

电子能量过滤器及成像系统

德锐特电子能量过滤器及成像系统采用创新光学设计,具备优异的零损失峰 (ZLP) 稳定性与免重复合轴的特性,为透射电子显微镜的谱学分析与成像应用提供高效、可靠的一体化解决方案。系统集成电子能量损失谱 (EELS) 与能量过滤成像 (EFTEM) 双模式,兼具高能量分辨率、宽动态能量范围和可变入口光阑设计,可覆盖从低能损失谱学到超高能损失谱分析的广泛实验需求,为前沿材料科学与生命科学等研究提供强有力的技术支撑。

性能优势

- **稳定的零损失峰 (ZLP):** 8小时内ZLP峰位漂移1 eV, 实际可达12小时, 长时间实验无需反复校准
- **EFTEM/EELS模式简易切换:** 能量选择狭缝后置的独特设计, EFTEM与 EELS 模式切换、能量范围切换均无需重新合轴
- **可变入口光阑:** EFTEM模式入口光阑最大直径 12 mm, 成像视野更大; EELS 最小光阑直径2 mm, 能量分辨率更佳
- **高能量分辨率和低非等色性:** 设计能量分辨率 $\Delta E < 35$ meV; 不同光阑下非等色性均 < 0.1 eV
- **灵活的探测器幅面切换:** 探测器幅面 2.5% ~ 90% 灵活切换, 兼顾高速采谱与动量分布研究
- **宽域、灵活的动态能量范围:** 动态能量范围连续可调, 覆盖 16 eV ~ 4096 eV EELS谱采集
- **强大开放的软件平台:** 集成 EFTEM / EELS / EF-4D STEM 全流程工作流, 支持光学参数手动微调, 一键自动校正合轴, 自定义STEM扫描路径等功能

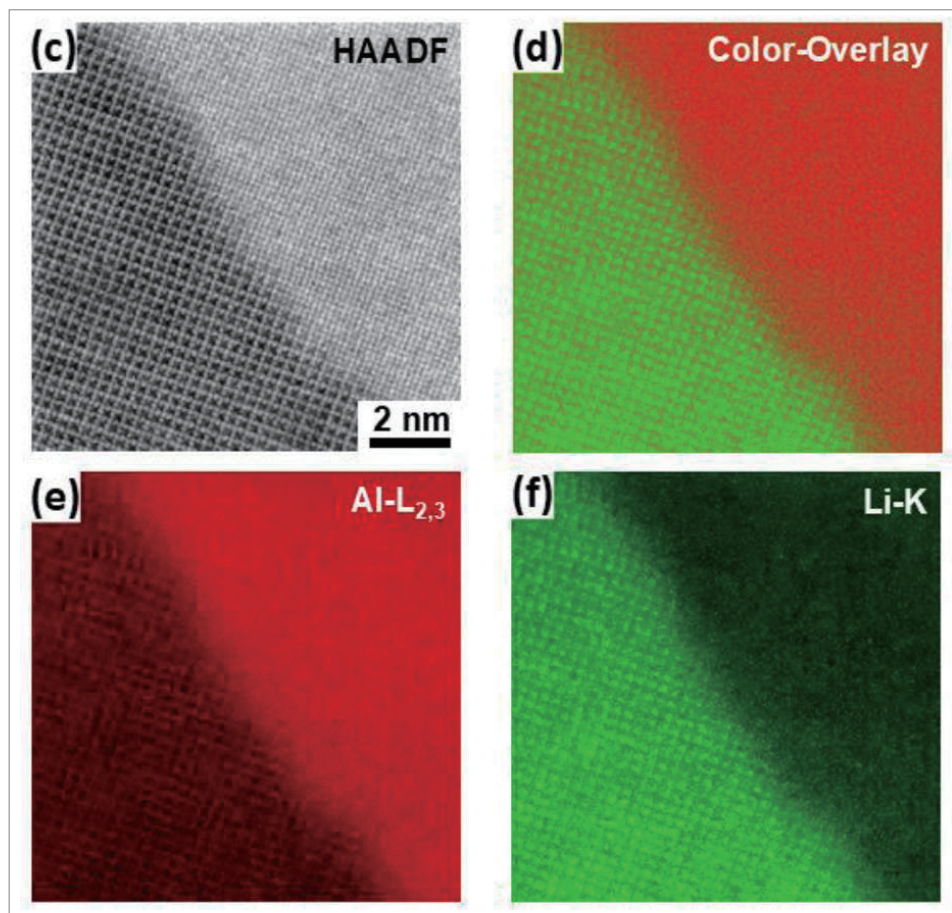
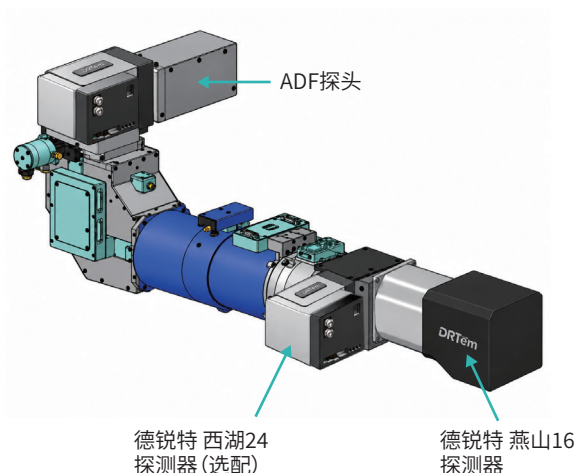


