

红外显微镜 Mapping 功能研究物质组分分布的均匀性

FTIR-047

摘要： 本文使用岛津红外显微镜的 Mapping 功能研究药片和橡胶中各成分分布的均匀性，可指定扫描区域，设置合适大小的光阑，由软件自动完成指定范围的逐点扫描，通过对扫描范围内的光谱图进行分析拟合，可直观地了解物质中各成分的分布情况，对进一步研究物质的性质具有重要作用。

关键词： 红外显微镜 Mapping 均匀性 药片 橡胶

我们日常所接触到的物质大都是由多种成分组成的，而物质中各成分的分布情况我们知之甚少，大部分情况我们并不关心物质中各成分分布的均匀性 (Homogeneity)。但在某些情况下，均匀性对产品性能和质量具有重要影响。比如，很多药片是由原料药 (API) 和辅料混合而成的，这两种组分的混合是否均匀对药片的质量至关重要，它关系到药片的药效、保存期限和保存条件等。此外，我们日常生活中所用的橡胶产品，也是由橡胶原料和各种添加剂组成的，橡胶中各组分的分布是否均匀直接关系到橡胶产品的性质，如影响橡胶的

力学强度和热稳定性等。因此，深入研究药片和橡胶中各种组分的均匀性对于掌握其质量具有重要意义。

本文使用岛津红外显微镜的 Mapping 扫描成像功能，采用显微透射法和显微 ATR 法分别对药片和橡胶样品的均匀性进行分析，由软件自动完成样品指定范围的逐点扫描，通过对扫描范围内各采样点的红外光谱图进行分析拟合获得样品中各组分的 Mapping 成像图，从成像图上能非常直观地了解样品中各成分的分布情况，为研究样品性质提供帮助。整个分析过程由仪器自动完成，所需样品量极少，操作十分方便。

实验部分

1.1 实验仪器

岛津红外显微镜 IRTracer-100+AIM-9000，含显微 ATR 附件 (Ge 晶体) 和压力传感器

1.2 测试条件

仪器测试条件如表 1 所示。

表1 红外显微镜 Mapping 测定条件

波数范围	4000~700 cm ⁻¹
分辨率	8 cm ⁻¹
动镜速度	9
扫描次数	20
变迹函数	SqrTriangle
检测器	MCT 检测器
光学模式	显微透射法、显微 ATR 法
Mapping 模式	范围
光阑尺寸	50×50 μm

