

电子显微镜产品目录
材料科学应用

赛默飞世尔科技 赋能科技进步的全球领导者

我们的使命是帮助客户使世界更健康、更清洁、更安全。我们帮助客户加速生命科学领域的研究、解决在分析领域所遇到的复杂问题与挑战、提高实验室生产力、通过提供诊断以及研发制造各类突破性的治疗方法，从而改善患者的健康。从 1982 年赛默飞在中国设立第一个销售办事处，40 多年来，赛默飞积极回应本土需求，以大力投资与前沿科技助力提升本土生产水平。

ThermoFisher
SCIENTIFIC

thermo
scientific

applied
biosystems

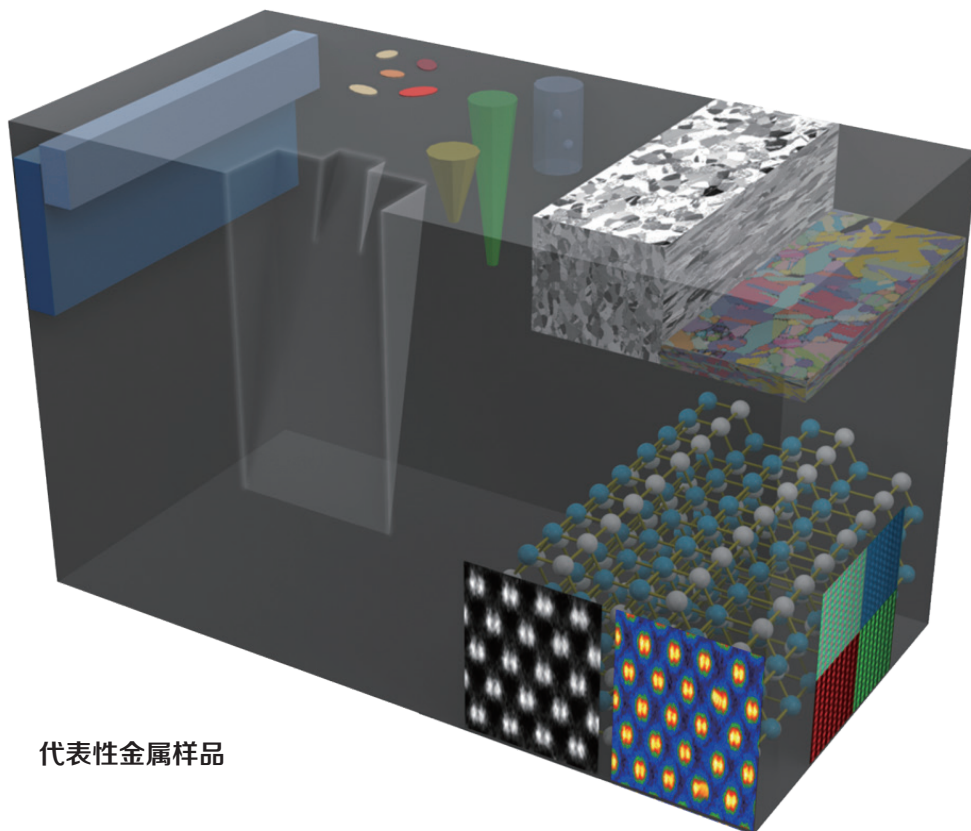
invitrogen

Fisher
scientific

unity
lab services

使用电子显微镜进行材料科学研究

创新材料在清洁能源、交通运输、人类健康和工业生产等方面发挥着至关重要的作用。科学家们在探索替代能源、开发高强度、轻质材料和先进纳米器件时，纷纷转向赛默飞世尔科技寻求帮助找到所需的答案。赛默飞世尔科技为您提供专业的材料成像、分析和表征技术，以及多样化的数据采集、分析流程，满足广泛的探索和实验需求。赛默飞世尔科技已经助力众多客户将发现和认识提升至全新高度，包括赢得诺贝尔奖。



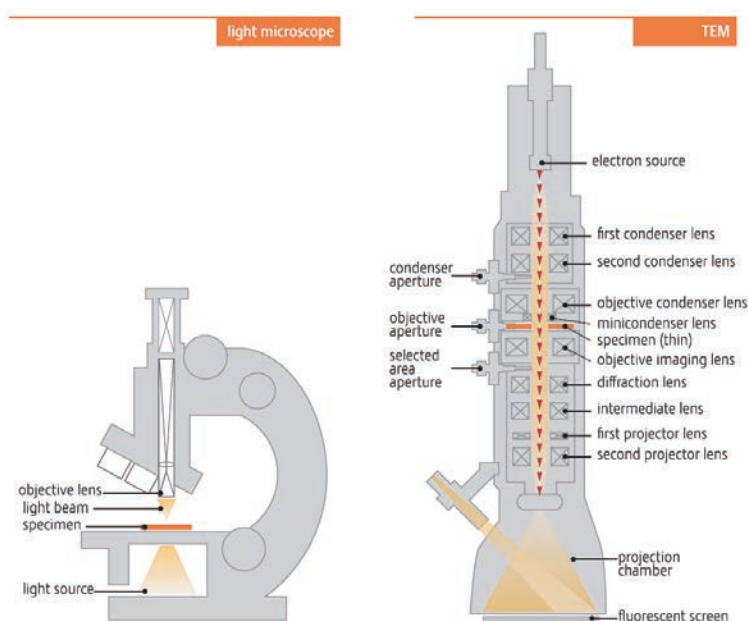
代表性金属样品

目录

透射电子显微镜 (TEM)	04
• Iliad: 完全集成的分析型像差校正透射电镜	05
• Iliad 300 像差校正透射电镜	06
• Iliad Ultra 像差校正透射电镜	07
• Spectra 系列像差校正透射电镜	09
• Spectra 300 像差校正透射电镜	10
• Spectra 200 像差校正透射电镜	11
• Spectra Ultra 像差校正透射电镜	12
• Talos 系列透射电镜	16
• Talos 高分辨分析型透射电镜	17
• Talos 冷冻透射电镜系列	20
• 透射电镜相关附件	22
• 电子显微镜像素阵列探测器 (EMPAD)	22
• Falcon 4 直接电子检测相机	23
扫描电子显微镜 (SEM)	24
• Verios 5 超高分辨率扫描电镜	25
• Apreo 2 功能丰富的高性能场发射扫描电镜	26
• ChemiSEM 技术	29
• TruePix: 直接电子 EBSD 探测器	30
• Perception 自动颗粒物分析解决方案	31
• CleanMill 氩离子抛光仪	32
• ESEM 环境真空扫描电镜	33
• Quattro 场发射环境真空扫描电镜	34
• Prisma E 钨灯丝环境真空扫描电镜	35
• Axia ChemiSEM 钨灯丝扫描电镜	36
• Phenom 台式扫描电镜	38
Small Dual Beam 双束显微镜	39
• Scios 3 C/S 通用性高性能双束显微镜	40
• Helios 5 Ga+ 双束显微镜	41
• Helios 5 Hydra 双束显微镜	42
• Helios 5 PFIB 双束显微镜	43
• Helios 5 激光 PFIB 双束显微镜	44
• 双束显微镜相关附件	45
• 飞行时间二次离子质谱 (TOF-SIMS)	45
• CryoFIB 冷冻表征附件	46
X 射线光电子能谱技术 (XPS)	47

透射电子显微镜 (TEM)

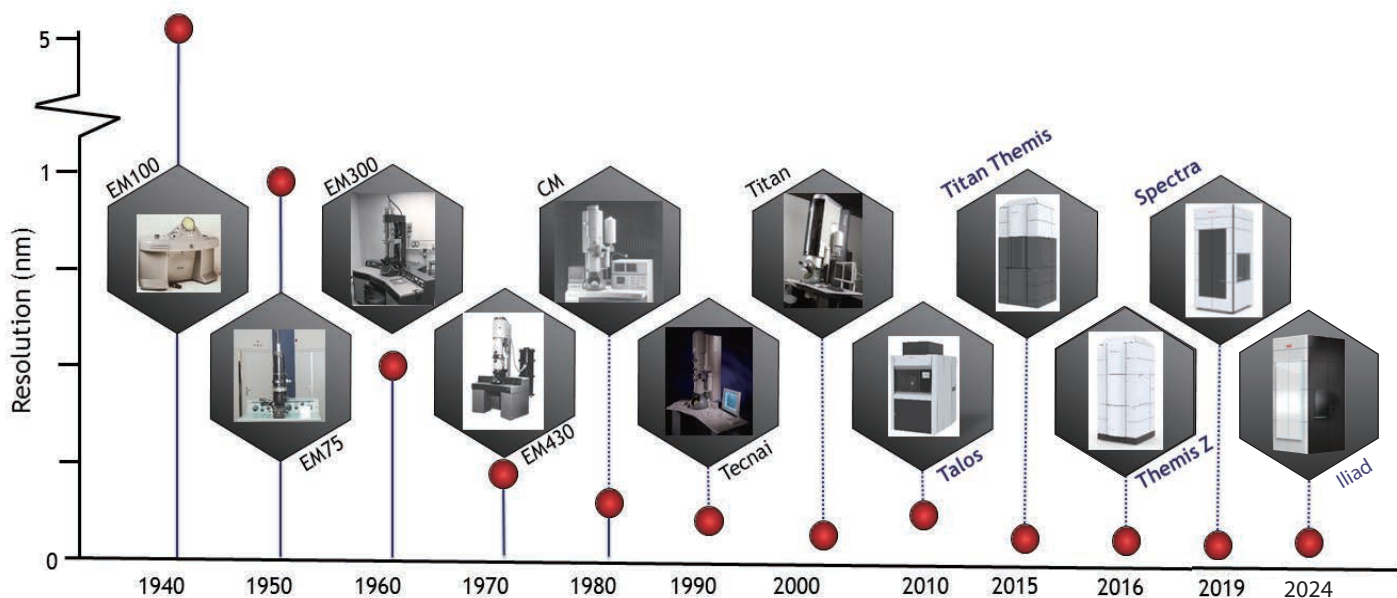
透射电子显微镜 (TEM) 由四大组件构成：高压系统、电子光学系统、真空系统和控制系统，其基本工作原理类似于光学显微镜，电子束从电子枪（通常位于镜筒顶部）发出，穿过聚光镜后聚焦成几乎平行的电子束直奔样品，样品必须足够薄，以便电子透射而过，通常为 200 nm 甚至更薄。高能电子穿过样品之后，物镜会收集并聚焦透射电子，而投影镜头会将样品的实际放大图像投影到镜筒底部的相机。高能电子从电子枪到相机的整个电子路径必须处于高真空条件下。



光学显微镜和透射电子显微镜对比

赛默飞拥有超过 70 年的透射电子显微镜创新经验，产品类型丰富，包括 Spectra 和 Talos 两个系列的多种型号，可满足各类型科研、工业应用需求。

超过 70 年的透射电子显微镜创新经验



Iliad：完全集成的分析型像差校正透射电镜

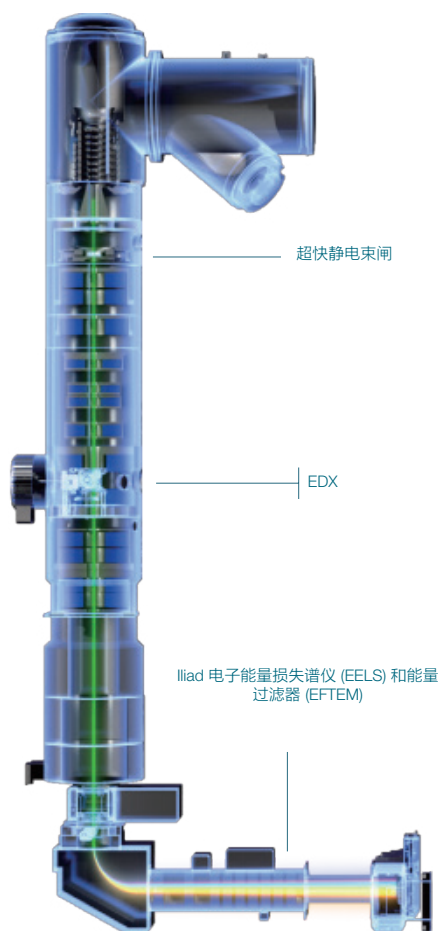
开启材料表征新篇章

Thermo Scientific™ Iliad™（扫描）透射电子显微镜，可以提供一个先进的、完全集成的分析解决方案。Iliad（扫描）透射电子显微镜包括全新的 Iliad 电子能量损失谱仪、NanoPulser 超快静电束闸、多种 EDX 探测器选项，以及从 30 到 300 kV 的使用高压范围。

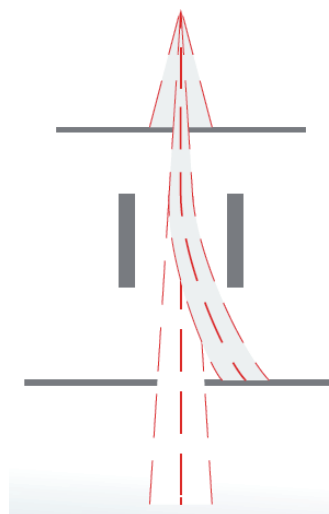
Iliad（扫描）透射电子显微镜具有前所未有的硬件和软件集成，以及对未来仪器设计的前瞻性方法，将为您在现代材料科学领域的前沿研究提供强有力的支持。

Iliad 材料科学应用的优势包括：

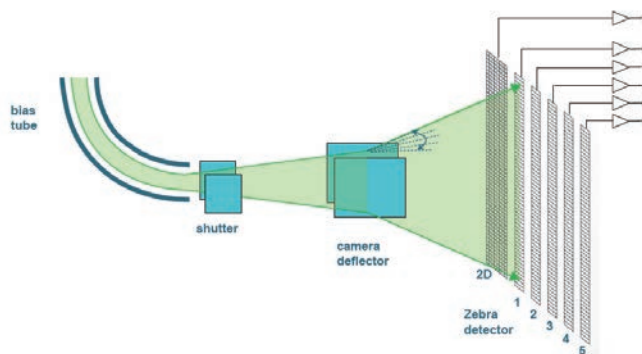
- 完全集成的分析型透射电镜，Iliad EELS 和 Super-X 或 Dual-X 或 Ultra-X EDX 探测器完全集成于同一台透射电镜中，可以进行先进集成的 EELS 和 EDX 分析，能够在 STEM 模式下同步采集 STEM 图像、EDS 能谱及 EELS 谱。
- Iliad EELS 与电镜主机一体化设计，可自动校正不同能量的电子损失谱在检测平面的偏移与失焦，保持始终聚焦；并极大提升极高能量电子损失谱的数据有效性与准确性，可以实现超高能量损失谱的应用。
- 配备多通道 EELS 探测系统，最多可同时采集 5 个不同能量范围的 EELS 谱图。
- 单个 EELS 谱能量范围： $\geq 4000\text{eV}$ ，采谱速率： ≥ 10000 谱 / 秒。
- NanoPulser 超快静电束闸可进行电子剂量优化和时间分辨实验。
- 加速电压为 30 至 300 kV，可为各种材料和应用提供优化完善的实验条件。
- 使用 Velox 软件进行全模式数据采集和处理。
- AutoScript TEM 软件可对电镜进行高级控制和创建自定义工作流程。
- 可灵活搭配使用各种探测器和样品杆。



Iliad 像差校正透射电镜示意图



Nanopulser 超快静电束闸示意图



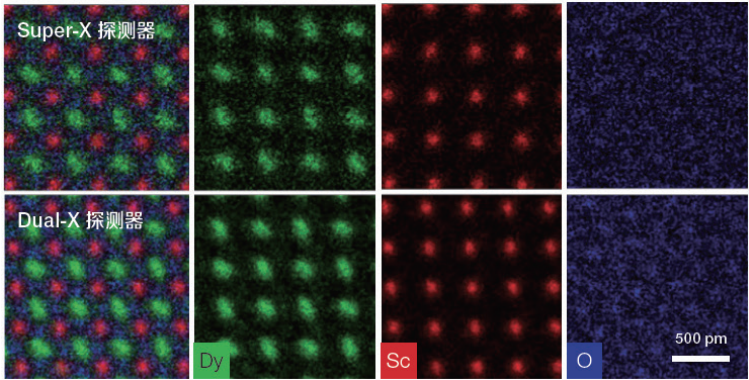
Zebra 专用 EELS 数据采集探测器示意图

Iliad 300 像差校正透射电镜

Iliad 300（扫描）透射电镜集高灵活性和高生产效率等优势于一身，可确保对现代复杂材料进行精确表征。

Thermo Scientific™ Iliad™ 300（扫描）透射电镜是一款完全集成的分析型（扫描）透射电子显微镜，配备了全新的 Iliad 电子能量损失谱仪 (EELS) 和能量过滤器，专用的 Zebra 电子能量损失谱 (EELS) 探测器、全新的 NanoPulser 超快静电束闸，并且还可以选择使用 Thermo Scientific™ Dual-X 或 Super-X™ EDX 探测器。

- 利用 Iliad 电子能量损失谱仪 (EELS) 和 Super-X 或 Dual-X EDX 探测器进行先进集成的 EELS 和 EDX 分析。
- NanoPulser 超快静电束闸可进行电子剂量优化和时间分辨实验。
- 加速电压为 30 至 300 kV，可优化各种材料和应用的实验条件。



在电子总剂量相同的情况下，使用 Super-X 和 Dual-X 探测器对 DyScO₃ 样品进行分析比较。样本由康奈尔大学 Lena Kourkoutis 博士提供。数据由 Cigdem Ozsoy-Keskinbora 博士收集。

30 - 300 kV 最高分辨率的完全集成型商业化 STEM（同时具备宽极靴）

	极靴类型	300 kV	200 kV	80 kV	60 kV	30 kV
Iliad 300	S-TWIN	50pm	60pm	96pm	96pm	125*/136pm**

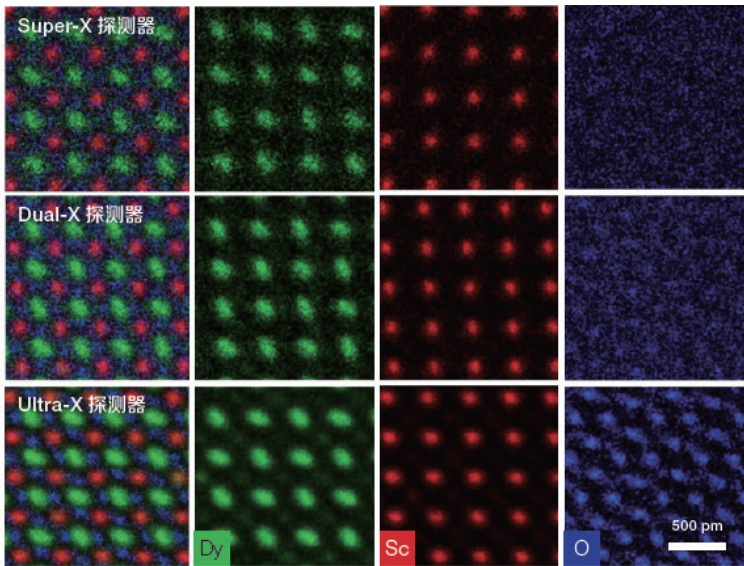
保证束斑电流: X-CFEG**(>100 pA) 或 X-FEG* (>30 pA)

Iliad Ultra 像差校正透射电镜

Iliad Ultra（扫描）透射电镜经过优化升级，可用于表征更加复杂和更具有挑战性的材料。

Thermo Scientific™ Iliad™ Ultra（扫描）透射电镜是一款完全集成的分析型（扫描）透射电子显微镜，配备了全新的 Iliad 电子能量损失谱仪 (EELS) 和能量过滤器、专用的 Zebra 电子能量损失谱 (EELS) 探测器、全新的 NanoPulser 超快静电束闸以及高灵敏度的 Thermo Scientific Ultra-X EDX 探测器。

- 利用 Iliad 电子能量损失谱仪 (EELS) 和 Ultra-X EDX 探测器进行先进集成的 EELS 和 EDX 分析。
- NanoPulser 超快静电束闸可进行电子剂量优化和时间分辨实验。
- 加速电压为 30 至 300 kV，可以实时切换加速电压，而且可以快速优化各种材料和应用的实验条件。



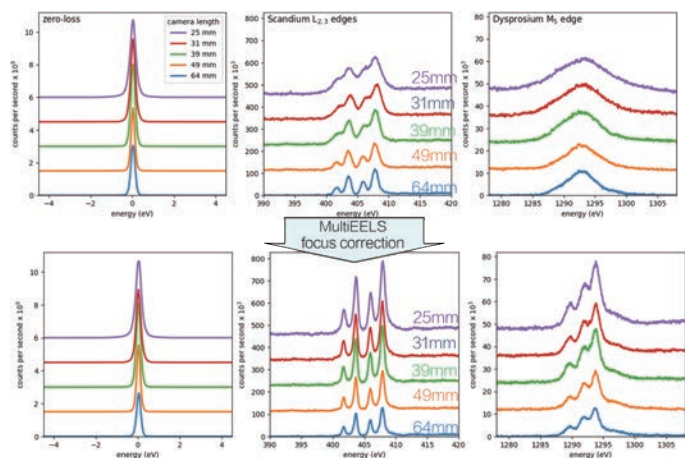
Super-X、Dual-X 和 Ultra-X 之间的定量对比。在使用相同总剂量的 DyScO₃ 样品上，可以清楚地看到 Ultra-X 在信噪比方面的改善。样品来源：L.F.Kourkoutis, Cornell University，数据由 Cigdem Ozsoy-Keskinbora 收集。

30 - 300 kV 最高分辨率的完全集成型商业化 STEM（同时具备恒功率宽极靴）

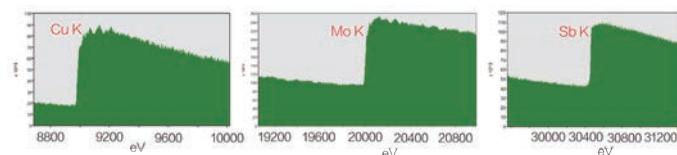
	极靴类型	300 kV	200 kV	80 kV	60 kV	30 kV
Iliad Ultra	S-TWIN'	50pm	60pm	96pm	96pm	125*/136pm**

保证束斑电流: X-CFEG**(>100 pA) 或 X-FEG* (>30 pA)

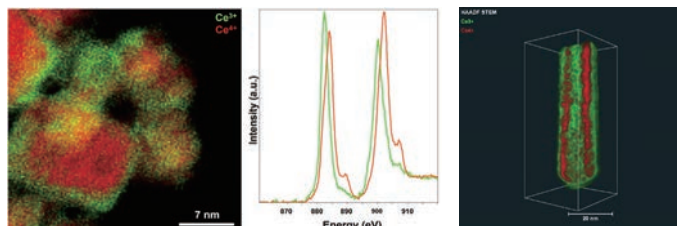
IliaD 系列球差校正透射电镜应用示例



MultiEELS 模式，在 5 个相机长度下采集 DyScO_3 数据。实验参数：加速电压 60 kV，会聚半角 30 mrad，5 mm 入口光阑，并且使用单色器。上图) 未进行校正。下图) 可对离焦进行即时自动校正。上述数据由 Wouter Verhoeven 博士收集。

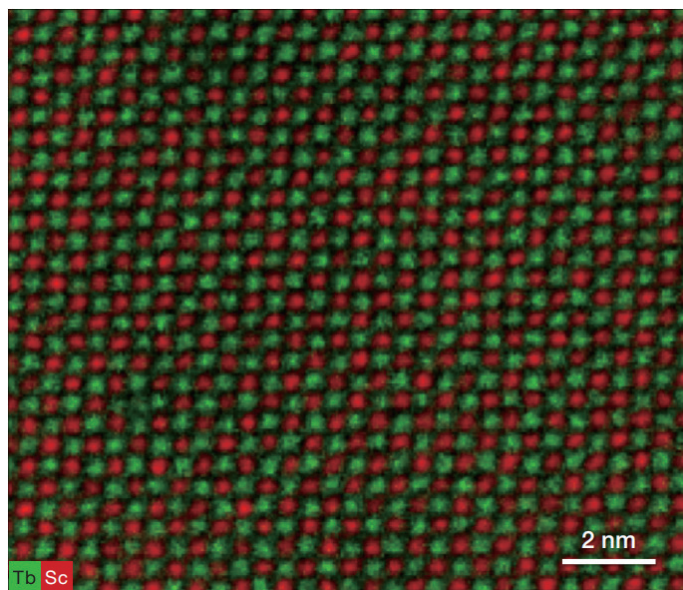


极高能量电子损失谱 (extreme high-energy loss XEELS™) 数据收集

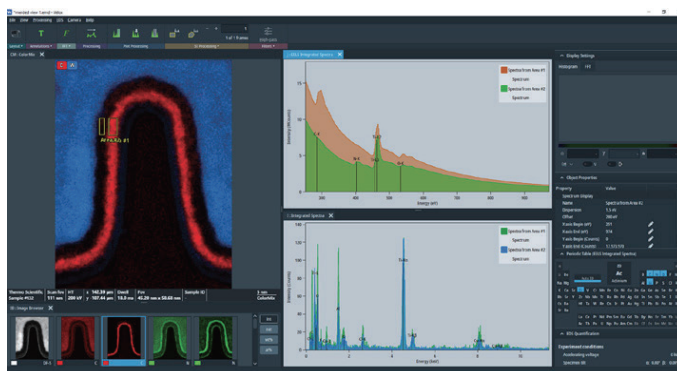


Ce^{3+} 及 Ce^{4+} EELS Mapping

Ce^{3+} 及 Ce^{4+} EELS 三维
重构数据展示



利用 EELS 获得的 TbScO_3 原子级分辨率元素图，其中绿色为 Tb，红色为 Sc。Dispersion: 1 eV/pixel，记录 256 x 256 大小的图需要 32 秒。上述数据由 Daen Jannis 博士收集。