图1. Al, Li的原子级 EELS mapping 分析
Watanabe, Masashi, et al. Microscopy and Microanalysis 31 (2025)

主要应用领域

- 原子分辨EELS 面扫描分析：从轻元素 (Li、O) 到重元素 (Au、Ni) 的原子级元素组分以及元素价态的解析
- 能量过滤 4D-STEM：零损失峰 (ZLP) 过滤显著提升衍射数据质量与叠层衍射成像重建效果
- 等离子激元与低能损失谱研究：表面等离激元分布成像、动量分辨 EELS (qEELS) 等
- 样品厚度定量分析：基于低能损失谱 t/λ 比值测定局域厚度, 为定量分析提供基础参数

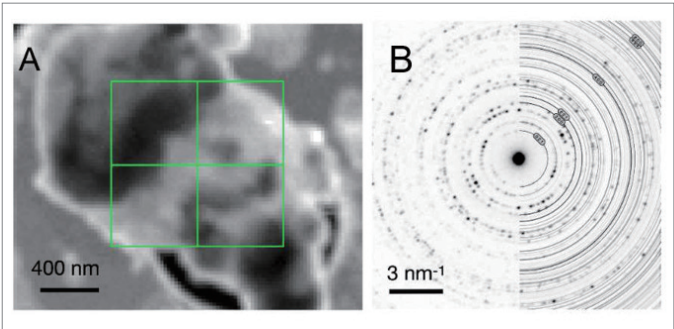


图2. 黄嘌呤晶体的能量过滤4D-STEM虚拟暗场像 (图A) 及衍射图 (图B)
ifliand, maria, et al. chemrxiv (2025)

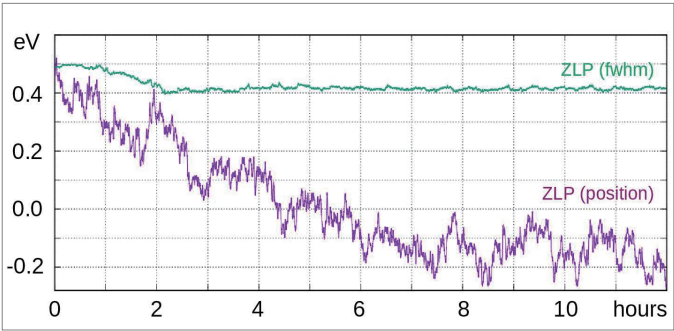


图3. EELS零损失峰 (ZLP) 的优异稳定性 (8小时内 ZLP漂移位移小于 1 eV)

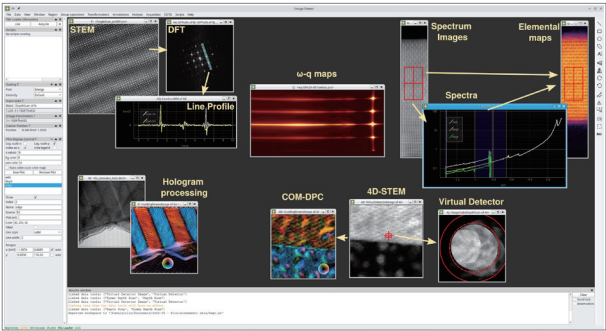


图4. 配套控制软件集成EFTEM, EELS多 workflow

产品参数

能量过滤器指标		能量过滤器指标	
工作电压	30-300 kV (适配国内外主流电镜型号, 如赛默飞, 日立, 日本电子)	工作模式	EELS, EFTEM
*设计能量分辨率	< 0.1 eV	探测器配置	燕山16 (标配) 西湖24 (选配)
**能量范围	16 - 4096 eV	探测器类型	光纤耦合间接电子探测器 MAPS直接电子探测器
**狭缝宽度	1.00 eV to > 1000 eV	像素数量	4K×4K 4K×6K
**滤波器稳定性	0.1 Hz – 200 Hz: < 45 meV (FWHM)	像素尺寸	9 μm 9.75 μm
	10 mHz – 100 mHz: < 40 meV (FWHM)	特点	零损失峰 (ZLP) 稳定性 <1 eV/8h
	1 mHz – 10 mHz: < 40 meV (FWHM)		自动光路合轴
**等色性 (RMS)	0.03 eV (8mm 光阑)		EFTEM/EELS 模式简易切换
**等色性 (峰-峰值)	0.15 eV (8mm 光阑)		探测器面幅灵活切换
**畸变 (RMS)	0.3 % (8mm 光阑)	支持能量过滤4D-STEM	
**畸变 (最大值)	0.75 % (8mm 光阑)		
		CEOS Panta Rhei 软件平台	

* 最终系统分辨率取决于TEM性能和环境条件。

**技术指标均基于200kV工作电压。