



联我所用  
测您所想

珀金埃尔默联用技术产品总览





## 面对不同的 样品测试需求， 您准备好了吗？

日益提升的质量控制需要，错综复杂的样品成分，当您需要更深层次的了解样品的本质时，或许现有的单个仪器已无法满足检测需求，珀金埃尔默提供全面的产品和技术服务，可将不同产品联合使用，通过利用各个仪器的优势，达到单次试验获得多个结果的目的。

使用联用仪器分析时，重要的是不仅要了解各个仪器单独工作是如何运行的，而且要知道仪器连接后如何彼此影响。不同于其他仪器公司，珀金埃尔默公司的仪器全面而多样，从热分析到气相色谱，从分子光谱到原子光谱。正因为如此，我们不仅可以提供一个完整的服务和支持系统，更有相关的专家和经验帮助您有效地使用。更重要的是，联用系统独家提供避免了软件在控制多个仪器时可能出现的兼容性问题，更可以避免后续维护时出现的困难。



## 什么是联用技术?

联用技术, 即将两种或两种以上的仪器通过管线进行连接, 从而实现单次实验获得多个结果, 达到仪器之间优势互补, 大幅度提高实验室分析效率。

### 联用技术 概览

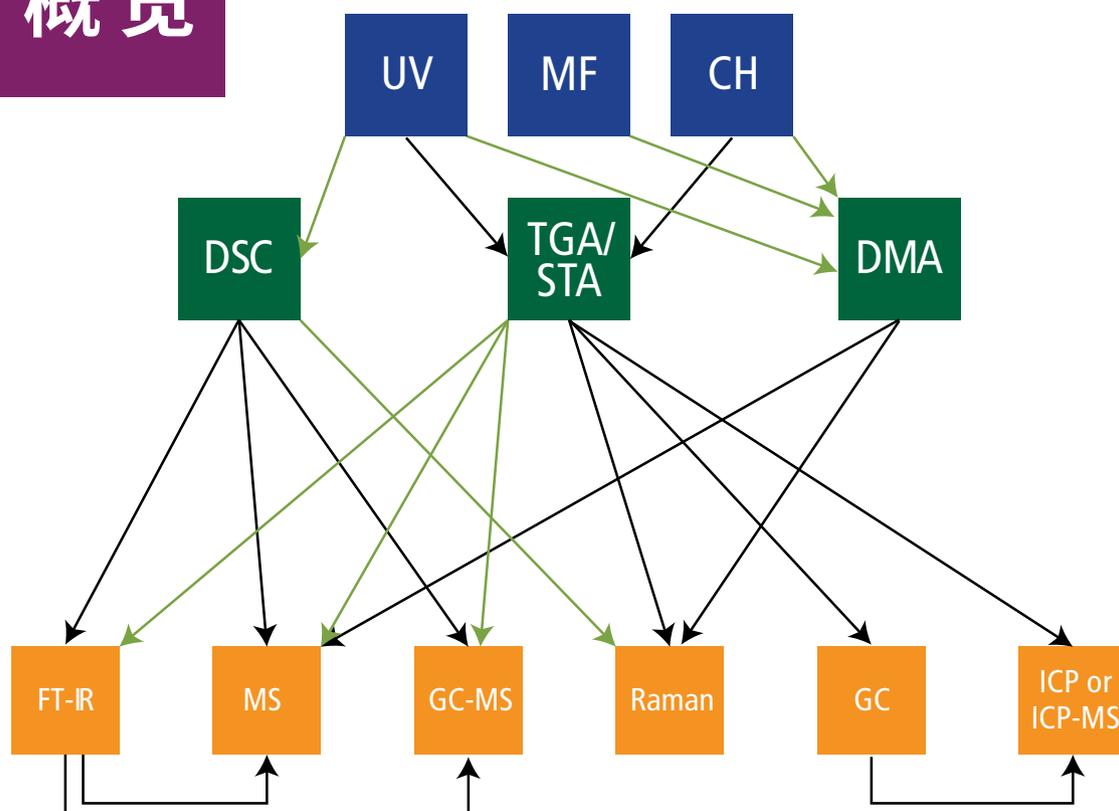


Fig 1: A set of instruments connected together to allow more information to be obtained from one run.

