**原位分析透射电子显微镜**

**一、工作条件：**

1.1电力供应：220V（±10%），50Hz，单相；380V（±10%），50Hz，三相

1.2工作温度：15°C-25°C

1.3工作湿度：≤60%

1.4仪器运行的持久性：连续使用

1.5独立地线：≤100欧姆

**二、设备用途：**

1. 原位分析透射电子显微镜主要用于材料的高分辨形貌观察和微区的晶体结构分析、原子级的成分分析。要求系统由电子光学系统、高压系统、真空系统等部分组成。可以在极短时间内得到高分辨率的图像观察和成分分析，结合高灵敏度的能谱仪可以实现快速准确的痕量成分分析。

2.可以实现在纳米尺度实时观察化学反应动力学过程。为样品提供了接近真实环境的条件，更直接地将材料的微观结构变化与外部信号关联起来。

3.并配有洛伦茨模式，提供无磁场的分析环境。

4.配有自动进样系统，减少人为误操作几率。

5.除样品二维透射像外，还可以同时得到样品表面的立体信息。

**三、技术规格：**

1.仪器主体构成本套设备最少包含以下构成：

场发射电子枪、电子光学系统、样品台、大面积能谱探测器、真空系统、高压系统、自动控制系统、扫描透射附件(STEM)、扫描(SEI)附件、单倾样品杆、双倾样品杆、底插4KCMOS相机、冷却循环水系统、原位反应样品杆、空气压缩机、稳压电源、计算机系统和控制及分析软件、备品耗材。

2.透射(TEM)模式分辨率

2.1线分辨率：≤0.10nm@200KV；0.14nm@80KV，低电压分辨率保证。

2.2信息分辨率：≤0.12nm@200KV

#2.3 TEM模式下放大倍数：20-2,000,000×

2.4样品污染速率：＜0.4nm/min

3.电子光学部分

3.1电子枪类型：高稳定度热场发射电子枪

\*3.2 分析束流： 2.5nA(束斑尺寸为1nm时)

3.3能量分辨率：0.8eV

3.4 束斑漂移：<1nm/min

3.5 加速电压范围：20-200kV，提供2个合轴值200/80kV,切换仅需通过软件控制完成

3.6加速电压稳定性：≤0.5ppm/min（峰峰值）

3.7 采用超高稳定度的高压箱，系统无需降低电压过夜，在夜间不使用时也无需退高压预约复苏，电镜会自动调整到所需要模式，简单轻松

3.8 电子枪UPS：断电可坚持真空度不变长达200小时

4.聚光镜与物镜系统

4.1球差系数：≤1.0mm

4.2色差系数：≤1.4mm

4.3最小聚焦步长：≤1.4nm

4.4 相机长度: 15–2300mm(Free Lens Control)

#4.5 全自动光阑系统, 可以通过计算机系统直接控制和观察光阑进出,各级光阑采用至少4孔设计，可根据不同应用进行精细调节

#4.6采用四级聚光镜系统，可以实现会聚角度和亮度的单独控制，进一步保证光路的平行性。同时放大倍数自动与亮度联动。

4.7 阿尔法(α)角控制器内置：软件内部预置了几百种束斑尺寸条件使得用户进行自定义设定特别方便，另外还配有自动放大倍数与亮度联动功能，可以避免高亮度束流对数字化成像系统的伤害等人性化设计。

4.8物镜电流稳定性：≤1ppm/min（峰峰值）

#4.9标配有洛伦茨模式，可进行磁性样品的磁畴、磁壁表征。

5.高精度全自动进样测角台

5.1 六轴马达样品移动范围：X: ±1mm；Y: ±1mm；Z: ±0.2mm Tilt X:±35° (配备高倾转端杆最大±80°) ;Tilt Y: ±30°,R:360°

\*5.2 样品杆的插拔全部自动化，只需点击按钮即可实现样品杆的全自动插入或者退出，退出时样品台坐标自动清零，探测器也自动退出，避免人为误操作带来的机械损坏。

#5.3 全行程皮米级样品台及高倍压电陶瓷样品台

5.4 样品移动速度：2mm/7s

#5.5 XY全行程样品移动精度：≤0.2nm/步

5.6压电陶瓷下精细步长精度：≤20pm/步

5.7不开启压电陶瓷下样品漂移:＜1nm/min

5.8 样品杆：包括通用单倾样品杆、增强型铍双倾样品杆、原位气氛环境加热杆

#5.9 样品重复定位精度：＜100nm

5.10 TiltX最小倾转步长≤0.01nm/步

5.11最大测角台倾斜角度：±90°

6扫描透射附件(STEM) 模式分辨率

#6.1 BF/HAADF分辨率：≤0.16nm（200kV）；≤0.31nm（80kV）

\*6.2 SEI分辨率：≤1.0nm(200kV)

#6.3 STEM/SEI模式放大倍率：×200-150,000,000

6.4 TEM、STEM模式通过软件简单点击即可快速切换，热稳定时间小于2秒，保证图像采集的无缝式切换。同时操作界面以不同颜色标注现阶段所处模式状态

\*6.5 配备专用高灵敏DF探测器(通过改变相机长度，可以得到HAADF和LAADF像)/BF探测器/SEI探测器/ABF光阑

6.6 最短驻留时间:100ns/像素

6.7 图像分辨率：4K×4K

7.真空系统

7.1换样时间：＜3分钟。

7.2 污染防止功能：自动整机烘烤系统，可将原位实验等外来污染物清除。

7.3 大容量液氮冷井：添加一次可使用24小时。

7.4 电子枪真空度：优于10-8Pa

\*7.5 样品室真空度：优于2×10-5Pa

8. X射线能谱分析仪

\*8.1 探测器类型：无窗型一体化电制冷型探测器，总面积≥200mm2

\*8.2 先进的探测器位置设计：2号能谱探测器正对样品，样品倾转时可保证计数率不变。

8.3 能量分辨率：≤133eV(Mn-Kα峰)