使用 Velox 软件进行全模式 (TEM, STEM, EDX 及 EELS) 数据采集和处理。可以看到 Velox 软件用户界面具有直观且集成化的设计特点。

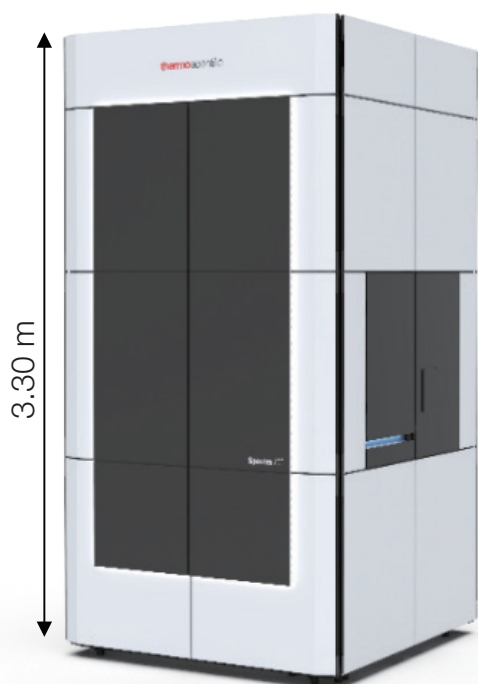
Spectra 系列像差校正透射电镜

多种材料的出色原子级表征

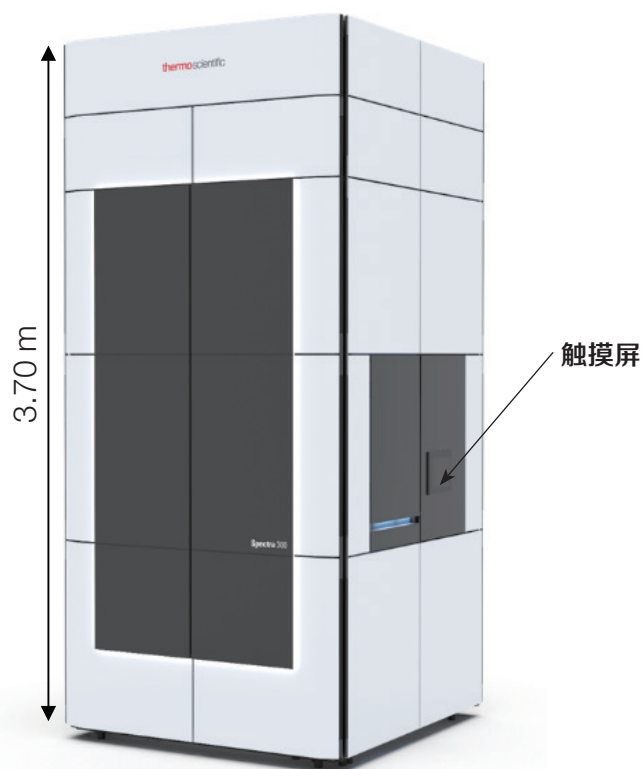
Thermo Scientific™ Spectra™ 系列球差校正透射电镜通过单一物镜极靴设计，能够以二维、三维和四维针对材料进行高分辨率的低损、高灵敏度成像和分析。

Spectra 材料科学应用的优势包括

- 最佳的原子级表征能力：优化的电子光学性能和化学分析系统确保了最佳的 2D 和 3D 成像及分析能力
- 数据重复性高：先进的自动化程序（例如 OptiSTEM+ 和 OptiMono）可以将数据采集过程标准化，显著提高数据重复性，从而使研究人员可以专注于科学研究而非调整电镜
- 最优化的 EDS 性能：根据不同研究的需要提供不同尺寸、不同形貌的能谱探头，可满足各类样品的各种实验需求
- 原位和动态研究的最佳平台：高速相机、能谱探头、智能软件和宽极靴物镜，可实现原位数据采集，并最大限度降低对分辨率和分析功能的影响
- 最佳环境稳定性：大液氮杜瓦瓶（仅需每周添加一次液氮）和超稳定基座等特性可最大限度降低外部环境对电镜的影响，确保从长期和短期实验中皆可获得高质量的数据
- 一种工具实现多种材料科学研究：优异的光学系统、化学成分分析系统和宽极靴物镜的组合，使得在一台电镜上就可以研究最为广泛的材料。即使是最复杂的、最轻的和最敏感的材料也可以实现原子级的表征



Spectra 200



Spectra 300 & Ultra

Spectra 300 像差校正透射电镜

Spectra 300 主要技术参数及特点

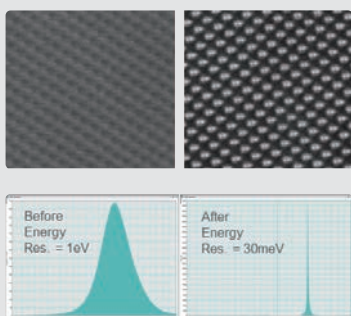
- 30 - 300 kV 最高分辨率的商业化 STEM（也具备宽极靴）。

	极靴	300 kV	200 kV	80 kV	60 kV	30 kV
Spectra 300	S-TWIN	50 pm	60 pm	96 pm	96 pm	125 pm

保证探针电流 >30 pA X-FEG/Mono 或 X-FEG/UltiMono, >100 pA X-CFEG

- 全 EELS 功能（从超高分辨率低损失到 core loss）
灵活的 X-FEG/Mono 及 X-FEG/UltiMono（能量分辨率从 1 eV 到 <0.025 eV）
- 低剂量 (<1 pA)、低损伤、高质量 STEM 成像
灵敏的 Panther STEM 检测系统及灵活的电子枪选择 / 聚光镜光学系统

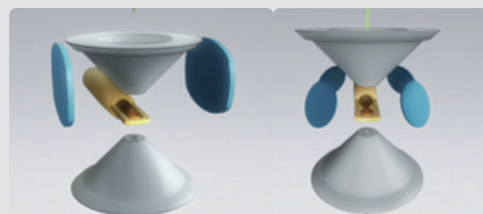
可重现的自动化性能



OptiSTEM+ 和 OptiMono
自动化功能下可满足 STEM 和能量分辨率指标

自动获取高质量 STEM 图像，无需标样；自动调节单色器

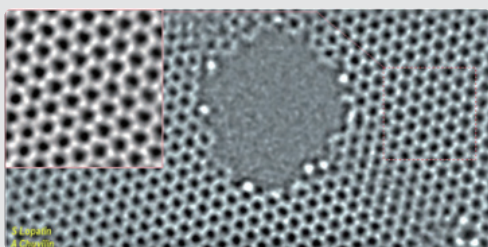
完整的 EDX 解决方案



对称 Super-X 或 Dual-X 能谱选择

Velox 软件：准确的能谱量化方法及流畅的工作流程驱动

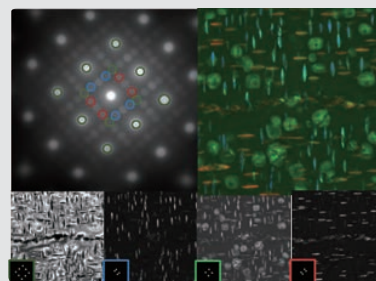
高分辨 TEM



CETCOR Image Corrector
宽极靴最高信息分辨率 (60 pm)

恒定功率，高压切换后稳定性更高

4D STEM 应用



EMPAD
专用 4D STEM 探测器

既具有单电子灵敏度，有具有高动态探测，适用电压 30-300 kV

Spectra 200 像差校正透射电镜

Spectra 200 主要技术参数及特点

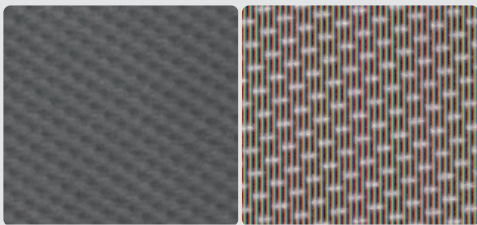
- 30 - 200 kV 最高分辨率的商业化 STEM

	极靴	200 kV	80 kV	60 kV	30 kV
Spectra 200	S-TWIN	60 pm	96 pm	96 pm	125 pm

保证探针电流 >100 pA

- 快速、高衬度：高、低电压下 STEM - EDX - EELS
超高亮度 X-CFEG (2×10^9 A/cm²/Sr) 配置 S-CORR（真正五阶球差校正）
- 低剂量 (<1 pA)、低损伤、高质量 STEM 成像
灵敏的 Panther STEM 检测系统及灵活电子枪 / 聚光镜光学系统

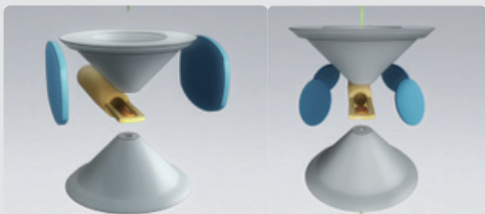
快速、简单自动化



OptiSTEM+
自动化功能可实现高分辨率 STEM 图像

自动获取高质量 STEM 图像，无需标样

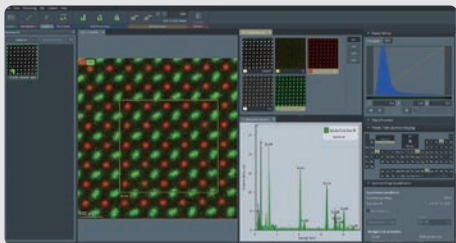
智能 EDX 结构



Super-X 或 Dual-X
两种对称探测器可选，满足多种实验需求

宽极靴

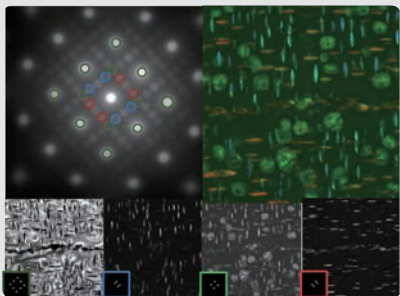
智能采集软件



Velox 软件
带有吸收校正的能谱量化方法

准确的能谱量化方法及流畅的工作流程驱动

4D STEM 应用



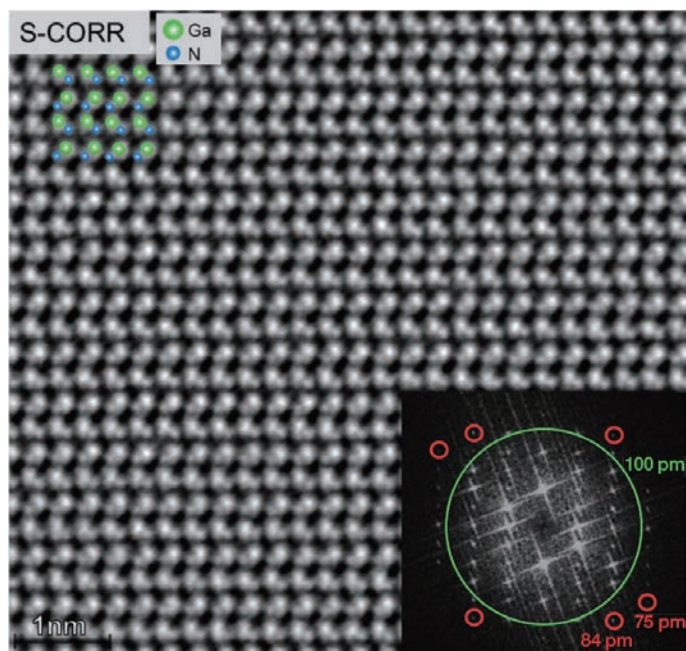
EMPAD
专用 4D STEM 探测器

既具有单电子灵敏度，有具有高动态探测，适用电压 30-300 kV

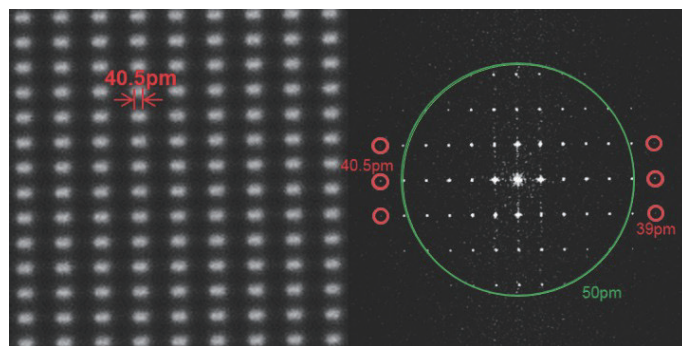
Spectra Ultra 像差校正透射电镜

Spectra Ultra S(TEM) 新功能

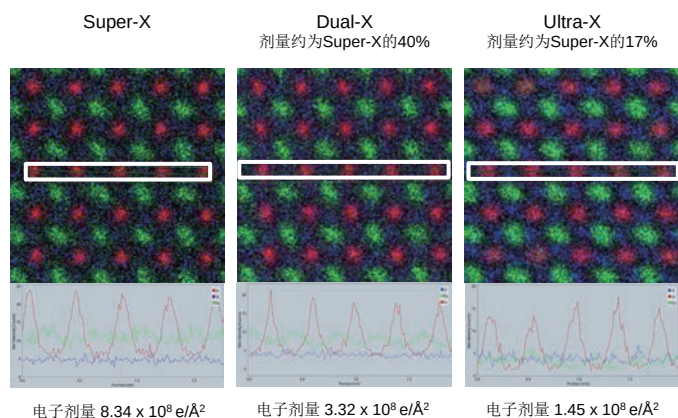
- 恒定功率的透镜（S-TWIN'）与电子光学设计使用户能够将仪器快速调整至适合其工作的最佳加速电压
- Ultra-X EDX 检测器将商业化电镜的 EDX mapping 耗时与元素检出限降低了一半
- 具有探测单电子的能力，极大提高了成像灵敏度，从而可以对软材料进行高分辨率表征
- 适用于材料的基础研究开发和改进的原子级分析能力
- 可选的三种电子枪配置，与 Spectra Ultra 结合使用时，可提供行业领先的成像衬度和分析性能



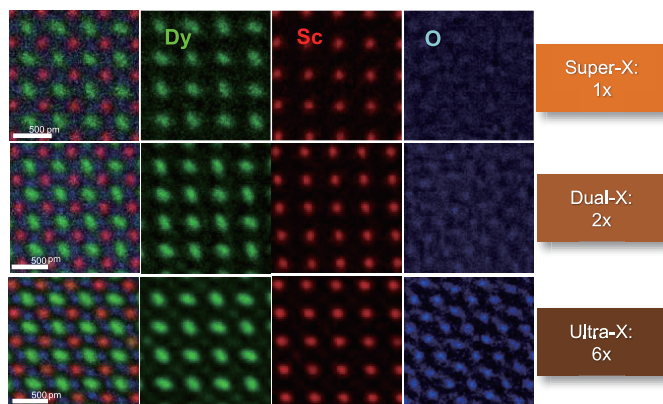
GaN [110] 图像，使用 iDPC STEM 在 60 kV 下在宽间隙 S-TWIN' 极靴上使用 X-FEG/Mono 成像。



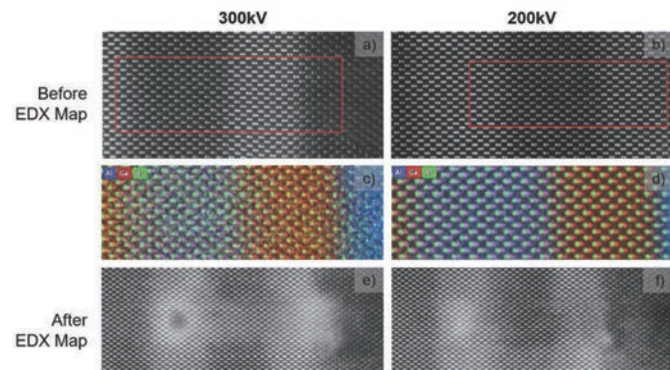
300 kV 下的 GaN [212] 的 HAADF (DCFI) STEM 图像。



从能谱面分析图像中提取的 Sc 线轮廓。与 Super-X 和 Dual-X 相比，Ultra-X 仅需更低电子剂量即可获取类似信噪比图像。



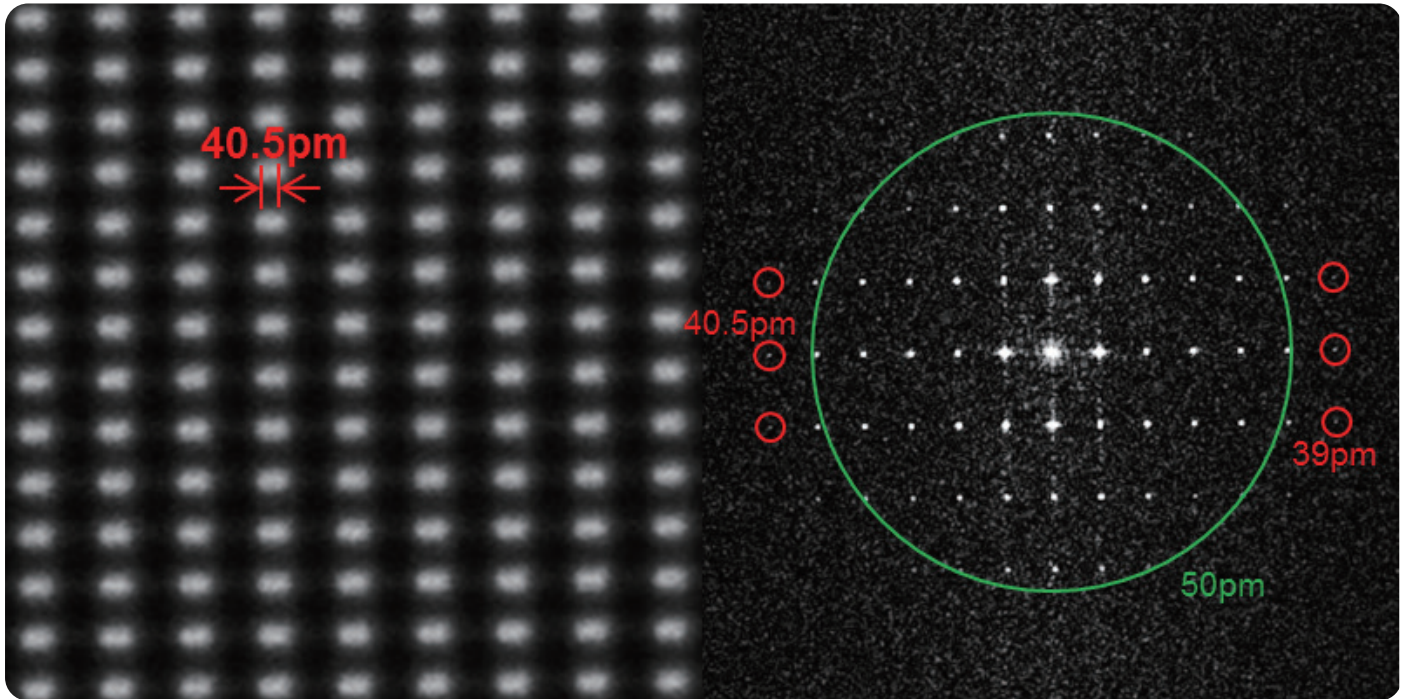
Super-X、Dual-X、Ultra-X 的定量直接对比，总电子剂量 $8.28 \times 10^8 \text{ e}/\text{\AA}^2$ 。



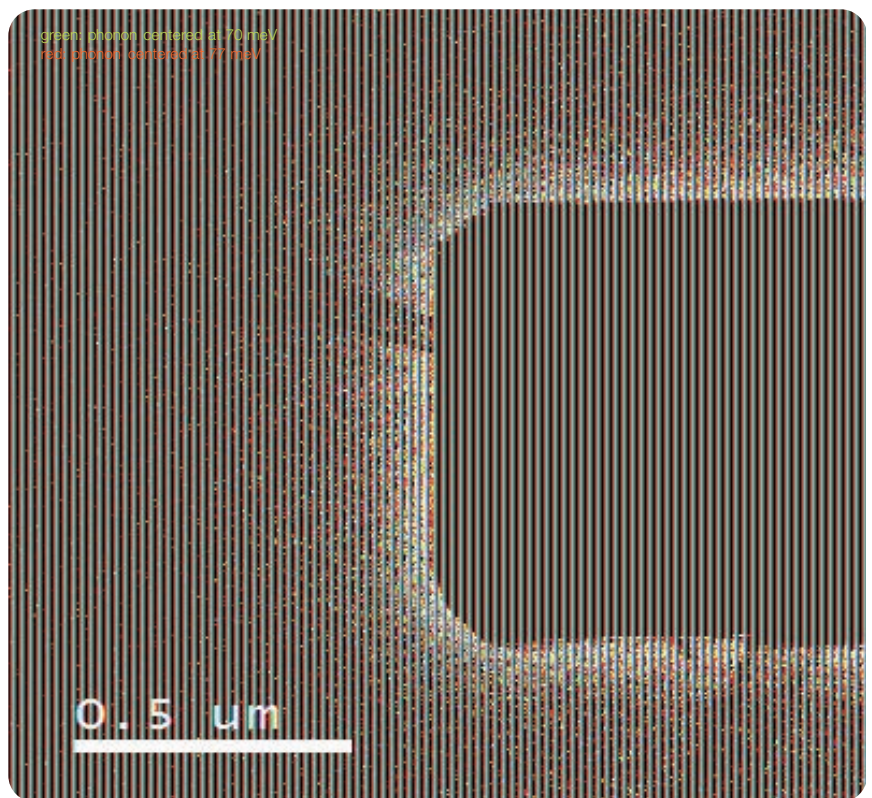
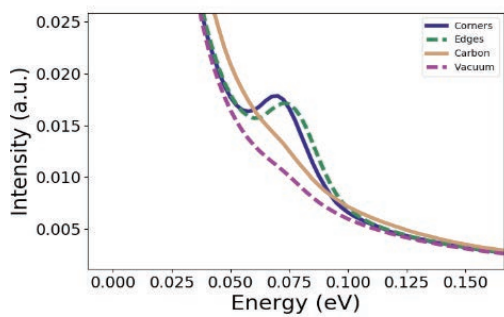
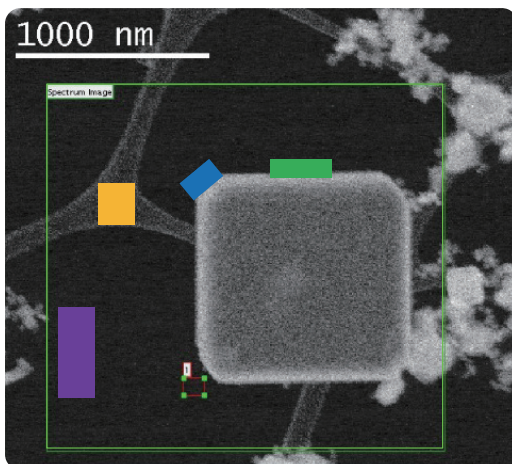
AlGaAs/GaAs 界面的 HAADF 及 EDX 面分析，采集条件分别为 300 kV 和 200 kV，采集时间不到一小时。样品提供者：J. Zweck, University of Regensburg。

Spectra 系列球差校正透射电镜应用示例

GaN[212] 取向 39 pm STEM 分辨率 (@300 kV)

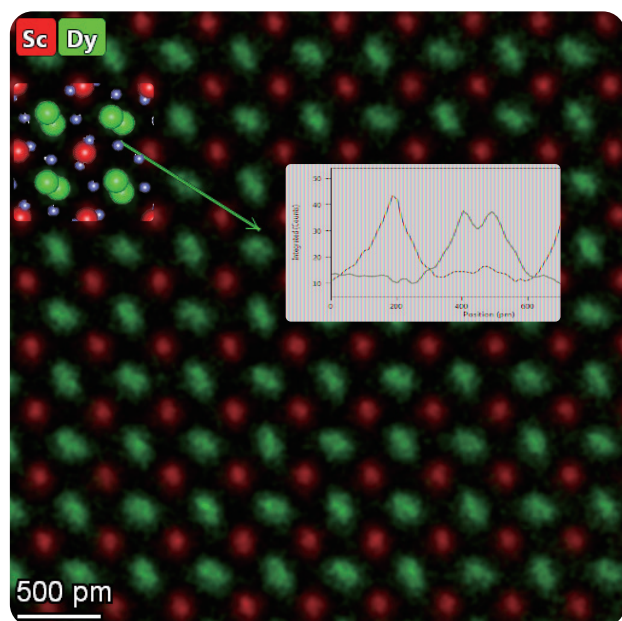
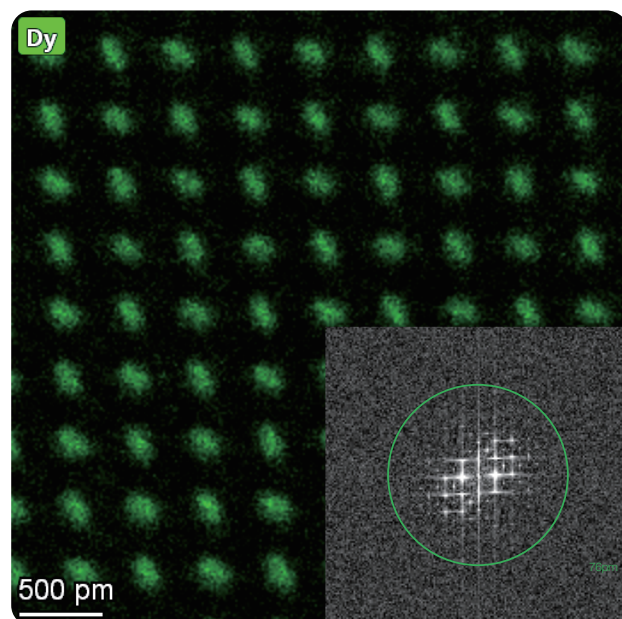
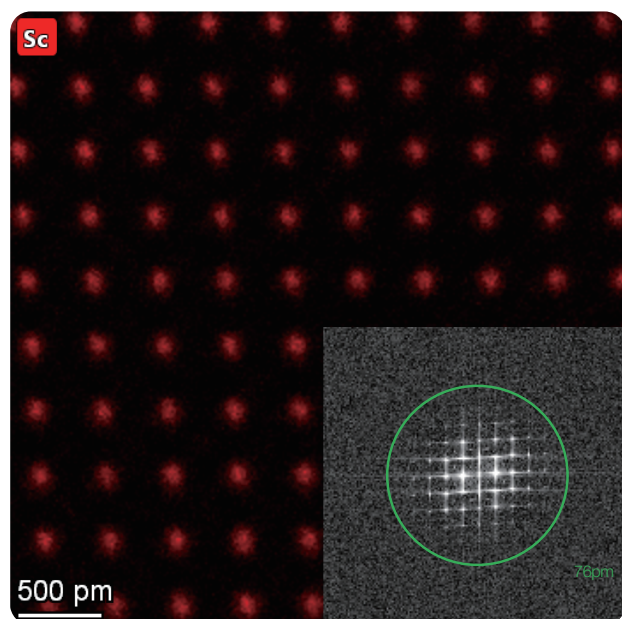
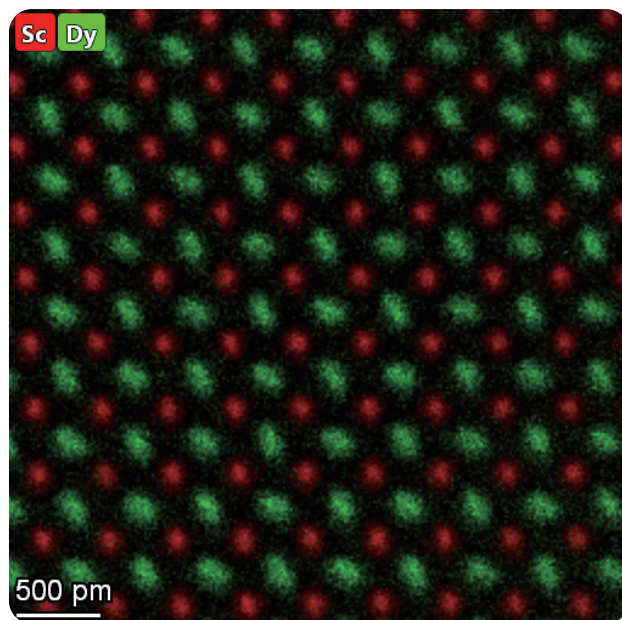
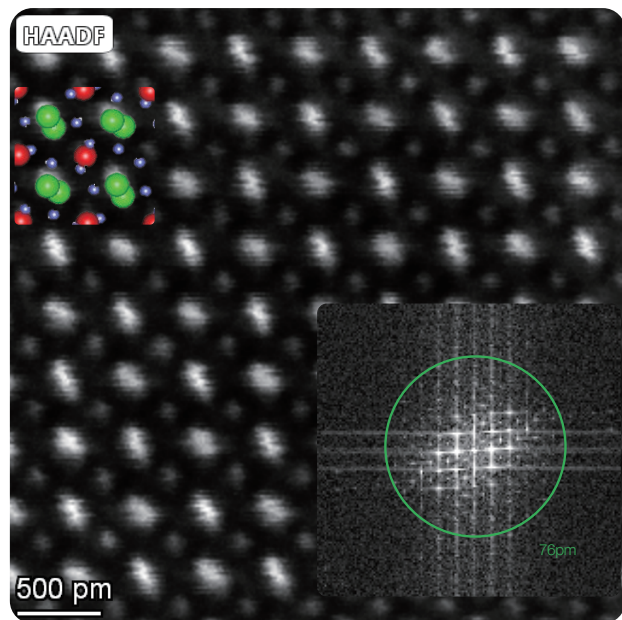