**THE COMBINATION IS NOT ONLY LIMITED TO THESE EXAMPLES,  
TALK TO US TO FIND OUT MORE POSSIBILITIES.**



## 联用技术类型



**逸出气体分析**——检测样品在TGA、STA、GC等仪器中加热时产生或分离出来的气体。化学反应、蒸发、沸腾、色谱柱分离及样品燃烧等方式都会产生气体。其中熟知的是TGA-FTIR，其中FTIR可以对从TGA中逸出的气体进行定性分析。

**检测样品对环境的反应**——不同仪器联用监控样品在某种环境中的变化。常见的技术主要有UV-DSC，DSC检测样品在紫外照射下的变化；在DMA上连接一个湿度发生器，测试样品在不同湿度下的变化。

**化学形态分析**——对单个样品中一个或多个化学形态进行定性或定量分析。HPLC-ICP-MS是很受欢迎的一种，该技术对多种物质都具有很好的分离能力，也是分离不同元素形态的不二选择。

**同步分析**——使用两种或两种以上的技术同时对一个样品进行测试，例如DSC-Raman，DSC-NIR，DTA-ATR，红外显微镜和红外化学成像系统。STA同步热分析仪可以看做是这种技术中较为简单的形式。

### 联用技术类型举例

类型一	类型二	类型三	类型四
逸出气体分析	检测样品对环境的反应	化学形态分析	同步分析
TG-IR	UV-DSC	HPLC-ICPMS	DSC-Raman
TG-MS	UV-DMA	GC-ICPMS	DSC-NIR
TG-GC/MS	CH-DMA		STA
TG-IR-GC/MS	CH-TGA		红外显微镜
GC-ICPMS	MF-DMA		红外化学成像

联用产品不限于上述举例，如您有更多需求，欢迎与我们联系！



## 逸出气体分析



TG-IR联用系统: TGA 8000与Spectrum 3通过TL 8000e传输管线连接

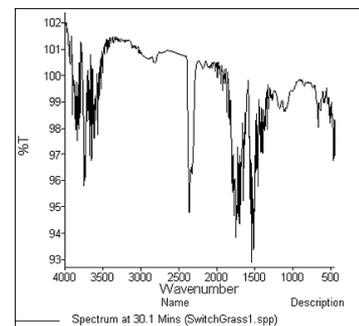
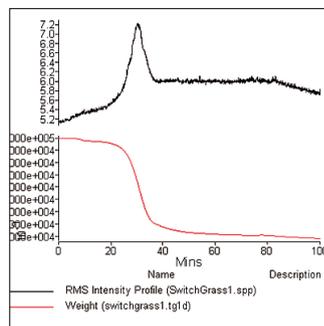
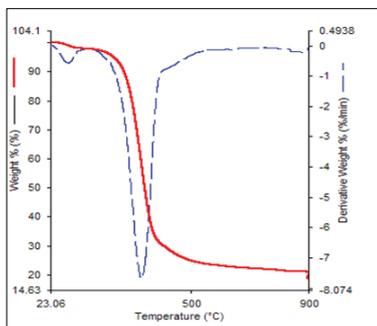
将热重分析仪 (TGA) 与红外光谱仪联用是目前较为常用的逸出气体分析 (EGA) 手段之一。通过热重加热样品, 样品会逐步产生挥发物或者燃烧分解出气体, 这些气体被实时传输到红外收集池中, 加以识别。红外光谱的分析可以实时对逸出气体进行检测, 分析功能基团, 可以更好地对热重结果进行分析。

- 恒定气流提供时间分辨峰的理想分离, 减少红外信号的混合
- 有了ZGCell设计, 红外中没有沉厚成分的积累
- Spectrum 10软件上自动输入热重数据
- 绝缘加热传输线, 带有可更换的SilcoSteel衬管

### 该系统的设计优势包括:

- 光谱仪带有加热零重力效应“ZGCell” (Heated zero-gravity effect) 气体池, 具有自动配件识别、低容量, 高效样品区域净化
- 控制单元包括质量流量控制器、颗粒过滤器、流量平滑系统、独立的传输线、气体池温度控制器, 以及真空泵的排气管于一体
- 由热重的Pyris™软件可自动触发红外软件进行数据收集
- Spectrum Timebase™软件解决时间分辨实验

TG-IR联用系统非常适合对加热中有逸出气体的材料进行鉴别的研究, 如药物中残留溶剂、塑料或者橡胶中组分鉴别、样品燃烧产物研究等。下图研究的是一种柳枝稷样品, 该物质可以成为生物柴油的原料。



从TGA中得到的数据 (左图) 由Spectrum 10软件自动传输和Gram Schmidt点做对比 (中间), 由此可得到感兴趣的区域的谱图 (右图)

# TG-MS 热重-质谱联用技术



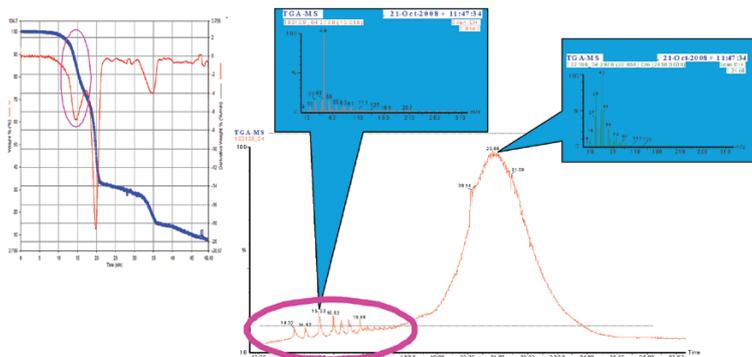
TG-MS 联用系统: TGA 8000与Clarus® SQ 8 MS通过TL 8300e加热传输管线连接

