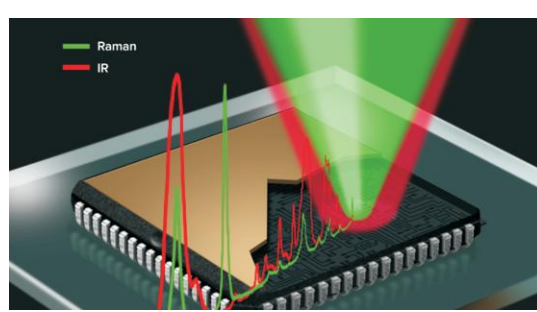
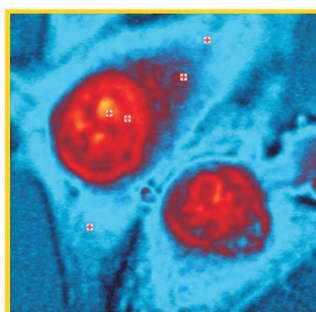
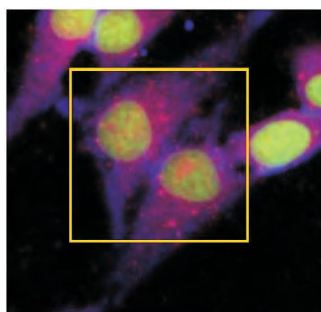
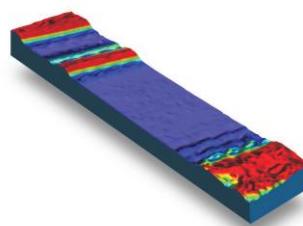
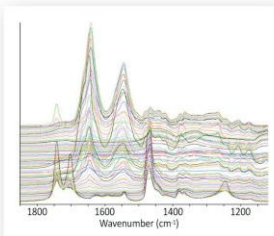
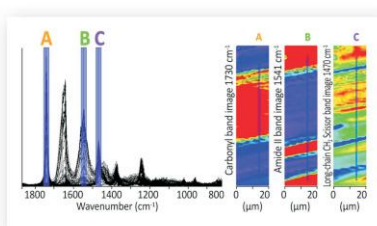
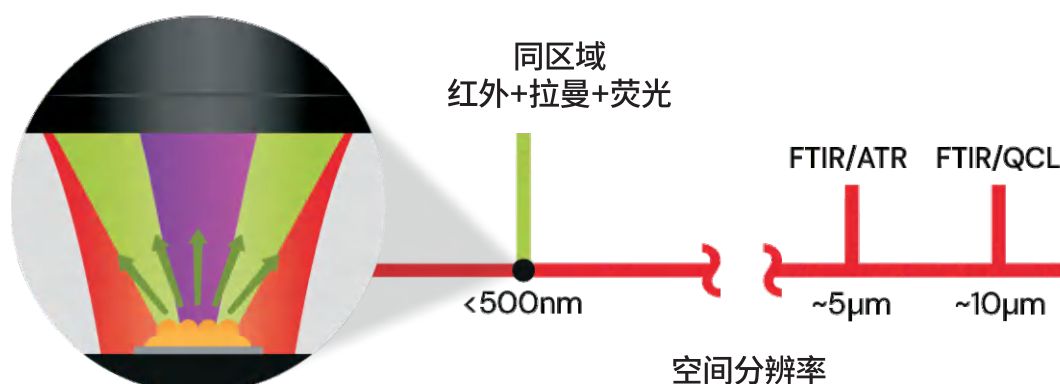