MgO 表面 EELS@ 60 kV



样品提供者 Prof. G. Botton, Canadian Centre of Electron Microscopy, McMaster University

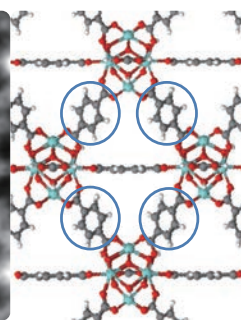
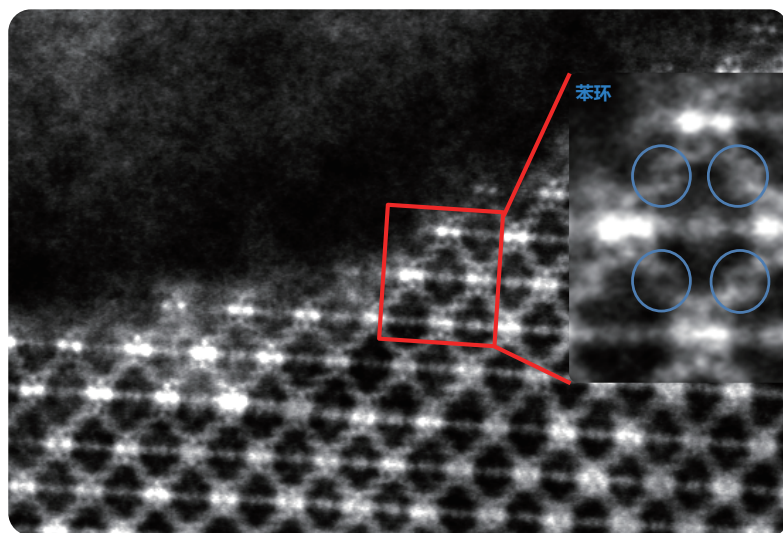
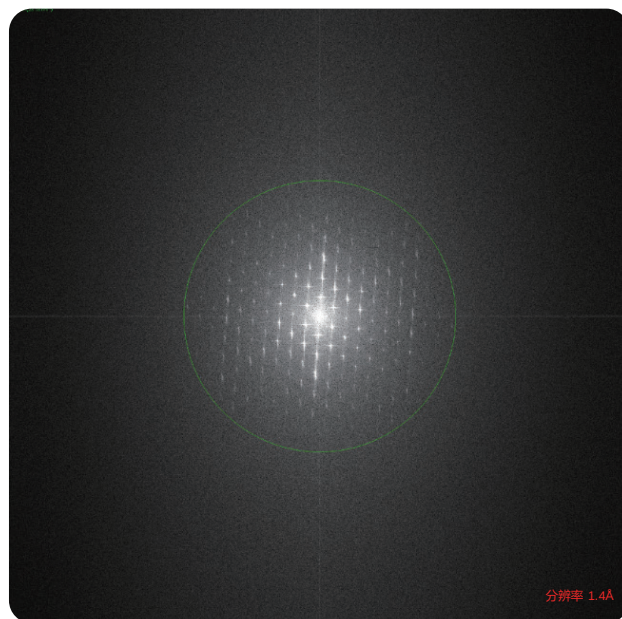
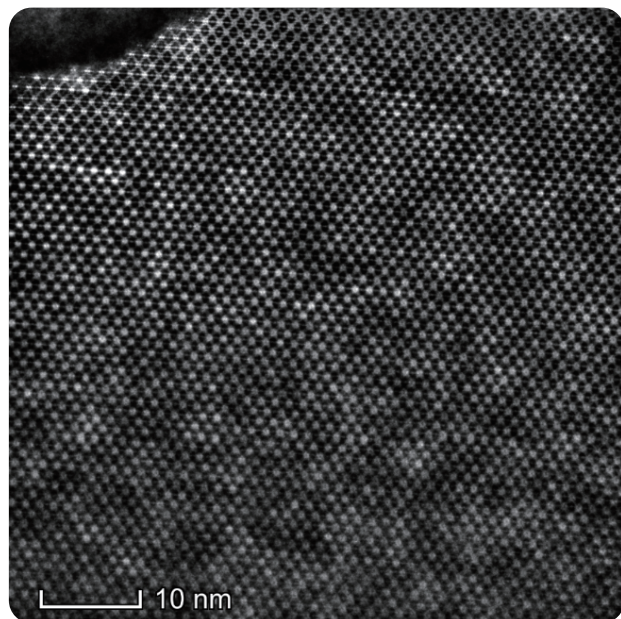
DyScO₃ 001 取向



- Dy
- Sc
- O

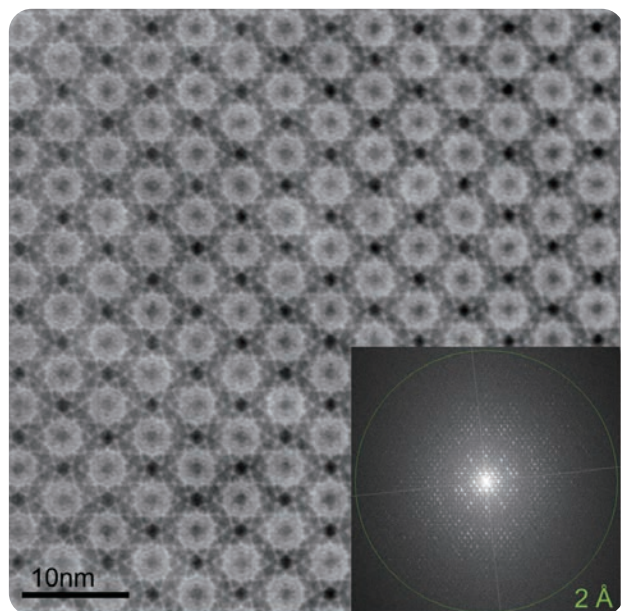
未经过滤的原始 EDS 图像
EDX 分布图中的 Dy-Dy 列的分裂 (间隔 76 pm)
样品提供者: Prof. L. F. Kourkoutis, Cornell University

MOF 金属有机骨架配合物 (UIO-66) 复杂结构 STEM 成像 @ <0.5 pA, iDPC



样品提供者: Professor Y. Han, King Abdullah University of Science and Technology

MOF 金属有机骨架配合物 (MIL-101) 复杂结构 STEM 成像 @ <0.5 pA, iDPC



电子剂量 = 42 e/Å²

样品提供者: Professor Y. Han, King Abdullah University of Science and Technology

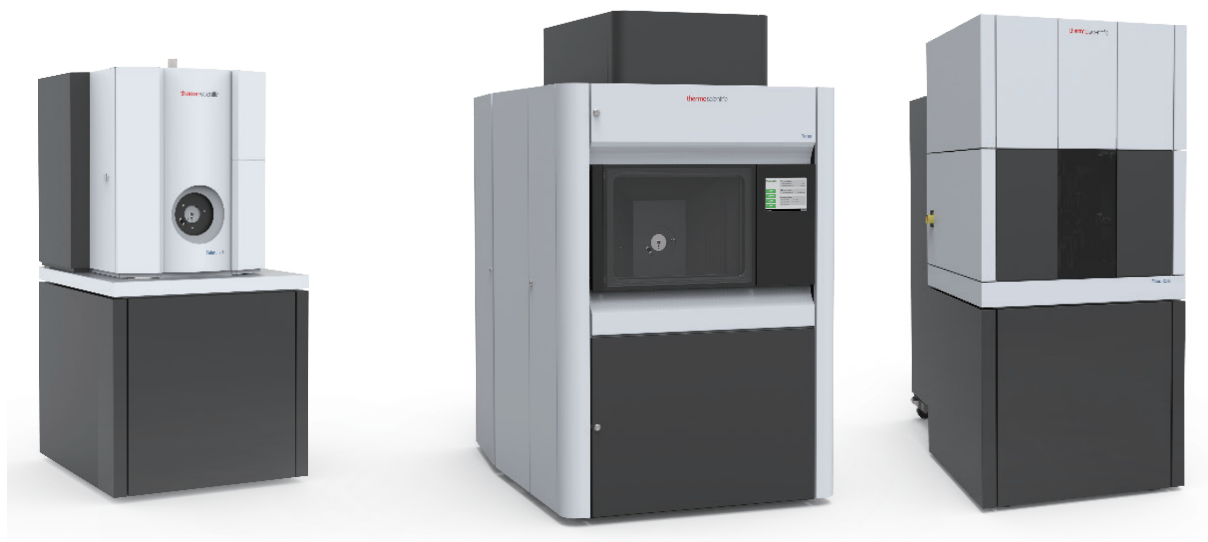
Talos 系列透射电镜

先进科技集于一身

Thermo Scientific™ Talos™ 系列透射电镜可在多个维度开展快速、精确、量化的材料表征分析，配备了全新的软件功能，能够提高成像效果和易用性。Talos 将出众的高分辨率 S/TEM 和 TEM 成像与行业领先的 EDS 性能（包括独一无二的 EDS 三维重构技术）融为一体，能够以二维和三维图像的形式提供结构信息。Talos S/TEM 系列提供多种配置满足材料科学研究及工业应用需求。

Talos S/TEM 系列特征

- 创新、直观的 Velox™ 用户界面，以非常简单的方式获得高质量的 TEM 或 STEM 图像
- 化学成分数据：灵活的 EDS 分析得到化学成分信息
- 高效率、超稳定平台：恒定功率物镜、压电陶瓷样品台、可靠的系统罩及远程操作
- 全新压电陶瓷样品台：确保实现无漂移成像和精确导航
- Ceta™ 16 M CMOS 相机：可在整个高压范围内提供高速、高灵敏度的大视野观测及实时数字变焦
- SmartCam™ 相机：迅速从大视场切换到原子尺度成像，并可在亮室中进行操作
- 最佳的易用性：恒定功率物镜和自动光阑系统确保图像模式和高压切换快速、简单
- 低畸变成像：保证最小线性图像畸变和 TEM 图像最小化变化，确保测量可靠性 *（F200E）
- 数据联用：MAPS 软件允许在大范围多尺度下，自动完成数据采集
- 预留配件接口：配备满足特定应用需求的原位样品杆以开展各类原位实验



L120C

F200 系列

Talos 高分辨分析型透射电镜

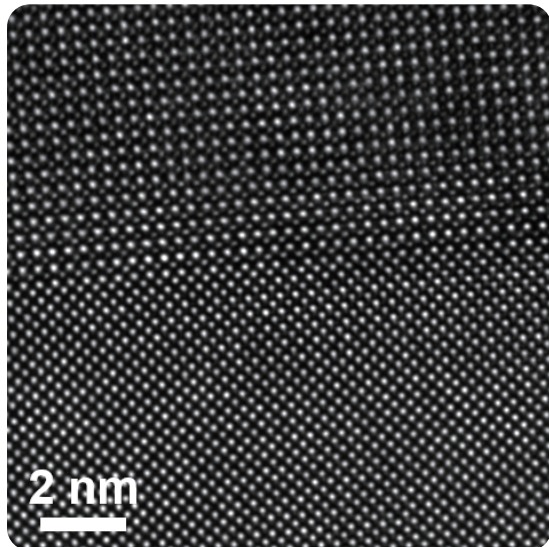
Thermo Scientific™ Talos™ 高分辨分析型透射电镜融合了出色的高分辨率 STEM 和 TEM 成像功能与行业领先的能谱仪 (EDS) 及基于成分的三维化学成分表征功能，可在所有维度 (1D-4D) 下实现最快速、最精确的 EDS 分析，以及最好且支持快速导航的高分辨 HRTEM 成像。与此同时，Talos 高分辨分析型透射电镜还提供最高的稳定性和最长的正常运行时间，配备了多种创新功能以提高效率、精度和易用性，是学术、政府和工业等领域进行高级研究与分析的理想选择。

Talos 高分辨分析型透射电镜特征

- 提供更优质的图像：同时进行多重信号探测的高效率 STEM 成像技术为高质量的图像提供了更好的图像对比度
- 快速获取化学成分数据：快速、精确定量的 EDS 分析技术以揭示纳米级成分细节
- 高效率：超稳定镜筒设计；利用 SmartCam™ 实行远程操作；物镜功率恒定，可实现快速测样条件和不同电压切换；并可以快速、轻松地切换多用户环境
- 可重复的可靠数据：聚焦、样品台中心高度、电子束偏移、聚光镜光阑对中、电子束倾斜中心以及电流中心调整等所有日常 TEM 操作均可自动完成
- 最佳原位动态分析：可使用三维成像或原位分析样品杆、快速图像采集相机、智能软件；X-TWIN 大物镜间距在实现三维成像及原位数据采集的同时不影响分辨率和分析能力
- STEM HAADF 分辨率优于 0.16 nm
- TEM 信息分辨率优于 0.12 nm

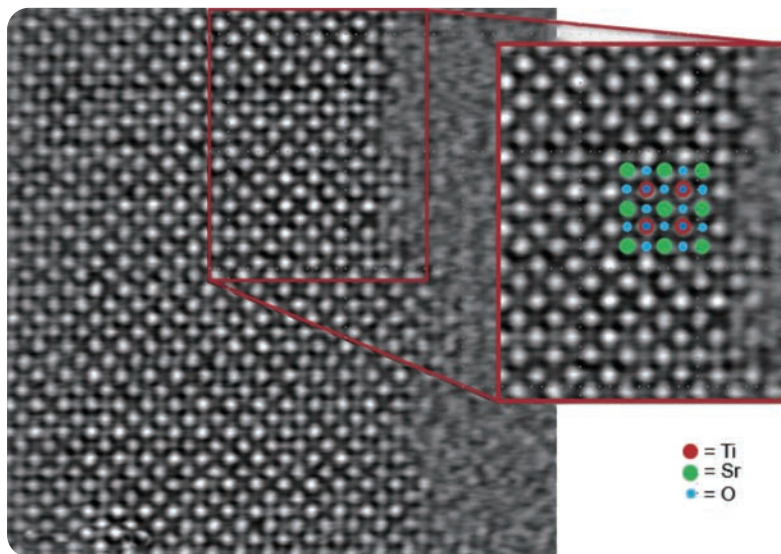
Talos 高分辨分析型透射电镜应用示例

HRTEM 成像

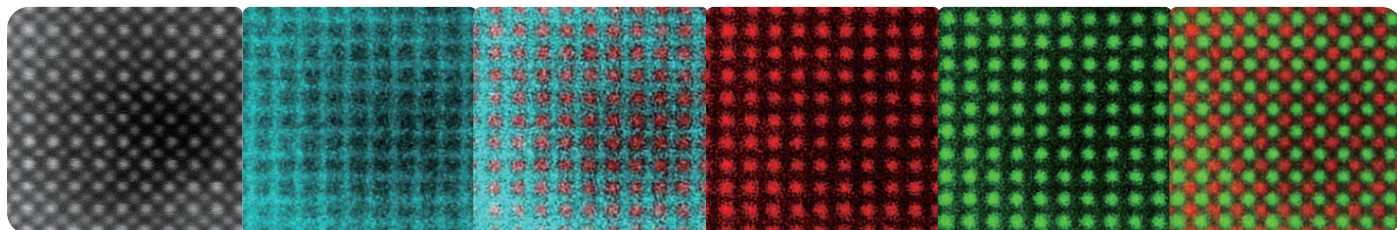


样品提供者: Prof. Di Wu, 南京大学, 中国

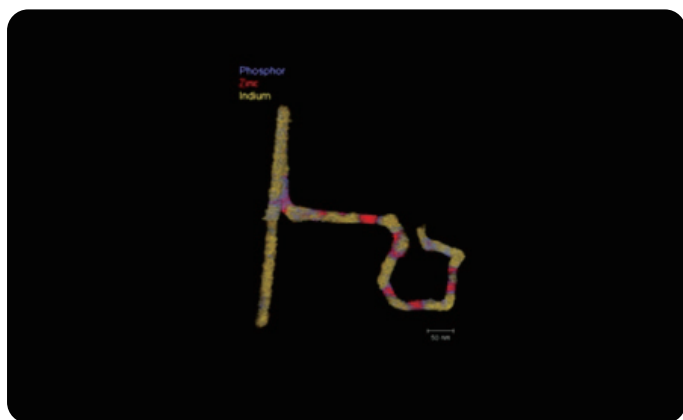
HRSTEM iDPC 成像



[100] 取向 SrTiO_3 原子分辨率 EDS 面分布

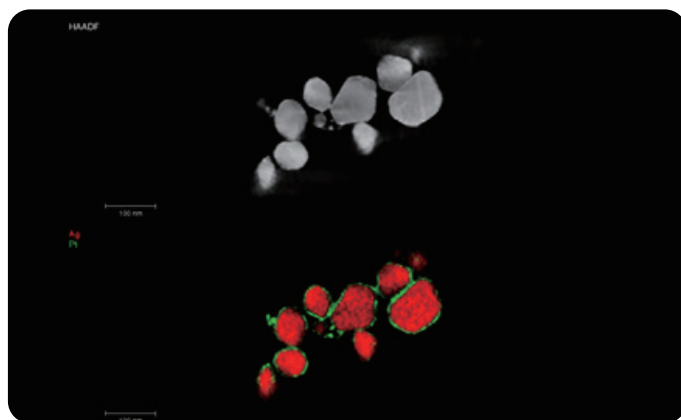


图片提供者: Hiromi Sekiguchi, 赛默飞日本



电极材料的纳米管。

样品提供者: Dr Reza Shahbazian Yassar, 密歇根理工大学

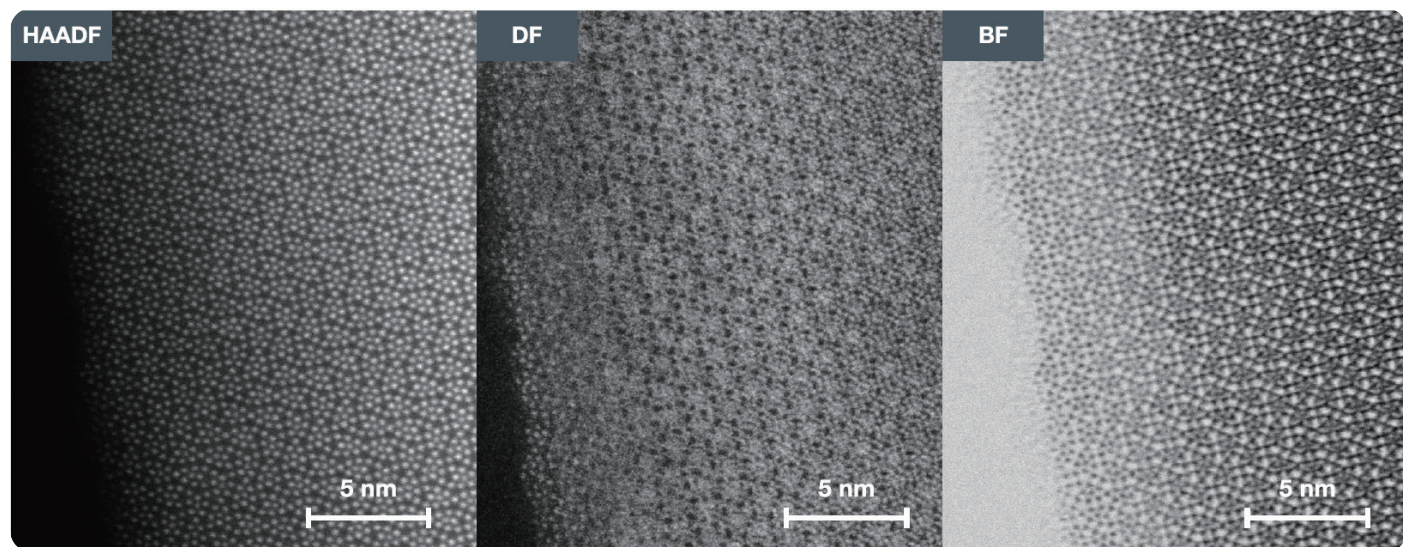


“银 - 铂” “核 - 壳” 纳米颗粒的 EDS 立体成像研究。

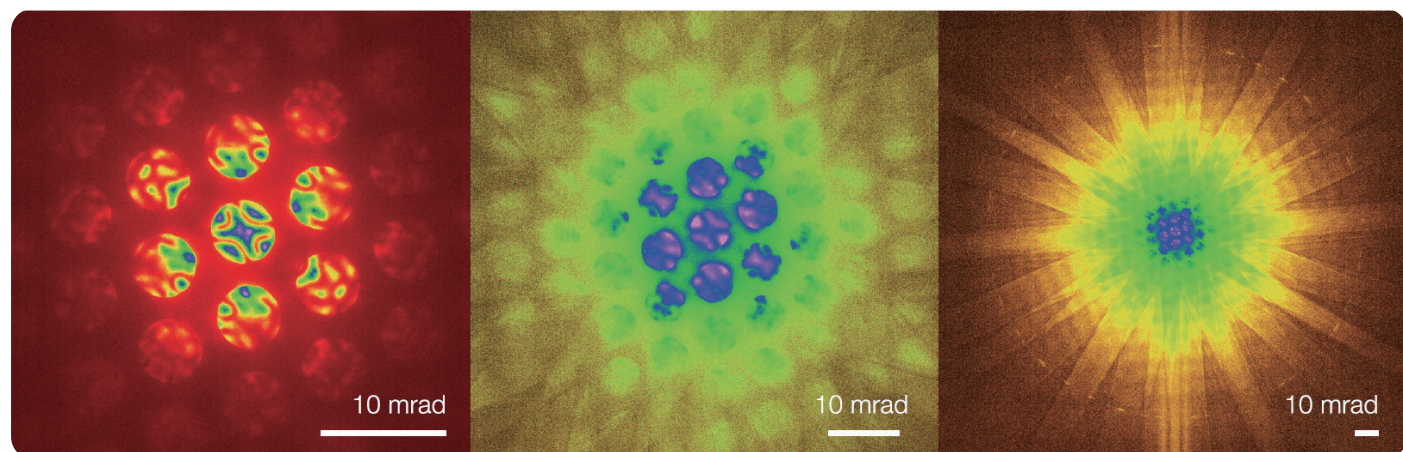
样品提供者: Prof. Yi Ding and Prof. Jun Luo, 天津理工大学

Talos 高分辨分析型透射电镜应用示例

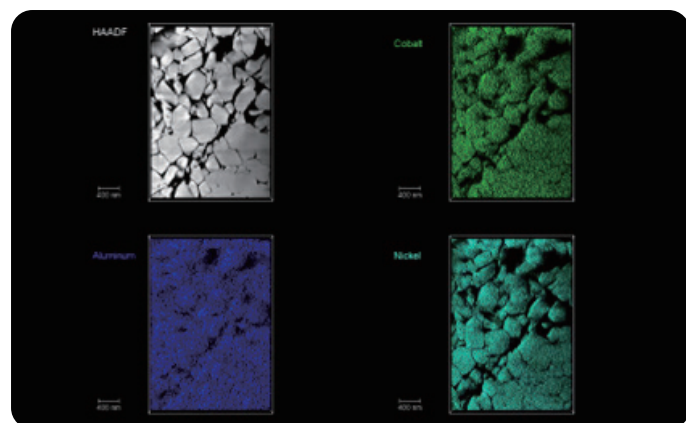
[001] 取向铌酸钾晶体的 HAADF、DF 和 BF 高分辨 STEM 图像