将热重分析仪 (TGA) 与质谱仪联用可以检测到含量非常低的杂质, 这一手段越来越受欢迎。通过热重加热样品, 样品会因挥发物的存在或者燃烧分解出气体, 这些气体被传输到质谱仪中, 加以识别。由于质谱可以检测材料非常低的含量, TG-MS联用成为质量控制、产品安全和产品开发一个强有力的手段。

珀金埃尔默TL 8300e传输线可将灵敏度非常高的TGA 8000与珀金埃尔默 Clarus SQ 8 GC/MS连接。TG - MS系统使用了:

- 高性能的TGA 8000热重分析仪, 失重灵敏度达到优化
- TL 8300e传输线可加热到350°C, 具有不同直径的可更换传输毛细管

TG-MS联用系统的优势之一在于它的实时性和灵敏性。可应用在药物中残留溶剂和聚合物添加剂的检测中。如下图所示, 橡胶的热重分解结果, 可得到不同时间逸出气体的质谱图。



橡胶等复合材料的燃烧, 热重分析数据往往令人费解, 可借助质谱来识别失重时逸出气体

珀金埃尔默 Clarus SQ 8 型质谱仪, 和珀金埃尔默先进的GC/MS系统使用的同样的质谱。此联用系统的优势在于:

- 氦气中操作
- 钨丝耐氧化
- 大规模离子检测可达1200 daltons
- 软离子化 (可调EI) 大幅度限制质量离子碎片化
- 能够添加化学离子化 (CI), 以减少碎片
- 热重启动运行时, 自动触发质谱; 提高同步性

## TG - MS的典型应用包括:

- 样品中水分/溶剂的损失检测 (如药物冻干或脱水过程)
- 热稳定性 (降解) 过程
- 研究化学反应 (如聚合反应)
- 分析样品中挥发物 (如挥发性有机化合物 (VOC) 的检测)



# TG-GC/MS 热重-气相质谱联用技术



TG-GC/MS联用系统: TGA 8000与Clarus SQ 8 GC/MS联用可灵敏地检测逸出气体

将热重分析仪 (TGA) 与质谱仪联用可以检测到含量非常低的杂质, 然而, 在实时监测时, TG-MS联用会因多重反应同时发生或者高质量离子掩盖低质量的而使结果变得混乱复杂。在此体系中加入气相 (GC), 多重反应现象得以清楚的分离, 低含量的杂质也能被清楚的检测出来。

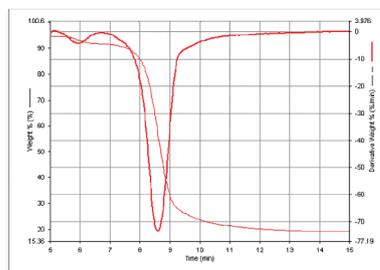
通过热重加热样品, 样品会因挥发物的存在或者燃烧分解出气体, 这些气体被传输到气相仪中, 化合物可收集在气相的气体存储器中, 进入气体样品循环或者沉积在管柱头部, 然后GC可将样品进行分离, 由质谱对峰加以识别。由于质谱可以检测材料非常低的含量, TG-GC/MS联用成为质量控制、产品安全和产品开发一个强有力的手段。

TGA 8000 和Clarus SQ 8 GC/MS 联用系统可有几种方式来收集逸出气体, 使用带有Swafer附件的冷冻箱来收集GC顶端的挥发物是其中非常方便的方法。

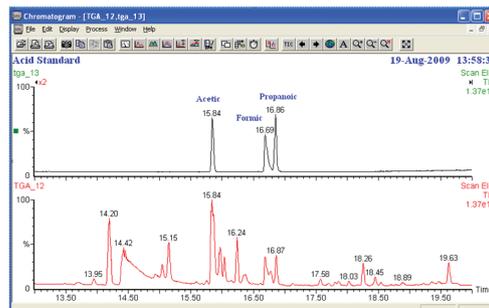
使用TG-GC/MS分析柳枝稷样品, 收集色谱柱的物质进行洗提, 得到以下色谱图。使用MS对峰进行识别, 可清楚看到尾气中酸的峰。而这些化合物在单独的TG-IR或TG-MS中却因为含量太低且和其他物质混合很难鉴别出来。

## 珀金埃尔默公司的TG-GC/MS有以下优点:

- 高灵敏度TGA 8000可检测出极小的热失重变化
- TL 8500e传输线可加热到350°C, 具有不同直径的可更换传输毛细管, 并直接和GC的注射腔相连; 可选350°C高温管线
- Clarus SQ 8 GC/MS分析仪可在很大幅度上检测低浓度的污染物



柳枝稷样品热重分析结果表明, 大部分失重发生在一个温度范围



下图为8到9分钟的逸出气于GC管柱头部收集后得到的GC/MS色谱图

MS分析表明15.8处是醋酸, 由上图标准乙酸、甲酸和丙酸的标准谱图可对比证实

# TG-IR-GCMS 热重-红外-气相质谱联用技术



TG-IR-GC/MS热重红外气相质谱联用技术: TGA 8000与Spectrum 3 FTIR、Clarus SQ 8 GC/MS通过TL 9000e加热传输管线连接

