工艺、商品化助剂添加及生产设备选取都存在一定偏差，不同品种的手帕纸塑料包装袋有不同物理及化学特征，这些差异均会使拉曼散射强度有所差异。因此采用拉曼光谱法可以有效的区分手帕纸外包装，从而为实际现场塑料物证检验提供了充分参考。

研究成果

近期，中国公安大学姜红教授团队基于 Matlab 进行拉曼数据预处理及相似度分析，结合 K 均值聚类法 (K-means) 对收集到的不同手帕纸小包装袋样本进行建模分析，可以获得合适的初始凝聚点数 K，实现了手帕纸的区分检验。

手帕纸外包装袋为塑料，以树脂为主要原料，以增塑剂、填充剂、润滑剂、着色剂等添加剂为辅助成分通过高压合成的高分子化合物。包装袋主要填料为合成树脂，多为聚乙烯、聚氯乙烯或聚丙烯，常见塑料助剂为 CaCO_3 、滑石粉和 BaSO_4 。通过筛选我们发现依据填料种类可将样本分为三大类（见表 3），第 I 类样品中主要填料为聚乙烯（如图 2），第 II 类样品中主要填料为聚氯乙烯（如图 3），第 III 类样品中主要填料为聚丙烯（如图 4）。

首先基于主成分分析法 (principle component analysis, PCA) 进行数据预处理，以实现数据降维，提升分析准确性，从总体协和方差矩阵出发进行主成分分析。选取分类贡献率大于百分之一的 PC1、PC2、PC3 作为主特征，以待后续验证分析。作为快速聚类法，K 均值聚类法不需预知样本种数，可对 K 值进行迅速演算并反馈样本吻合度，最终筛选出合适 K 值，同时实现样本分类。本次结合 kmeans 函数及 silhouette 函数分别对三大类样品进行进一步分类，数据准确性达 93%。结合 K 均值聚类法，基于已知样本标准数据，可实现对未知样本的快速分类和高效鉴定，分类成功率达 97.14%。

该方法操作简便、精确度高，将计算机软件技术和光谱检测技术相结合，相较于传统的谱图分析法更加快速准确，数据处理效率更高，为实际应用提供了充分参考。对信噪比较高的样本数据也可实现迅速分类，背景容错率好，可在公安实践中对现场不易分类的局部手帕纸外包装袋进行检测分类，为实际办案中划定嫌疑人活动轨迹、侦破案件提供线索，为刑事诉讼提供合法证据。

文章信息：

该成果近期以“拉曼光谱结合 K 均值法检验手帕纸包装袋的研究”为题发表在期刊上，该工作由中国公安大学姜红课题组完成，论文链接：<http://www.cnki.com.cn/Article/CJFDTotol-GSSX201902009.htm>。