采用不同相机长度获取的硅 [011] 上的 CBED 花样

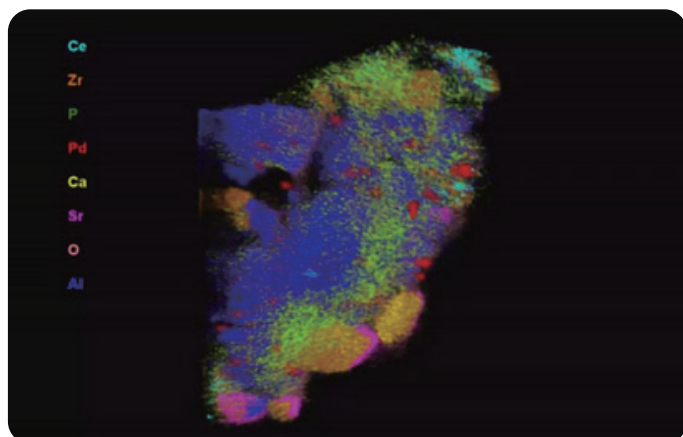


FIB 制备的电池阳极材料



FIB 制备的电池阳极材料（包括镍、钴、铝和炭黑）的大视野 EDS 立体成像技术。

车辆老化汽车催化剂



对车辆老化催化剂的大视野 EDS 立体成像研究。

Talos 冷冻系列透射电镜

Thermo Scientific™ Talos™ 冷冻系列透射电镜是一个强大的多功能系统，使科学家能够更好地快速洞察和了解高分子或其他软材料的结构和成分。

Talos F200C 主要特点

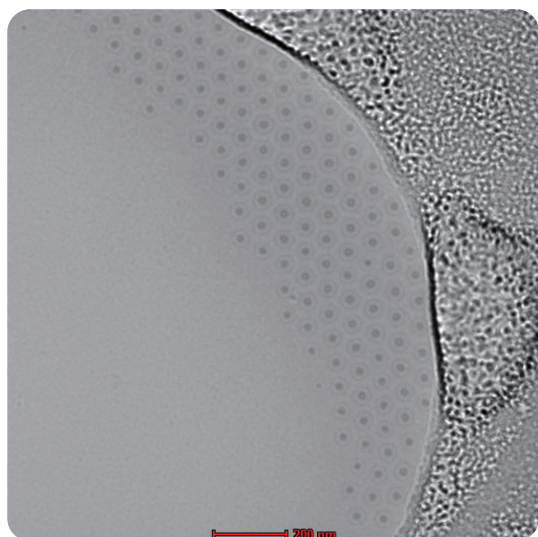
- 支持更多用户：通过全数字接口、领先的人体工程学和远程操作功能，使更多用户能够获得高分子或其他软材料样品的强大三维成像及分析功能
- 更快获得结果：扩展的自动化功能与完全集成的大视场 Ceta™ 16 M CMOS 相机结合，可减少所需的步骤数并节省时间
- 更高质量的图像：20 - 200 kV 电压范围内，在最大光学稳定性下获得最佳对比度和分辨率
- 可重复的可靠数据：恒定功率物镜、（可选）压电陶瓷样品台、高度稳定光学系统和坚固的系统外壳提供最大系统稳定性
- 可执行更多操作：满足最广泛的应用需求
- 化学成分数据：可伸缩的冷冻样品盒可以与能谱仪兼容
- STEM HAADF 分辨率优于 0.20 nm
- TEM 信息分辨率优于 0.18 nm

Talos L120C G2 主要特点

- 优秀的图像质量：高衬度、高质量的 TEM 成像和多达 4 个探头同步收集数据的 STEM 成像
- 更大样品空间：适用三维重构或原位样品杆。更大的分析型极靴间距可实现 180° 的样品台倾转和大的 Z 方向位移
- 改善的效率和重复性：超稳定镜筒设计；利用 SmartCam™ 实行远程操作；物镜功率恒定，可实现快速测样条件和不同电压切换；并可以快速、轻松地切换多用户环境
- 自动化：多重自动化设计（例如电子枪及其对中）提升了结果的重现性
- 高质量成像：大视场 Ceta™ 16 M CMOS 相机在整个加速电压范围提供高速、高灵敏度的大视野观测以及动态数字放大功能
- 快速样品切换：稳定的真空系统提供了使得切换样品后能迅速恢复真空并达到工作状态
- STEM HAADF 分辨率（配有 LaB6 灯丝）优于 1.0 nm
- TEM 线分辨率优于 0.204 nm

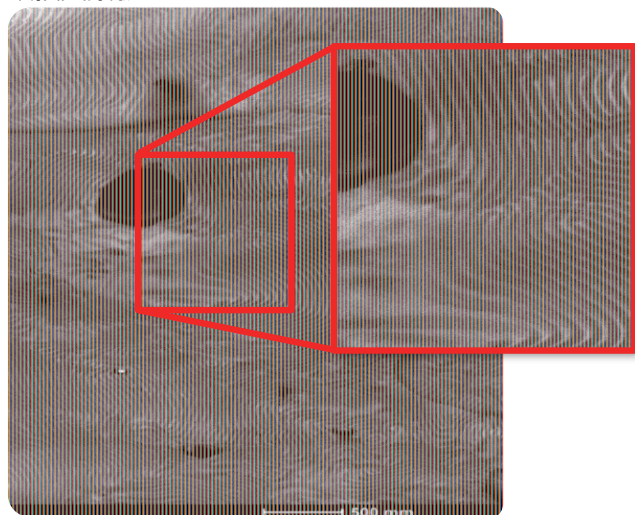
Talos 冷冻系列透射电镜应用示例

水中的嵌段共聚物胶束



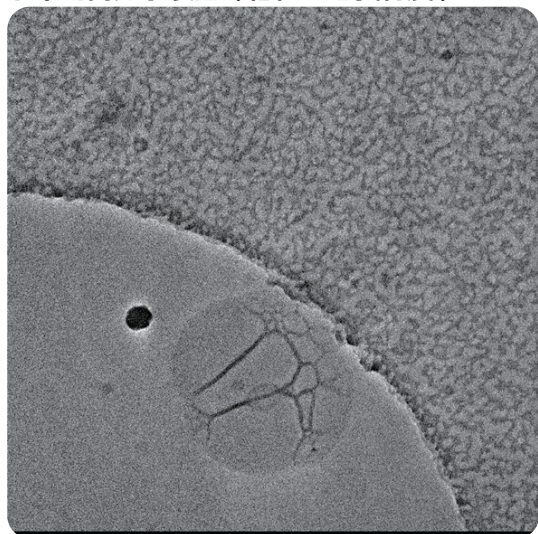
样品提供者: Prof. Thomas Epps, III, 特拉华大学

嵌段共聚物

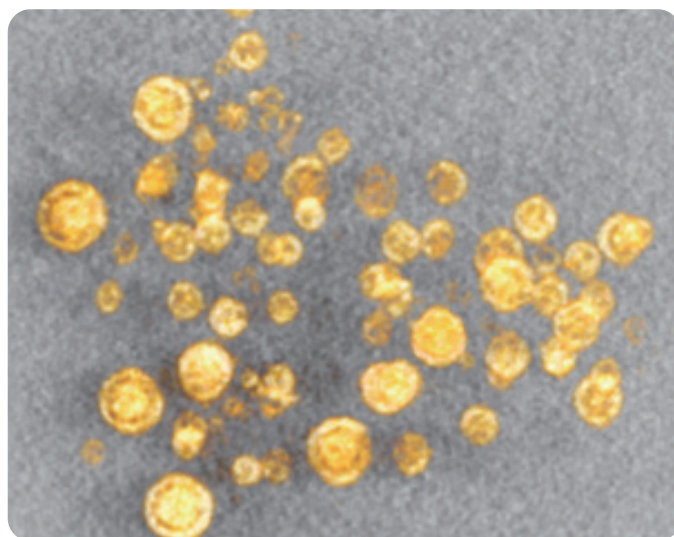


样品提供者: Kevin Jack 和 Idriss Blakey, 昆士兰大学

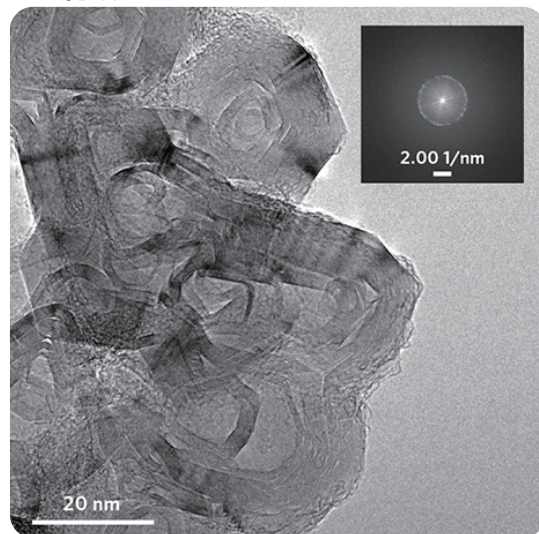
水中的高分子囊泡 (相位盘增强衬度)



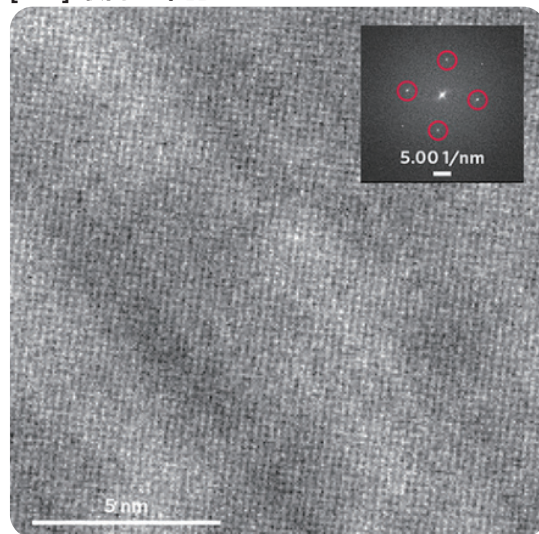
样品提供者: V. Filimonenko 和 P. Hozak, 捷克科学院



石墨化碳



[100] 取向金单晶



透射电镜相关附件

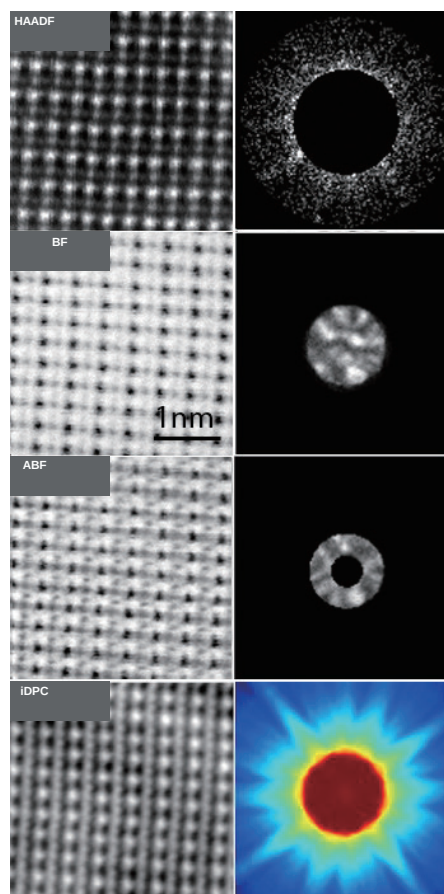
电子显微镜像素阵列探测器 (EMPAD)

EMPAD 主要特点

- 高动态范围, 每像素单次可读取 1 到 1,000,000 个初始电子, 19.2x19.2 mm 大视野, 更快采集速率, 更高 DQE 和 MTF 值, 可同时实现低信号暗场及高信号明场像的采集
- 先进叠层衍射成像技术, 推进分辨率性能突破光镜衍射极限, 进一步提高有效观测分辨率的上限
- 高压可在 30 到 300 kV 范围内灵活切换, 满足衍射应用需求及样品稳定性需求
- 束流强度高达每像素 2 pA, 读取速度 1,100 帧 / 秒。凭借每像素的高驻留容量, 可灵活设置会聚角和收集角, 针对不同应用优化衍射成像结果
- 操作流程简单方便。通过外加电流测试单元可方便控制束流; 在录制、保存校准图像及衍射图像的过程中, 通过实时观察优化结果, 实现量化数据分析
- 一站式解决方案, 确保性能卓越。无需专用安装端口, 可直接集成在 Titan、Themis 和 Spectra 上



EMPAD 探测器和控制电脑



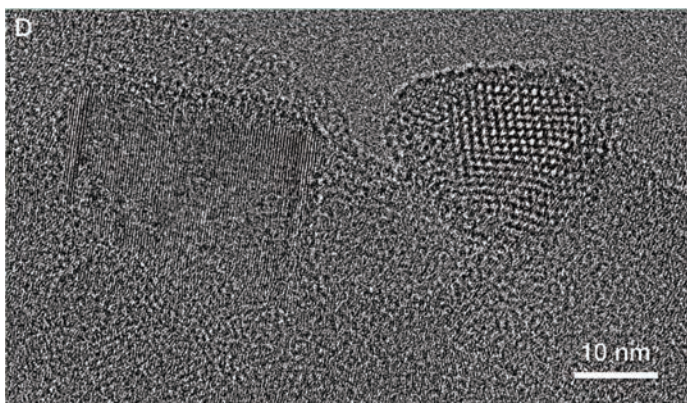
利用 EMPAD 探测器一次采集的钛酸锶沿 [110] 方向的数据, 经后期处理重构得到的多组互补的 STEM 图像。

透射电镜相关附件

Falcon 4 直接电子检测相机

Falcon 4 主要特点

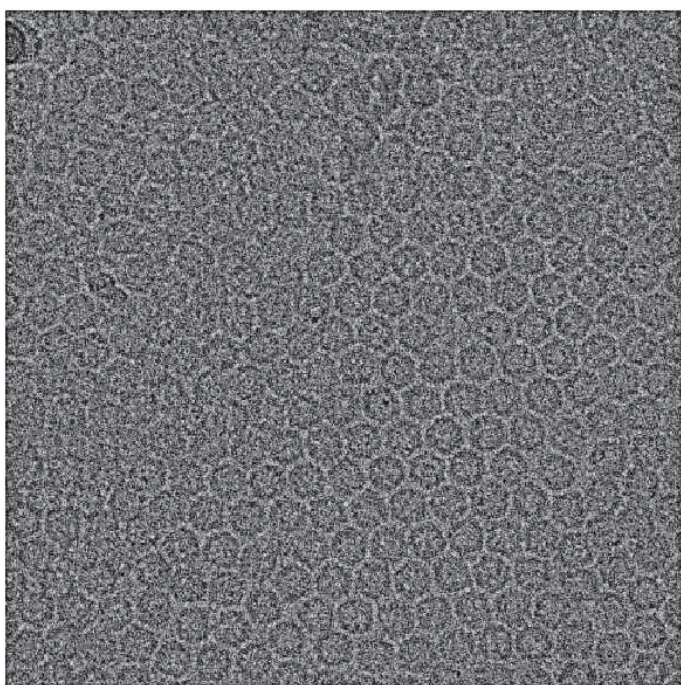
- 最佳成像质量：全空间频率范围内最 DQE，可选 EPU 质量监控软件用于实时数据质量评估
- 高通量以更快获取结果：曝光时间比上代产品缩短了十倍，最小化数据卸载时间的新一代控制器，针对的小的重叠损失进行了优化
- 易用性：相机控制完全内置于 Thermo Scientific EPU 和 Tomography 软件中，保证日常操作流畅性；内置 EPU 数据管理软件（由 Athena 软件支持）让项目管理及图像与元数据的自动化管理变得简单方便，适用于远程和协作访问，并与现有工作流程设置完全向下兼容



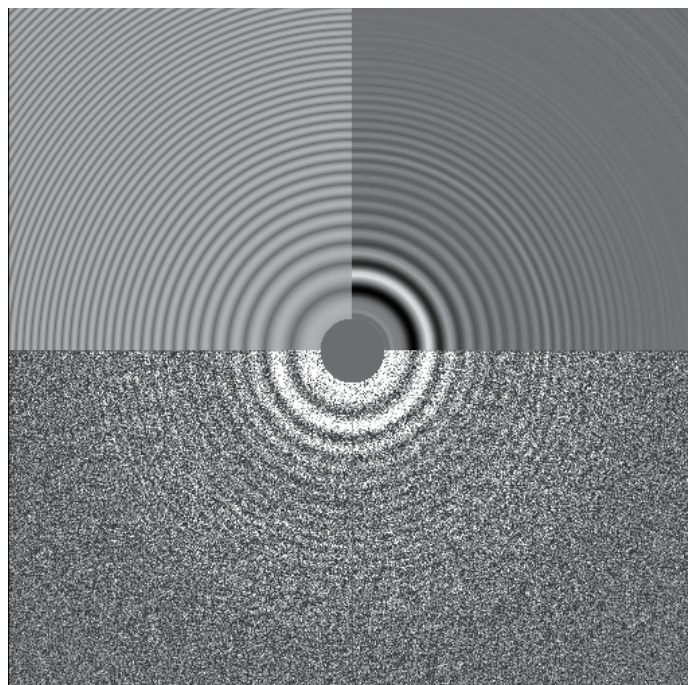
含有 C、N、H、O、Ca、K、Li、Cl 元素的两相聚合物，使用 Falcon 4 相机在 200 kV 下的 Talos TEM 上获取。像素大小为 0.43 nm，总电子剂量 30 e/Å²。样品提供者：福州大学化学系 Yu Zhiyang 教授。



Falcon 4 相机



脱铁铁蛋白样品，像素大小为 0.53 (Å) (cal. 0.5227)

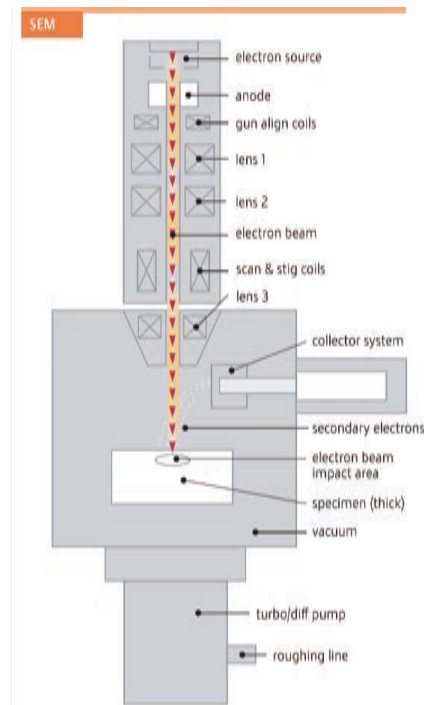
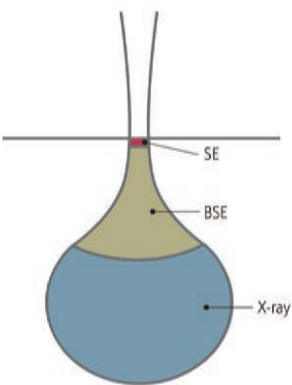


扫描电子显微镜 (SEM)

扫描电子显微镜 (SEM) 由电子光学镜筒、真空系统、电子元件和相关软件构成，利用磁透镜将电子束聚焦为样品表面的细小斑点，从而对样品进行扫描来生成图像。

电子与物质的相互作用

依据现代物质观点，原子由较重带电原子核及环绕其周围的若干电子构成。电子数量等于原子核内质子数量，此数量称为原子序数。入射束电子将与原子核相互作用，并且发生能量几乎不受损的背散射，或者还可以以各种方式与环绕样品原子周围的电子相互作用，并在此过程中损失部分能量。每类相互作用可能会生成携带样品信息的信号。例如，最常见的相互作用结果是从原子内释放出能量相对较低（几个电子伏特）的电子。如果出现在样品表面附近，则释放的电子可能会逃离，并被探测器认定为二次电子。其他信号包括特征 X 射线、阴极荧光和吸收电流等，每个信号均携带特定类型的信息。



扫描电子显微镜结构示意图

赛默飞的扫描电子显微镜具有从几纳米到亚微米范围的分辨能力，产品类型丰富，可满足各类型科研、工业应用需求。

完整的扫描电子显微镜产品线

台式扫描电镜



Phenom ProX
台式电镜能谱一体机



Phenom XL
台式全自动显微平台



Phenom Pharos
台式场发射电镜能谱一体机

落地式扫描电镜



Axia ChemiSEM
钨灯丝扫描电镜



Prisma E
钨灯丝环境真空扫描电镜



Quattro C/S
场发射环境真空扫描电镜



Apreo 2 C/S
功能丰富的高性能场发射扫描电镜



Verios 5 UC / HP
超高分辨率扫描电镜

Verios 5 超高分辨率扫描电镜

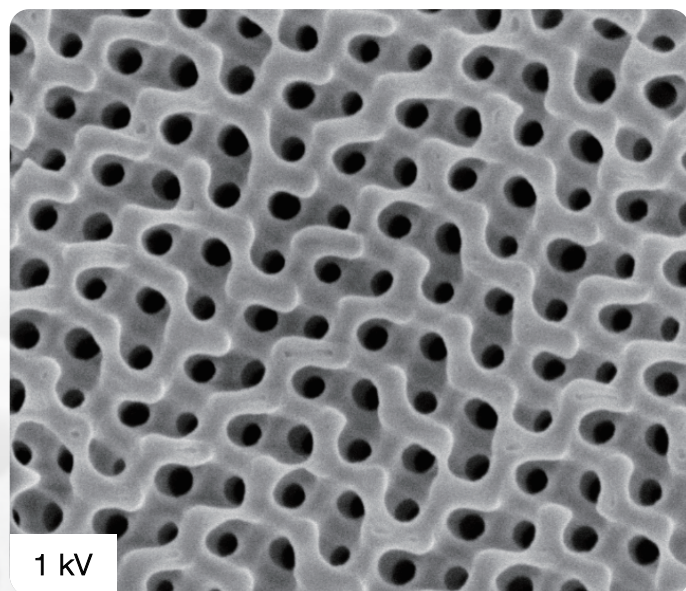
最好的低电压分辨率和材料衬度

Thermo Scientific™ Verios™ 5 XHR SEM 超高分辨率扫描电镜在 1 keV 至 30 keV 能量范围内实现亚纳米分辨率，且具有出色的材料衬度。它非凡的低电压性能用于表面特征信息的表征及高精度测量，这是其他技术无法实现的，适用于催化剂颗粒、纳米管、多孔材料、界面、生物样品以及其它纳米尺度的结构，不需要通过透射电镜或其他成像技术即可获得高分辨率、高衬度的图像。

Verios 5 主要技术参数及特点

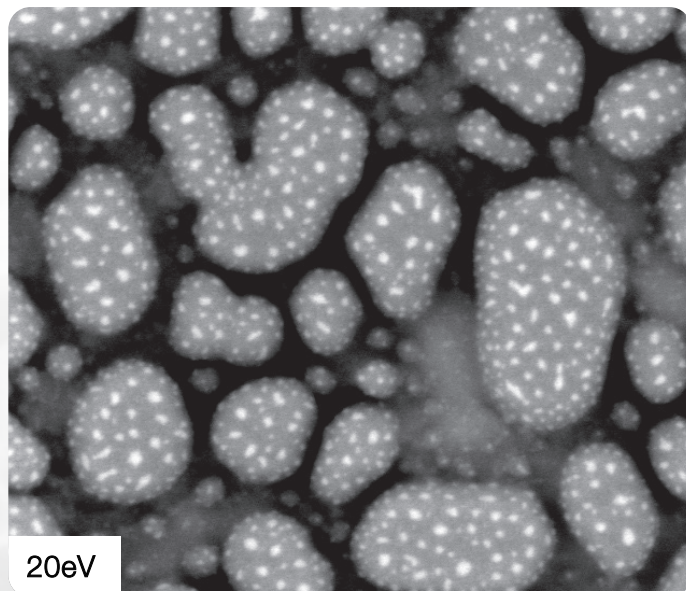
- 最佳的 Elstar™ 肖特基热场发射及单色器 (UC⁺) 技术，1kV 到 30 kV 均可实现亚纳米分辨率
- 专利 UC⁺ 技术、恒定功率透镜和静电扫描等创新电子光学系统确保准确和稳定的成像
- 先进的高灵敏度镜筒内和极靴下探测器和信号过滤功能用于小束流观察和最佳对比度成像
- 大样品仓室及两种可选择的高精度、高稳定度的压电陶瓷样品台
- 结合 SmartAlign (智能对中) 和 FLASH (闪调) 技术，帮助用户在最短时间内获得纳米尺度信息
- AutoScript 4 软件，基于 Python 应用程序编程接口 (API)，实现无人值守电镜观察
- 超高分辨率：0.6 nm@2 kV~15 kV，0.7 nm@1 kV，1.0 nm@500 V

介孔二氧化硅



图片提供者：吴伟，赛默飞中国

碳上的金颗粒



图片提供者：吴伟，赛默飞中国

Apreo 2

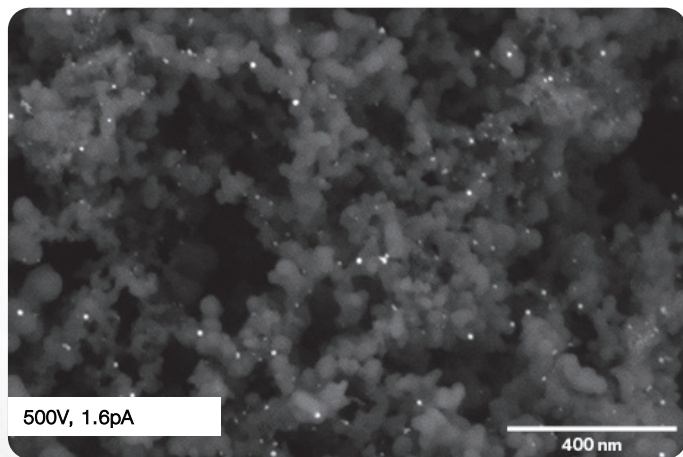
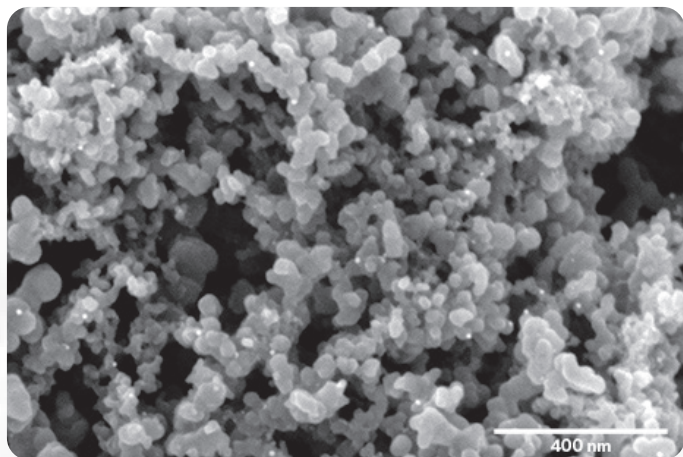
功能丰富的高性能场发射扫描电镜

Apreo SEM 具有多功能性和高质量成像性能，即使是磁性样品或是传统意义上成像非常困难的样品也可以实现极佳成像性能，因而备受赞誉。全新 Apreo 2 在原有性能基础之上，进一步优化了超高分辨成像能力，并且拓展了众多新功能提升了高级功能的易用性。此外，更是搭载独特的实时元素成像功能和先进的自动光学系统，实现灰色区域解析，让您更加专注于研究。

Apreo 2 主要技术参数及特点

- 适用于纳米颗粒、粉末、催化剂、纳米器件、块状磁性样品等各类材料，在大工作距离（10 mm）下也可实现亚纳米分辨率成像
- 极佳的灵活性，可处理各类样品（包括绝缘材料、敏感材料、磁性样品）并采集重要数据
- SmartAlign（智能对中）技术实现光学系统自动对中，减少维护时间
- 元素信息触手可及，利用 ColorSEM 技术进行实时元素面分布成像以及定量分析，结果获取更加快速、简便
- 先进的自动化功能，如 FLASH（闪调）技术可用于图像微调、撤销、用户向导、Maps 成像拼接等
- 分辨率：0.9 nm@1 kV，0.8 nm@1 kV（减速模式），1.0 nm@1 kV（减速模式，10 mm 工作距离）

