



双利合谱  
Dualix Spectral Imaging

高科技创造新方法!

# 用于中远红外分子指纹区的 微型高光谱成像仪



四川双利合谱科技有限公司

Sichuan Dualix Spectral Imaging Technology Co.,Ltd.

北京办公室:

010 62634840

北京市海淀区中关村大街  
新中关B座1701-06

上海办公室:

021 62227575

上海市普陀区武宁路501  
号 港鸿大厦 9楼09-16室

成都总公司:

028 86513885

成都市经开区成龙大道二段  
1118号中物国际2号楼26楼

深圳办公室:

0755 83293053

深圳市龙华新区梅龙路  
七星商业广场B1106室

西安办公室:

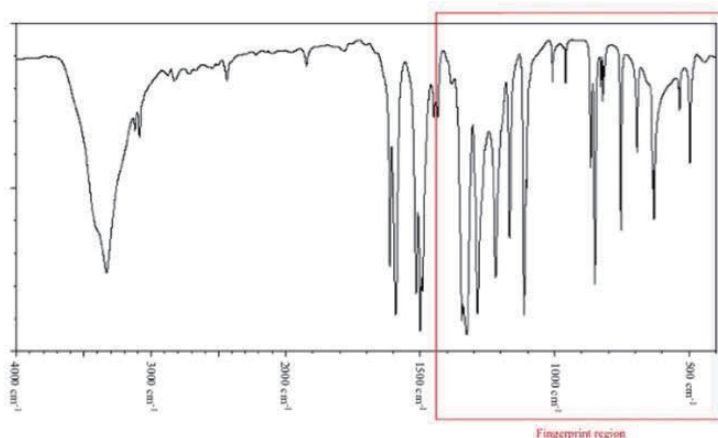
029 86600240

西安市高新区沣惠南路16号  
泰华金贸国际8号楼1101室

## 什么是指纹区域

目前可用的电磁源、光谱色散器件和探测器使在电磁波谱可见到近红外部分的低成本便携式光谱仪设备的开发成为可能。尽管已经报道了一些应用，但在电磁波谱区域内的有机成分识别是非常具有挑战性的，因为它对应于分子伸缩振动能级的泛音带。因此，该地区有机化合物的光谱特征往往不清楚，很难准确区分复杂混合物的各个成分。准确识别样品成分的理想方法是通过光谱中所谓的“指纹”区域的光谱，即基本分子能量带所在的区域。

指纹区域位于大约  $7\mu\text{m}$  和  $20\mu\text{m}$  ( $500\text{cm}^{-1}$  至  $1450\text{cm}^{-1}$ ) 之间，称为中远红外 (MIR)，可用于区别不同化合物结构上的微小差异。犹如人的指纹，故称为指纹区。指纹区的红外吸收光谱很复杂，能反映分子结构的细微变化。这个区域的振动类型复杂而且重叠，特征性差，但对分子结构的变化高度敏感，只要分子结构上有微小的变化，都会引起这部分光谱的明显改变。



左图通过显示在指纹区域典型有机化合物的吸收特征，而图中左侧所示的近红外谐波区域则没有这种特征。

### 红外光谱指纹区的特点：

- 多峰性
- 峰特征性
- 峰移动性
- 精细性

## 红外指纹成像光谱仪

INO 在 MEMS 开发方面的背景使其在开发在红外指纹光谱区域的微型成像光谱仪器方面处于优势地位。这主要归功于 INO 作为微测辐射热计传感器发展的世界领先者的地位。与傅里叶变换红外光谱仪 (FTIR) 中使用的制冷红外成像阵列相比，微测辐射热计传感器非制冷，体积小，价格便宜，是小型化，低成本红外光谱成像系统的理想选择。此外，INO 开发了一种在微测辐射热计阵列像素上沉积金黑宽带吸收体的工艺。

与标准测辐射热计吸光度相比，金黑吸收体将测辐射热计的吸光度提高了两倍，因此灵敏度提高了 2 倍。金 - 黑吸收体还允许前所未有的大波长吸收范围：从电磁波谱的可见光到太赫兹区域。