TG-IR-GC/MS是分析未知混合物中的主要成分以及添加剂和污染物的强大分析工具。通常会需要这些信息来评估竞争对手的产品,或者判断产品是否符合法规要求。

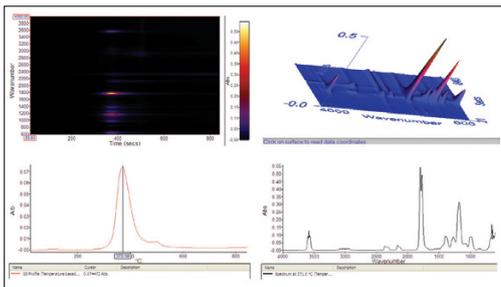
TL 9000e传输管线可以看做是热重分析仪与红外还有气相质谱之间的界面,它使得TG-IR-GC/MS系统能够将热重仪器中逸出的气体送入红外还有气相质谱仪中检测。

在热重分析仪的热分离过程中,样品所释放的气体被实时输送到傅立叶变换红外光谱仪中进行红外数据采集。热重-红外数据包含了每间隔约8秒采集一次所得到的一系列的谱图。标准的红外数据显示格式为吸收

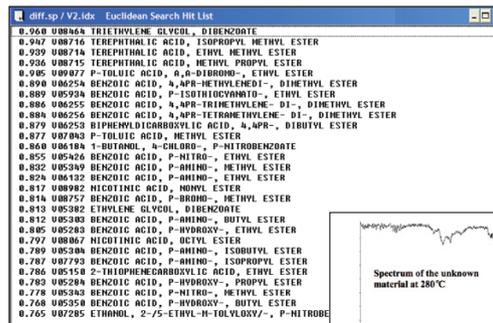
率对波数曲线,样品逸出气体的红外光谱图采集密度大约为每升温2度采集一组谱图。热重-红外联用的Spectrum 10软件还可以辅助绘制三维坐标图谱,可同时显示叠加的红外曲线随时间或者温度以及波数的关系,用户可以非常直观的了解样品在整个温度平台中的热重-红外数据变化情况。

## TG-IR-GC/MS系统的优势:

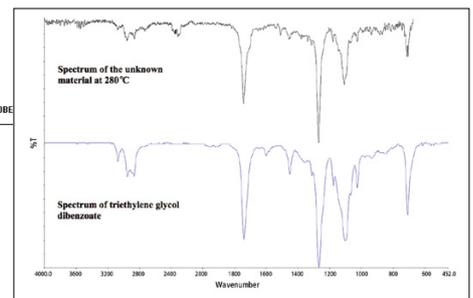
- TG-IR-GC/MS结合了前面两种逸出气体分析技术的优势(TG-IR和TG-GC/MS),弥补了各自的劣势
- 该系统的红外光谱仪能够反映出逸出气体与温度的关系
- 后续的GC/MS分析可以检测出逸出气体中红外无法识别的微量成分



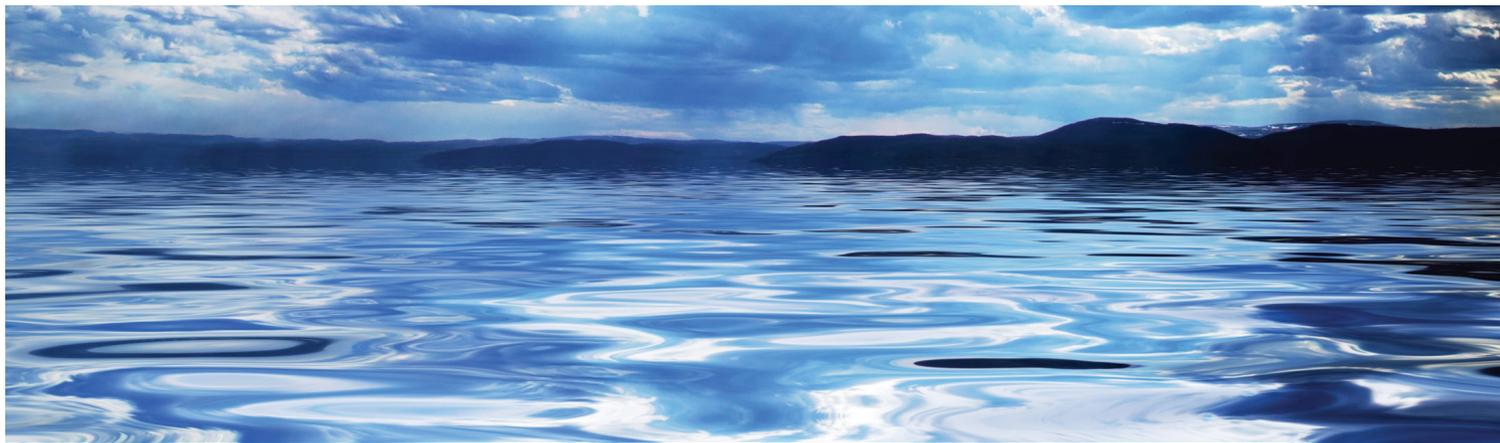
Spectrum 10软件输出的谱图效果汇总,有助于阐述样品分解过程。对于经验丰富操作人员,通过观测三维叠加谱图(右上角所示),可轻易的发现任何可能影响产品性能的微量组分所对应的“未预料到的峰区域”