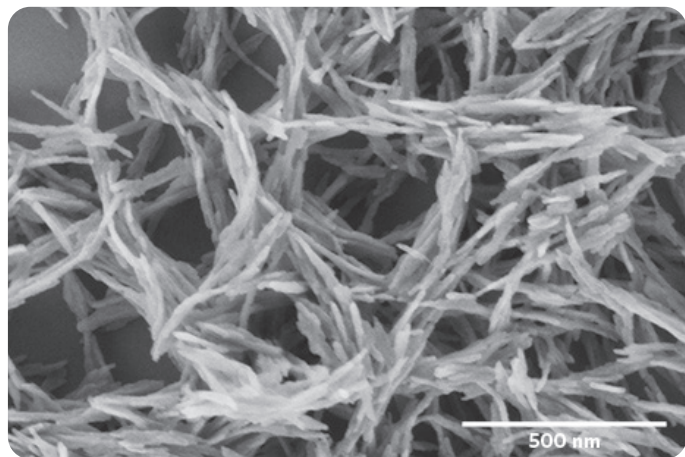
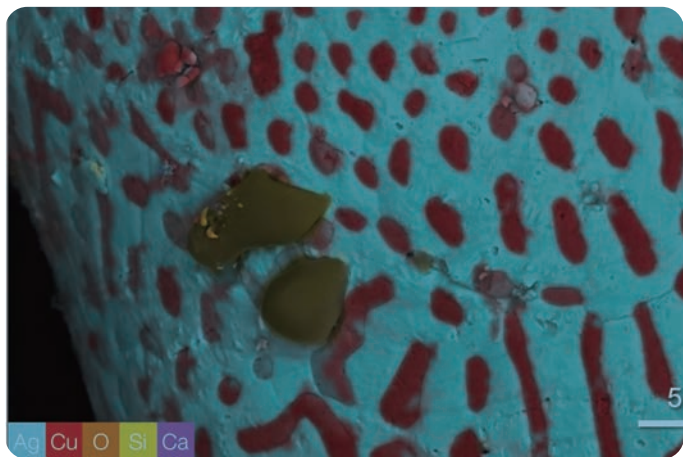
二氧化铈基质中的 Pd 纳米颗粒



样品提供者：Alessandro Lavacchi 博士，CNR ICCOM

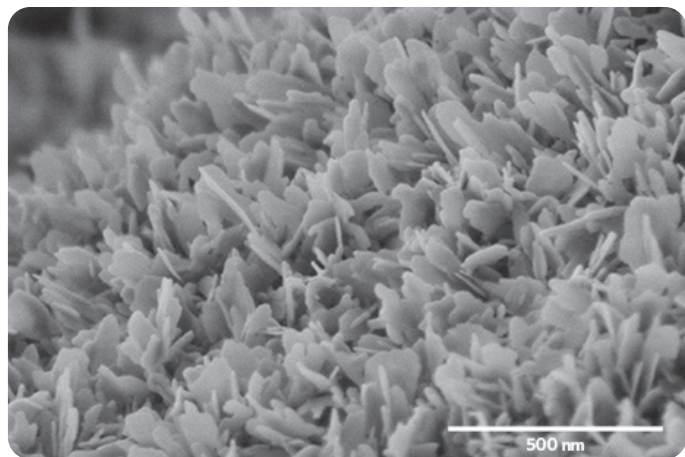
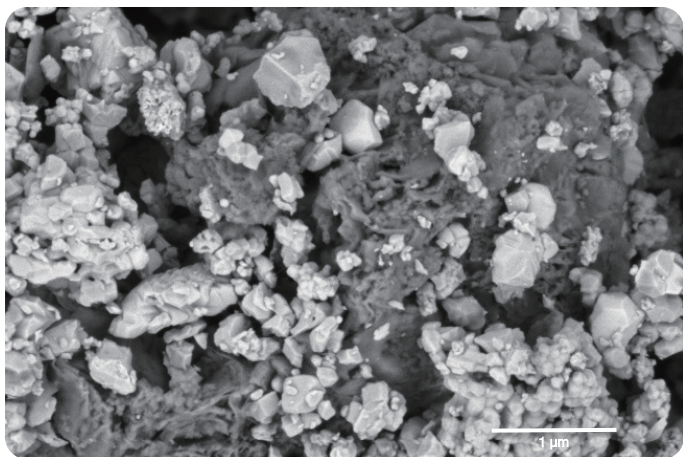
Apereo 2 应用示例

铜银合金微观结构



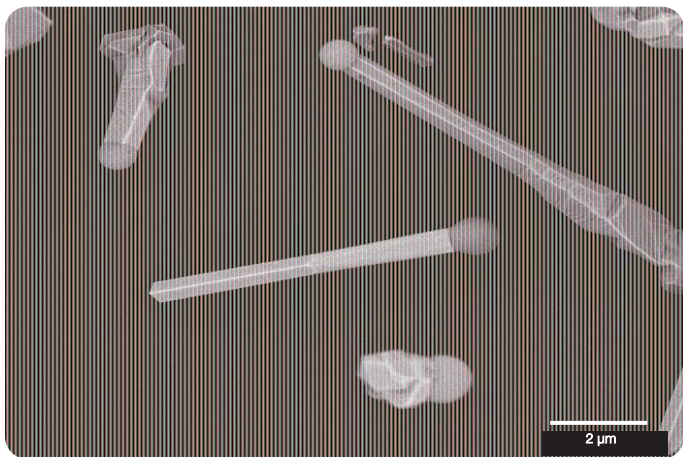
样品提供者: M.C.D.Mourad 博士, TNO Eindhoven

FeNdB 磁性颗粒

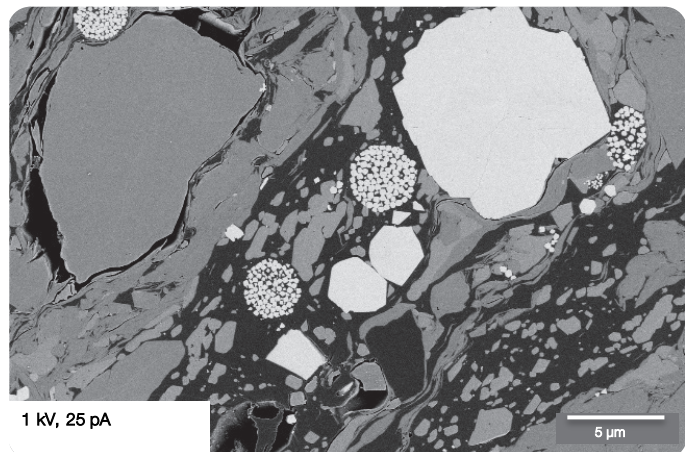


样品及图片提供者: 吴伟, 赛默飞中国和上海硅酸盐所

自催化砷化镓线



页岩



样品提供者: David Fuster, Andrés Raya, Álvaro San Paulo and Maria Ujue González, IMM Madrid (CNM-CSIC).
图片提供者: Petr Wandrol

样品提供者: Jessica Riesterer

Apreo ChemiSEM

集成能谱高分辨率场发射扫描电镜

Thermo Scientific™ Apreo™ ChemiSEM™ 扫描电镜系统集成了独特的 Thermo Scientific™ Trinity™ 镜筒内探测系统与 Thermo Scientific™ ChemiSEM™ 技术，使得高分辨形貌观察与元素分析功能整合在同一个软件平台，提供了一个无缝衔接的简化工作流程，可以满足高通量、快节奏的实验室需求，并且可对各种样品进行高效、可靠的分析。

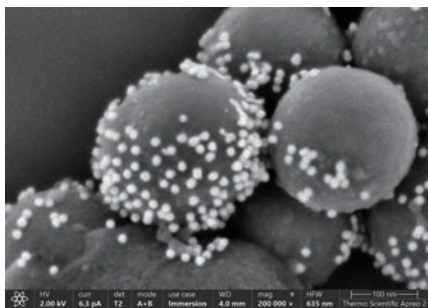
Apreo ChemiSEM 的关键优势

- 广泛的样品适用范围：适用于纳米颗粒、粉末、催化剂、纳米器件、块状磁性样品等各类材料，在大工作距离（10 mm）下也可实现亚纳米分辨率成像
- 高分辨率成像：Thermo Scientific™ Trinity™ 探测系统提供极高的图像分辨率；智能帧积分（SFI）技术进一步提高图像分辨率
- 实时元素分析解决方案：集成 TrueSight EDS 探测器、ChemiSEM 技术，对样品进行在线定量面分析，方便用户寻找感兴趣的样品以及进行元素定量分布。同时配备的实时 ChemiPhase 功能，可以进行准确的相分析。
- 先进的自动化功能：SmartAlign（智能对中）技术实现光学系统自动对中，减少维护时间
- 智能自动化流程：兼容 MAPS 软件、自定义脚本、颗粒物分析软件 Perception 及 CleanConnect™，用户可全面控制分析流程
- 选配 TruePix 直接电子 EBSD 探测器，可对样品进行物相、织构、晶体结构的完整表征，尤其在低电压小束流下也有极佳的灵敏度
- PivotBeam 模式，用于选区电子通道衬度成像，也称为“摇摆射束”模式（仅限于 Apreo ChemiSEM S 型）
- 分辨率：0.5nm@15kV（减速模式），0.9nm@1kV, 0.8nm@1kV（减速模式），1.0nm@1kV（减速模式，10mm 工作距离）（Apreo ChemiSEM S 型）
- 最短灯丝寿命：36 个月

Apreo ChemiSEM 应用示例



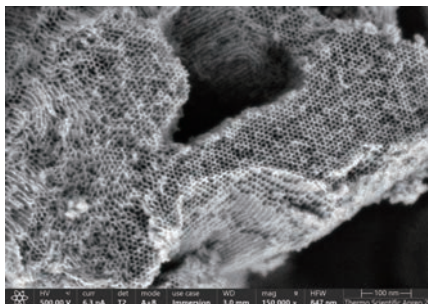
Apreo ChemiSEM



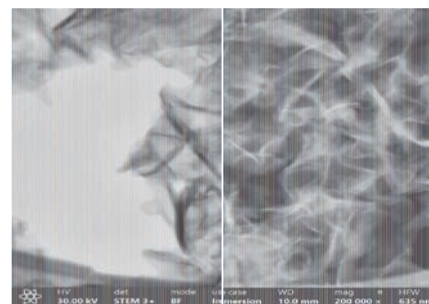
多孔二氧化硅上的金纳米颗粒 (2 keV, 6.3 pA)



氧化铝纳米颗粒 (1 keV, 13 pA)



SBA15 (500 V, 6.3 pA, 样品台减速)



石墨烯样品的明场与暗场像

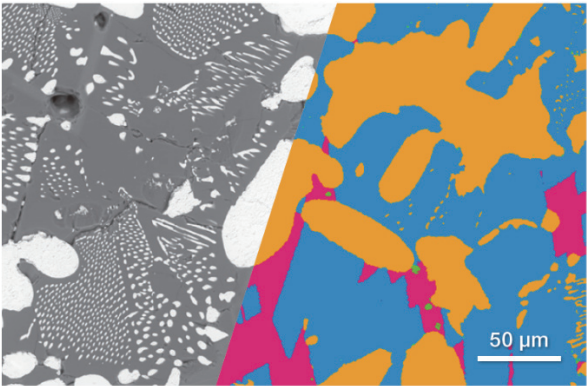
ChemiSEM 技术

Thermo Scientific™ ChemiSEM™ 技术革命性地将 SEM 和 EDS 功能完全集成到一个统一的用户界面，彻底改变和简化了 EDS 分析流程。该技术建立在实时定量和数十年的 EDS 分析专业知识的基础上，可以快速方便地获取元素信息，保证结果的可靠性。由于 ChemiSEM 技术始终处于启用状态，大大缩短了获取结果的时间，显示先前可能被忽视的样品特征，提供更完整的信息。

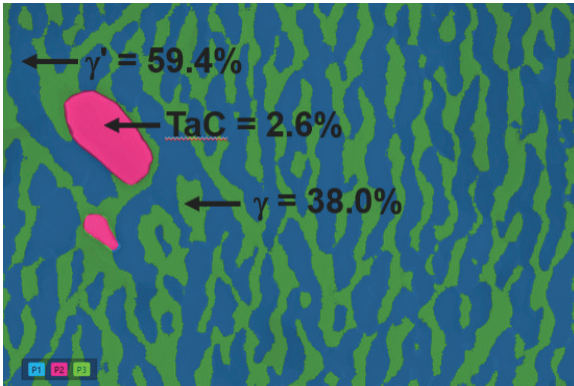
ChemiSEM 技术的关键优势

- 始终开启：无需从 SEM 成像模式切换为 EDS 分析模式，ChemiSEM 技术始终处于开启状态，并在 SEM 成像过程中实时采集 EDS 信号，对图像的每个像素点采集完整的 EDS 能谱。
- 便捷的操作：即时查看成分结果，使用户快速获取元素信息，轻松节省机时，增加设备的使用效率
- 快速获取数据：基于机器学习、超快信号处理和 SEM-EDS 高度集成的新型数据分割方法，比传统技术更快地获取元素信息
- 准确的定量结果：PROZA Phi-Pho-Z 基体校正定量方法提高了轻元素分析的准确性在各种工作条件（不同束流、样品尺寸和工作距离）下提供准确的定性和定量结果
- 化合物定量方法：支持通过化学计量法分析化合物（硼化物、氧化物、碳化物和氮化物）以获得完整的样品信息
- 离线数据提取：对样品进行一次扫描即可获取样品的完整信息，可提取子区进行谱图或线扫描分析
- 漂移校正：在数据采集过程中，自动跟踪样品特征并保持图像正确定位
- ChemiPhase 物相分析：使用先进的统计分析算法准确识别物相
- 可选 ChemiView 软件：提供完整的离线数据处理和报告功能

ChemiSEM 应用示例



对锆莫来石抛光截面进行物相分析，结果显示存在氧化锆相（浅橙色）、莫来石相（蓝色）以及意想不到的硅酸盐相



元素	wt.% γ'	wt.% TaC	wt.% γ
Ni	66.4	11.9	58.9
Co	6.8	2.1	9.4
Cr	4.9	1.9	9.6
W	4.6		7
Ta	8.2	72.2	3.8
Al	6.6		4.4
Re	1.2		4.7



ChemiSEM 软件用户界面

Rene N5 高温合金中金属物相 γ 和 γ' 的识别和定量

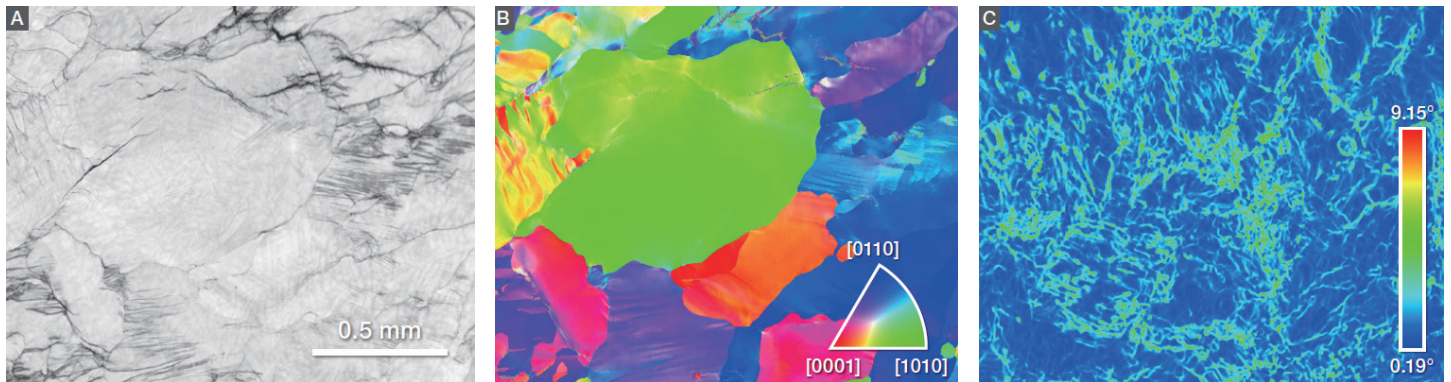
TruePix: 直接电子 EBSD 探测器

Thermo Scientific™ TruePix™ EBSD 探测器是一款高速、高灵敏度的直接电子 EBSD 探测系统。TruePix 背散射电子衍射仪可以采集大量的晶体结构信息，包括织构、晶粒分布、晶粒尺寸、晶粒形状、晶界、物相和应变。TruePix EBSD 探测器可以高速探测直接电子，在电子束能量较低时也具备出色的性能，还可以进行单电子计数。

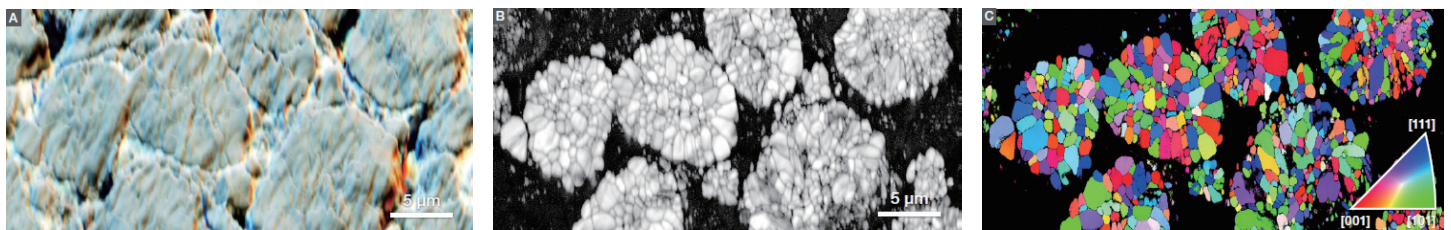
TruePix 探测器的关键优势

- 便捷的操作流程：与 Apreo ChemiSEM 扫描电镜整合，提供简洁的分析流程，并快速出具数据结果
- 先进的自动校准功能：针对不同探测器位置、工作距离和样品倾斜角度自动进行花样中心校准
- 适用于电子束敏感材料的分析：单电子计数功能便于准确的电子控制
- 极佳的低电压性能：在极低的电压下也能获得可靠的结果，因而具有更佳的 EBSD 空间分辨率
- 高的标定率：无需使用 binning 模式，也能获得 2000 点每秒的标定速率
- 完整的数据分析功能：x Tal 软件提供丰富的采集和后处理功能

TruePix 应用示例



利用 TruePix 探测器采集变形后的高熵合金 . A) EBSD 花样质量图 . B) IPF (X) 图 . C) 平均 Kernel 取向分布图



利用 TruePix 探测器采集三元电池颗粒 . A) 前置背散射图像 . B) 花样质量图 . C) IPF(X) 图



TruePix 直接电子探测器

Perception 自动颗粒物分析解决方案

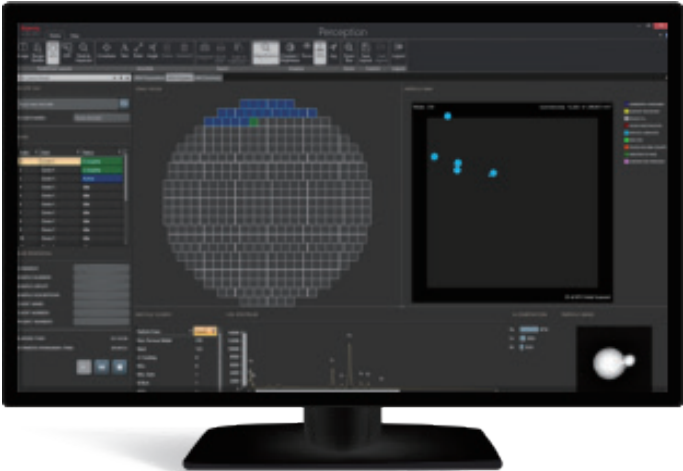
Thermo Scientific™ Perception 颗粒物分析软件实现了从采集图像到生成报告全流程的自动化。嵌入的 EDS 分析、特征物检测以及特征物分类功能，可提供颗粒物成分、尺寸、形状和粒径分布等有价值的信息。Thermo Scientific™ Perception 软件通过优化的工作流程、准确可靠的结果和强大的报告功能，能满足各种应用所需的功能和速度。



Perception 软件可自动完成颗粒分析工作流程的多个步骤，从而减少手动工作时间

TruePix 探测器的关键优势

- 便捷的操作流程：与 Apreo ChemiSEM 扫描电镜整合，提供简洁的分析流程，并快速出具数据结果
- 先进的自动校准功能：针对不同探测器位置、工作距离和样品倾斜角度自动进行花样中心校准
- 适用于电子束敏感材料的分析：单电子计数功能便于准确的电子控制
- 极佳的低电压性能：在极低的电压下也能获得可靠的结果，因而具有更佳的 EBSD 空间分辨率
- 高的标定率：无需使用 binning 模式，也能获得 2000 点每秒的标定速率
- 完整的数据分析功能：x Tal 软件提供丰富的采集和后处理功能



Perception 软件用户界面

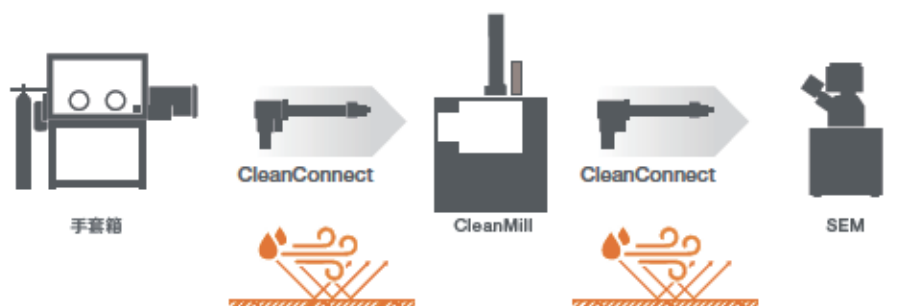
ISO16232 / VDA-19 Results										
Size Class		B-C	D	E	F	G	H	I-J		
Size Range (um)	Total	5 ≤ X < 25	25 ≤ X < 50	50 ≤ X < 100	100 ≤ X < 150	150 ≤ X < 200	200 ≤ X < 400	400 ≤ X < 1000		
Glass	119		64	49	4	1	1			
Al2O3	111		34	68	9					
Si Rich	99		96	3						
SiO2	9		7	1		1				
Ca-Aluminosilicates	5		3	1	1					
Aluminosilicates	4		1	2	1					
Steel	2		1	1						
Oxidized Al	1		1							
Misc	19		12	6			1			
Mineral	3		3							
Non-Ferrous Metal	1		1							
Misc Salts	7		7							
Total Counts	380	0	230	131	15	2	2	0		
Cleanliness Level		00	8	8	4	1	1	00		
Component Cleanliness Code (CCC):		V(B-C00/D8/E8/F4/G1/H1/I-J00)								
Specification:		V(B-C00/D10/E8/F4/G3/H3/I-J00) Pass specification								

设置通过准则，得到 PASS 或 FAIL 结果

CleanMill 氩离子抛光仪

Thermo Scientific CleanMill™ 氩离子束抛光系统（BIB-CP）旨在为精确的表征提供优质高效的样品制备方案。其标配的 16keV 超高能离子源在保证抛光质量下具有更强的溅射能力和更高的研磨效率。同时，低能量离子源可实现对具有精细结构和易受离子束辐照损伤样品的无损精抛和清洁。

Thermo Scientific CleanMill™ 与 CleanConnect™ 完美兼容，使得 Thermo Scientific IGST 工作流程更为完善。CleanConnect 样品转移系统提供了一套超高性价比的集成化解决方案，允许样品在惰性气体 / 真空下快速转移至电子显微镜样品仓内。这种真空联锁解决方案采用直径达 25mm 的标准样品台，极大地简化了不同样品在 SEM/DualBeam 系统转移的工作。样品可在手套箱内装载至 CleanConnect 样品仓内，进而通过 CleanConnect 转移至 CleanMill 中进行样品制备。随后，将 CleanMill 中制备好的样品采用 CleanConnect 转移至 Thermo Scientific SEM 中进行微观结构表征。整个过程中样品都处于惰性气体保护状态以保证样品完整性。该工作流程极大地简化了样品转移工作，提高了结果获取速度，实现了在本真状态下对空气敏感材料的结构表征。

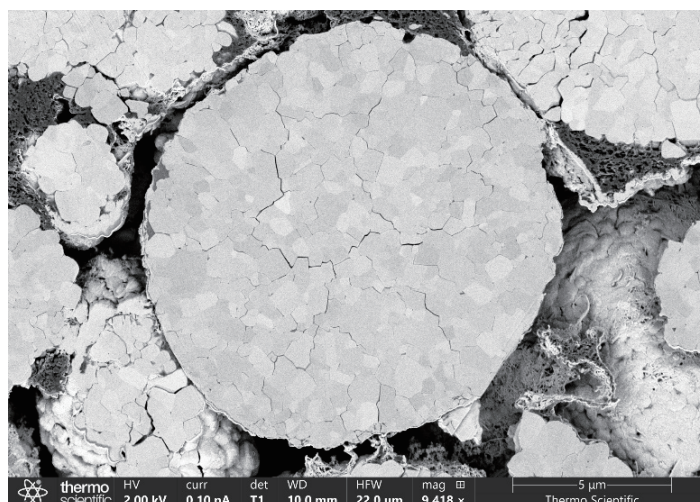


CleanMill 的关键优势

- 高能离子枪可实现快速研磨和抛光
- 使用平面样品台进行平面抛光以及 90° 样品台进行截面抛光
- 自动化参数设置和操作，可实现样品旋转和摆动操作
- 搭配赛默飞惰性气体样品转移样品杆 CleanConnect 可进行空气敏感材料的样品制备
- 配备高分辨 CMOS 相机和触控屏，可实时观察样品研磨过程
- 可选配低能量离子枪，实现对具有精细结构和易受辐照损伤样品的无损精抛和清洁。
- 可选配冷台，在进行电子束敏感样品的冷冻研磨时可实现自动液氮加注