由于几种微机电“MEMS”技术的融合，光谱学世界正在经历革命。MEMS 微测辐射热计阵列与 MEMS 扫描法布里 - 珀罗干涉仪和小型化成像透镜的集成使得能够创建小型，低成本的高光谱成像仪器，可以在电磁频谱的红外“指纹”区域工作。到目前为止，这主要是大型，昂贵的基于傅里叶变换干涉仪 (FTIR) 的仪器领域。这些仪器通常仅限于实验室环境，由经过培训的专家操作。小型、低成本的成像光谱仪的出现将极大地减少这些设备进入的障碍，使得这些技术在实验室外得到更广泛的应用。随后，在农业和食品质量，先进制造业，生物医学，国防和安全等领域设想开发一系列新应用。

## 中远红外相机MICROXCAM-384i-HS

INO 基于超宽波段微测辐射热计传感器技术的优势，最近开发出专门为红外指纹区域设计的小型化光谱成像相机（下图）。该系统的核心是 INO 的  $384 \times 288$  像素微测辐射热计阵列，配备金黑吸收体，可实现所有红外波长的高灵敏度成像。该传感器插入 INO MICROXCAM 摄像头内核。这种微测辐射热计传感器与 MEMS 扫描法布里 - 珀罗干涉仪（FPI）和微型成像镜头耦合，可在 FPI 的自由光谱范围内进行光谱成像。FPI + 镜头组件是一个模块化系统，显示为附着在金属色 MICROXCAM 摄像机内核前部的黑色组件。FPI + 镜头模块可以轻松更换另一个具有不同 FPI 的镜头模块，在保持相机核心模块不变下，从而允许不同的光谱范围。

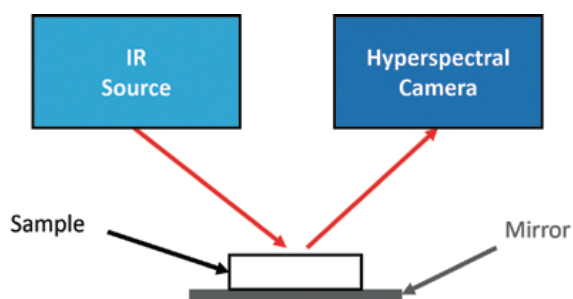
为指纹区域光谱设计的基线配置具有 8 至  $11\mu\text{m}$  的光谱范围，光谱分辨率范围为  $130\text{nm}$  ( $8\mu\text{m}$ ) 至  $220\text{nm}$  ( $11\mu\text{m}$ )。在  $3.8\text{-}5.0\mu\text{m}$  范围内的较低波长下不同 FPI 模块也可用。如果有特定应用，也可以在其他红外光谱波长下制造 FPIs。



MICROXCAM-384i-HS 适用于光谱应用的开发人员。它作为开发套件提供，包括驱动器电子器件和数据采集软件。MICROXCAM-384i-HS 是一种在整个中远红外（MIR）光谱范围内操作的高光谱成像仪，也称为分子指纹区，其中化合物可以比 VIS-NIR 范围更好地进行区分。MICROXCAM-384i-HS 由可调法布里 - 珀罗干涉仪（FPI），光学镜头和非制冷红外相机组成。高光谱数据是通过获取不同波长的空间二维图像获得的。FPI 是一种微电子机械系统，通过提供一个简单的电压应用程序控制波长。凭借其独特的宽带检测器技术，MICROXCAM-384i-HS 可以在单个模块化组件中通过更换含 FPI 的光学模块来选择不同的光谱范围。