\*8.4 EDS固体角：≥1.7srad

8.5 EDS发射角：≥21°，更短的X射线行程，更小的吸收效应

8.6 最小驻留时间：10μs/pixel

8.7 元素分析范围：B5-U92

8.8 具有Probe-Tracking漂移矫正功能

#8.9具有Playback 时间回放功能，实时提取电子束驻留时的每一帧图像与成分信息，利用此功能，操作人员可以得到被电子束污染前的成分信息

8.10 峰背比(P/B Ratio): ≥4000:1(Ni K峰)

8.11 杂散峰与背地比值：＜1%

8.12 标配有winner过滤器，可对1-2nm颗粒样品进行突出表征。

9. 底插式快速CMOS成像系统技术规格

9.1 像素尺寸：9μm, 针对30 – 200 kV 加速电压进行优化

9.2 像素数：1600万(40964096)

9.3 动态范围：≥16-bit（帧平均）

\*9.4全像素读出速率：20fps@4096 x 4096

9.5显示器端图像显示帧率: 20fps@4Kx 4K,80fps@2K×2K,160fps@1K×1K

#9.6 0.5奈奎斯特频率下量子探测效率(DQE), 200 kV (%) :6

9.7 图像记录格式：1:1 (4k, 2k, 1k)

9.8自具有动补偿采集图像时来自于镜筒、样品杆或样品的漂移，成像漂移矫正和全分辨率图像实时帧率显示

9.9实时全分辨率显示：不再需要分开设置图像预览 (View) 与采集 (Acquire) 模式，并且能够实时对全分辨率的图像信息进行快速傅里叶变换 (FFT)

10. 离子清洗仪

10.1 此仪器利用放电产生的化学反应去除附着在样品表面的碳氢污染，可使用氩气或者氧气

10.2 工作压力：35-40 Pa

10.3 真空仓室：120 mm (I. D.)×40 mm (H)

10.4 清洗时间：1, 5, 10, 15, 30, 60 min 可选

10.5 可清洗扫描电镜(SEM)样品托或者透射电镜(TEM)样品杆

11. 原位气体杆

11.1 主要用途：在TEM中制造可控的气氛环境并且对实验样品原位加热。该系统可以在气氛环境中原位、动态、高分辨地对TEM样品的晶体结构、化学组分、元素价态进行综合表征，极大拓展了透射电子显微镜的功能与应用领域。

11.2包括单倾原位气体环境加热样品杆、多通道气体控制柜、预抽检漏仪、气体加热芯片一套以及单倾加热样品杆×1

11.3加热指标：

11.3.1温度范围：室温至800℃（气体状态）

11.3.2温度准确度：优于5%

11.3.3温度稳定性：优于±0.1℃

11.3.4四电极加热，带温度反馈。

11.4气体控制指标：

1.4.1三通道混气，可通气体：H2、N2、O2、He、Ar、CO、CO2、CXHY等

11.4.2气压范围：0-1Bar

11.4.3气压准确度：30mBar

11.4.4气体流速：0.01-0.4ml/min

11.5软件控制

11.6样品漂移优于0.7 nm/min

12.主动消磁器部分技术参数

12.1 设置在主机附近的传感器感知到外界干扰磁场后，传递给控制器，控制器通过六个方向消磁线圈发出相反方向的抵消磁场，将外界干扰磁场消除。避免了传统磁屏蔽房的施工复杂、无法消除直流磁场干扰等难题。

12.2 主动式消磁器磁场衰减率≥-40dB

12.3最大补偿磁场≥5.0μT

12.4 对应磁场频率范围包括DC(0Hz)～1kHz，信号处理通过模拟信号处理系统实现；

\*12.5 X，Y，Z轴传感器可以根据实测磁场，分别独立安装，达到最佳消磁效果；采用上下、左右以及前后六个线圈，采用高灵敏度传感器，优化控制系统设计，快速响应。

#12.6 与TEM主机同品牌，一体化维护，保证磁场效果。

13.软件操作

13.1 全数字化操作系统，基于Windows10 64位计算机控制系统, 所有图像都在27寸显示器上显示，同时配置荧光屏观察模式，荧光屏和功能键盘，也可以实现对电镜的控制。

13.2具有专用的用户图形界面和操作键盘。可以通过鼠标、键盘、以及专用的操作键盘完成电镜的所有操作。可以方便实现包括样品移动、光束移动、放大倍数、模式切换及探测器切换、聚焦、合轴操作等。

13.3 操作可以实现自动化和程序化，抽真空后，可自动实现亮度对比度、自动调节样品Z方向位置、自动样品倾斜、自动聚焦、自动象散矫正的调节，搜寻观察区域然后完成图像观察和记录。各种模式例如TEM、STEM、DIFF可以实现鼠标点击（或功能键盘控制）的瞬间快速切换。

#13.4 可以通过Python/C#程序创造脚本 -通过脚本引擎可以使用研究中广泛采用的 Python 编程语言,实现常用模式或者拍摄方法的的批量化变成，以实现方便的数据采集，执行定量分析。

14.售后服务

14.1 仪器到达用户所在地后，在接到用户通知后两周内进行安装调试，直至通过验收。

14.2 设备安装后，在用户现场对用户进行免费培训，培训内容包括仪器的操作和仪器基本维护等，使用户达到独立操作水平。

14.3卖方提供一年的免费保修(电子枪保修3年)，保修期自仪器验收签字之日起计算。

14.4订货数量：1套

14.5交货期：签订合同后10个月内到货

14.6交货地点:甲方指定地点