CleanMill

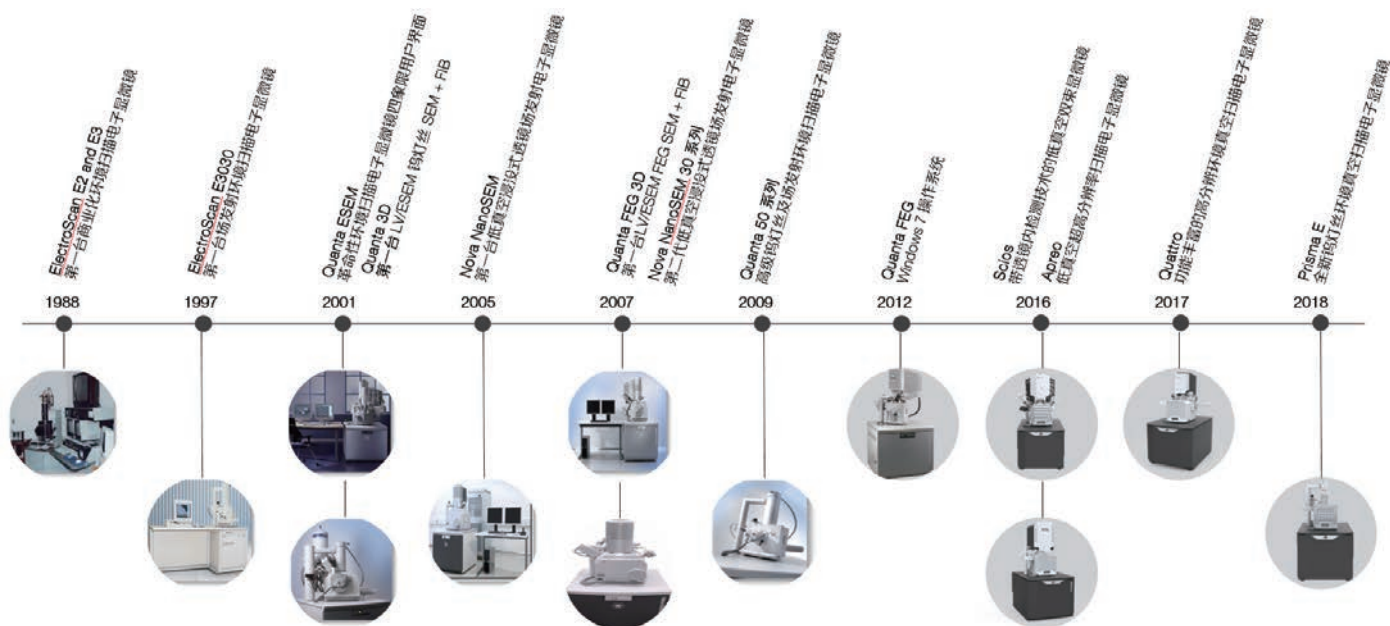


利用 CleanMill 制备 NCM 正极极片

ESEM 环境真空扫描电镜

Thermo Scientific™ ESEM™ 环境真空扫描电子显微镜结合了全面的成像性能和独特的环境模式，同时兼容广泛的硬件和软件选型，可满足多用户实验室的综合应用需求。ESEM 系统拥有高真空、低真空和环境真空(ESEM™)三种真空模式，采用纯水蒸汽作为成像气体，各种真空模式下均配置了优化探测器进行成像信号采集。

立足于成熟的 ESEM 环境真空技术



ESEM 典型应用

纳米表征

- 金属和其它导体以及传统喷镀样品
- 不导电样品：陶瓷、地质样品断面、塑料、木头和纸张、织物、油漆、生物样品、纤维等
- 非传统样品：多孔、热、湿、脏及其它困难样品的分析

原位表征

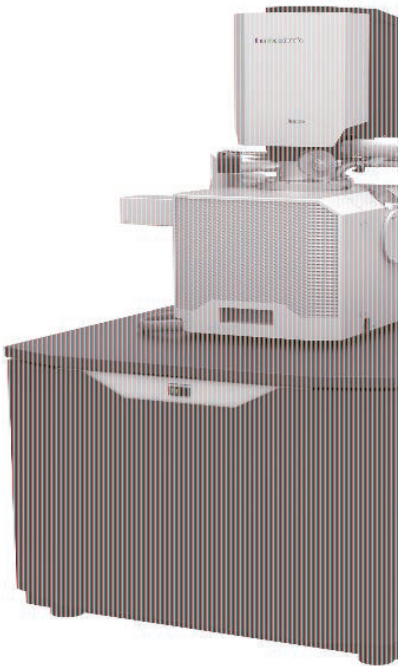
- 结晶 / 相变
- 氧化反应、还原反应、催化反应
- 材料生长
- 水合 / 脱水 / 润湿 / 接触角分析
- 拉伸试验 (伴随加热或冷却)

Quattro 场发射环境真空扫描电镜

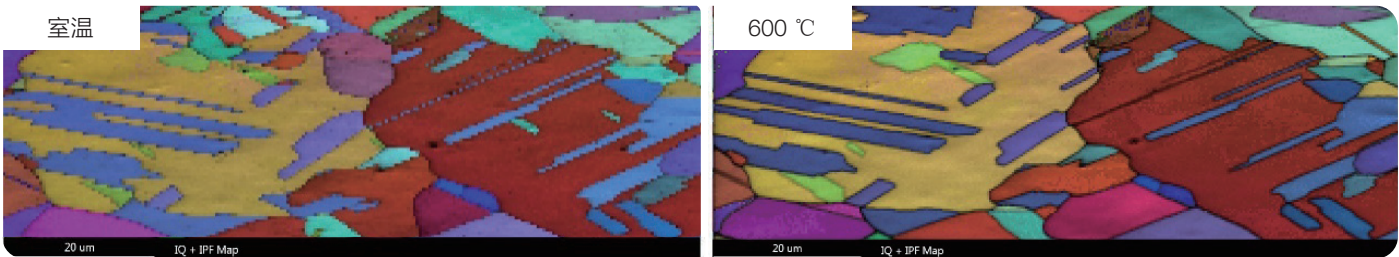
Thermo Scientific™ Quattro™ 场发射环境真空扫描电镜结合了全面的成像性能和独特的环境模式（Thermo Scientific ESEM™），同时兼容广泛的硬件和软件选项，可满足多用户实验室的综合应用需求。Quattro 的场发射枪（FEG）确保了优异的分辨率。高真空、低真空和环境真空（ESEM™）三种真空模式使得系统极具灵活性，可以容纳任何 SEM 可用的最广泛的样品类型，包括放气或者是与真空状态不相容的样品。ESEM™ 也可以在真实环境条件下对样品进行原位研究。Quattro 系统具备极佳的易用性，独特的硬件由帮助功能（用户向导）支持，不仅可以指导操作者，还可以直接与显微镜进行交互。并且通过“撤消（Undo）”功能，鼓励新手用户进行实验，而专家用户可以轻松缩短结果获取时间。

Quattro 主要技术参数

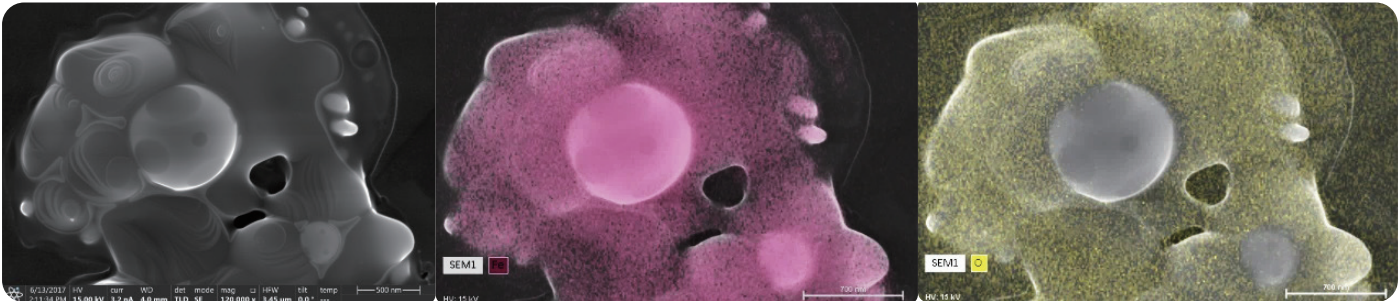
高真空分辨率	1.0 nm@30 kV (SE) 2.5 nm@30 kV (BSE) 3.0 nm@1 kV (SE)
低真空分辨率	1.3 nm@30 kV(SE) 2.5 nm@30 kV(BSE) 3.0 nm@3 kV(SE)
环境真空分辨率	1.3 nm@30 kV(SE)



铜的原位高温 EBSD 分析



磁铁矿 - 赤铁矿原位高温 EDS 分析 1050 °C



图片提供者：吴旻，赛默飞

Prisma E 钨灯丝环境真空扫描电镜

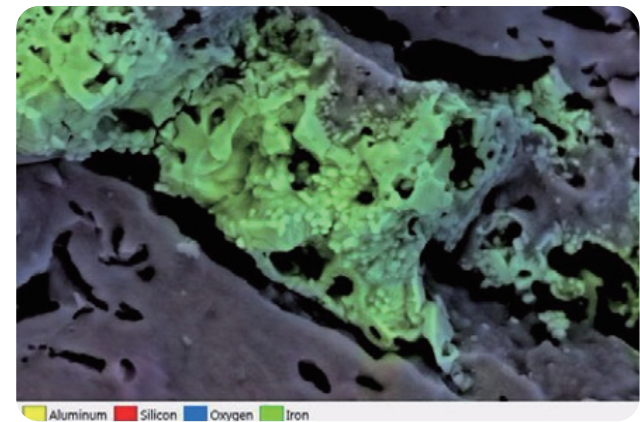
新型 Prisma™ E SEM 是首台支持一体化 ColorSEM 技术进行实时元素分析的钨灯丝扫描电镜，结合了全面的成像性能、独特的环境模式（Thermo Scientific ESEM™）以及先进的自动化选项，与同类设备相比，能够提供最完整的成像、分析及原位实验等解决方案。Prisma E 继承了成熟的 Quanta 技术，非常适合于需要高分辨率、操作简便且样品灵活多样的工业研发、品质管理、失效分析等方面的应用。

Prisma E 主要参数

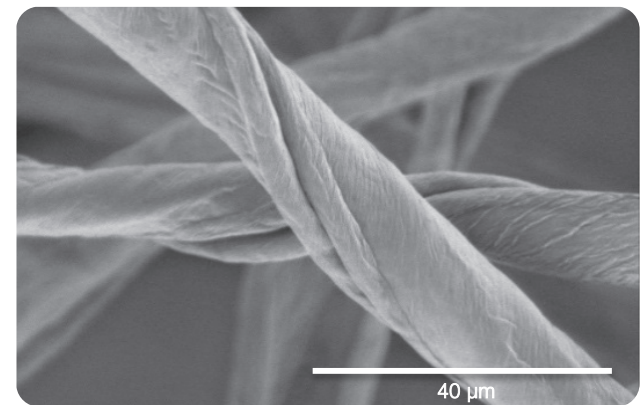
高真空分辨率	3.0 nm@30 kV (SE) 4.0 nm@30 kV (BSE) 8.0 nm@3 kV (SE)
低真空分辨率	3.0 nm@30 kV(SE) 4.0 nm@30 kV(BSE) 10.0 nm@3 kV(SE)
环境真空分辨率	3.0 nm@30 kV(SE)



实时彩色成像显示元素信息

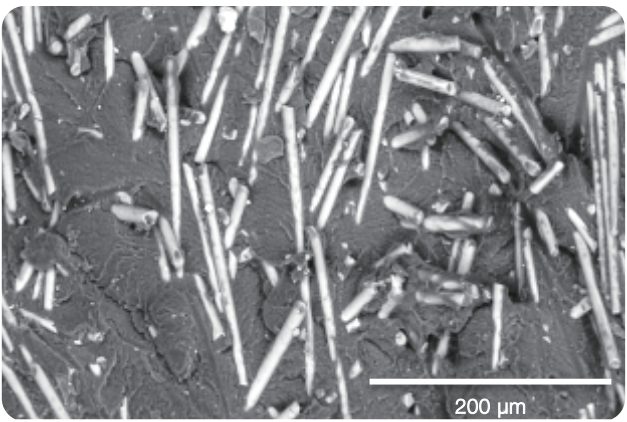


新鲜棉花 SE@1.5 kV



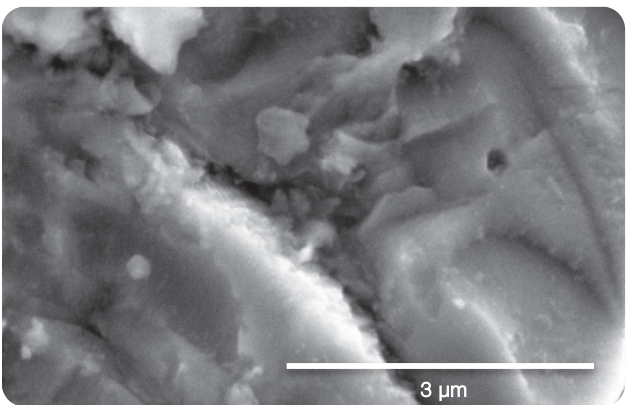
图片提供者：朱新利，赛默飞中国

玻璃纤维 SE@15 kV



图片提供者：朱新利，赛默飞中国

磁钢 SE@15 kV



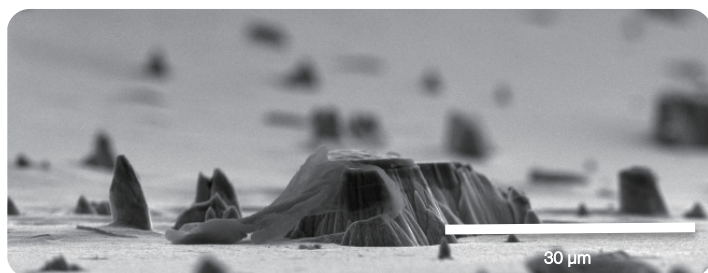
图片提供者：朱新利，赛默飞中国

Axia ChemiSEM 钨灯丝扫描电镜

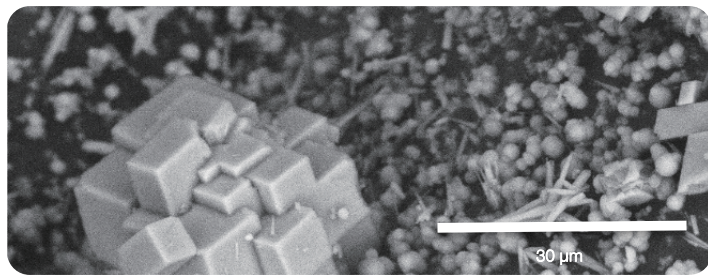
Axia ChemiSEM 主要技术参数及特点

- 通用型 SEM 系统，可涵盖多种类型样品。可分析绝缘材料、处理大而重（达 10 kg）的样品，同时能够分析常规的小尺寸样品
- 灵活性 SEM 系统，支持各类功能附件
- 使用便捷，不依赖于用户操作水平、能够便捷提供元素或化学信息
- 高度自动化，自动对中技术确保系统始终处于最佳工作状态，用户指南及撤销功能帮助用户更轻松操作系统
- 处理效率最高：实时定量成分分析成像，更快获得定量分析数据
- 分辨率：3 nm@30 kV，8 nm@3 kV

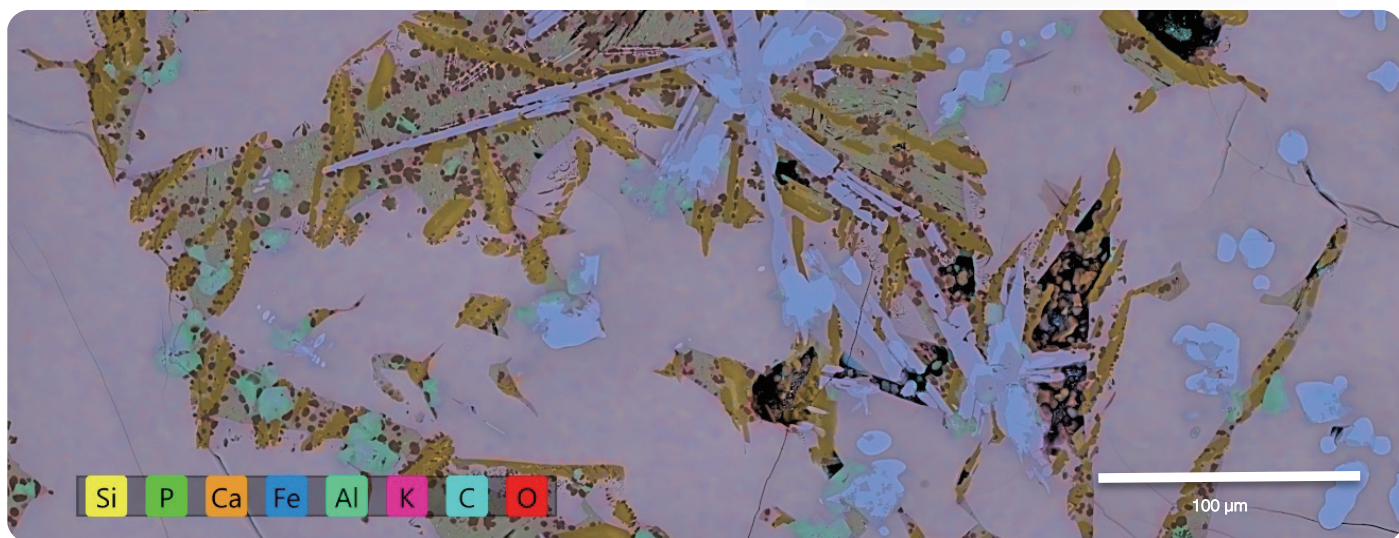
二次电子成像



背散射电子成像

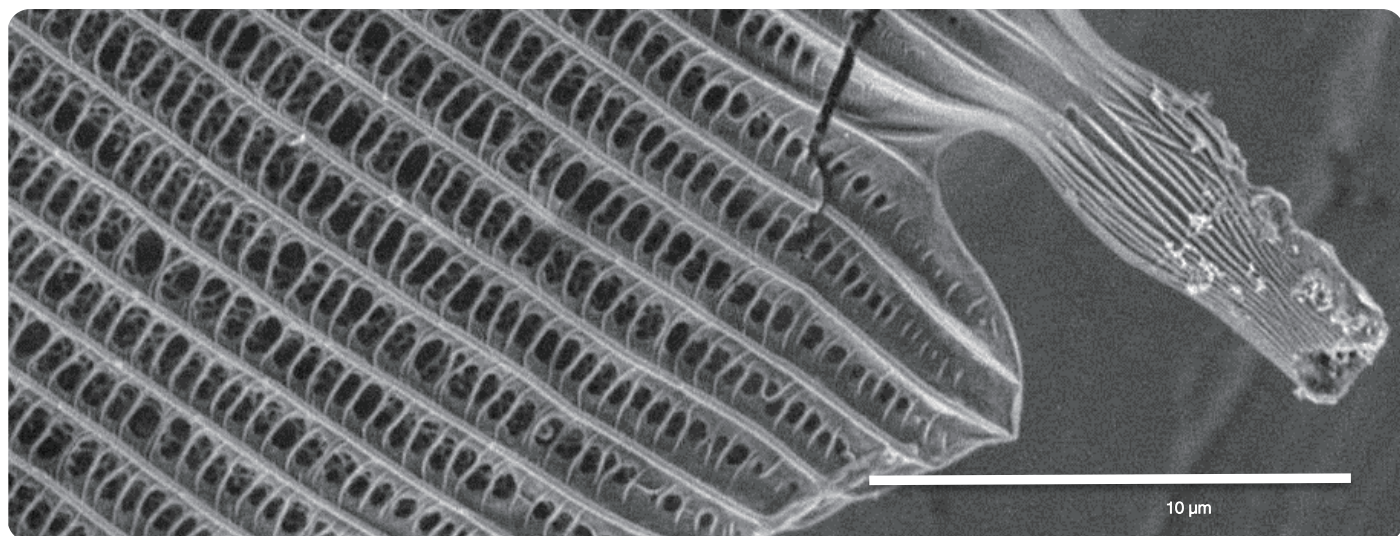


实时定量 EDS 成像

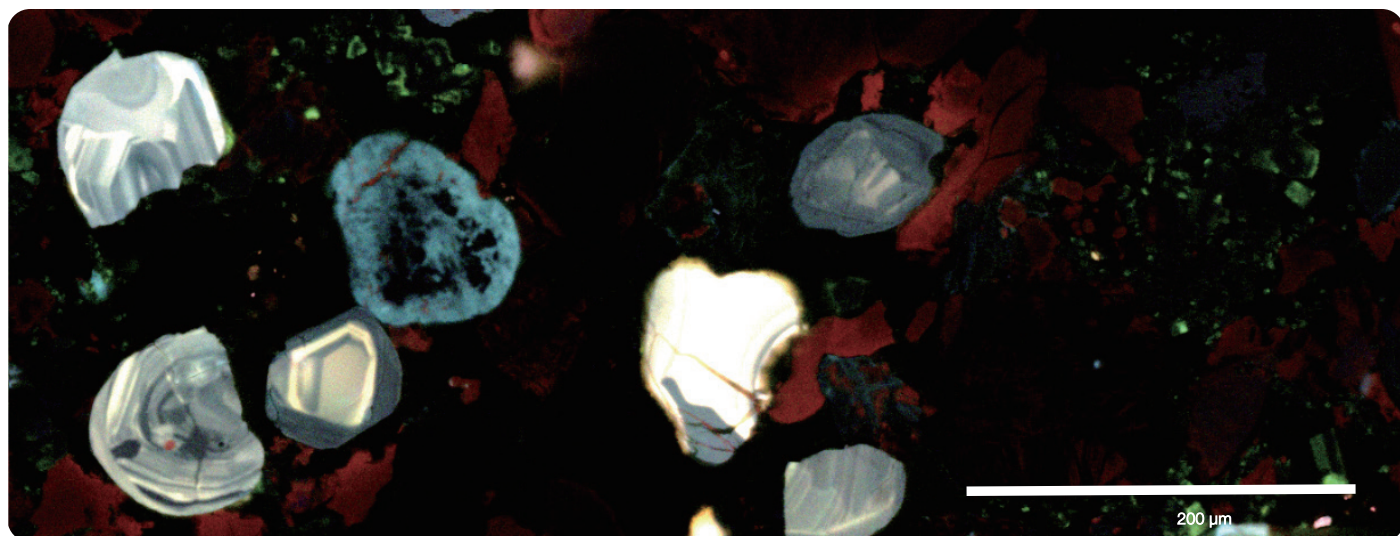


Axia ChemiSEM 更多应用示例

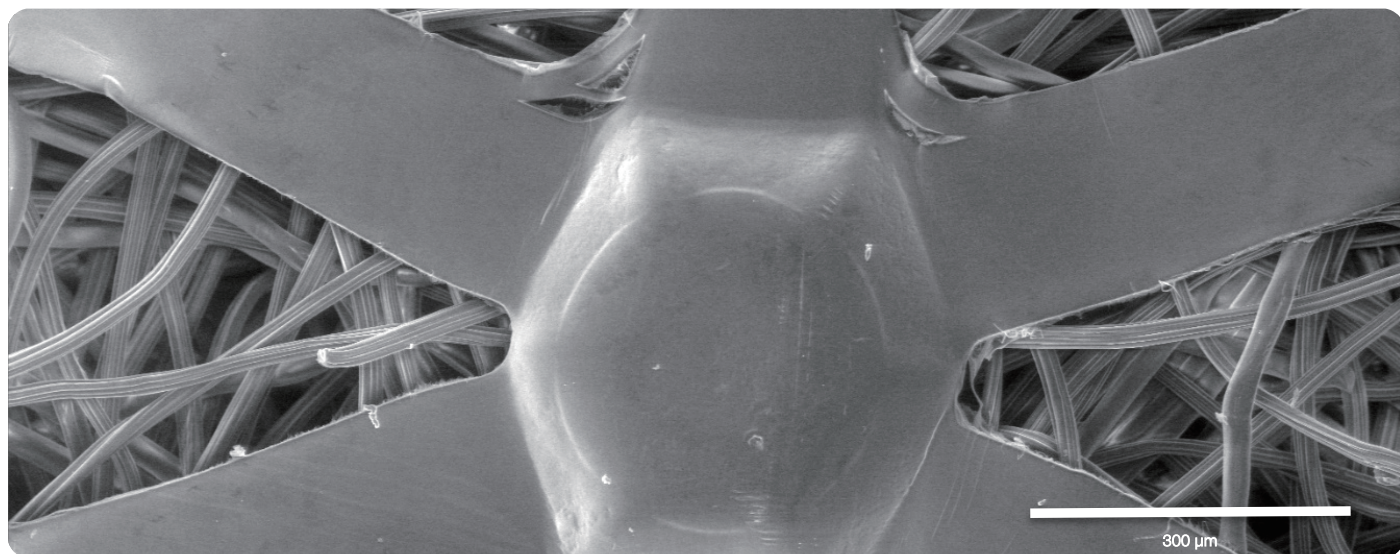
电子束减速模式成像



真彩阴极荧光成像

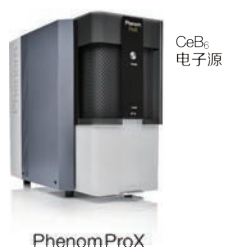


低真空成像



Phenom 台式扫描电镜

Phenom 台式扫描电镜分为三个系列：Phenom ProX、Phenom XL 和 Phenom Pharos，可广泛应用于金属、金相、陶瓷、复合材料、碳材料、高分子、环境、锂电池、半导体、医药、食品、生命科学、地质等各类型样品表征。



市面上唯一场发射台式电镜



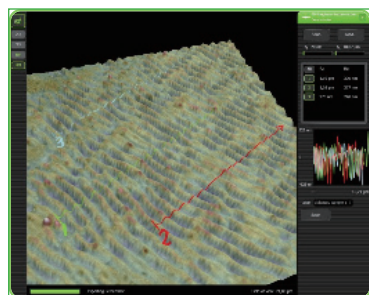
分辨率	<8 nm
最大样品尺寸	Φ=25 mm
放大倍数	150,000 x
成像时间	< 30 秒

分辨率	<14 nm
最大样品尺寸	100 x 100 mm
放大倍数	100,000 x
成像时间	< 45 秒

分辨率	<3 nm
最大样品尺寸	Φ=25 mm
放大倍数	1,000,000 x
成像时间	< 30 秒

Phenom 主要特点

- 分辨率最高的台式扫描电镜
- 操作最简便 + 最高效的扫描电镜：多项专利的支持
- 专利的防震技术
- 可靠、方便的维护
- 丰富的拓展功能：Phenom ProSuite 应用模块



