

聚焦离子束电子束微加工与成像系统技术指标

一 设备用途与功能：

聚焦离子束电子束双束系统用于高质量定点双球差 TEM 样品制备；金属、半导体、电介质、多层膜结构等固体样品上制备微纳结构；化学和晶体结构三维形态分析；离子束刻蚀、离子束沉积、电子束沉积；可进行金属样品的沉积等功能。

二 工作条件：

- 1 电压：230V (-6%, +10%)
- 2 环境温度：20°C (+/- 4°C)
- 3 相对湿度： < 80% RH
- 4 噪音： < 50 dBC
- 5 可持续运行
- 6 独立接地由厂家完成。

三 技术规格

1 电子束核心指标

- *1.1 高电压分辨率 $\leq 0.6\text{nm}$ @ 15kV（二次电子）；
- 1.2 低电压分辨率 $\leq 1.0\text{nm}$ @ 1kV（二次电子）；
- 1.3 在束重合点分辨率： $\leq 0.6\text{nm}$ @ 15kV； $\leq 2.5\text{nm}$ @ 1kV，边加工边观察的分辨率
- 1.4 背散射电子分辨率（BSE）： $\leq 2\text{nm}$ @ 30kV；

2 电子束其他性能指标

- *2.1 肖特基热场发射电子枪（质保 ≥ 3 年）
- 2.2 加速电压：0.5-30kV
- 2.3 电子着陆能量范围：20eV - 30keV；
- 2.4 电子束束流：0.8pA-100nA，1pA 以下可以成像观察，透镜控制束流值，连续可调
- 2.5 自动加热式物镜光阑，可确保清洁和无接触式自动更换光阑孔

3 离子束系统

- 3.1 Ga 离子源
- 3.2 离子束电压：0.5-30kV

***3.3 Ga 离子束分辨率 $\leq 2.5\text{nm}$ @ 30kV**

3.4 Ga 离子束流强度：0.1pA – 65nA。

3.5 离子源寿命 ≥ 1000 小时

3.6 配备 15 孔光阑，自动加热式光阑可确保清洁和无接触式更换光阑孔

3.7 离子束视场 $\geq 0.9\text{mm}$ @8kV 或 $\geq 1\text{mm}$ @30kV

4 样品室

4.1 大样品仓，仓门内宽 $\geq 350\text{mm}$ ；

4.2 具有 ≥ 17 个附件/探测器接口；

***4.3 样品室集成一体化等离子清洗仪可清洗样品仓以及样品表面污染**

4.4 快速样品交换仓，用于快速样品传输，抽真空时间 $\leq 2\text{min}$

5 常规样品台

5.1 五轴样品台 XYZRT；X、Y 方向移动范围 $\geq 100\text{mm}$ ；Z 范围 65mm

5.2 样品台倾斜范围： -15° 至 $+90^\circ$ ，连续旋转尺寸 $n \times 360^\circ$

5.3 配置减速样品台，减少对样品损伤，增加表面信息

5.4 最大样品直径 $\geq 150\text{mm}$ ，最大样品高度 $\geq 50\text{mm}$

6 原位冷冻样品台

6.1 用于束流敏感的软材料样品制备

6.2 温度范围： -190°C 至 $+5^\circ\text{C}$

6.3 温度稳定性优于 $\pm 1^\circ\text{C}$

7 原位加热台

7.1 最高温度 $\geq 1000^\circ\text{C}$ ，升温时间 $\leq 500\text{ms}$

7.2 高温下电镜分辨率：690nm HFW @1kv 1000°C ，样品台移动无限制

7.3 兼容所有探测器、纳米机械手、气体注入、EDS、EBSD

7.4 保证高温下 1000°C 以上仍然可以完成高质量 EDS/EBSD 分析

8 辅助气体注入系统：

8.1 不少于 5 个独立气体注入单元，用于增强刻蚀和沉积

8.2 可进行 Pt 的沉积

8.3 镜筒内探测器保护阀；

8.4 单支气体气瓶容量不小于 1.5cm^3

8.5 气瓶加热温度范围 $30-80^\circ\text{C}$

9 真空系统

9.1 完全无油真空系统，减少污染；

9.2 由机械干泵、磁悬浮涡轮分子泵和离子泵构成；

9.3 样品室真空度可以达到 2.6×10^{-6} mba 级（24h 内）；

9.4 打开舱门更换样品，真空度五分钟内可达到测试样品要求

10 探测器

10.1 样品室二次电子探测器

10.2 镜筒内双功能探测器:同时具有二次电子 SE 模式和背散射电子 BSE 模式

10.3 样品室红外 CCD 相机，样品舱防触碰装置

10.4 样品导航光学显微镜探测器

11 纳米机械手

11.1 同厂家集成纳米机械手，电镜观察和机械手控制由同一电脑同一软件完成，可边操纵边观察；

11.2 XYZR 全自动纳米机械手

11.3 机械手步长：最小步长 ≤ 50 nm，旋转角度 $\leq 0.1^\circ$

12 FIB 功能

*12.1 自动快速的制备 TEM 样品，包括自动提取和自动减薄功能。

12.2 具有图形数据读取，并进行纳米图形构建和加工功能

13 能谱仪（EDS）

*13.1 探测器：电制冷探测器, 高分子薄窗；探测器有效面积不小于 170 mm^2 。

13.2 能量分辨率：Mn Ka 保证优于 127eV

13.3 元素分析范围：Be₄~Cf₉₈。

*13.4 控制单元：具备 Live 功能，移动样品时，元素谱图与面分布图实时刷新显示，无需在电镜和能谱软件间切换。样品一旦停止移动，自动开启面分布图静态采集模式，得到更高清晰度的面分布图。

