

M4 TORNADO

- 高性能微区X射线荧光成像光谱仪

M4 TORNADO – 微区X射线荧光光谱仪的新标准



微区X射线荧光光谱仪是非均匀或形状不规则的样品元素分析的首选方法。其测量结果能够给出样品成分和表面相关元素的分布情况甚至样品表面下元素分布信息。BRUKER微区X射线光谱仪经过优化，能够对固态、液态、颗粒等多种类型样品进行点、线和二维区域扫描(Mapping)快速分析。

M4 TORNADO 使用灵活、测试高效，可对不同尺寸样品进行非破坏性高分辨率快速扫描，获得样品中元素的分布情况。设备使用简单，基本无需制备样品，可直接进行测试。



- 卓越的空间分辨率，靶材产生的X 射线经过多导毛细管聚焦后，在保证荧光强度的同时可产生极小的光斑 (<20um)。
- 可选配第二根X射线光管，有效地激发重元素或稀土元素(REE)的高能谱线
- XFlash® SDD 使设备具备无与伦比的光谱采集速度和数据处理效率。
- 可配置双探测器进一步提升设备数据采集、处理能力
- TurboSpeed X-Y-Z灵活移动样品台 “on the fly” 扫描
- 支持两种不同放大倍数下样品定位图像显示，方便准确选择测试位置
- 大型真空样品仓，可自由调节真空度，轻元素检测性能优异。
- EasyLoad 功能，可快速更换样品
- 可靠、稳定的无标样基本参数 (FP) 定量分析方法

设备亮点

高效激发样品

靶材产生的X射线经多导毛细管聚焦后，在保证光强度的同时可产生<20um光斑。

可额外选配第二根X 射线光管，选择不同的靶材以及准直器，可实现设备分析功能的极大拓展，有效地激发重元素或稀土元素(REE)的高能谱线

快速光谱采集

M4 TORNADO搭载布鲁克XFlash®高性能SDD探测器。在30mm²单探测器配置下，依然可在保证能量分辨率<145eV的下实现荧光信号高达310kcps的高吞吐量处理。

可选配60mm²大面积探测器，双探测器进一步提高设备荧光信号采集处理能力，获得设备最佳性能。

TurboSpeed 样品台

TurboSpeed大面积灵活移动样品台最高移动速度可达100mm/s，结合“on the fly”技术，在样品台高速移动状态下，探测器依然能够有效采集样品光谱信息。超高精度的TurboSpeed样品台保证用户能够结合实际样品灵活选择测试条件，获得最优测试结果。

在单个像素点<1ms采集时间内，即可获得样品的元素分布信息。这使得用户能够在数分钟内快速对样品中元素成分有基本了解。根据快速扫描结果，可进一步优化测试条件，获得样品中更多细节信息。

使用便捷

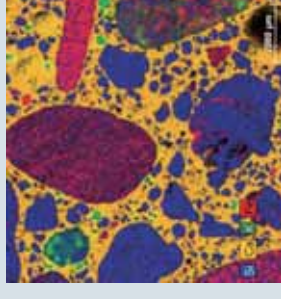
使用方便、操作简单：

- EasyLoad 功能，可快速更换样品
- 大型真空样品仓，单次面扫描面积高达190X160mm²的面积
- 鱼眼相机以及10X、100X两种不同放大倍数相机能够帮助用户实时观察样品状态，准确选择测试位置
- Mosaic高清拼接图像能够帮助用户快速定位测试位置，选择测试区域
- “HyperMap”能够记录和保存面扫描测得的任意像素点的光学图像和完整光谱信息，方便用户后续在离线软件对实验结果的进一步分析。

准确、可靠、灵活的定量分析

为满足众多的样品类型以及考虑到常见样品的不均匀性，M4 TORNADO 配置了无标样基本参数 (FP) 定量分析方法，基于此方法，用户可对各类型样品定量分析，分析结果准确、可靠。