3D roughness reconstruction
3D 粗糙度重建



Automated Image mapping
超大视野图像拼合



Element Mapping and line scan
元素面分析及线扫描



Fibermetric
纤维统计分析测量系统



Eucentric sample holder
优中心倾斜和旋转样品杯，适用于PhenomXL



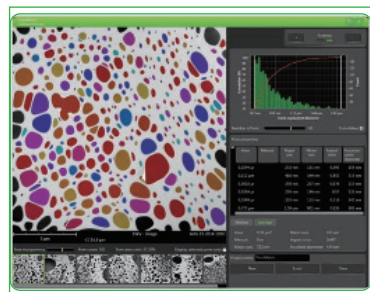
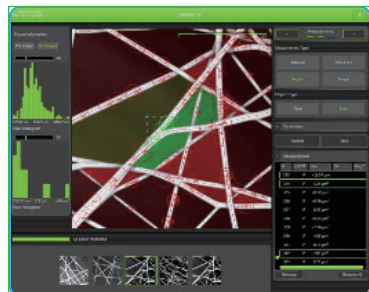
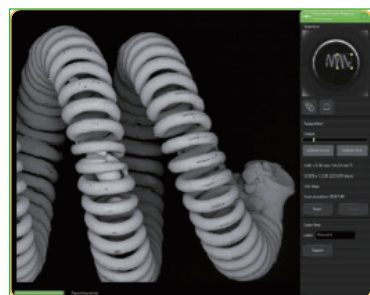
Tensile holder and time lapse
原位拉伸试验台及SEM动画制作，适用于Phenom XL



Particlemetric
颗粒统计分析测量系统

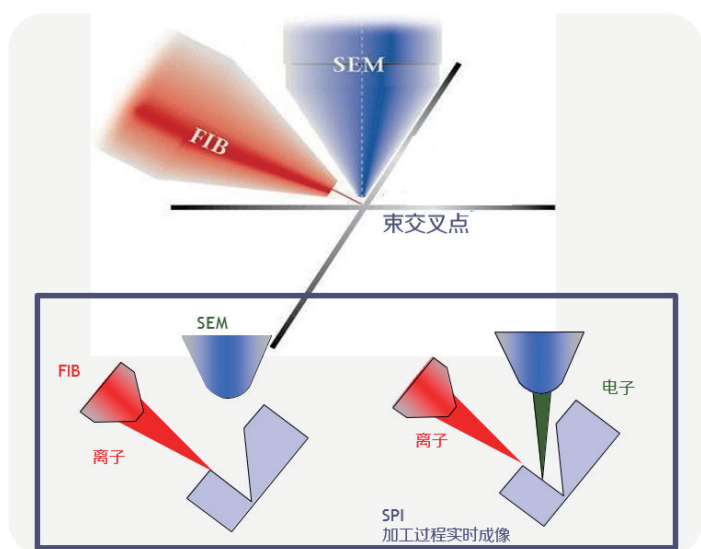
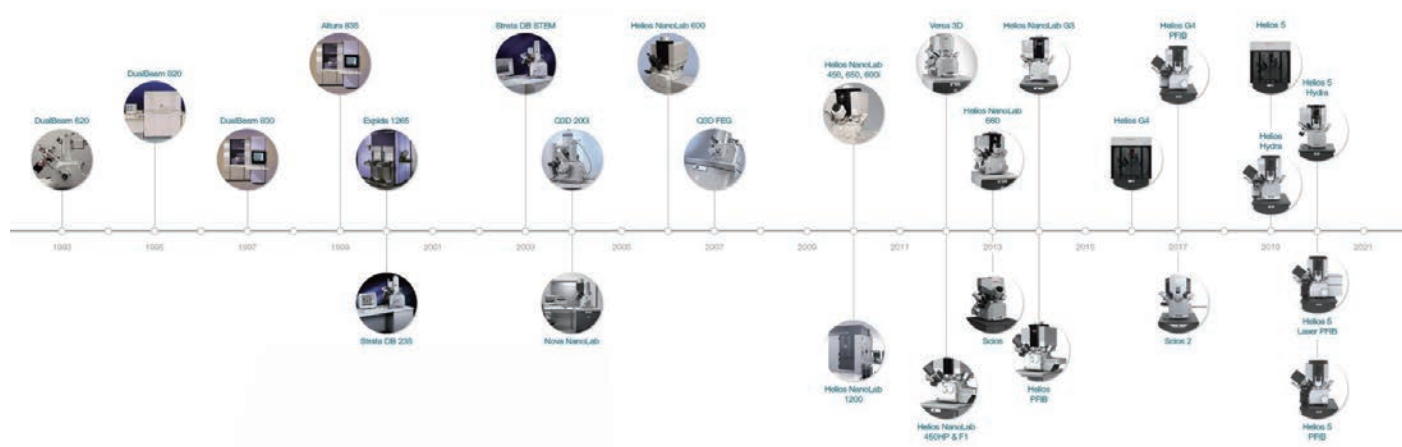


Porometric
孔径统计分析测量系统

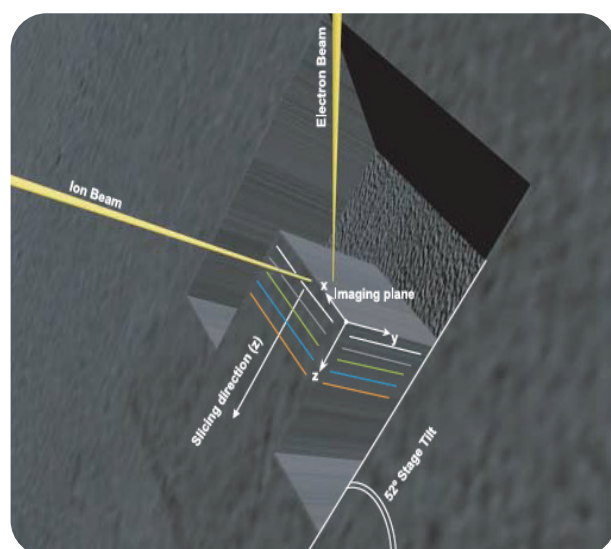


Small Dual Beam 双束显微镜

赛默飞拥有超过 30 年的双束显微镜创新经验



双束显微镜工作原理示意图



双束显微镜典型应用

- 定点和高质量的 TEM 样品制备
- 三维图像重构
- 三维 EBSD 分析
- 三维 EDS 能谱分析
- 截面样品
- 离子束成像：通道衬度效应
- 离子束刻蚀
- 离子束沉积
- 微纳尺度力学测试样品制备
- 针对束敏感样品或荷电样品进行高精度的 FIB 图形加工
- 纳米原型制备：复杂图案的刻蚀和沉积

Scios 3 C/S

通用型高性能双束显微镜

Scios 3C/S 主要技术参数及优势

- NICOl™ 电子镜筒的分辨率高，样品适用性广，可实现磁性、不导电、大高度差等样品的高分辨成像；
- 集成化镜筒内 Trinity 三探测器系统及仓室内多种可选探测器，同时获取丰富的样品信息；
- Sidewinder HT / Tomahawk HT 离子镜筒，可实现快速、高质量、定点 TEM 薄片和 APT 针尖制备；
- 可选 Auto Slice and View 5 软件，自动化采集连续切片的 SEM 图像，EDS、EBSD、ToF SIMS 图像，实现样品结构、元素、晶体取向等信息的重构；
- 标配 Rocking Polish 功能，有效消除不均质样品切割产生的窗帘效应；
- 标配 Drift Suppression 功能，有效消除离子束加工不导电样品产生的荷电效应，广泛应用于玻璃、金刚石、陶瓷等不导电样品的加工；
- 全新的自动截面切割和成像功能，可有效减轻操作人员的重复的工作量；
- 高度灵活的 110mm 样品台和内置的 Nav-Cam™ 相机显示精确样品导航。

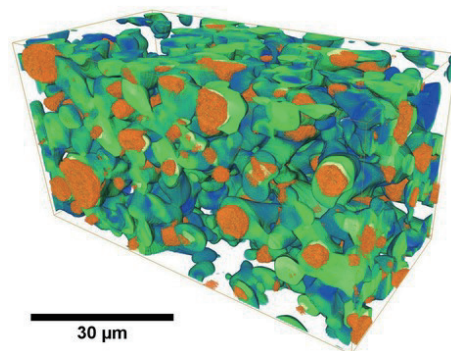
Scios 3C



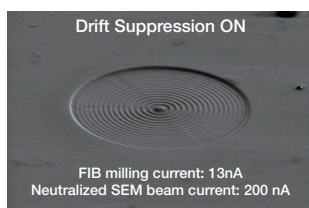
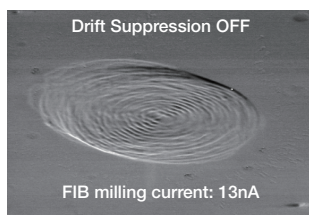
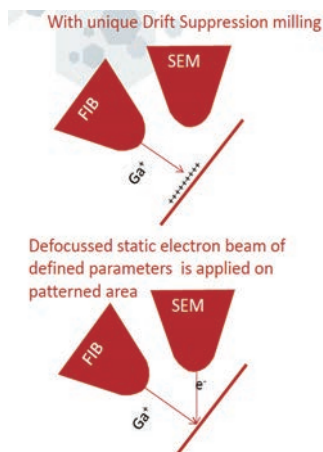
Scios 3S



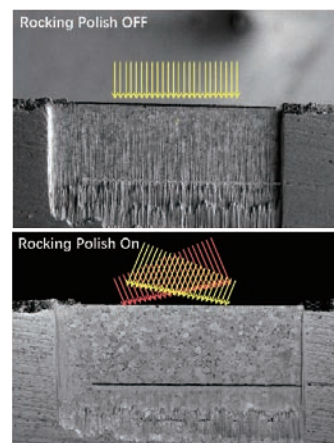
W-Mo-Cu 样品的三维重构



Drift Suppression 功能



Rocking Polish 功能

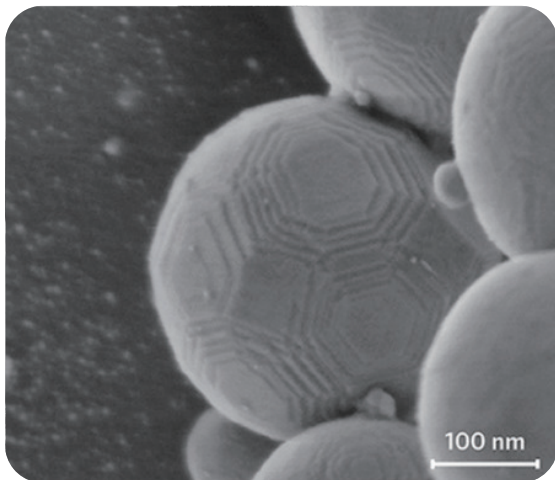


Helios 5 Ga⁺ 双束显微镜

Helios 5 Ga⁺ 双束显微镜主要优势

- 最佳的 Elstar™ 电子镜筒提供亚纳米级高分辨成像
- 多达 6 个集成化镜筒内及极靴下探测器，提供优质、锐利、无荷电的图像及最完整的样品信息
- 离子镜筒实现最快速、最简便的高质量、定位 TEM 和原子探针样品制备
- 可选 AS&V5 软件，自动化采集连续切片图像、EDS 或 EBSD 图像，实现三维重构
- 小于 10 nm 复杂结构的快速、准确、精确刻蚀和沉积
- 高度灵活的样品台和内置 Nav-Cam™ 相机实现精确样品导航
- 一体化等离子清洗、专用 DCFI 漂移校正帧积分技术和 SmartScan™ 等模式实现高分辨成像和精确图形加工
- 结合 SmartAlign（智能对中）和 FLASH（闪调）技术，帮助用户在最短时间内获得纳米尺度信息

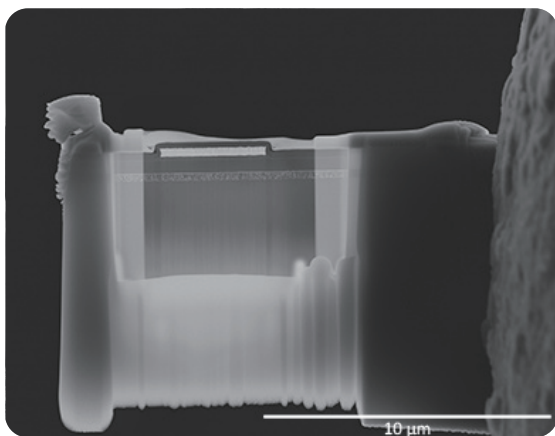
氧化铝纳米球在 700 V 下成像



图片提供者：Mark Darus, Thermo Fisher Scientific.

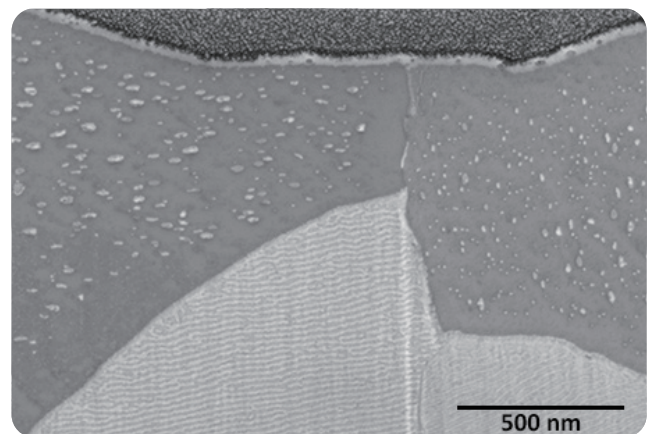


高质量 TEM 样品制备



制备时间不超过 1 小时。

锡合金的高分辨截面成像

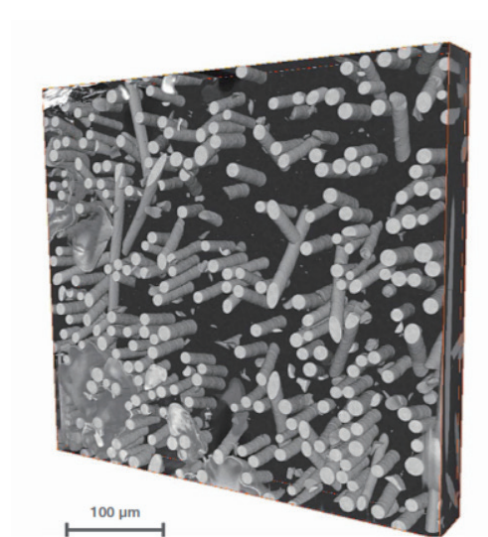


Helios 5 Hydra 双束显微镜

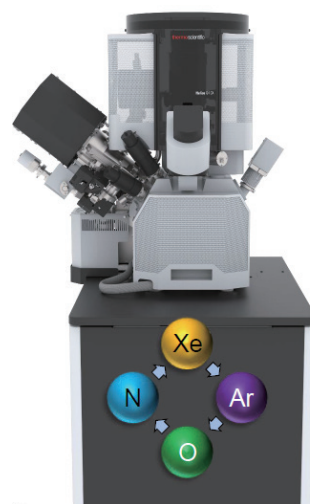
多离子源快速切换，DualBeam 技术启迪突破性创新

Helios 5 Hydra 系列主要优势

- 独特的四离子源（ Xe^+ 、 Ar^+ 、 O^+ 、 N^+ ）可快速切换
- Xe 离子束实现高效加工和高分辨成像
- O 离子束改善碳基材料加工性能
- 聚焦 Ar 离子实现先进 TEM 样品制备
- 轻松选择最适用的离子束，进一步优化 SIMS 等多种应用
- 最佳 Elstar 电子镜筒结合高电流 UC^+ 单色器技术，在低能量下提供亚纳米级高分辨成像
- 多达 6 个集成的镜筒内及透镜下探测器，提供优质、锐利、无荷电的图像及最完整的样品信息
- 多气体注入或单气体注入系统为电子和离子束诱导沉积和蚀刻提供最先进的性能
- 一体化等离子清洗、专用的 DCFI 漂移校正帧积分技术和 SmartScan™ 等模式实现高分辨成像
- 结合 SmartAlign（智能对中）和 FLASH（闪调）技术，帮助用户在最短时间内获得纳米尺度信息



汽车机油滤清器壳体（聚合物 / 玻璃纤维）的三维重构，使用带有聚焦氧离子束和 View4 软件的 Helios Hydra DualBeam 获得自动连续切片。水平场宽度 = 350 μm。



高质量大尺度 TEM 样品制备



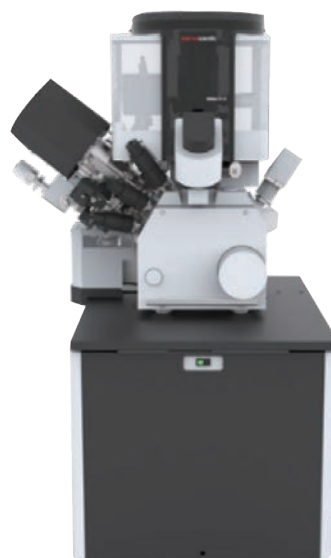
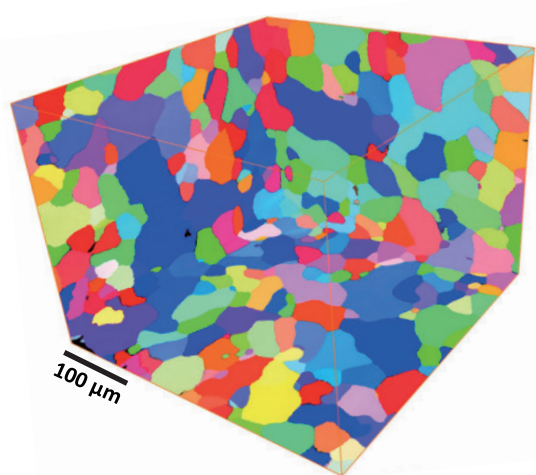
Helios 5 PFIB 双束显微镜

适用于大体积三维表征、无镓离子污染样品制备和精确微加工

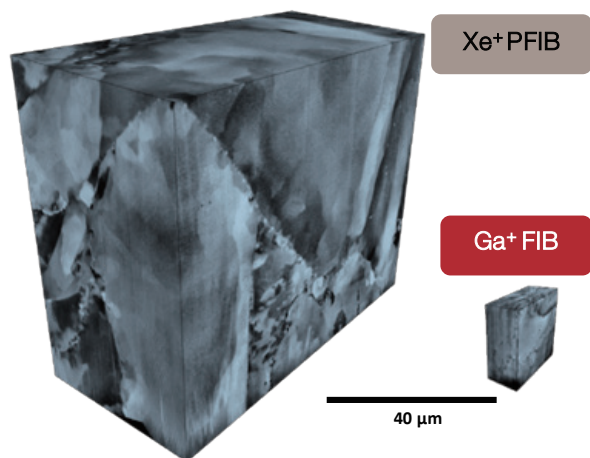
Helios 5 PFIB DualBeam 主要优势

- 新一代 2.5 μA 氙等离子 FIB 镜筒 (PFIB 2.0) 实现最高效、最高质量的三维表征、截面加工和微加工
- 可选 AS&V5 软件，自动化采集连续切片图像、EDS 或 EBSD 图像，实现三维重构
- PFIB 2.0 结合自动化 TEM 样品制备工作流程，可实现最高质量的无 Ga+ TEM 样品制备
- 最佳 Elstar 电子镜筒结合高电流 UC+ 单色器技术，在低能量下提供亚纳米级高分辨成像
- 多达 6 个集成的镜筒内及透镜下探测器，提供优质、锐利、无荷电的图像及最完整的样品信息
- 多气体注入或单气体注入系统为电子和离子束诱导沉积和蚀刻提供最先进的性能
- 一体化等离子清洗、专用的 DCFI 漂移校正帧积分技术和 SmartScan™ 等模式实现高分辨成像
- 结合 SmartAlign (智能对中) 和 FLASH (闪调) 技术，帮助用户在最短时间内获得纳米尺度信息
- 电子束分辨率: 0.7 nm@1 kV

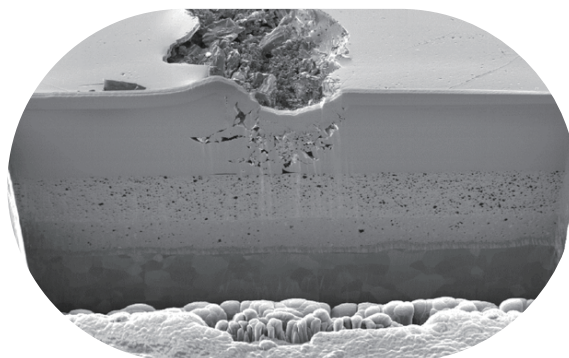
铝合金样品的快速三维 EBSD 重构



贝氏体不锈钢的 3D 成像分析



油漆涂层截面样品，宽度 500 μm



Xe+ PFIB 和 Ga+ FIB 在同样时间内加工出的贝氏体不锈钢的体积对比

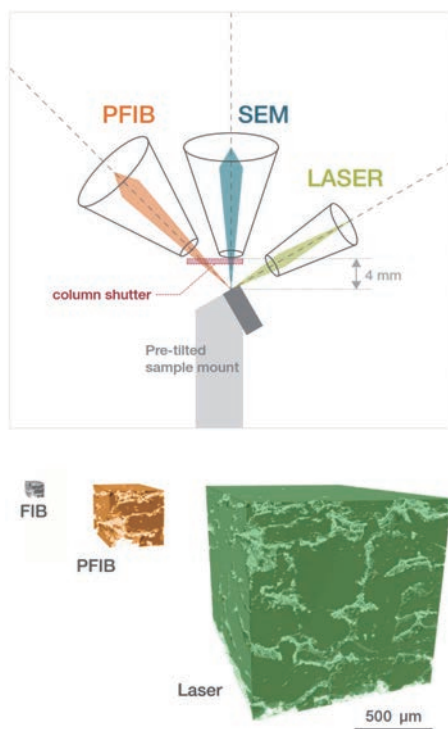
Helios 5 激光 PFIB 双束显微镜

以纳米分辨率实现毫米尺度上的最快速、高品质的表面下及三维表征

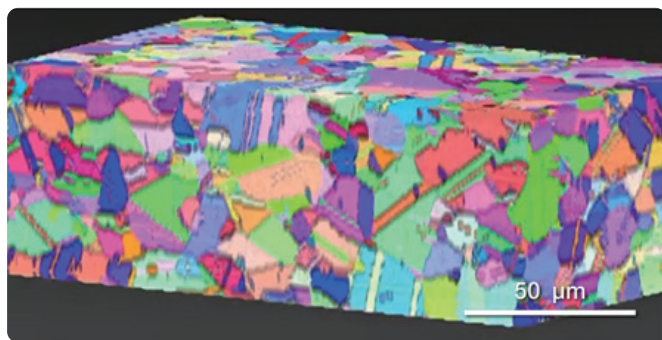
Helios 5 激光 PFIB 系统主要优势

- 大体积横截面制备，实现快速失效分析
- 毫米级三维激光连续切片，进行三维 EDS 或 EBSD 分析
- 针对各类挑战性材料（如炭基材料、离子束敏感材料、不导电材料）实现快速、高品质处理
- 最快的毫米级横截面材料去除，材料去除率比典型的镱离子源双束显微镜快 15,000 倍
- 电子束分辨率：0.7 nm@1 kV

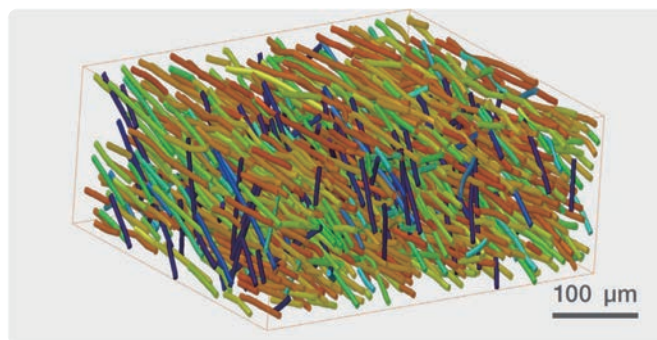
Helios 5 激光 PFIB 原理及其与 FIB、PFIB 在相同时间内的加工体积对比



镍基高温合金的三维 EBSD 表征



碳纤维增强环氧树脂复合材料三维表征

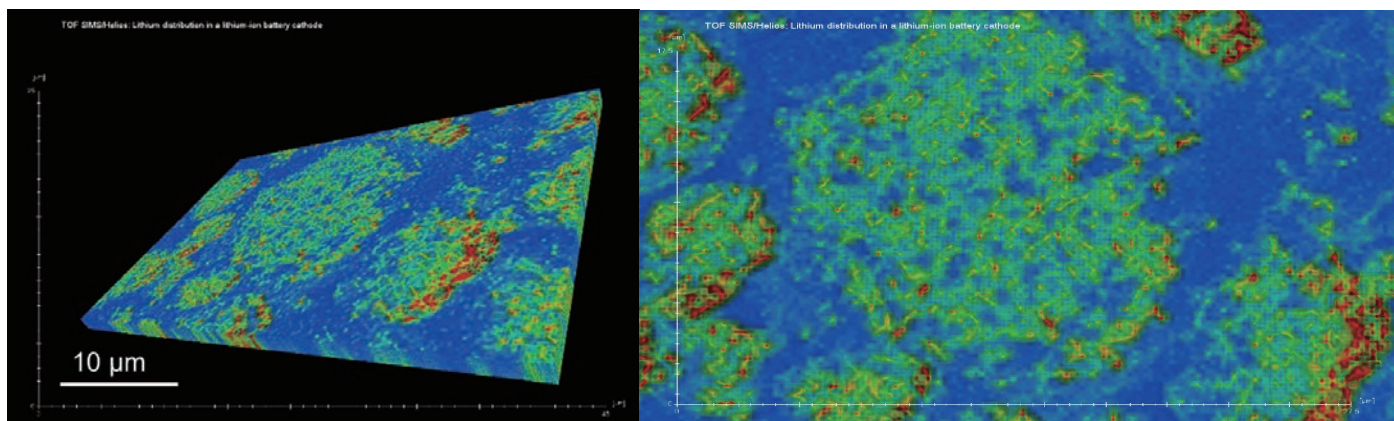


双束显微镜相关附件

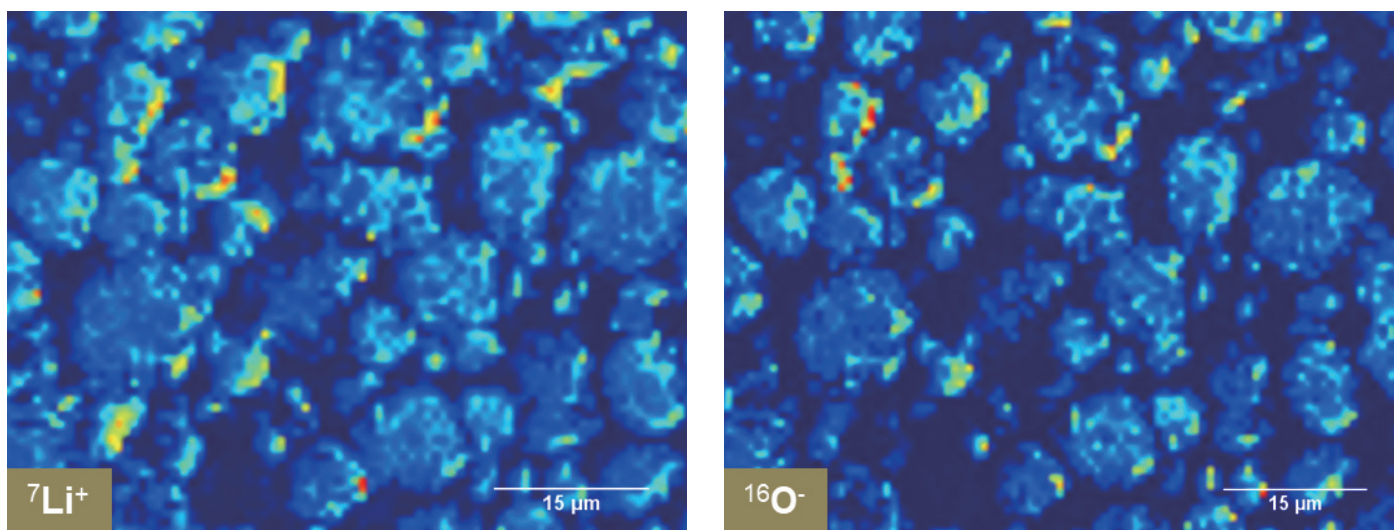
TOF-SIMS 飞行时间二次离子质谱

二次离子质谱 (Secondary Ion Mass Spectrometry, SIMS) 是一种材料表面化学分析技术，它依赖于收集和分离从材料表面产生的二次离子，根据检测到的离子的质荷比 (m/z) 而给出材料表面成分信息。飞行时间二次离子质谱 (TOF-SIMS) 是质谱分析的其中一种方法或者是其中一种类型的质谱分析仪。