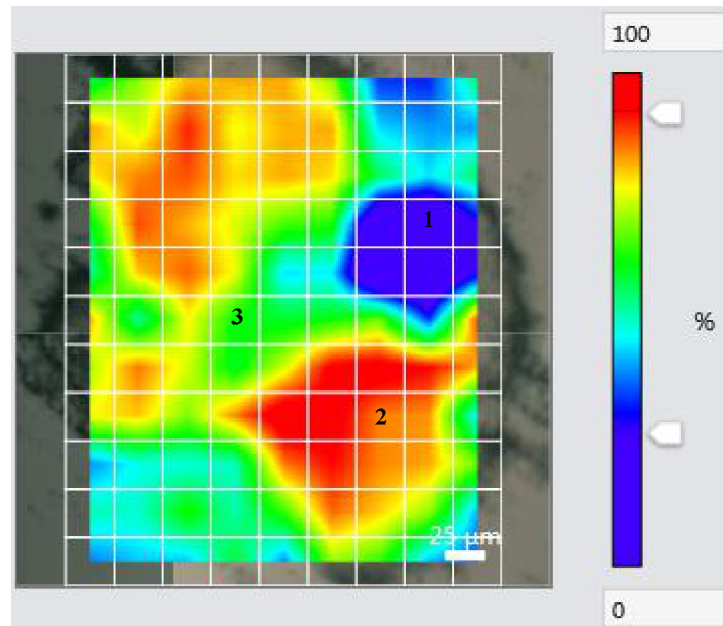


图3 药片样品Mapping 成像图

图 3 中典型位置 1、2、3 的红外光谱图对比如下图 4 所示：

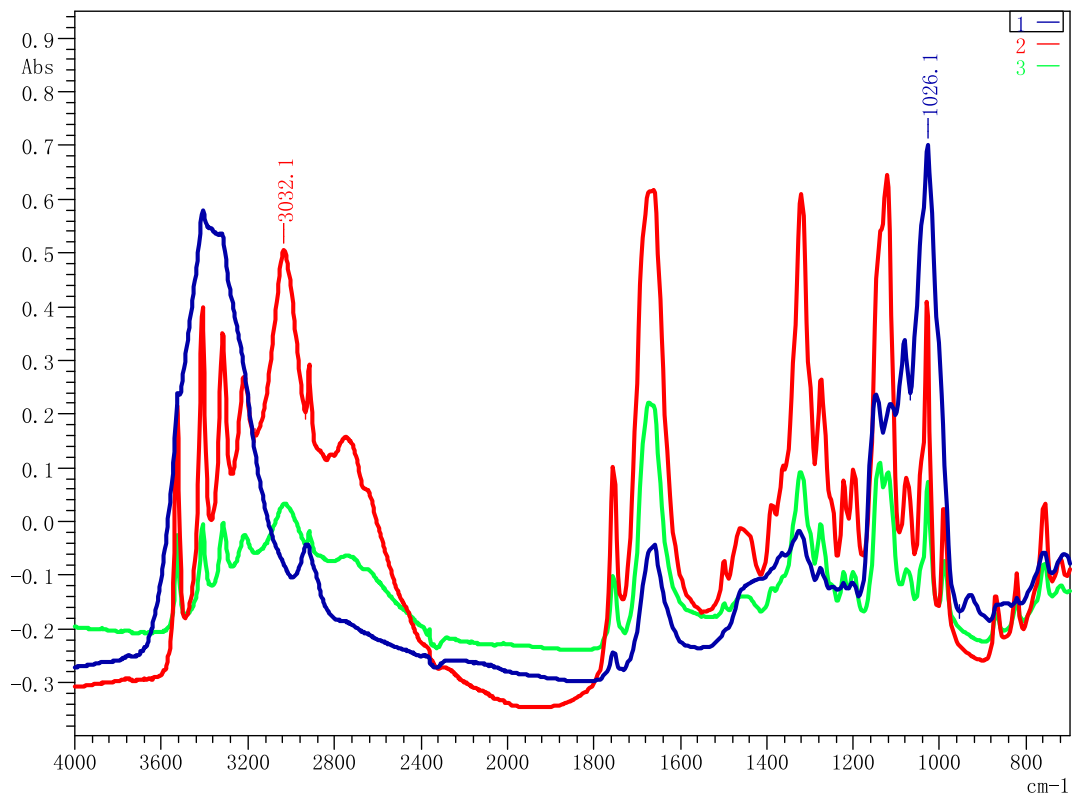


图4 药片样品Mapping成像典型位置红外光谱图对比

2.1.2 药片样品红外显微 Mapping 成像结果分析

通过对药片样品进行红外显微 Mapping 成像可发现，本次取样的药片样品中辅料淀粉和原料维生素 C 的分布不均匀。图 3 中蓝色区域表示淀粉组分含量高，红色区域则表示维生素 C 组分含量高，绿色区域则表示淀粉和维生素 C 的含量比例介于蓝色和红色区域之间。

2.2 橡胶样品组分分布的均匀性分析

从市售某品牌聚乙烯橡胶上平整地切取一小块样品固定在红外显微镜上，通过大视野相机和 15 倍反射物镜观察和定位样品位置后（如图 5 所示），设置样品的扫描范围和光阑尺寸（如图 6 所示），使用显微 ATR 自动测定功能完成对样品指定区域的逐点扫描。