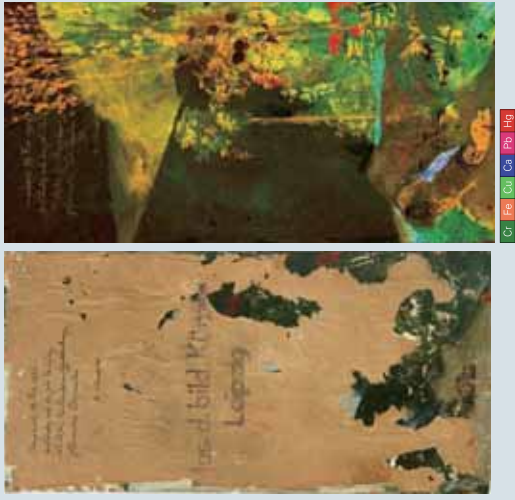
快速面扫描测试



混凝土样品快速面扫描测试
测试面积
1 cm²
测试时间
1 ms/pixel
总测试时间
3 min

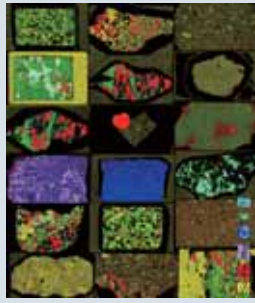
应用案例

画作颜料多元素分布图



“藏在纸下”画作颜料图案的分析

矿物薄片元素分布图



矿物样品快速扫描
扫描面积 166 x 140 mm2, 扫描步径: 50um,
测试时间 1ms/pxel

微区X射线荧光成像光谱仪作为一种非接触式的无损检测手段功能强大,使用方便,可对样品直接进行无损分析,无需制备样品。基于上述优点,使得其在地球科学、艺术考古、材料科学、植物科学、刑侦取证、工业生产质量控制领域都有着广泛的应用。随着微区X射线荧光技术的不断发展,其应用领域也在逐步拓展。

艺术考古

微区X射线荧光技术作为一种非接触式的无损检测手段,可对不均匀样品快速扫描,获得样品元素分布信息,这很好地满足了艺术考古的应用需求。在科技考古中,微区XRF可用于古币、青铜、青铜、金银器等金属器的分析,也可以用于陶瓷、玻璃、琉璃等微重元素的定性定量分析,画作颜料分析,褪色照片修复等。

刑侦取证

M4 TORNADO 对样品直接进行无损分析,无需制备样品,在有效保护刑侦证物的同时又能充分揭示肉眼无法观察到的证物背后的化学信息。基于上述优点,使得其在刑侦取证领域有着广泛的应用。例如,射击残留物检测,犯罪现场残留物定性、定量分析,指纹残留鉴定等。

地球科学

微区X射线荧光成像光谱仪可对岩心、岩石、矿物薄片、化石等各类地球化学样品进行元素面扫描分析,配合AMICS矿物分析软件可进一步分析矿物类型,研究人员根据以上信息,能够对地球化学变化规律进行推断,发现矿产资源开采机会。通过古生物化石中元素分布的相关信息,能够帮助研究人员探索古气候气候变化以及生物在进化过程中与环境间的相互作用。

PCB 光学照片 (左) 和元素分布图 (右)



PCB光学照片(左)和元素分布图(右)
扫描面积 44x40.6mm², 扫描步径: 16 um, 测试时间 5ms/pxel

工业RoHS检测 & 材料科学研究

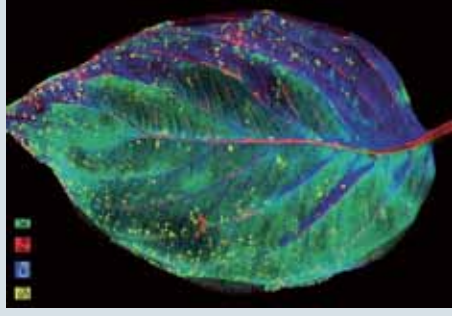
随着环保意识的不断增强,对日用品、电子元器件、玩具等多种类型样品进行RoHS检测越来越重要。M4 TORNADO 可通过单点、面扫描方式对上述各类型样品进行危害元素(Br, Pb, Cr)快速检测。