新一代亚微米光热红外显微镜

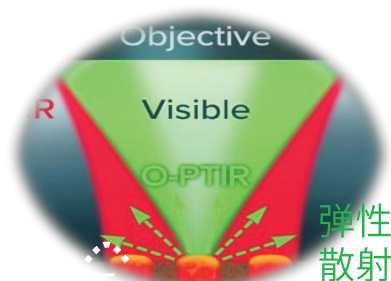
mIRage™

突破衍射极限的亚微米级($\leq 500\text{nm}$)红外化学成像



光热红外技术(O-PTIR)工作原理

样品中化学键(官能团)对中红外光发生特异性共振吸收，由此诱导局域化光热效应并引起可见探测光信号的变化，从而获取具有分子指纹特征的红外吸收光谱

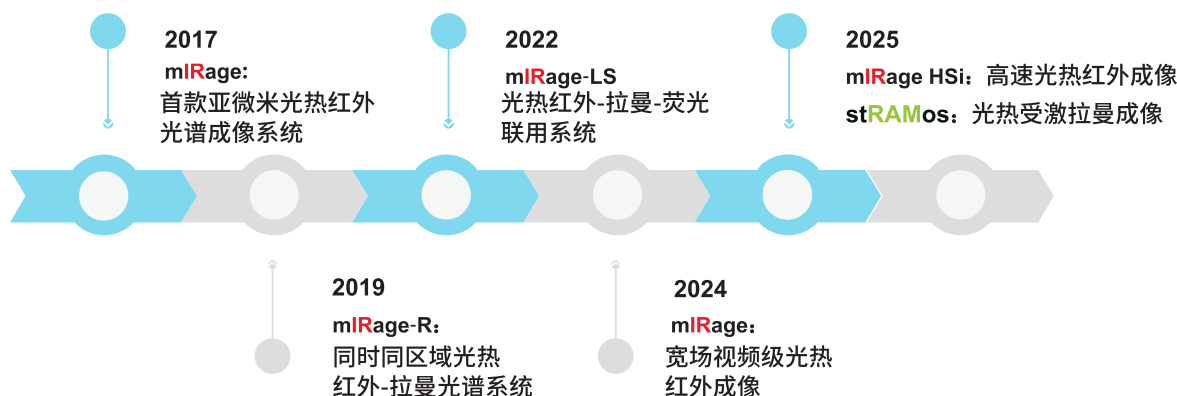


光热探测信号：

$$\Delta p_{\text{scat}} \propto \Delta T \propto \text{Abs}_{\text{IR}}$$

- **红外激光激发：**周期QCL红外激光聚焦于样品；
- **可见激光探测：**可见激光同步聚焦于同一位点；
- **信号检测：**探测红外激光开关时可见光反射/透射信号的变化 ($\Delta I = I_{\text{on}} - I_{\text{off}}$)；
- **全光谱：**连续调谐红外激光波长，获取光热红外光谱。

Photothermal光热红外公司技术发展



mIRage 光热光谱红外显微镜系列



mIRage
光热**红外**



mIRage-R
光热**红外**-拉曼



mIRage-LS
光热**红外**-拉曼-荧光

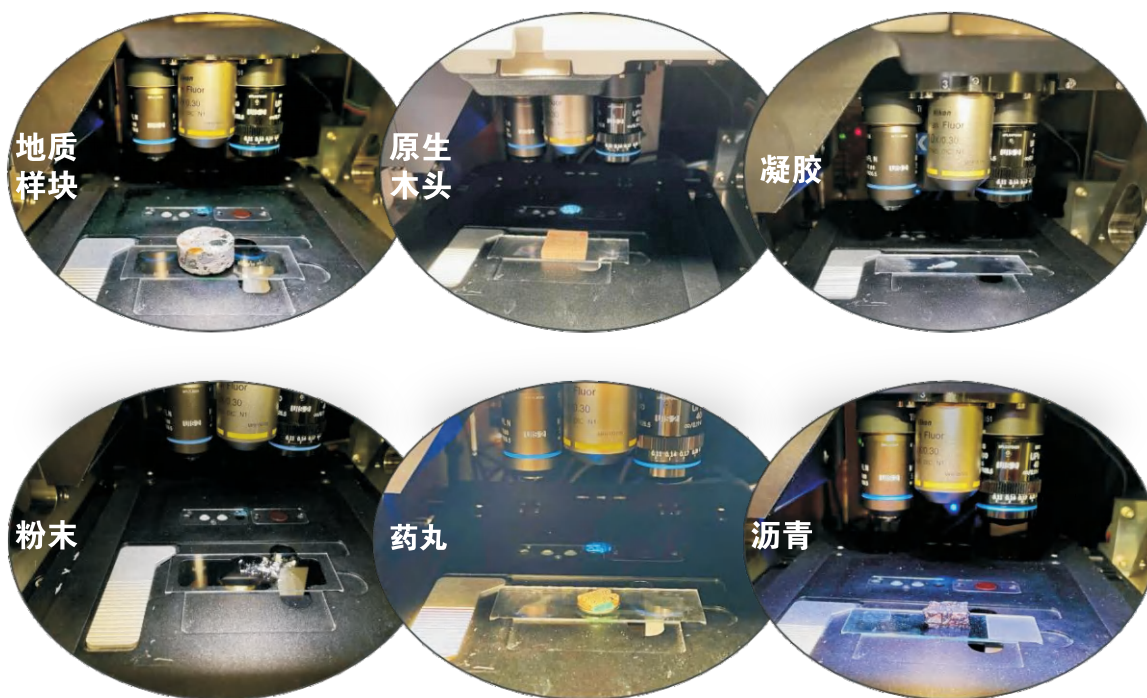
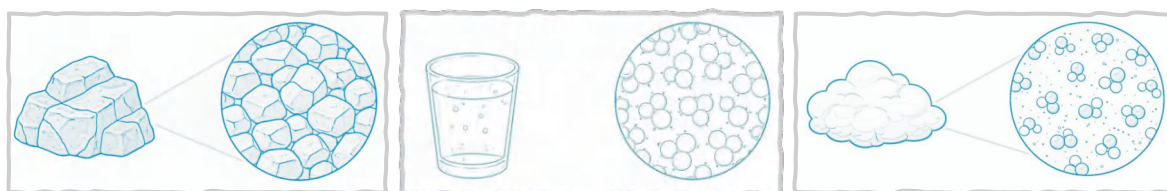