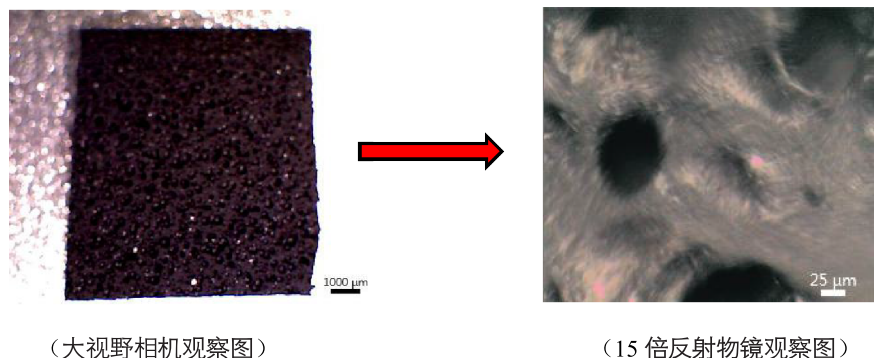


图5 橡胶样品显微镜下观察图

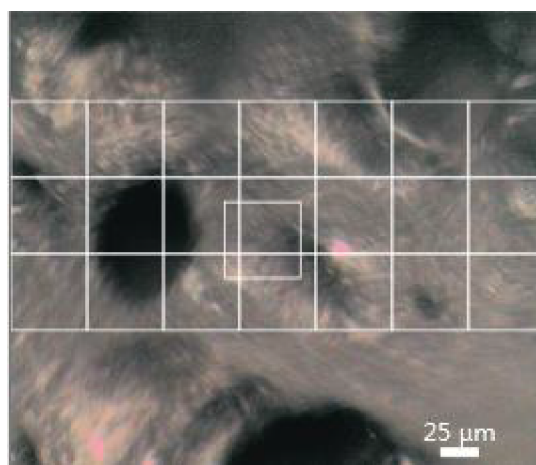


图6 橡胶样品Mapping范围设定

2.2.1 橡胶样品红外显微 Mapping 成像

通过对药片样品进行红外显微 Mapping 成像可发现，本次取样的药片样品中辅料淀粉和原料维生素 C 的分布不均匀。图 3 中蓝色区域表示淀粉组分含量高，红色区域则表示维生素 C 组分含量高，绿色区域则表示淀粉和维生素 C 的含量比例介于蓝色和红色区域之间。

2.2 橡胶样品组分分布的均匀性分析

橡胶样品主成分为聚乙烯，含有添加剂碳酸钙。聚乙烯在 2920 cm^{-1} 处有 C-H 的伸缩振动吸收峰，碳酸钙在 1423 cm^{-1} 处有 C-O 的伸缩振动吸收峰。以 1423 cm^{-1} 对 2920 cm^{-1} 处的校正峰面积比进行 Mapping 成像拟合，得到橡胶样品的红外显微 Mapping 成像图如图 7 所示。