13.5 控制单元：可记录样品预览过的位置，以便随时返回重新分析。并具备元素追踪功能，显示经过位置的不同元素含量变化。

14 电子背散 12 射衍射仪（EBSD）

14.1 高速低噪音 CMOS 相机，分辨率 1244*1024，并适合各种型号的电镜

*14.2 EBSD 在线解析标定速度最高 3000pps，此时花样分辨率仍能保持为 156*128。电子图

像分辨率高达 8192*8192， EBSD 面分布图分辨率高达 4096*4096， 取向精度高达 0.05 度

14.3 软件配置

14.3.1 配置 HKL 标准数据库和 ICSD 海量晶体学数据库，已经滤掉伪对称数据。

14.3.2 面分布图软件包，极图软件包，晶体反射文件生成软件包，相鉴定分析软件包

可自动剥离变形和再结晶区

14.3.3 针对 TKD 分析的专用标定模式

15 冷却水、空压系统（进口）

15.1 空压机，230V，50/60Hz，容量 $\geq 4L$

15.2 冷却循环水系统：温度 5-40℃，温度稳定性：0.1℃，制冷功率 $\geq 1100W$

16 控制系统

16.1 基于 Windows 7/Windows 10 操作系统图形用户界面，键盘、鼠标及手动用户界面

16.2 计算机配置不低于：Inter i7-8700 3.2GHz 六核，16G 内存，HDD 2TB 硬盘，独立显卡

16.3 图像显示：2 台不小于 24 吋专业图形显示器，显示器分辨率 2560 x 1440

16.4 最大扫描和存储图片像素（不拼接） $\geq 65k \times 65k$

16.5 文件存储格式：TIFF，BMP 或 JPEG 格式

16.6 拍摄的图片包含样品位置信息，通过高精度样品台，可通过图片点击，进入原始拍摄位置

16.7 控制系统软件功能：标准配备智能扫描功能、漂移补偿帧积分功能、蒙太奇导航功能等软件

17 软件

*17.1 具备三维序列切片功能，并配备专用三维数据重构及可视化软件包，提供专业的软件功能培训，连续刻蚀和观察，采集连续切片图像、EDS 或者 EBSD 图像进行三维重建及分析

17.2 远程诊断和控制功能软件包

17.3 大区域自动图像采集、拼接和关联软件，可与光学显微镜、激光拉曼以及其他电镜关联

17.4 可基于 CAD（GDS II）解决方案，用于复杂结构 FIB 和束沉积优化的纳米原型制备，直接导入 CAD 产生的 GDS 文档，就能直接加工

18 可扩展附件

18.1 可扩展 C、W、SiO₂ 的沉积

18.2 可扩展与二次离子质谱连用

18.3 可扩展与激光共聚焦拉曼连用

四 配置要求

- 1 主机单元 1 套
- 2 电镜控制系统 1 套
- 3 主机集成全自动纳米机械手 1 套
- 4 铂沉积气体 1 套
- 5 进口空压机和冷却循环水机各 1 台
- 6 集成式等离子清洗仪 1 套
- 7 能谱仪 EDS 和电子背散射衍射仪 EBSD 各 1 套
- 8 全自动 STEM 样品制备软件包 1 套
- 9 全套自动三维序列切片及重构软件包 1 套
- 10 远程诊断和控制功能软件包 1 套
- 11 大区域自动图像采集、拼接和关联软件 1 套
- 12 自动纳米原型制备软件 1 套
- 13 冷冻样品台 1 套
- 14 快速样品交换仓 1 套
- 15 原位加热台 1 套
- 16 国产不间断电源 1 台 ($\geq 2h$)

五 技术服务

1 安装、调试与培训

仪器到货后，厂家需在接到用户通知后 5 个工作日内进行安装调试；提供 4 名用户管理人员的现场操作使用及基本维护的免费培训。

2 验收：实现系统成套联调并达到标书的技术要求。

3 保修期

保修期为安装验收合格之日起 1 年，在保修期外软硬件出现的问题，接到用户通知后 4 小时内给予答复，3 个工作日内给与解决方案并到达用户现场解决问题。重大问题或其它无法立刻解决的问题应在 1 周内解决或提出明确的解决方案。

4 设备供应商提供终身维修，并保证保修期满后不低于十年的零配件及消耗品的供应。

5 软件升级：在硬件支持的前提下，免费提供软件升级。

六 包装要求及运输方式

1 包装要求：应使用崭新坚固之木箱（标准出口包装），适合于空运、陆运等长途运输方式；适合气候变化；抗震、防潮、防雨、防锈、防冻。投标商应对任何由于不当包装或防护措施不利而导致的商品损坏、损失、锈蚀、费用增长等后果负责。

2 运输方式：空运

七 目的港：郑州机场

八 交货日期：合同签订后 2 个月内