mIRage-HSi
高速光热**红外**成像

光热红外光谱及成像—样品

mlRage 光热红外显微镜无需复杂的样品制备，即可对多种形态样品（如薄膜、颗粒、粉末、液相、气态、生物组织及复合材料等）进行无损、高分辨率表征，尤其适用于微区、异质结构及界面分析。依托红外与拉曼光谱信息的高度互补性，mlRage 能在同一测量位置、同一空间分辨率下同步获取官能团分布与分子骨架结构信息，显著提升化学成分鉴别的准确性与可靠性

- 非接触直接光谱或成像测量；
- 无需特殊样品制备(无需研磨, 压片, 涂膜等)，适合于粉末，液相及厚黑样品等；
- 微纳结构完全无散射假象(不受颗粒形状/尺寸或表面粗糙度影响), 也无厚样品导致的谱带饱和；
- 光谱可与标准红外光谱数据库匹配，无需数据修正(K-K或者K-M转换，ATR校正等)
- 支持多环境变量原位测试：变温-高压-拉伸/挤压等

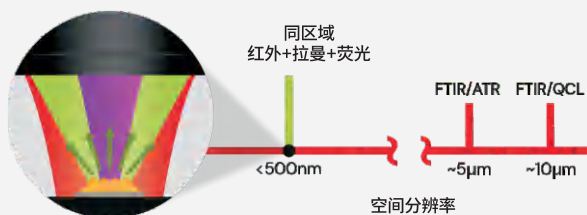


非接触—直接测量—亚微米分辨

mIRage[®]-HSi

新一代激光扫描高速光热红外（O-PTIR）显微镜

- 采用激光扫描方式，成像速度提升30倍以上，同时保障红外成像空间分辨率 $\leq 500\text{nm}$ ；
- 可在数分钟内完成高光谱红外成像，数秒内完成单波数红外成像；
- 非接触式反射红外测试，可获得媲美透射FTIR的高质量光谱，无散射假象；
- “全景缩放”式快速实时化学红外成像，可快速定位待测点位；
- 缩短数据获取周期，提升高通量数据分析效率。
- 通过featurefindIR™ 技术实现自动化亚微米颗粒检测与光谱分析；
- 与宽场荧光(FL)成像及拉曼光谱完美集成，自动化切换，轻松实现红外+拉曼+荧光关联分析。



mIRage[®]-HSi

mIRage-HSi是光学光热红外(O-PTIR)光谱与成像技术的又一次革新。在无需复杂样品制备的情况下，非接触的反射测量模式不仅能够获取与透射式FTIR相媲美的高质量红外光谱，更可以实现空间分辨率优于500nm的红外光谱微观表征。此外mIRage-HSi更是实现了扫描速度的大幅提升，仅需数秒即可完成的红外扫描成像，大幅提升了实验效率与分析通量。

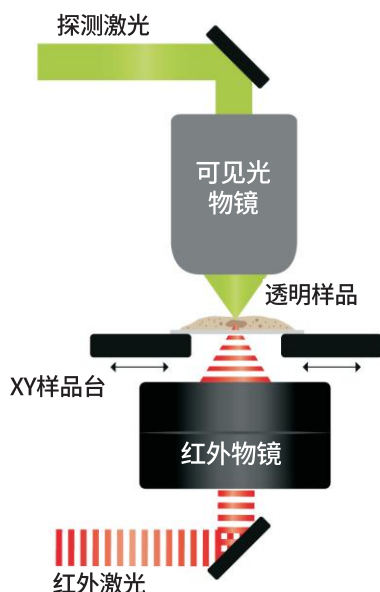
该系统基于快速、同步的红外与可见激光扫描光学技术，革新了传统O-PTIR的扫描成像方式，其成像速度相比传统的样品台步进扫描模式提升了30倍以上，这一突破使得获取完整高光谱成像时间大幅缩短至数分钟，而对特定化学键的单波数成像更是仅需数秒即可完成。

光热红外成像速度的飞跃式提升，使得原位动态研究、大面积高分辨率细胞/组织成像、快速污染物检测以及自动化亚微米颗粒识别真正变得切实可行。基于激光扫描的光学系统，消除了机械样品台运动所带来的时间延迟与振动干扰，保证图像质量的同时，实现低噪音和高通量的数据采集。

