



QCL和FT-IR在汽车漆屑法医鉴定中的应用

应用说明 MIC420

关于车漆、法医鉴定和红外显微镜分析

在法医证据鉴定中，红外显微镜分析已成为不可或缺的鉴定方法。鉴定过程需要对纤维、颗粒和残留物进行化学识别，以便将特定物体或人员明确到达过犯罪现场（例如，汽车肇事逃逸等事故）。

如今，汽车车漆已成为真正的高科技产品。车漆由多个分别具有特定功能的膜层组成，并给予车辆独特的外观。正因如此，对于制造商和品牌，车漆几乎成为指纹一样的独特特征。因此，可利用红外显微光谱仪对微小漆屑进行分析来确定车辆是否发生了事故。

当然，精确性和可靠性是至关重要的。为此，通过将红外激光成像与FT-IR显微镜分析相结合，不仅可提高分析质量，还可显著加快分析速度。

红外激光成像与FT-IR的区别

虽然红外激光成像和FT-IR都能提供特征红外信息，但与FT-IR光谱分析中通常使用的热红外光源相比，量子级联激光器（QCL）的红外激光器具有更高的能量密度。

QCL红外激光成像可提高灵敏度，从而明显加快成像速度。目前，QCL仅支持有限光谱范围（1800-950 cm^{-1} ）的分析，因此，要确保达到所需的分析置信度，务必要将其与FT-IR相结合。

将FT-IR与QCL相结合的最佳实践

红外激光成像主要覆盖MIR指纹区（1800-950 cm^{-1} ）。FT-IR显微镜分析和红外激光成像技术均可用于透射、反射和ATR、在光谱扫描中，可自由选择光谱范围，并通过连续激光扫描生成光谱，从而实现超快成像。如本应用说明所述，所得光谱与FT-IR光谱相同。

红外实时成像支持按视频帧率实时查看给定波数的化学成像。

FT-IR显微镜分析可覆盖宽光谱范围（450-6000 cm^{-1} ），有助于识别未知物质并带来高可靠性。总而言之，通过将QCL与FT-IR相结合，用户将能够快速找到感兴趣区并予以测定，从而完成明确识别过程。

应用实例：车漆切片

通常，在汽车事故的法医鉴定中，需要从犯罪现场收集汽车漆屑并将其嵌入聚合物树脂中，然后用切片予以切割，以制备样本。此外，还有一种常见的做法，即将多个漆屑组合成一个切片，以提高鉴定效率。然后，在透射模式下进行红外测定，以快速生成高质量光谱，同时完全无创地保持证据的原始状态。

图1显示了漆屑切片的视觉照片，其中包含多个嵌入环氧树脂中的清漆样本。通过与下面的红外激光成像相比较可发现，照片中并非所有膜层均可见，只有突出的深色膜层较明显。

我们在不到8分钟的时间内，在 $950\text{--}1800\text{ cm}^{-1}$ 的完整指纹区域内，以 $5\mu\text{m}$ 的像素分辨率完成了对整个切片区域 ($2.3 \times 2.3\text{ mm}^2$) 的QCL成像采集，并生成了精细且具有高对比度的化学影像。通过此方法，我们能够明确地识别所有膜层，从而更轻松地选定ROI。换言之，在此过程中，视觉照片几乎变得并不必要。

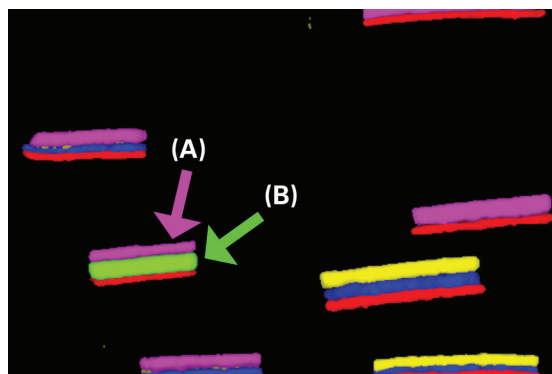
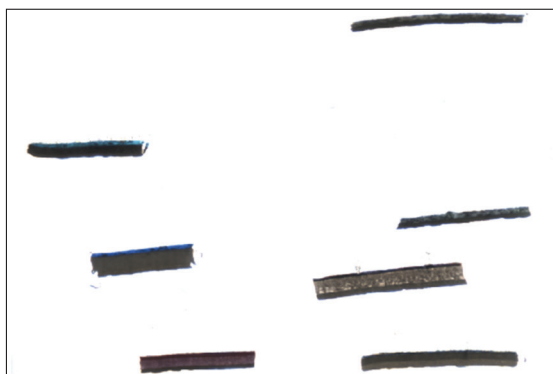


图1: 视觉参考照片(上方)和红外激光成像(下方)。对比度的提高有助于轻松识别漆屑中的膜层。然后,可根据完整光谱范围的FT-IR测定结果来对漆屑进行明确识别。相同的颜色表示相同的膜层材质。

颠覆传统：将QCL与FT-IR相结合

虽然红外激光成像技术能够在极短时间内进行质量惊人的化学成像，但它无法提供全面的中红外信息来可靠地识别未知样本——尤其是无机颜料及填料，它们通常仅在 1000 cm^{-1} 以下的区域内才会显示其主要光谱特征。

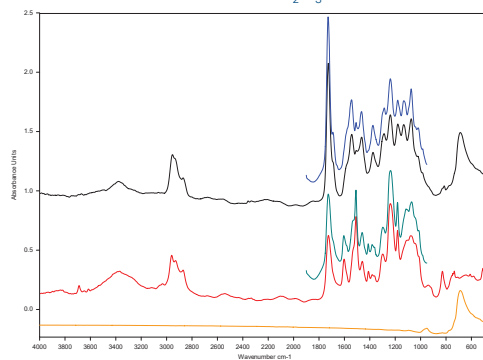
为消除这一限制，布鲁克推出了HYPERION II，以实现将红外激光成像与 $\mu\text{-FT-IR}$ 集成于同一系统的方案。利用宽带MCT，还可完成低至 450 cm^{-1} 范围的显微红外分析——此方法通常应用于法医鉴定领域。工作流程完全集成，用户只需点击即可在不同测定模式之间来回切换，以方便结合两种模式共同使用。

分析结果：效率和可靠性均有提升

图2显示了在红外激光成像创建后立即获得的完整FT-IR光谱与红外激光光谱相比较的结果。从图中可见，MIR区域完全一致。同时，整个分析过程的总耗时缩短至15分钟以内。

HYPERION II FT-IR QCL显微镜将最先进的红外激光成像技术与经实践验证的可靠FT-IR技术结合到一个简单的工作流程中，以使用户同时利用这两种技术优势，从而提高分析效率。

图2: QCL和FT-IR光谱采集自漆屑的两个不同膜层中的位置(A)和位置(B)(见图1)。QCL和FT-IR光谱完全一致。然而,只有宽带MCT测定结果可以显示位置(A)存在无机阻燃剂氧化锑(III)。此处提供的 Sb_2O_3 光谱供参考。



布鲁克将不断提高产品性能,并对技术参数始终享有解释权。
© 2022 Bruker Optics BOPT - AN MIC420-01

布鲁克(北京)科技有限公司
info.bopt.cn@bruker.com
热线电话:400-777-2600

bruker.com

Bruker Optics
bruker.com/optics