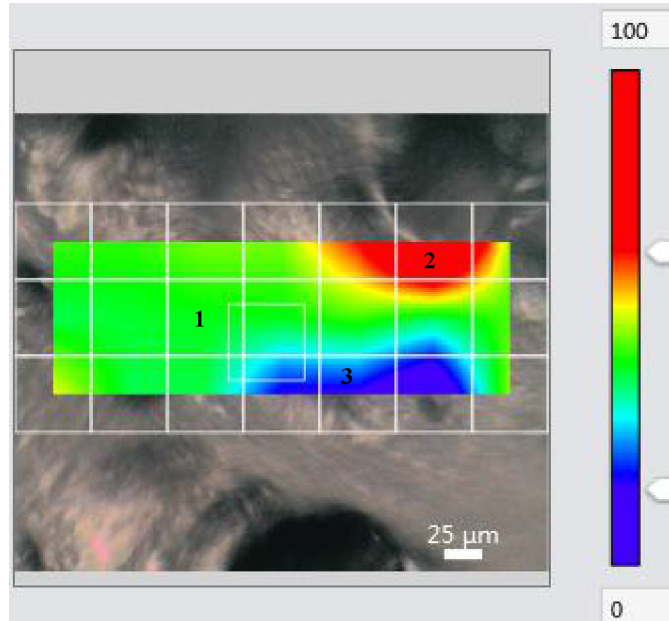


图7 橡胶样品Mapping成像图

图7中典型位置1、2、3的红外光谱图对比如下图8所示：

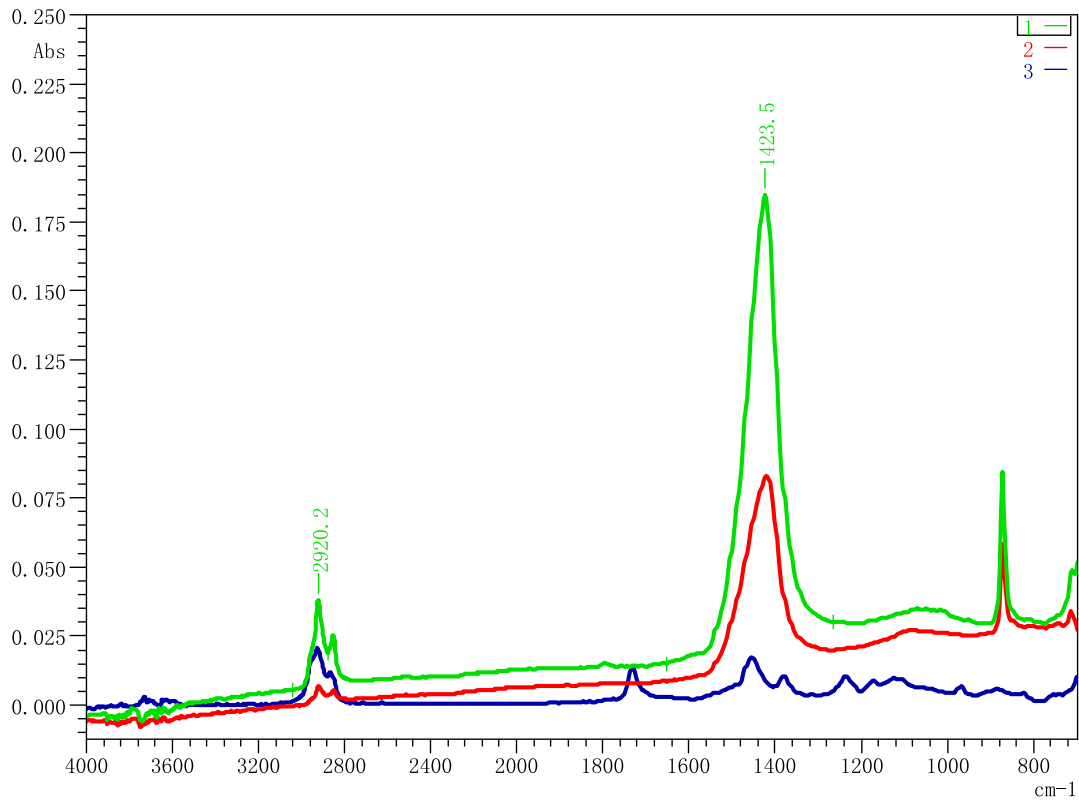


图8 橡胶样品Mapping成像典型位置红外光谱图对比

2.2.2 橡胶样品红外显微 Mapping 成像结果分析

通过对橡胶样品进行红外显微 Mapping 成像可发现：本次取样的橡胶样品中，聚乙烯和碳酸钙的分布不均匀。图 7 中蓝色区域主要成分为聚乙烯，对应图 8 的红外光谱图可发现，蓝色区域内的采样点 3 未明显发现碳酸钙的吸收峰；红色区域则表示主成分为碳酸钙并含有少量的聚乙烯，对应图 8 红外光谱图可发现，红色区域内的采样点 2 在 2920 cm^{-1} 处吸收峰相对强度较弱，说明聚乙烯含量较低；绿色区域表示添加剂碳酸钙的分布较均匀。

■ 结论

使用岛津红外显微镜 AIM-9000 软件的 Mapping 功能分别对药片和橡胶样品进行均匀性分析，可指定扫描区域和设定采样点大小，由仪器自动完成所选范围的逐点扫描，操作方便。通过选择合适的红外吸收峰进行拟合，可获得红外显微 Mapping 成像图，能直观地体现出样品组分的分布情况，为进一步了解样品性质提供参考信息。