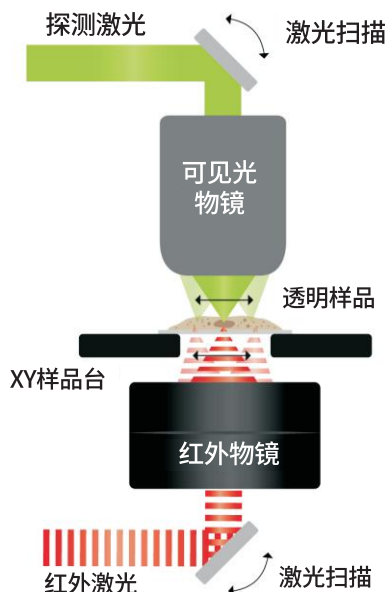
可扩展多模态高级关联模块：落射荧光成像、自发拉曼光谱及光热受激拉曼散射(PT-SRS)。

无论是生命科学、先进制药、微塑料快检、失效分析还是高分子材料领域，mIRage-HSi 都能以更快的速度、更高的自动化和更深入的多模态化学分析能力，推动化学结构分析的技术革新与高通量化。

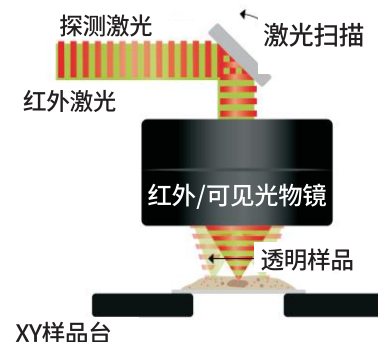
样品台扫描O-PTIR 分钟级成像



高速激光扫描O-PTIR 秒级成像



同向高速激光扫描O-PTIR 秒级成像



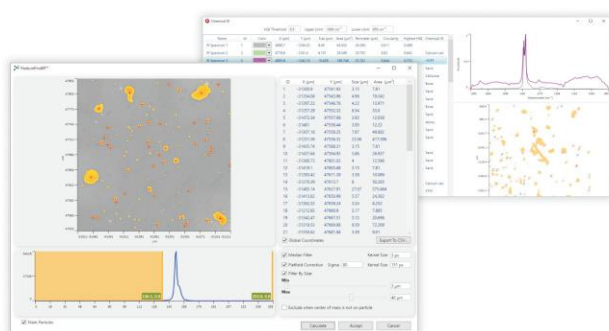
激光扫描 O-PTIR

凭借专利技术的同步红外与高速探测光学系统，本系统采用高端振镜扫描，以微秒级时间快速扫描光束，从而实现卓越的成像速度和测试能力。

featurefindIR™

– 检测、筛选、测量、鉴定

miRage 的 featurefindIR 颗粒与光谱模块可以自动筛选亚微米到毫米尺寸的颗粒(微塑料)，并对其进行精确地红外或拉曼光谱的(同步-同区域) 测量与鉴定，克服了传统 FTIR 与 QCL 红外的空间分辨率局限性和散射带来的光谱假象。



Automatically measure the chemical ID 100's of small microplastics

荧光快速共定位光热红外光谱

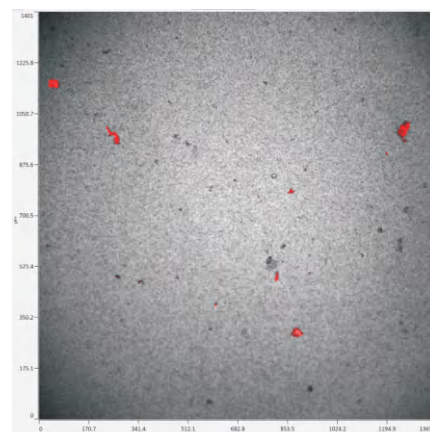
共定位的光热红外(O-PTIR)系统首次将荧光成像技术与亚微米红外光谱结合在一起，实现对生命科学或者其它荧光样品的“精准定位”与“化学解码”的一体化。例如，利用标记荧光成像可以快速靶向生物细胞或组织中特定亚细胞结构或者生物大分子，而亚微米级的光热红外光谱则进一步获取它们化学结构信息，为生物医学病理分析和药物相互作用等前沿课题提供了精准的分子指纹信息。