在材料科学研究中,微区X射线元素成像能够以直观可视化的方式给出样品中元素的分布信息,通过定量半定量分析,研究人员可对材料成分、制备工艺等进行改良以获得性能绝佳或者满足实际应用的新材料。常见应用包括镀层样品膜厚、成分定性定量分析;混凝土、金属、晶体等材料的元素分布和组分分析。

生命科学

在动植物研究中,可通过微区XRF元素面扫描结果分析样品不同组织中器官中营养元素分布判断动植物对于营养元素的吸收以及相关营养物质在生物体内的作用机理。部分植物对有害元素有一定吸收作用,可以通过大量种植该类植物对当地污染进行治理,通过微区XRF对此类植物进行面扫描分析,可验证治理效果或提出更加合理的治理方案。

树叶元素分布图



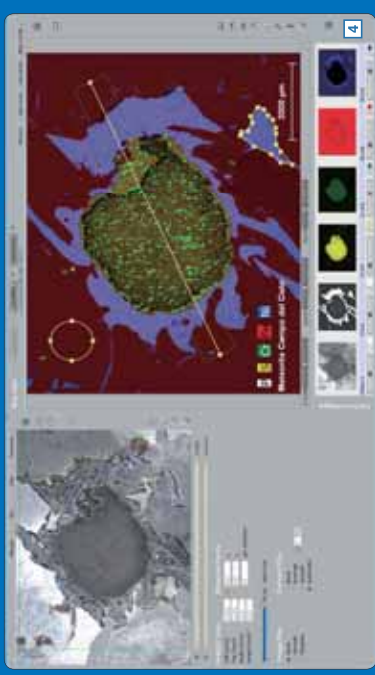
强大的分析软件

最大程度的从测试结果中获得信息

M4 TORNADO 软件分析功能强大, 软件操作便捷, 功能丰富。

软陶石样品
HyperMap

- 1 1兆像素镜头选择, 10 x/100 x 放大
- 2 Mapping 测试条件设置
- 3 数据评估选项
- 4 单元素分布
- 5 自定义图形选项: 点、线、多边形、椭圆、矩形



除单点测试和线扫描功能之外, "HyperMap" 可对样品进行快速二维平面扫描, 测试结果能够完整记录和保存。扫描测得的任意像素点的光学图像和光谱信息, 方便用户后续使用在线/离线软件对实验结果的进一步分析。