搜索软件的输出结果,显示的是匹配的候选物质



采用珀金埃尔默spectrum搜索软件得到的匹配图谱



## 逸出气体分析联用技术对比



TG-IR	TG-MS
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 官能团分析</li> <li>• 逸出气体</li> <li>• 区分同分异构体</li> <li>• 实时检测</li> <li>• 定性分析</li> <li>• 逸出气未破坏</li> <li>• 成本较低</li> <li>• 灵敏度较低</li> <li>• 多组分检测时比较困难</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 快速分析</li> <li>• 高灵敏度 (至少1 ppm)</li> <li>• 适用范围广</li> <li>• 实时检测分析</li> <li>• 定性分析</li> <li>• 大范围 (1200 amu)</li> <li>• 氧成分敏感</li> <li>• 成本较高</li> <li>• 谱图库有限</li> <li>• 数据可比性问题</li> <li>• 多组分检测较困难</li> </ul>



TG-GC/MS	TG-IR-GC/MS
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 解决重叠组分</li> <li>• 可采用色谱的谱图库</li> <li>• 定量分析</li> <li>• 定性分析</li> <li>• 可采用独立检测器</li> <li>• 传输管线不占用进样口, 可单独使用自动进样器进样</li> <li>• 实时分析及分离分析可切换</li> <li>• 成本较高</li> <li>• 谱图库有限</li> <li>• 测试重现性要求高</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 解决重叠组分</li> <li>• 可采用色谱谱库</li> <li>• 定性分析</li> <li>• 定量分析</li> <li>• 实时分析</li> <li>• 色谱分离技术</li> <li>• 成本较高</li> <li>• 谱库有限</li> <li>• 技术较新, 数据可比性问题</li> <li>• 多种分析模式 (TG-FTIR、TG-FTIR-GCMS、TG-FTIR-MS等)</li> </ul>



# UV-DSC 紫外-差示扫描量热仪联用技术

## 检测样品对环境的反应

材料在紫外辐射下的响应引起了越来越多的兴趣，这归结于很多原因。紫外固化的方法可以降低从涂层中挥发出来的挥发性有机化合物 (VOC) 的量，另外，有些材料会在紫外光照射下发生分解，而了解这种转变也是至关重要的。

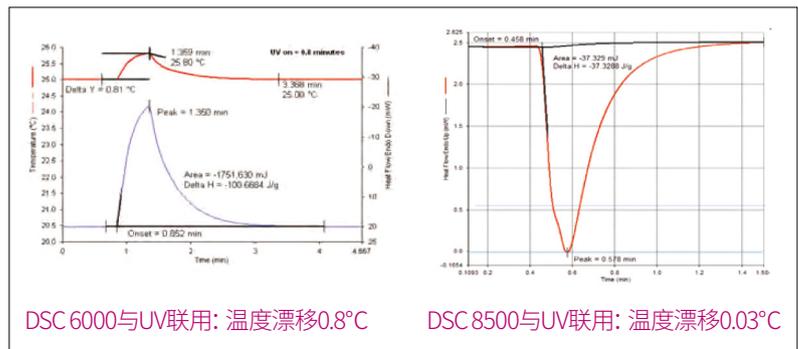
珀金埃尔默是唯一一家能够提供双炉体、功率补偿型或单炉体、热流型等不同的DSC与紫外联用技术的公司。您可以选择能满足您实验室需求的仪器-研究型实验室可以选择先进的具有等温控制技术DSC，而价格更实惠的DSC则更适合于企业质量控制实验室。

### 双炉体联用

DSC 8000和DSC 8500都是具有独特量热技术的双炉体仪器，升降温速率可达到750°C/min，同样具有优异的等温性能。对于存在光照影响的量热研究来说，这意味着可以很好的控制光源和反应产生的热，使样品处于真实的等温状态，有利于精确的动力学研究。



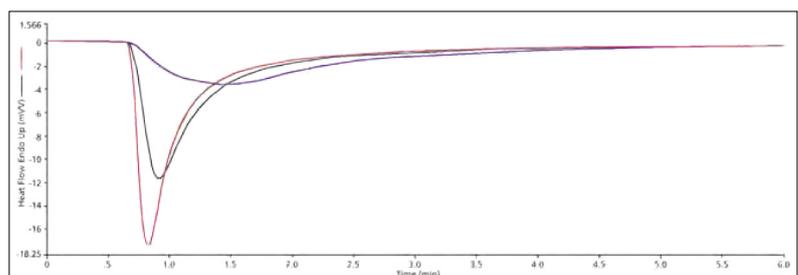
珀金埃尔默 DSC 8500与EXFO®UV固化系统联用设备



### 单炉体联用

对于质量控制和反应监控来说，不需要非常精确的等温控制，因此价格实惠的热流型或单炉体DSC更适用于这类实验室。DSC 4000可以提供优异的结果。与DSC仪器连接的紫外附件需要双重光管或光纤光缆，可以单独调节每个光管的位置。结合可变光圈的紫外光源，可以非常灵活的调节照射在炉体、样品或传感器上的光强度，来降低紫外光造成的干扰。