请登录我们的网站，了解更多共定位光热红外与荧光技术在微塑料、制药、生命科学、失效分析及其他应用领域的前沿研究。

明场-荧光叠加图像

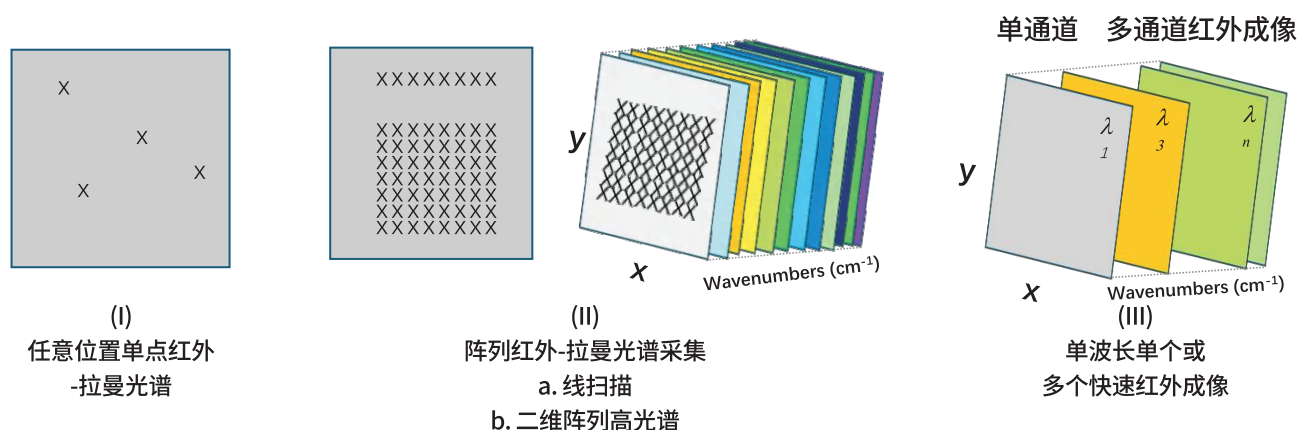
灰色-明场：红色-自发荧光

利用荧光成像大范围快速呈现过滤后的生物药(几乎光学不可见)，feature findID 自动快速获取单点光热红外光谱，则进一步验证是否为蛋白聚集体。



mlRage光热红外显微镜功能

mlRage光热红外显微镜的核心功能利用光学光热红外(O-PTIR)技术,实现亚微米级(~500nm)的化学成像,它能同步、同地、同分辨率地进行红外吸收(IR)和拉曼(Raman)散射分析,突破传统红外显微镜的衍射极限,并有效避免荧光干扰,实现对样品分子组成和结构的超高精度分析。整机一体化设计,自动化功能切换及用户友好软件界面,给用户带来前所未有的体验与操作便捷性。



光热红外光谱及成像应用

mlRage 光热红外系列显微镜凭借卓越的空间分辨率与灵敏度,在 高分子材料、半导体与新能源材料、生命科学、药物研发以及地质与文物保护等领域展现出广泛应用价值,为微纳尺度化学分析提供了全新的解决方案。其对微区化学组成与结构变化的精准表征能力,可揭示传统技术难以获取的信息,并支持原位、多模态分析,显著提升研究效率与结果可靠性。



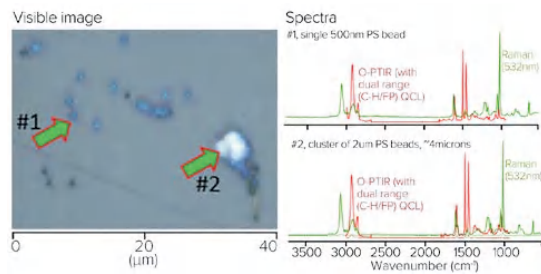
应用领域

miRage为多种材料类型及研究领域提供独特的化学成像与光谱测试，包括：

- 生命科学-细胞、蛋白质、脂质的红外分析
- 微塑料-快速、精准鉴定
- 制药领域-亚可见微粒分析
- 微电子-有机缺陷鉴定
- 材料科学
- 聚合物与复合材料
- 地质科学
- 法证分析