基于双束扫描电镜聚焦离子束 (DualBeam SEM-FIB) 的二次离子质谱和专用的二次离子质谱仪器的主要区别之一是分析离子束 (primary ion beam or analytical beam) 的离子类型和离子源的种类。同时，和专用的二次离子质谱仪器系统相比，质谱仪需要以紧凑型的方式集成于双束电子显微镜系统于一体，在保证双束扫描电镜聚焦离子束显微镜的所有应用不受影响的前提下，来获得以离子束为分析束的材料表面化学信息。镓 - 聚焦离子束 (Ga-FIB) 可以提供比任何专用二次离子质谱更好的二次离子质谱图像横向分辨率。Hydra 多离子等离子体源离子束 (Xe^+ 、 Ar^+ 、 O^+ 、 N^+) 为 FIB-SIMS 的应用提供了不同类型离子的选择，氙气等离子体提供了优良的深度分辨率。



锂离子电池 TOF SIMS 三维图像显示锂离子的三维分布

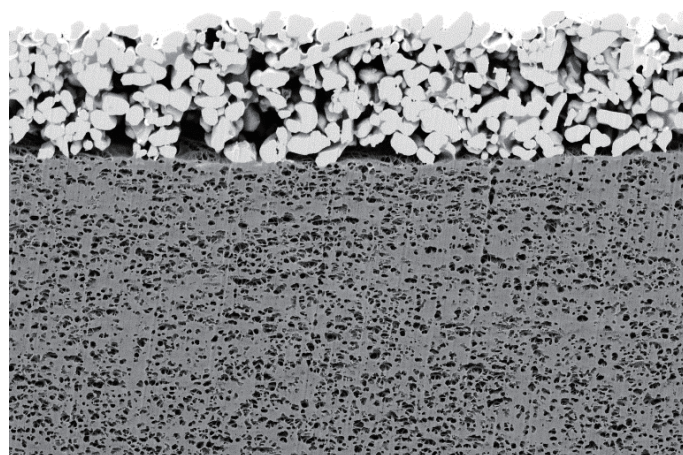
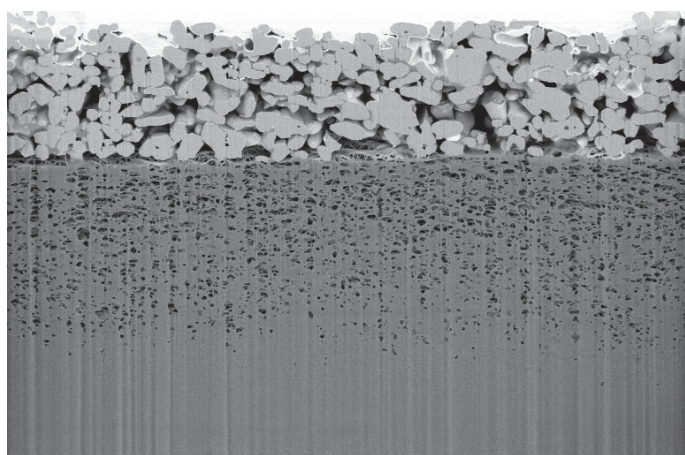


锂离子电池正极中的锂和氧的分布

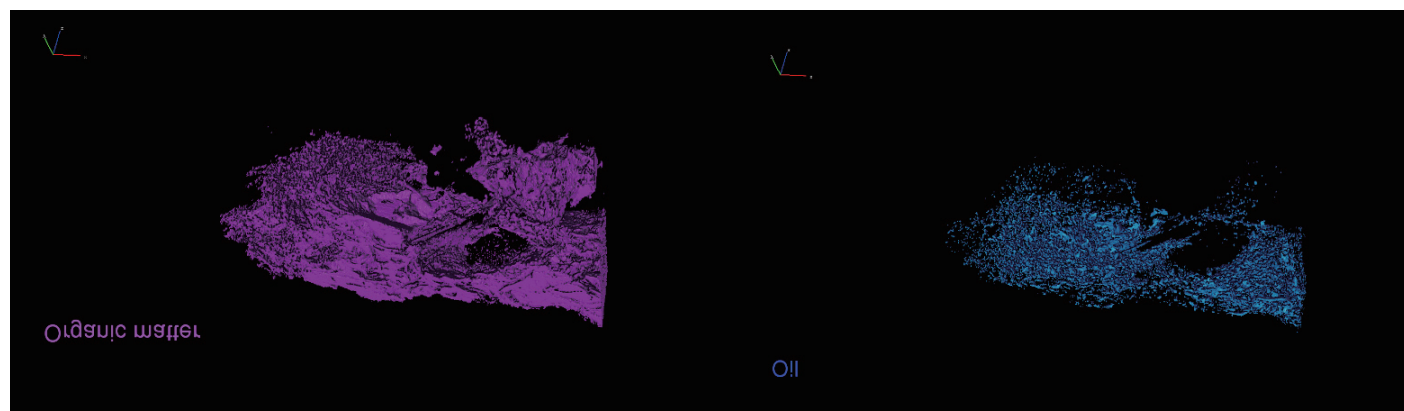
双束显微镜相关附件

Cryo-FIB 冷冻表征

针对各类对气体和水分等介质敏感的材料样品，赛默飞提供全套冷冻传输及表征附件方案，既可以实现样品原生态下表面或者断面的精细形貌、结构等的观察和分析，亦可以实现细胞、晶体等样品在冷冻条件下原位切割减薄，制备 TEM 薄片，以进行高分辨冷冻透射电镜数据的采集和分析。



电池隔膜材料在室温和 -160°C 条件下的截面加工效果对比



页岩微观孔隙中有机质及油的三维表征，样品及数据由西南石油大学石工院王铭伟老师友情提供

X 射线光电谱技术（XPS）表面分析

随着分析技术的发展，对材料的表面信息以及界面间相互作用的研究至关重要。XPS 的极其表面敏感性，可分析表征材料表面 0 到 10 nm 之间的元素组成及化学态信息，可检测从 Li 到 U 范围内的元素，不仅被广泛地应用于化学分析、材料开发应用研究、物理理论探讨等学术领域，还被越来越多地应用于纳米功能材料开发、玻璃涂层、半导体器件、镀膜材料工艺评估诸多工业领域。

- K-Alpha 高性能、大吞吐量 XPS 系统：高效、直观和性能优越的化学分析能力，用于表征材料表面和超薄薄膜
- Nexsa G2 多技术集成型高性能 XPS 系统：在保证高效的数据质量和样品测试量的同时，专门设计的多技术联合测试结合平台
- ESCALAB Xi+ 多功能表面分析 XPS 系统：XPS 微探针技术，用于定量 XPS 成像和多技术联合表面分析。基于可扩展功能、系统优化以及多分析技术的集成化平台，实现无与伦比的灵活性和完备的专业配置选项

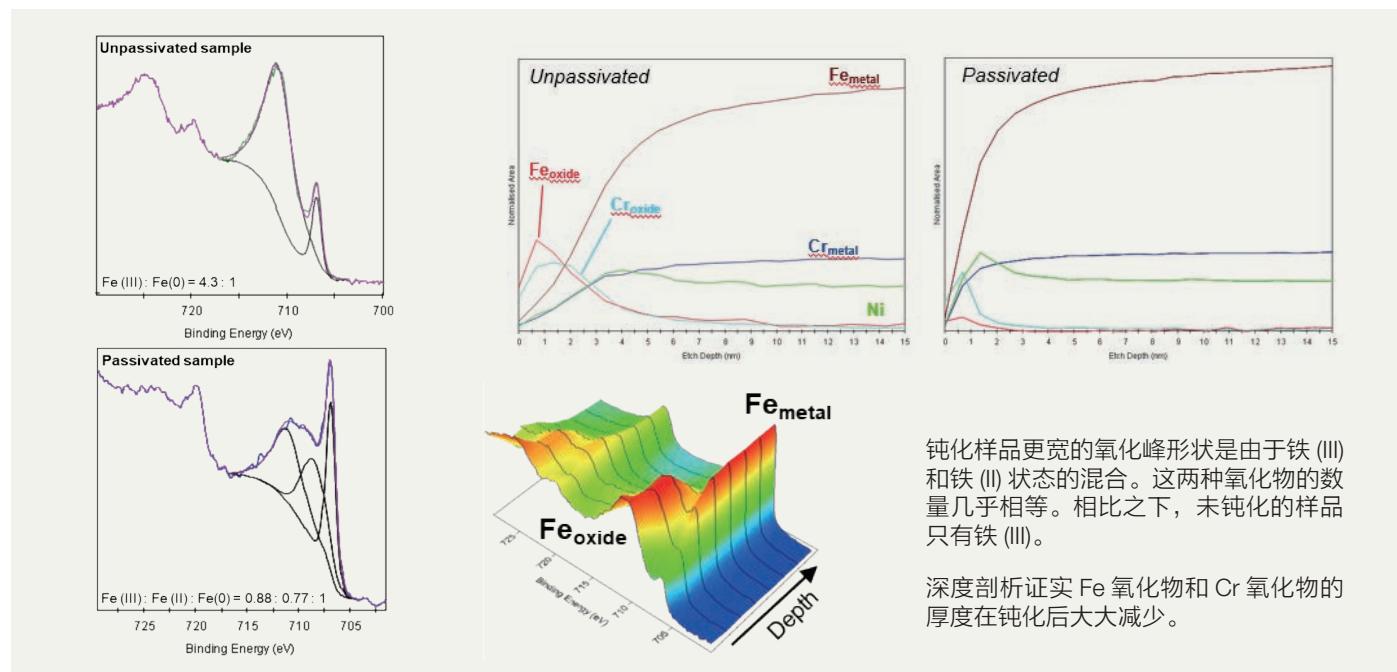
XPS 针对各类材料表征，可提供以下信息：

- 元素组成、化学态的定性鉴别
- 元素组成、化学态的定量分析
- 不同元素、化学态的面分布
- 结合离子刻蚀得到元素及化学态的深度分布
- 结合多种表面分析技术可得到材料功函数信息、电子结构信息



XPS 主要应用示例

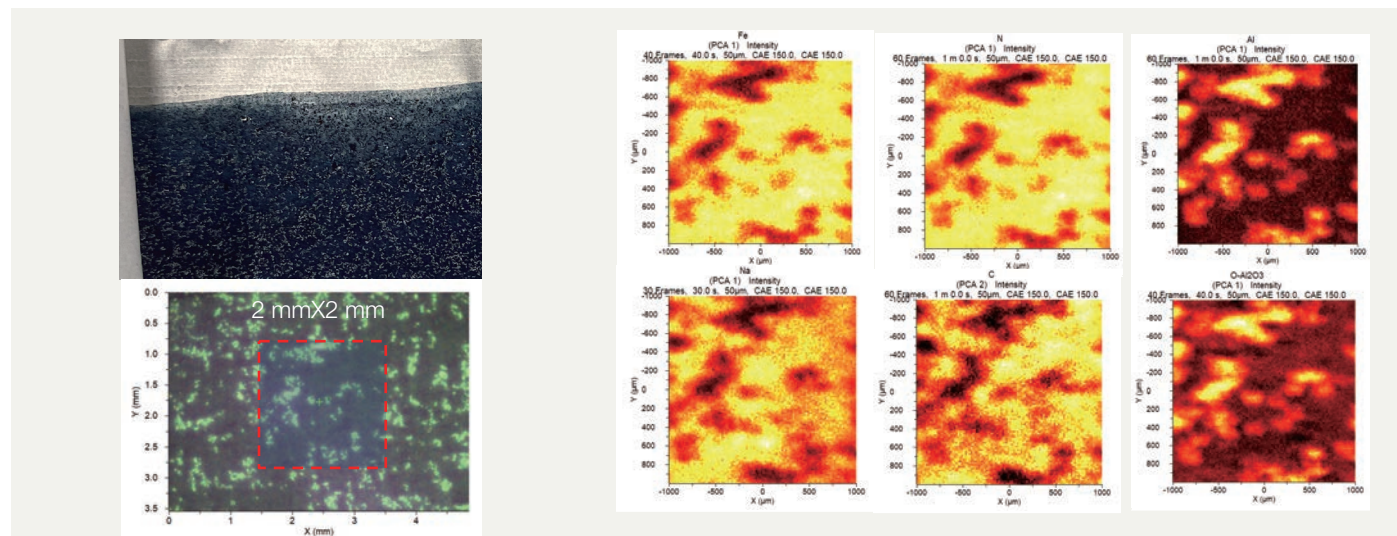
钢铁钝化质量的评价分析



钝化样品更宽的氧化峰形状是由于铁 (III) 和铁 (II) 状态的混合。这两种氧化物的数量几乎相等。相比之下，未钝化的样品只有铁 (III)。

深度剖析证实 Fe 氧化物和 Cr 氧化物的厚度在钝化后大大减少。

XPS 分析钠离子电池正极材料中异物及杂质成分

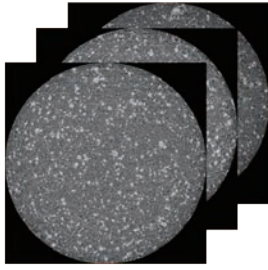


特色 SnapMap 快照成像功能：1~2 分钟即可快速得到元素的面内成像分布图，实现高效 XPS 成像分析

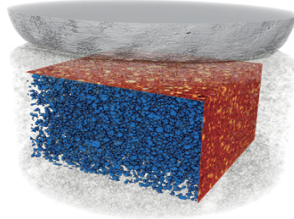
结合光学视图，C/N/Na/Fe 元素分布区域一致，分布在黑色区域；Al-Al₂O₃/O-Al₂O₃ 元素分布区域一致，分布在白色异物颗粒区域，与 C/N/Na/Fe 元素分布形成互补

Thermo Scientific Avizo 三维可视化分析软件

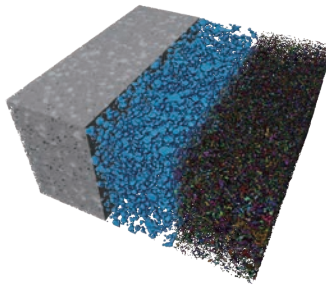
图像处理及高级模块



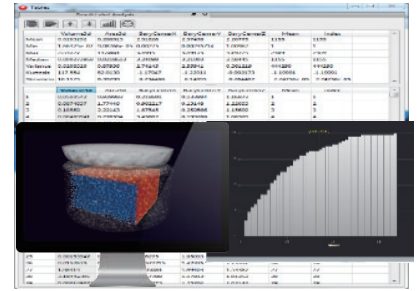
数据读取



可视化与探索

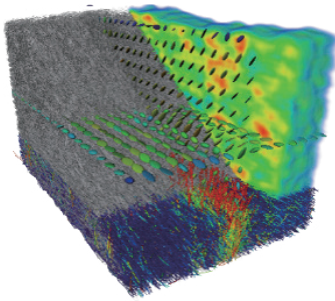


图像分割

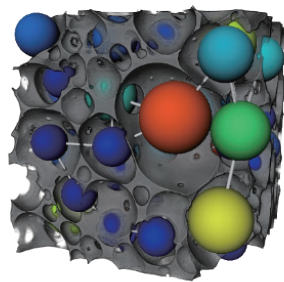


定量及动画展示

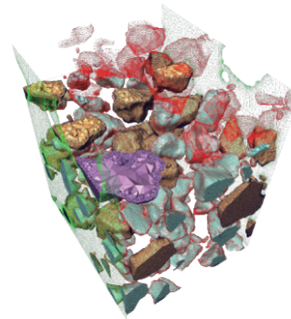
基于 recipes 的一键式批处理功能



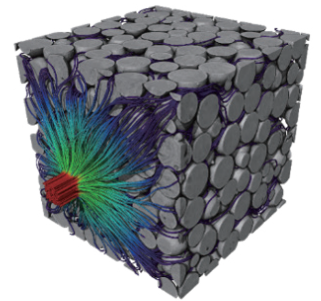
单根纤维提取与定量



球棍模型与定量



三维四面体网格与模拟



物理性质模拟

专注于特定类型材料的研究及工程应用

数据读取

- 处理任何模态、尺度、及大小的数据
- 导入多种图像格式，包括但不限于 *.TIFF, *.MRC
- 图像增强及去伪影算法
- 支持有限元

可视化和探索

- 正交切片，斜切，圆柱和弯曲切片
- 轮廓和等值面提取
- 最大信号强度或其他类型的投影

图像分割

- 阈值处理和自动分割
- 区域生长，轮廓，插值，图像卷绕，平滑
- 形态学处理，包括分水岭和盆地
- 基于机器学习，深度学习的分割
- FEA / CFD 的网格生成

定量

- 内置数百种参数且支持自定义参数，包括计数，体积，面积，周长，孔隙率
- 生成统计或分布图
- 可定义测量标准进行特征过滤或筛选
- 多模态图像配准

动画展示

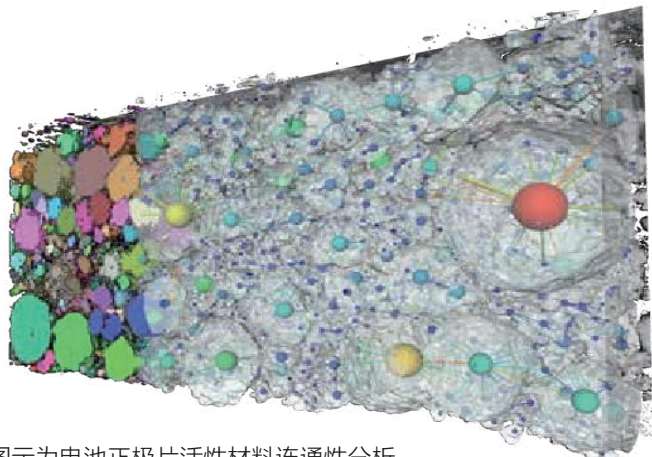
- 动画和视频生成
- 支持爆炸图结构展示

自动化及编程语言生态系统

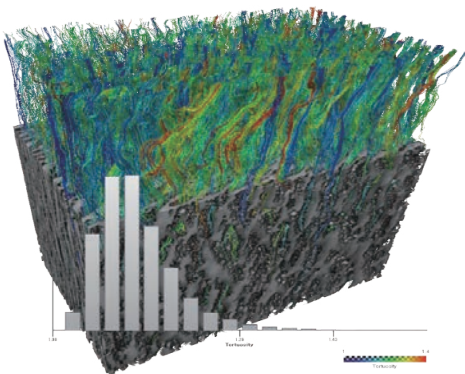
- 支持自定义分析流程及自动化
- Python 脚本 API
- 自定义 C++ 模块开发
- MATLAB™ 桥接器

专业培训及软件定向开发

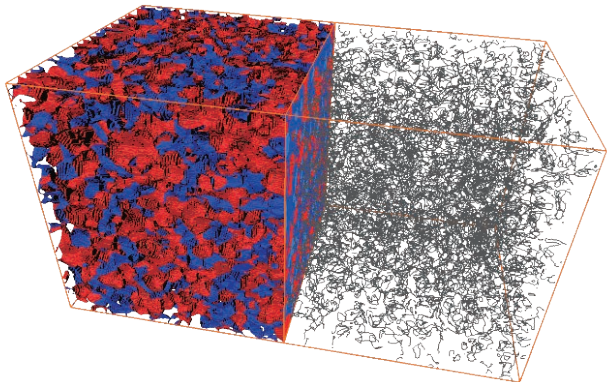
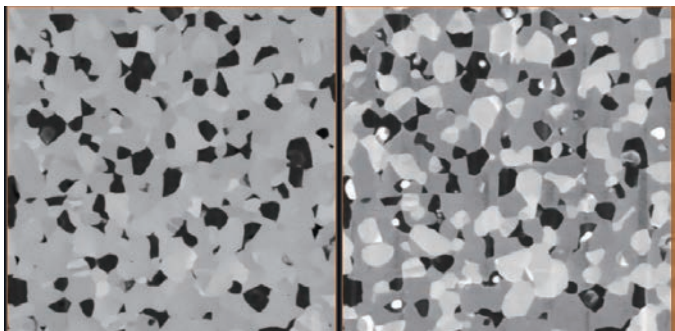
Thermo Scientific Avizo 三维可视化分析软件应用示例



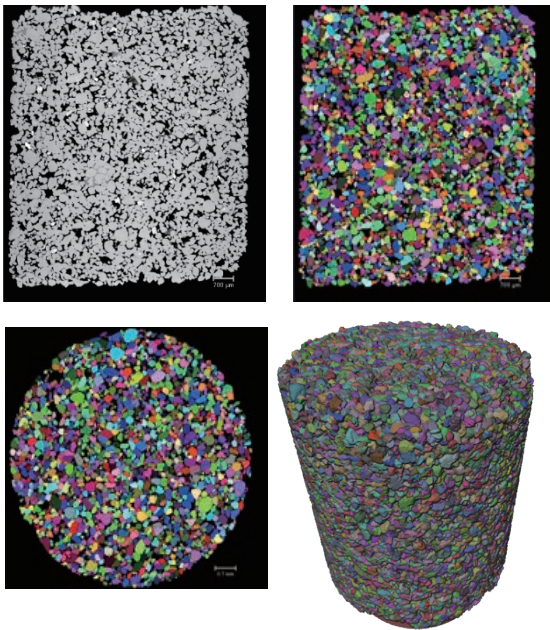
图示为电池正极片活性材料连通性分析
数据采集：Thermo Scientific™ Helios™ PFIB DualBeam™



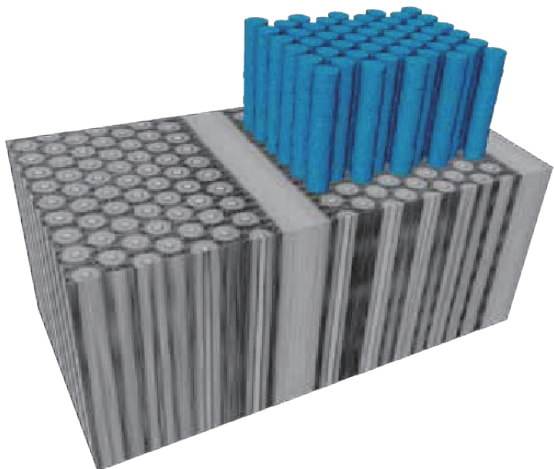
图示为锂电池隔膜孔隙的曲折度表征



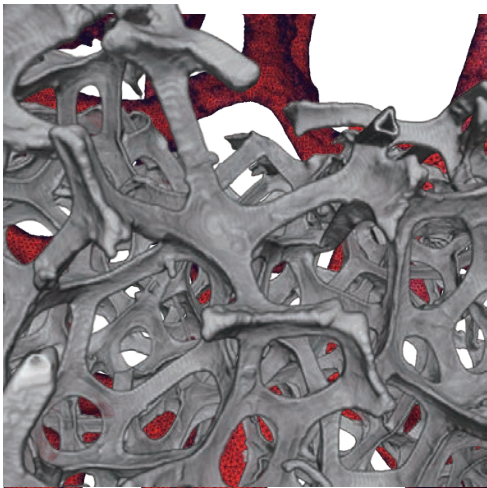
图示为固体氧化物燃料电池的分割及三相界面



图示为地质材料分割及三维渲染，不同颜色代表不同的颗粒



图示为半导体器件 3D NAND 的原始数据及通道三维渲染



图示为基于泡沫金属图片生成的三维四面体网格，常应用于有限元或计算流体力学模拟

赛默飞世尔科技

上 海
上海市浦东新区新金桥路27号3,6,7号楼
邮编 201206
电话 021-68654588*2570

上海市浦东新区金科路2517号中国芯科技园A座
邮编 201203
电话 021-80125200

成 都
成都市临江西路1号锦江国际大厦1406 室
邮编 610041
电话 028-65545388*5300

南 京
南京市中央路201号南京国际广场南楼1103室
邮编 210000
电话 021-68654588*2901

北 京
北京市东城区北三环东路36号环球贸易中心C座7层/8层
邮编 100000
电话 010-87946888

沈 阳
沈阳市沈河区惠工街10号卓越大厦3109 室
邮编 110013
电话 024-31096388*3901

武 汉
武汉市东湖高新技术开发区高新大道生物园路
生物医药园C8栋5楼
邮编 430075
电话 027-59744988*5401

广 州
广州国际生物岛寰宇三路36、38号合景星辉广
场北塔204-206 单元
邮编 510000
电话 020-82401600

西 安
西安市高新区科技路38号林凯国际大厦
1006-08单元
邮编 710075
电话 029-84500588*3801

昆 明
云南省昆明市五华区三市街6号柏联广场写字
楼908单元
邮编 650021
电话 0871-63118338*7001

欲了解更多信息，请扫描二维码关注我们的微信公众账号

赛默飞世尔科技在全国有共21个办事处。本资料中的信息，说明和技术指标如有变更，恕不另行通知。



赛默飞
官方微信



赛默飞
电子显微镜官方微信



赛默飞冷冻电镜
CryoEM 官方微信

售前咨询 400 650 5118
售后维修 400 842 4306
www.thermofisher.cn

ThermoFisher
S C I E N T I F I C