下图为一种牙科修复材料在三种不同强度的紫外光下固化的实验结果，根据数据可以计算出样品的固化动力学并选择优异的固化条件。



使用附带Intracooler II的DSC 8500在N<sub>2</sub>气氛下研究不同光照强度对牙科材料的影响: EXFO®的光圈分别为5%, 15%和25%



## 元素形态分析

自然界中的元素会以不同的形态或化学结构存在，元素的生理活性和生物毒性与其形态密切相关。例如： $As^{3+}$ 比 $As^{5+}$ 更容易与蛋白质中的巯基结合，所以其毒性更大，甲砷酸和二甲基砷酸只具有中等毒性，而食物中的砷甜菜碱和砷胆碱几乎无毒性。因此将不同形态的元素分离测定各自的含量是对环境、食品等进行有效评估的必要条件。色谱技术与ICP-MS联用技术中，借助色谱良好的分离能力和ICP-MS极低的检出限，可以对环境、材料及生物组织中微量、痕量含量的元素形态进行分析。

### LC-ICPMS液相色谱等离子体质谱联用技术 该系统的优点：

- 检测限低，线性范围宽
- 灵敏度高，选择性好
- 分离速度快，程序少，元素较少被改变
- 封闭系统，污染少
- 多种元素和同位素同时检测
- 适用于挥发性低，热不稳定样品

### GC-ICPMS气相色谱等离子体质谱联用技术



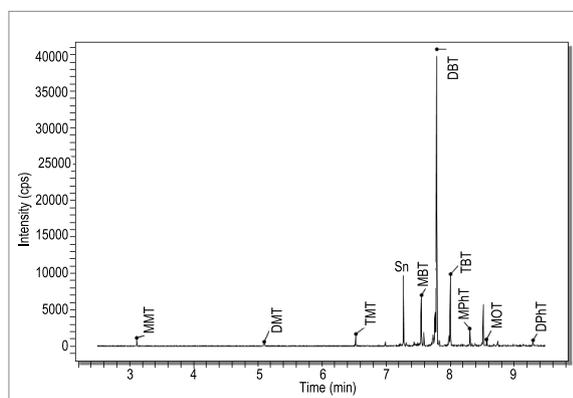
通过GC输送线将Clarus 580 GC (右) 与 ICP-MS (左) 相联接

使用LC-ICPMS测定不同苹果汁样品中的砷含量 (ug/L)

样品	As5	MMA	As3	DMA
1	1.69	--	2.07	0.85
2	0.95	--	0.21	0.62
3	2.17	1.21	1.17	0.50
4	2.01	--	1.88	0.69
5	0.79	0.36	2.37	0.67
6	0.56	0.19	0.40	0.31
7	0.47	0.44	0.82	0.45
8	0.79	--	3.23	0.92

使用ICPMS测定总砷与LC-ICPMS测定各形态砷加和结果的比较 (ug/L)

样品	各形态浓度总和	总砷
1	4.24	4.22
2	1.55	1.49
3	4.14	4.26
4	4.18	4.27
5	3.95	3.67
6	1.46	1.23
7	1.88	1.77
8	4.52	4.73



使用GC-ICPMS分离牡蛎组织中各形态有机锡 (同位素 $^{120}Sn$ ) 的色谱图

# Spotlight™ 傅里叶变换红外显微镜系统



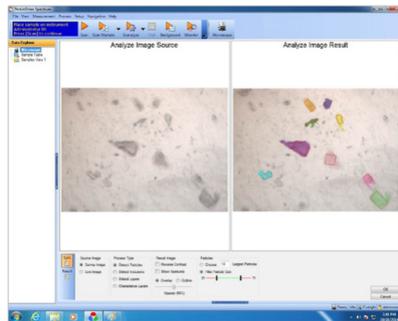
## 同步分析



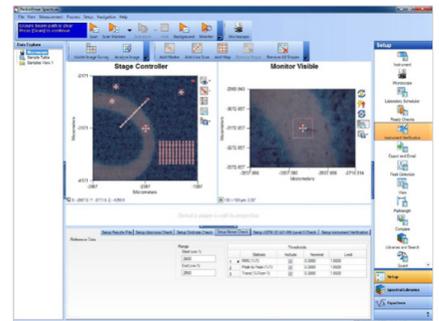
Spotlight 150i/200i 红外显微镜系统

不同于普通的光学显微镜以高倍数的光学透镜为手段，以放大对象物品以便于观察为目的，使用红外显微镜的目的是获取微小样品或样品微区的红外图谱。由于红外光本身的物理特性的限制(波长)，红外显微镜只能采用反射聚焦光束，放大倍数受光学衍射限制，不可能也不需要很高的放大倍数，因此，红外采样的方便、准确和保证红外图谱的质量是衡量红外显微镜品质的主要指标。珀金埃尔默的红外显微镜正是这些方面取得了极大的成功。