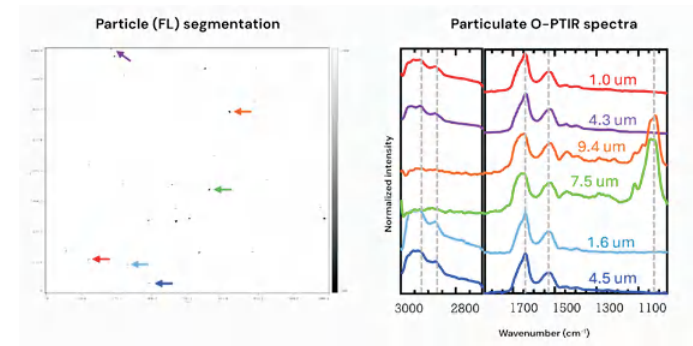
检测微小的微塑料颗粒

通过亚微米尺度的红外+拉曼同步分析测试，实现对微塑料更可靠的鉴定和溯源



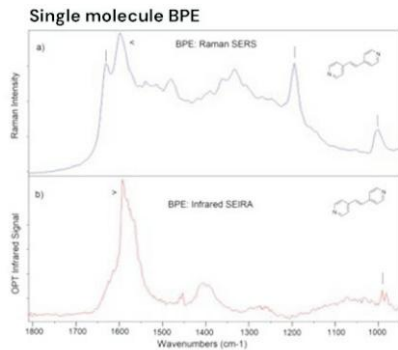
蛋白质治疗剂中的亚可见微粒

快速筛查：数秒内获得全范围亚微米红外光谱。



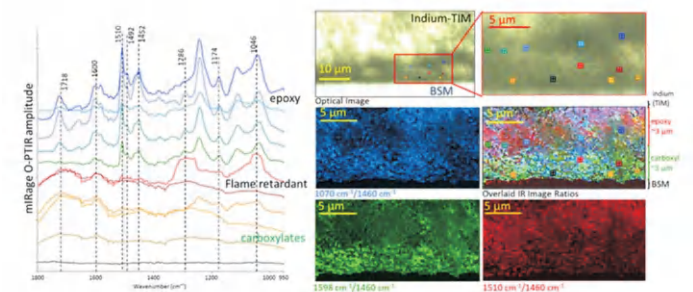
基于SERS/SEIRA的单分子灵敏度

同步实现表面增强红外吸收与表面增强拉曼光谱分析。



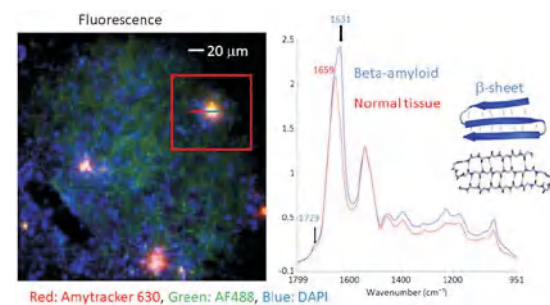
失效器件的高分辨化学特征成像

对底部填充料中疑似蠕变的多种组分，进行光谱分离、成像与鉴定。



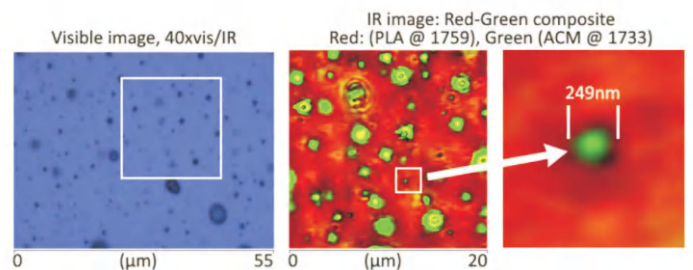
深入解析蛋白质聚集现象

借助荧光成像与亚微米O-PTIR技术，研究神经退行性疾病中的蛋白质错误折叠与聚集过程。



聚合物相分离分析

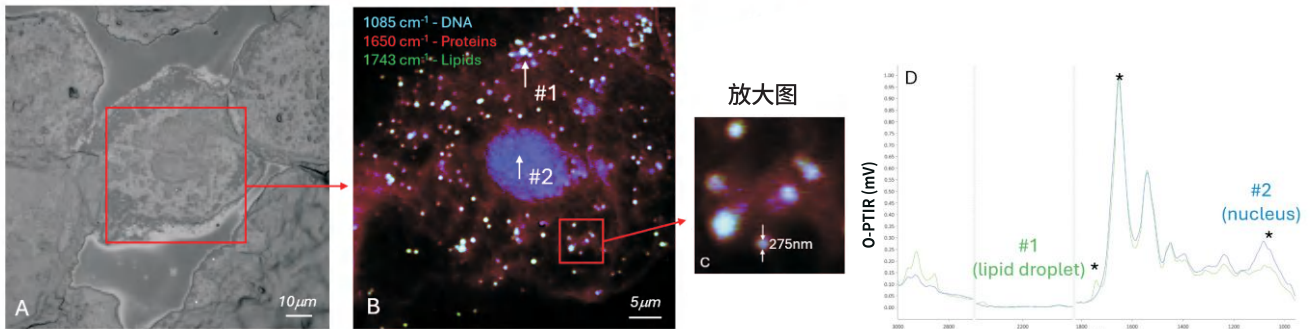
对PLA-ACM相分散样品，数秒即可获得高质量的亚微米红外光谱，并在数分钟内完成超高空间分辨率的红外化学图像采集。



应用案例

细胞光学图像(50x 0.8NA)

三通道红外图像



1. 无标记细胞化学成像

A: 50X0.8NA物镜下的光学图像。

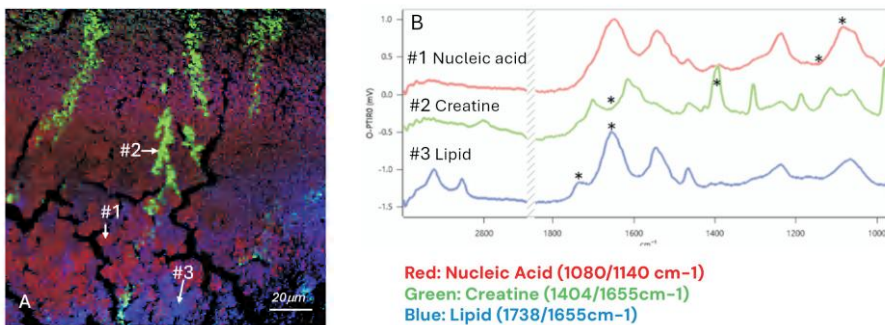
B: 单波数红外化学成像 RGB 叠加图: 1085 cm^{-1} DNA (蓝色)、 1650 cm^{-1} 蛋白质 (红色)、 1743 cm^{-1} 脂质 (绿色)。