本研究采用的是北京卓立汉光仪器有限公司“Finder Insight”激光显微共聚焦拉曼光谱系统，如需了解该产品，欢迎咨询我司。

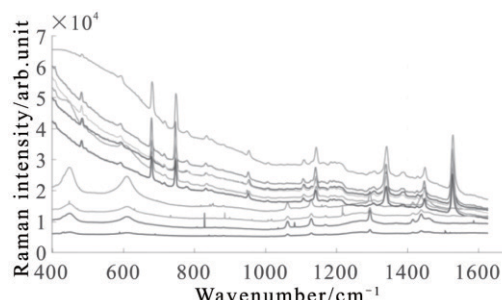


图 2 第 I 类样品的拉曼光谱图

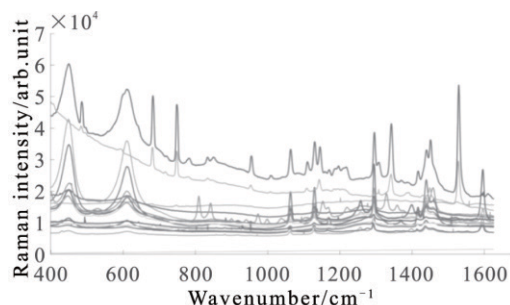


图 3 第 II 类样品的拉曼光谱图

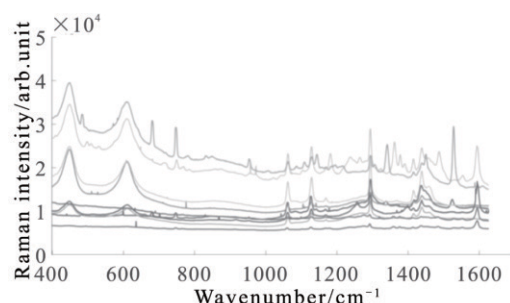


图 4 第 III 类样品的拉曼光谱图

拉曼光谱法检验香烟盒外包装薄膜的研究

引言

随着吸烟人口的不断增长，与香烟有关的各种物证出现在刑事案件现场的比例逐步提高，进行香烟品牌和来源的分析，对锁定侦查范围、有效打击犯罪变得尤为重要，现阶段已经对香烟烟蒂、烟灰、烟丝、香烟盒外包装薄膜、烟用内衬纸等进行了多项研究并取得了一定的成果。香烟盒外包装薄膜即卷烟小盒及条盒外包装的一层薄膜，全世界有 85% 以上的烟盒采用透明包装材料进行包装。因其具有阻隔性、透明性、热封性、机械加工性、透氧透湿率小等特性，能有效防止香烟吸潮霉变，阻止烟草香气外逸，具有良好的阻隔性和保香性。

目前法庭科学中，对香烟盒外包装薄膜的检验方法主要有红外光谱法、小角 X 射线散射法、差示扫描量热法、X 射线荧光光谱法等。拉曼光谱法具有无损、快速、准确、样品不需要前处理等优势，在农业、医药、化学等领域得到了广泛的应用。本实验利用拉曼光谱法，对香烟盒外包装薄膜样品进行检验区分，取得了较好的实验结果。

文章信息：

该成果近期以“拉曼光谱法检验香烟盒外包装薄膜的研究”为题发表在期刊上，该工作由中国公安大学姜红课题组完成，论文链接：
<http://shsl.cbpt.cnki.net/WKD/WebPublication/paperDigest.aspx?paperID=99020664-0e1b-43ff-bfa7-cb97b0ec5529>

本研究采用的是北京卓立汉光仪器有限公司拉曼光谱系统，如需了解该产品，欢迎咨询我司。

实验

实验仪器及样品

实验仪器：Finder Vista 显微共聚焦激光拉曼光谱仪（北京卓立汉光仪器有限公司）。

实验条件：532nm 激光器。

实验样品

不同品牌、不同系列的香烟盒外包装薄膜样品 48 个。

实验结果分析

根据拉曼光谱图谱对样品进行分类

首先将样品的拉曼光谱图与聚丙烯拉曼光谱标准图谱（见图 3）[10] 进行比对。

经比对分析，48 个样品均以聚丙烯为主要成分。根据 2600-1500 cm^{-1} 区域谱峰的不同，可将样品分为 4 类。第 I 类为含有碳碳双键顺反异构的样品，第 II 类为含有炔烃类（C C）的样品，第 III 类为混合类样品，第 IV 类为纯净类样品。

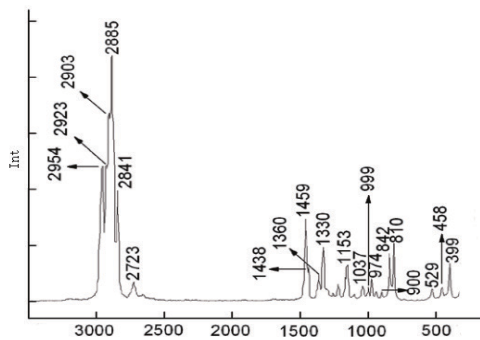
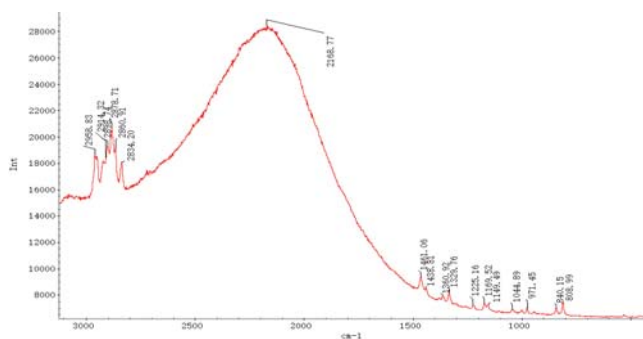