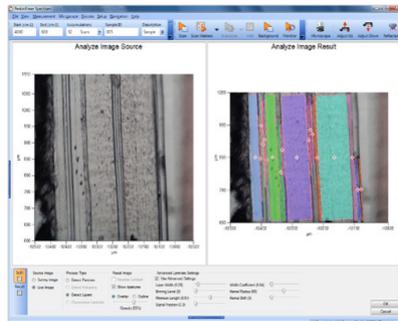
- 自动化控制，智能搜索关注区域，可进行多点和多成分测量的批量分析和报告
- 灵敏度高，非常适合用于100 $\mu\text{m}$ 以下的样品
- 红外光谱仪可单独使用，也可与显微镜联用
- Spectrum™ 10软件简单直观，为数据采集、处理和分析的简单性和灵敏性设立了新的标杆
- 多种附件选择，可快速切换



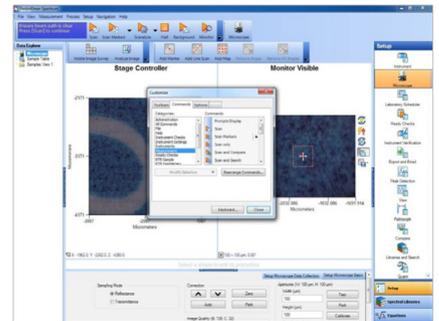
智能颗粒查找例程将设置时间从几分钟缩短为几秒钟



多模式随机成像与线扫描相结合，使样品表征更高效



自动感兴趣区域测定实现更快速的薄片分析



完全可自定义的界面，非专业和高级操作者均适用



# Spotlight™ 傅里叶变换红外/近红外成像系统



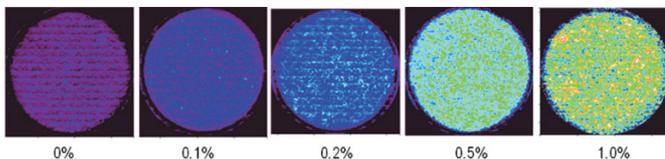
Spotlight 400/400N 红外/近红外成像系统

红外化学成像是红外光谱与成像分析技术的结合，可以将样品化学成分的空间分布可视化（也就是提供样品的化学成像）。每个样本的测试都会产生包含数千计张光谱的高光谱数据体。

作为我们傅里叶变换红外光谱成像系统产品线的旗舰仪器，Spotlight™400傅里叶变换红外光谱成像系统在很多行业里都显著地提升了人们对于材料的理解，快速、高效、灵活。

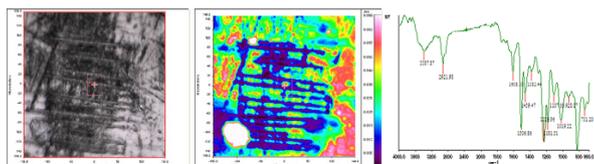
- 支持多种测量模式——透射成像、反射成像、ATR成像或者更多模式——不同模式间的切换易如反掌
- ATR红外光谱成像附件可将空间分辨率提高4倍，在宽的光谱范围内提供多种像素选择
- 超大成像样品台扩大可用的采样区域
- 提供特有的阵列检测器，可在其他商业仪器无法到达的光谱区域内进行测量
- 专用的Spectrum Image软件可实现快速高品质图像采集

## 食品安全



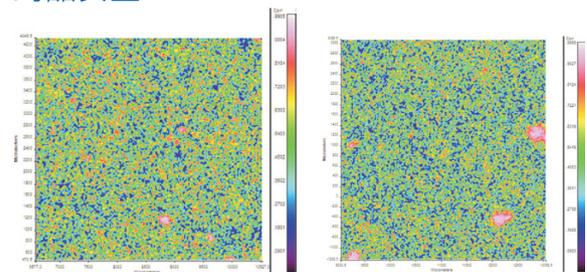
含不同浓度三聚氰胺(红色像素对应处)的奶粉样品红外成像分析

## 工业分析



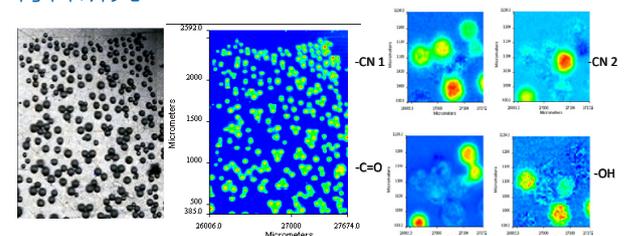
电路板异物分析(左)可见图;(中)红外化学成像图;(右) 异物对应的红外光谱图

## 药品安全



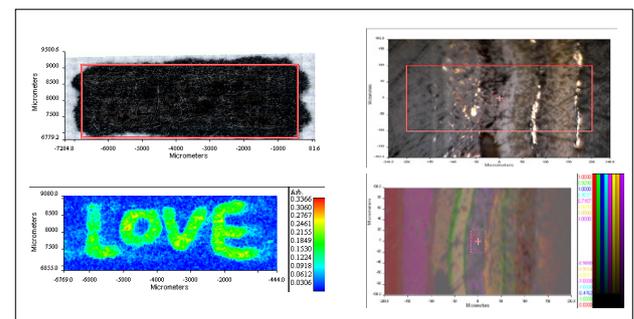
图(左).塑化剂DIDP含量100ppm;(右).塑化剂DIDP含量400ppm