C: B 图的放大图像, 显示检测到粒度 275 nm 的脂滴。

D: 来自标记位置 (点#1 脂滴, 点#2 细胞核) 的光热红外光谱 (以酰胺 I 做归一化)。

B 图中的单波数红外图像由星号标记。光谱采集光斑约 400 nm。实验条件: $50 \times 50\text{ }\mu\text{m}^2$ 扫描范围, 100 nm 步长 (250,000 像素), 每幅图像测量时间 13 秒, 对向激发-探测模式。单光谱采集时间 8 秒。DNA-蛋白-脂质三波段红外成像, 配置 532 nm 探测光和 50X 0.8NA 物镜。

三通道红外图像

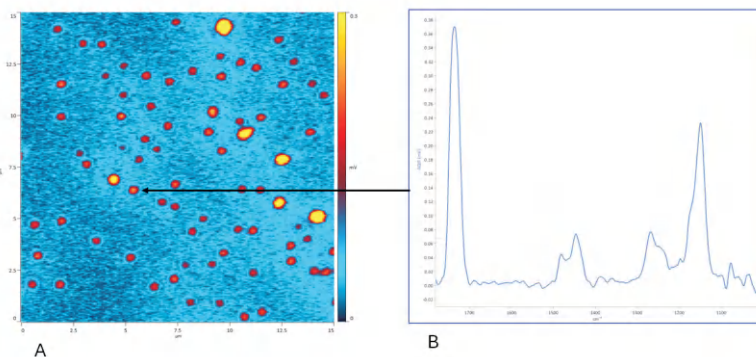


实验条件: 测量范围 $150 \times 150\text{ }\mu\text{m}^2$, 移动步长 250 nm (600,000 像素), 单幅图像测量时间 17 秒, 采用对向激发-探测模式, 配置 532 nm 探测光和 50X0.8NA 物镜。样品由澳大利亚科廷大学 Mark Hackett 博士提供。

小鼠脑组织高速多通道红外光谱成像 (单幅图像测量时间 17 秒)

A: 自动采集 5 个通道红外化学成像 RGB 叠加图—绿色 (肌酸, $1404/1655\text{ cm}^{-1}$)、红色 (核酸, $1080/1140\text{ cm}^{-1}$) 和蓝色 (脂质, $1738/1655\text{ cm}^{-1}$)。

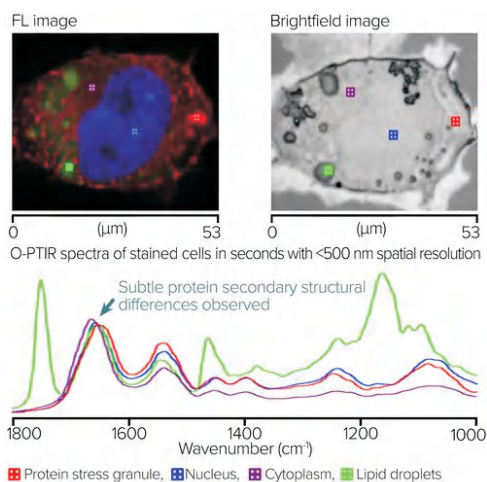
B: 图中标记位置的特征红外光谱, 进一步显示出图 A 中组织的生物化学信息差异。红外光谱采集光斑约 400 nm。



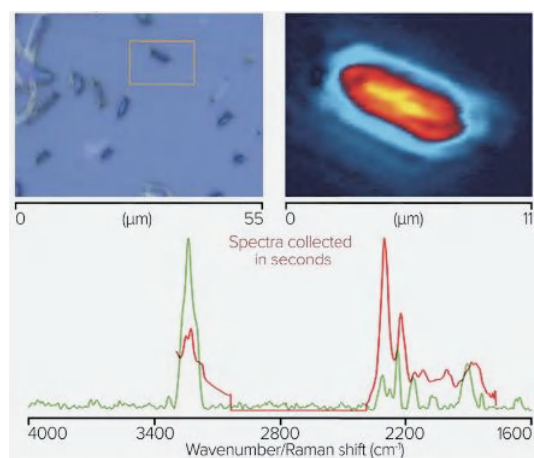
250nm 塑料纳米球光热红外光谱与成像

A: 250 nm 聚甲基丙烯酸甲酯 (PMMA) 微球的单波长图像, 成像范围 $15 \times 15\text{ }\mu\text{m}^2$, 步长 50 nm, 停留时间 600 微秒, 总成像时间 65 秒。