单点、线、自定义图形中的信息

用户可使用图形选择工具从HyperMap测试区域 结果中任意选择点、线、多边形、椭圆矩形获得相应位置/图形光谱, 进行进一步成分对比分析。

单点

使用该选项可快速概览样品在选定位置的主要成分。可以通过在HyperMap图像中放置 十字准线来选定分析位置。相应的谱图将会显示在spectrum选项卡下。

线扫描

在HyperMap图像中, 可以绘制任意方向、长度的线来比较元素的组成, 确定其元素沿任意方向的变化趋势。扫描结果显示在 "Line scan" 选项下。

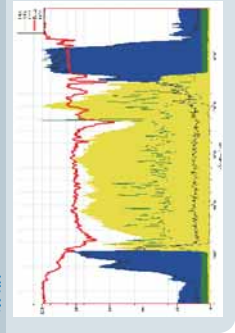
自定义图形

用户可使用图形选择工具任意选择边形、椭圆、矩形获得相应区域/位置的光谱。在选择组成相对均匀区域进行定量分析时, 这一功能尤为重要。

相态分析功能

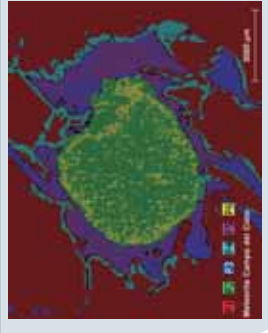
相态分析功能能够帮助用户快速确定不同相态在扫描区域内的分布和比例。

线扫描



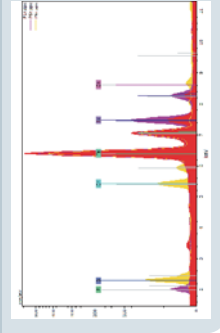
线扫描结果显示了所选元素在跨方向上的分布变化。

相态分析



相态分析功能能够帮助用户快速确定不同相态在扫描区域内的分布和所占比例。

光谱对比



上图中不同相态光谱的对比:
P1 - 红色
P5 - 粉色
P6 - 黄色

定量分析

Element	Net	Area	Wt (%)	Atom %	Pror
Iron	24783213	84.29	58.82	61.78	3.84
Na	6278489	5.78	4.71	5.47	0.61
Chlor	7798	0.01	0.01	0.01	0.00
Zinc	2017	0.00	0.00	0.00	0.00
Phosphorus	89842	0.34	0.36	0.34	0.00
Sulfur	37788	0.08	0.09	0.14	0.00
Chlorine	93229	0.61	0.61	0.23	0.00
Total	199,042	146,940	100.00	100.00	

P1相态的定量结果

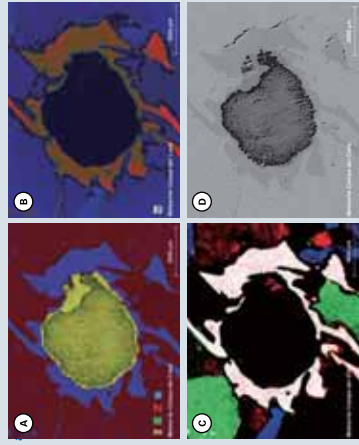
HyperMap 结果的分析

数据显示

多样化的数据呈现方式, 多元素分布的叠加显示, 单元素在样品中相对强度的变化, 样品中不同取向晶畴的分布或基于X射线散射强度获得的样品密度的变化。

结果显示方式: 多元素分布图(A), 单元素分布热力图(B), 特定晶畴布拉格衍射分布图(C), 样品产生的X射线荧光强度分布图(D)。

Data display options



技术参数



样品类型	固体, 颗粒, 液体, 薄膜
样品仓尺寸	长x宽x高: 600 mm x 350 mm x 260 mm
样品台	长x宽: 330 mm x 170 mm 最大承载重量: 7 kg
工作气氛	大气、真空、氦气 (可选)
样品台移动范围 最大测试面积 移动速度	长x宽: 190 mm x 160 mm 最高可达100 mm/s 超高速移动 TurboSpeed 样品台
摄像头	鱼眼相机以及10x,100x两种不同放大倍数相机能够帮助用户实时观察样品状态, 准确选择测试位置
激发源	高性能多导毛细管聚焦 X射线光源 可选配第二根准直器光管
激发源参数 靶材材料 光管参数 光斑尺寸	Rh, 可选配: Mo, Ag, Cu, W 50 kV, 30 W (准直器40 W) < 20 μm
探测器	XFlash® SDD硅漂移探测器 可选配大面积(60mm²)双探测器
探测器参数 有效面积 能量分辨率	30 mm²/60 mm² < 145 eV @ 300,000 cps
设备控制	可通过软件实现对设备测试参数、工作气氛完全控制
光谱分析	谱峰识别, 背景校正, 无标样定量分析等
元素分布分析	“On the fly” 测试, HyperMap功能
结果显示	定量结果, 统计结果, 元素分布 (线扫描, 面分布)
工作电压	100–240 V (1P), 50/60 Hz
设备尺寸	长x宽x高: 815 mm x 680 mm x 580 mm, 重量 130 kg

*Depending on configuration

● **Bruker Nano GmbH**
Berlin · Germany
Phone +49 (30) 670990-0
Fax +49 (30) 670990-30
info.bna@bruker.com

布鲁克 (北京) 科技有限公司
北京 · 中国
Phone +86-010-5833 3171
Fax +86-21-5172 0870
Info.bna.cn@bruker.com

www.bruker.com/m4tornado



公众号