## MICROXCAM-384i-HS 开发套件

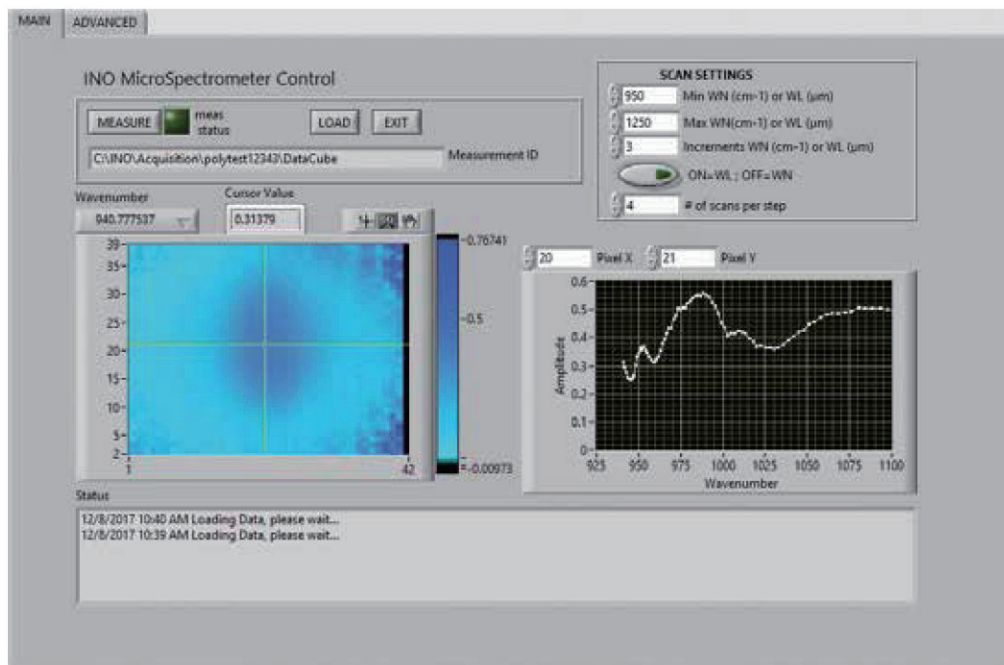
INO 为 MICROXCAM-384i-HS 成像光谱仪设计了一套开发工具包，以方便最终用户开发和测试红外成像应用。除了光谱成像相机之外，开发套件还包括一个红外光源和一个样品架，用于允许用户进行反射模式光谱成像测量。在所提供的开发套件配置中（下图），热源为样品的 1.5 英寸直径区域提供照明。相机与样品距离为 80 mm 时，相当于一个 40 像素直径的图像，每个像素对应一个 0.9 mm 样本的空间分辨率。因此，与当前由成像 FTIR 系统提供的小样本成像区域不同，该系统可以测量“宏观”尺寸的光谱图像。这可能证明在杂质检测等应用中非常有用。在典型的工作条件下，该系统可实现接近 1280 的信噪比。



图为用于反射模式光谱成像测量的开发套件照相机源样本配置

## 采集软件

基于 LabVIEW 的用户友好软件允许在选定位置可视化红外图像和光谱（如下图）。光谱测量数据存储在文本文件格式中，可以通过光谱分析软件轻松导入。



## 成像的优点

光谱测量的精度很大程度上取决于光谱仪的性能规格。通常，高信噪比和足够的光谱分辨率及光谱范围对于精确确定样品的组成非常重要。但事实并非如此：通过光谱手段进行样品化合物鉴定的限制因素往往是样品的均一性。对于单点（即非成像）光谱仪而言，这意味着整个被采样区域必须由均匀的样品组成，否则来自相邻化合物的不同光谱会混淆所得测量结果，在样本区域上获取其光谱图像是避免此问题的一种方法。

在指纹区域，大部分实验室 FTIR 仪器通常使用配有昂贵的冷却红外探测器阵列和成像附件。但是，除了体积庞大且价格昂贵之外，这些支持成像的 FTIR 仪器只能在平方毫米数量级的小表面积上进行成像。因此能够在更大的样本区域成像的光谱成像仪器，即宏观成像，可以证明是非常有吸引力的。例如，对一系列样品进行同时检测等，其在工业或食品质量上的检测应用是具有较大潜力的。

## MICROXCAM-384i-HS的优势

- 体积小，小型化，便于携带
- 设备操作简单易懂
- 可更换FPI的镜头模块
- 可大区域样品成像
- 测试速度快
- 重复性好
- 波长范围长（3-11 $\mu\text{m}$ ）
- 高灵敏度成像
- 高信噪比
- 多功能成熟的采集软件，可轻松将数据导入其他光谱分析软件
- 成套的开发工具包及套件（可选择源模块）