## 材料研究



纳米材料(左)可见图;(中)红外化学成像图;(右) 不同官能团的分布信息

## 刑侦分析



图(左)纸上不可见墨迹;(右) 多层漆片的可见图及红外成像图



## 不同类型满足不同需求

更多应用案例及文章供您参考：

### 逸出气体分析

#### TG-MS:

1. Atmospheric ageing of nanosized silicon nitride powders, J. Mater. Chem
2. Hydrogenation of Carbon Nanotubes and Graphite in Liquid Ammonia, J. Phys. Chem
3. Nitrogen-containing TiO<sub>2</sub> photocatalysts Part 1. Synthesis and solid characterization, Appl. Catal. B

#### TG-FTIR:

1. Platinum nanoparticle intercalated montmorillonite to enhance the char formation of polyamide 6 nanocomposites, J. Mater. Chem
2. Polyethylene thermal oxidative stabilisation in carbon nanotubes based nanocomposites, Euro. Polym. J.

#### TG-GC/MS:

1. Characterisation of gas evolution and char structural change during pyrolysis of waste CDs, J. Anal. Appl. Pyrol
2. Study of Thermal Decomposition Kinetics of Palm Oleic Acid-Based Alkyds and Effect of Oil Length on Thermal Stability, J. Polym. Environ

#### TG-IR-GC/MS:

1. Chemical stability and dehydration behavior of a sepiolite/ indigo Maya Blue pigment, Appl. Clay Sci.
2. 不同部位烟叶的热重—红外—气质联用分析研究, 现代化工

#### TGA-ICPOES:

1. Hierarchically porous carbons derived from nonporous coordination polymers, Appl. Mater. Interfaces

### 检测样品对环境响应

#### UV-DSC:

1. Photodegradation of pharmaceuticals studied with UV irradiation and differential scanning calorimetry, Chemistry and Chemical technology

### 元素形态分析

#### HPLC-ICPMS:

1. 利用HPLC ICP-MS一次性分析环境水样中的各种砷和铬化学形态
2. LC-ICPMS测定玩具中的痕量可迁移六价铬

#### GC-ICPMS:

1. GC/ICP-MS对生物组织和沉积物中汞形态的分析
2. 使用GC/ICP-MS对生物组织中有机锡化合物进行形态分析

## 珀金埃尔默企业管理（上海）有限公司

### 中国技术中心

#### 上海总公司

地址：上海张江高科技园区  
张衡路1670号  
电话：021-60645888  
传真：021-60645999 邮编：201203

#### 北京分公司

地址：北京朝阳区酒仙桥路14号  
兆维工业园甲2号楼1楼东  
电话：010-84348999  
传真：010-84348988 邮编：100015

#### 成都分公司

地址：成都市高新西区西芯大道5号  
汇都总部园6栋3楼  
电话：028-87857220  
传真：028-87857221 邮编：611730

#### 武汉分公司

地址：武汉武昌临江大道96号  
武汉万达中心1808室  
电话：027-88913055  
传真：027-88913380 邮编：430062

#### 广州分公司

地址：广州市荔湾区芳村大道白鹅潭  
下市直街1号信义会馆12号  
电话：020-37891888  
传真：020-37891899 邮编：510370

#### 西安分公司

地址：西安市碑林区雁塔北路9号  
中铁第壹国际3楼03-106  
电话：029-82295656 029-82470898  
邮编：710001

#### 沈阳分公司

地址：沈阳市沈河区青年大街167号  
北方国际传媒中心 2803 - 2805室  
电话：024-22566158  
传真：024-22566153 邮编：110014

#### 南京分公司

地址：南京市鼓楼区中山北路2号  
紫峰大厦17楼1701室  
电话：025-51875680  
传真：025-51875689 邮编：210008

#### 济南分公司

地址：山东省济南市历下区冻源大街102号  
祥恒广场701室  
电话：0531-86936692  
传真：0531-86936682 邮编：250014

#### 昆明分公司

地址：云南省昆明市五华区三市街  
柏联广场6号写字楼12层1203室  
电话：0871-65878921  
传真：0871-65878579 邮编：650021

中文网址：[www.perkinelmer.com.cn](http://www.perkinelmer.com.cn)

客户服务电话：800 820 5046 400 820 5046



要获取我们位于全球的各个办公室的完整列表，请访问 <http://www.perkinelmer.com.cn/AboutUs/ContactUs/ContactUs/>

版权所有 ©2021, PerkinElmer, Inc. 保留所有权利。PerkinElmer 是 PerkinElmer, Inc. 的注册商标。其它所有商标均为其各自所有者或所有者的财产。

本资料中的信息、说明和技术指标如有变更，恕不另行通知。



欲了解更多信息，  
请扫描二维码关注我们的  
微信公众号账号