图 3 聚丙烯的拉曼光谱标准图谱

第 I 类含有碳碳双键顺反异构的样品

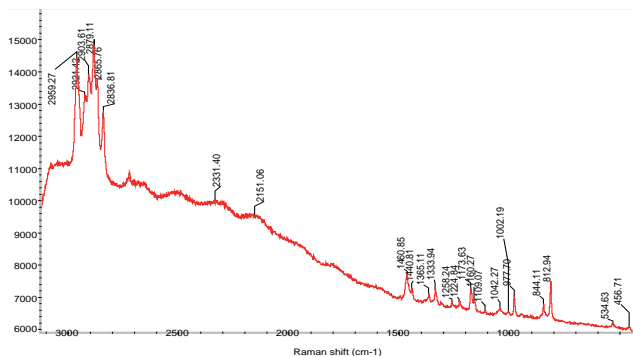
顺反异构体是立体异构的一种，是由于双键相连的两个碳原子不能绕 σ 键轴作相对的自由旋转引起的。在 2250-2150 cm^{-1} 处出现高强度波峰，此类样品共有 5 个，在样品中所占比例较小。



I 类 23 # 样品的拉曼光谱图

第 III 类混合类样品

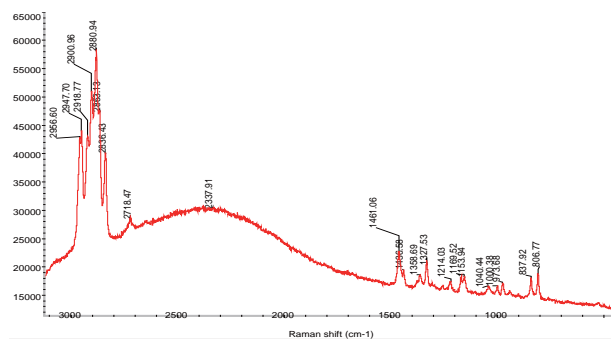
样品中同时具有 2350-2250 cm^{-1} 和 2250-2150 cm^{-1} 两个区域的特征峰，此类样品不仅因双向拉伸时温度和速度的差异，形成了碳碳双键，并且由于最后加热工序的不同，导致出现碳碳三键结构。



III 类 28 # 样品的拉曼光谱图

第 II 类含有炔烃类 (C-C) 的样品

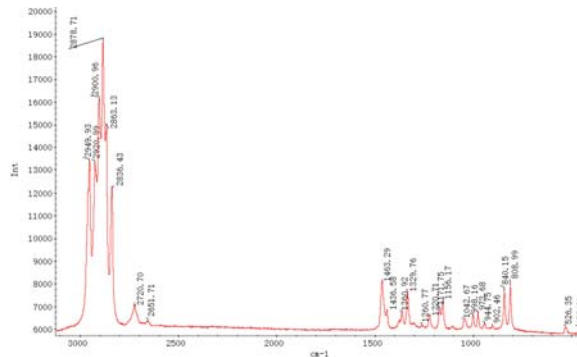
样品在 2350-2250 cm^{-1} 区域出现高强度特征波峰。在聚丙烯液体结晶的过程中，分子也会自动趋向较稳定的结构，有晶体分子间的排列规律化形成或进而降低晶体物化程度，提高薄膜的光学和力学能力。



II 类 1 # 样品的拉曼光谱图

第 IV 类纯净类样品

样品的拉曼光谱图中除了聚丙烯结构外，几乎不含有多余的碳碳键结构，其波峰与聚丙烯标准峰相似度高。此类样品中聚丙烯含量高，符合此分类条件的香烟样品数量较多、香烟产地范围广，对该类样品进行区分不太容易。



IV 类 2 # 样品的拉曼光谱图

结论

利用拉曼光谱法可以对香烟盒外包装薄膜样品进行检验，该方法简便快速，结果准确可靠，且无损样品。根据拉曼光谱检验结果可以对香烟盒外包装薄膜样品进行分类，为公安机关实际办案提供帮助。



关注微信，获取更多信息

北京总部

北京市通州区金桥产业基地环科中路
16号联东U谷中试区68号B座
电话：010 56370168
传真：010 56370118
邮箱：info@zolix.com.cn
邮编：101102

上海分公司

上海市普陀区武宁路501号
鸿运大厦17楼1701-1710室
电话：021 62227575
传真：021 62227911
邮箱：info-sh@zolix.com.cn
邮编：200063

深圳分公司

深圳市龙华区民治梅龙路
七星商业广场B1106室
电话：0755 83293053
传真：0755 83230070
邮箱：info-sz@zolix.com.cn
邮编：518131

成都分公司

成都市顺城大街206号四川国际大厦
七楼G座
电话：028 84896020
传真：028 84896038-816
邮箱：info-cd@zolix.com.cn
邮编：610016

西安分公司

陕西省西安市高新区沣惠南路
16号泰华金贸国际8号楼1101室
电话：029 88320872
传真：029 88320872
邮编：710065