## MICROXCAM-384i-HS-技术指标

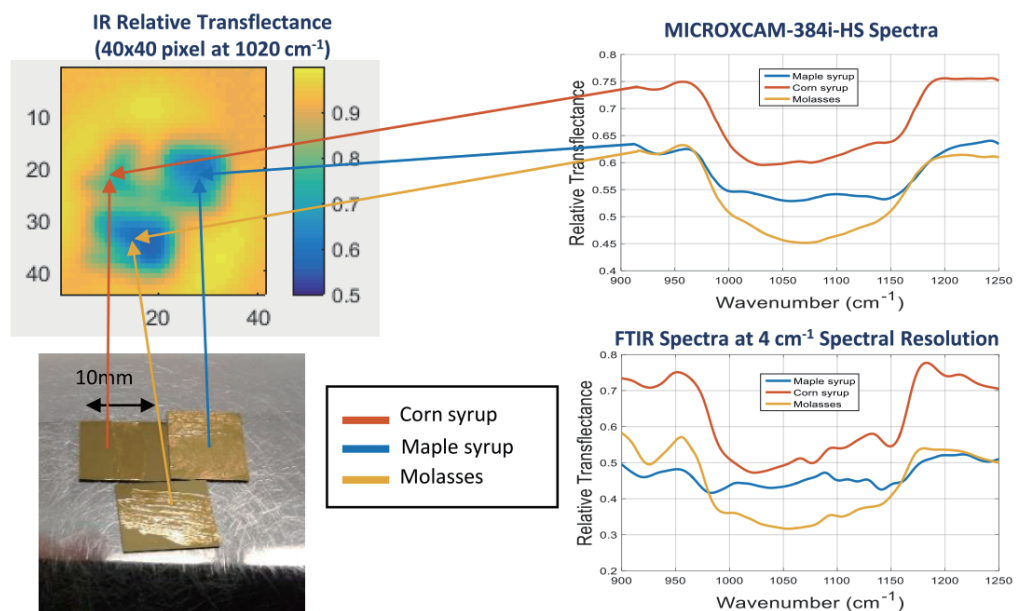
基于 LabVIEW 的用户友好软件允许在选定位置可视化红外图像和光谱（如下图）。光谱测量数据存储于文本文件格式中，可以通过光谱分析软件轻松导入。

主要技术指标			
光谱范围	8-11 $\mu$ m	5.5-8 $\mu$ m	3.8-5 $\mu$ m (a) and 3.1-4.4 $\mu$ m (b)
光谱分辨率	Typ.130 nm-220 nm	Typ. 100 nm-130 nm	(a)Typ. 60 nm-75 nm (b)Typ. 55 nm-70 nm
视野	$\pm 41^\circ$ (100 pixel diameter image) <sup>2</sup>		
焦距	3 mm		
孔径	2 mm $\times$ 2 mm		
探测器	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 384 x 288 pixels blackened VOx uncooled microbolometer FPA</li> <li>• 35 <math>\mu</math>m pixel pitch</li> <li>• 2 to 14 <math>\mu</math>m uniform responsivity</li> <li>• NEP = 20 pW</li> <li>• NETD = 25 mK, 8 – 12 <math>\mu</math>m, F/1, 50 fps</li> </ul>		
噪声等效光谱辐亮度NESR (mW/m <sup>2</sup> sr $\mu$ m)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 800 at 8 <math>\mu</math>m</li> <li>• 830 at 9 <math>\mu</math>m</li> <li>• 690 at 10 <math>\mu</math>m</li> </ul>	In development	In development
信噪比	1280(Blackbody source at 1 000 °C)	In development	In development
相机帧频	50 fps		
采集时间	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 0.18 s per wavelength sample(SNR = 1000)</li> <li>• &lt;3 min (full spectral range, 25 nm sampling, SNR = 1000)</li> </ul>	In development	In development
图像输出	Gigabit Ethernet, RJ-45 connector		
电压	24 VDC Nominal		
温度	15 ° C to 35 ° C		
功率	< 7 W typical		
机械特性			
外形尺寸	61 mm (H) $\times$ 78.5 mm (W) $\times$ 101 mm (L) 2.4 in. (H) $\times$ 3.1 in. (W) $\times$ 3.98 in. (L)		
重量	420 g / 0.93 lb		

## MICROXCAM-384i-HS应用领域

- 农业
- 食品工业
- 化妆品
- 光谱
- 安全
- 矿物学
- 生物医学
- 制药
- 自然资源

## 应用案例-枫糖浆、玉米糖浆和糖蜜的检测



上图为枫糖浆，玉米糖浆和糖蜜在红外光谱区域的反射光谱影像图

四川双利合谱科技有限公司 Sichuan Dualix Spectral Imaging Technology Co.,Ltd.

成都总公司：  
地址：成都市经开区成龙大道二段1118号中物国际2号楼26楼  
电话：028 86513885 传真：028 84896038-816

各地分公司：  
北京：010 62634840 上海：021 62227575  
深圳：0755 83293053 西安：029 86600240

更多产品详细资料尽在 [www.dualix.com.cn](http://www.dualix.com.cn)