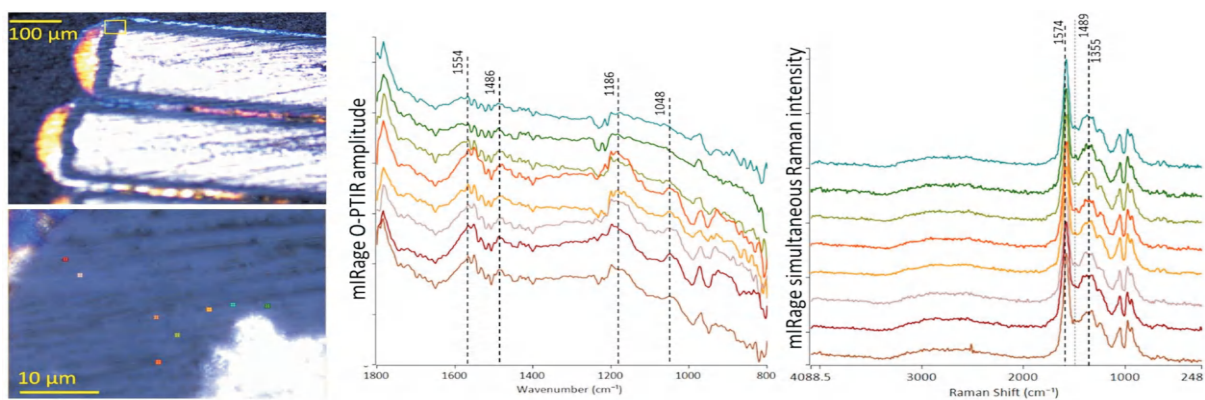
B: 单个 PMMA 纳米球特征红外光谱, 波数范围为 $1800-1000\text{ cm}^{-1}$, 光谱采集时间仅需数秒。



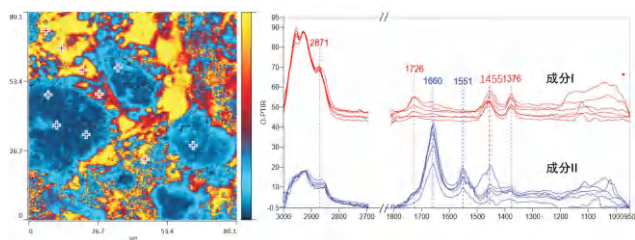
光热红外技术实现染色细胞秒级检测



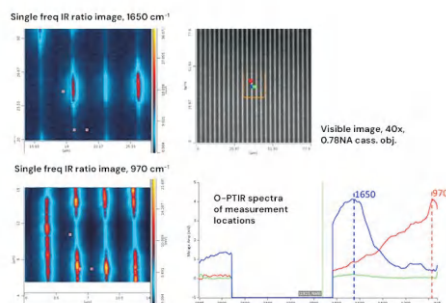
单个细菌样品的红外和拉曼的同步测试



失效电容器中黑色有机物的红外-拉曼光谱分析



黑色沥青中有机物种类及分布



工程化红外谐振结构的表征，对不同的红外光谱谐振进行了光谱成像。数据由瑞士洛桑联邦理工学院（EPFL）Hatice Altug 教授提供



325 Chapala Street, Santa Barbara, CA 93101 (805) 845-6568 changlong@photothermal.com www.photothermal.com

© 2025 Photothermal Spectroscopy Corp. All rights reserved.
stRAMos™, PhotoThermalSRS™ and featurefndIR™ are trademarks of Photothermal Spectroscopy Corp.

For full references to the data highlighted in this document, please refer to our website.

产品概览

性能	技术指标
激光扫描O-PTIR模式	≤500nmO-PTIR测试模式
样品台扫描模式	≤500纳米O-PTIR测试模式
QCL红外激光范围	2990-2700 2300-2000 1800-800
可见检测光模块	532 & 785nm
荧光模块	共定位荧光模块及用户可选滤光组
拉曼模块	样品台扫描模式下可同步进行拉曼与O-PTIR测试，激光扫描模式下配备共定位拉曼模块。提供多种光栅选项。
物镜系统：5个可选位	40倍卡塞格林物镜、10倍标准可见光物镜、50倍0.8数值孔径物镜 支持用户自定义物镜选配
光谱分析模块	Micro-ChemID; KNOWITALL
featurefindIR	标配提供，并具备MOSAIC拼图分析能力



325 Chapala Street, Santa Barbara, CA 93101(805) 845-6568 changlong@photothermal.com www.photothermal.com

© 2025 Photothermal Spectroscopy Corp. All rights reserved.
stRAMos™, PhotoThermalSRS™ and featurefindIR™ are trademarks of Photothermal Spectroscopy Corp.

For full references to the data highlighted in this document, please refer to our website.

DS8 - Nov 2025