

仪器名称	数量	技术参数
300 KV 球差校正透射电子显微镜	1	<p>1、300kV 球差校正透射电子显微镜主机技术参数：</p> <p>#1.1 分辨率：TEM 晶格分辨率：≤50pm(300kV)；扫描透射模式分辨率：≤53pm(300KV)；≤63pm(200KV)；≤96pm(80KV)；≤136pm(40KV)。</p> <p>1.2 加速电压：最高300kV；电镜主机、球差校正器和附件系统均在40KV、80kV、200KV、300kV加速电压下完成合轴；加速电压稳定度：≤0.4ppm/min(峰峰值)。</p> <p>1.3 电子枪</p> <p>★1.3.1 电子枪类型：冷场发射电子枪；</p> <p>1.3.2 束流：0.136nm束斑尺寸下，束斑电流≥0.6nA；亮度：≥10⁹A/cm²sr。(300kv,300pA)；能量分辨率：≤0.35eV(300kV)；</p> <p>1.3.3 加速管出口真空度：≤10⁻⁹Pa；</p> <p>#1.3.4 配有“Flash & Go”系统，Flash时间≤3秒，Flash后无需合轴对中，保证成像和分析质量的相邻两次Flash时间不短于10小时；在8小时内稳定度衰减≤10%。</p> <p>1.4 真空系统</p> <p>1.4.1 配有机械泵、扩散泵和离子泵、化学吸附泵，共4级；大容量液氮冷阱，添加一次可使用20小时；</p> <p>1.4.2 电子枪出口真空度：≤10⁻⁹Pa；样品室真空度：≤2×10⁻⁵Pa；</p> <p>#1.4.3 具有镜筒自动烘烤功能，可去除镜筒污染。</p> <p>1.5 聚光镜与物镜</p> <p>★1.5.1 提供最先进的双球差校正器，在不增加色差的前提下减少球差；</p> <p>1.5.2 物镜电流稳定度：≤0.5ppm/min(峰峰值)；</p> <p>1.5.3 提供自动球差校正软件：点击鼠标，只需主要校正一个参数，无需旋转样品，无需标准样品。</p> <p>1.6 放大倍率和相机长度</p> <p>1.6.1 TEM放大倍数：×60-×2,000,000；STEM放大倍数：×200-×150,000,000；Lorentz模式下：×60~×40,000；</p> <p>1.6.2 标准相机长度：80mm-1500mm(300KV)。</p> <p>1.7 测角台（无缝衔接压电驱动）</p> <p>1.7.1 倾斜角度：X≥±30°，Y≥±27°；样品移动范围：X：≥2mm，Y：≥2mm，Z：≥±0.2mm；</p>

1.7.2 样品漂移: $\leq 0.5\text{nm}/\text{min}$;

1.7.3 应具有(X/Y/Z)三轴压电控制样品台 (Piezoelectric Controlled Stage); 可存储和复位样品台的五维 (x, y, z, Tilt X, Tilt Y) 坐标。

1.8 一体化的扫描透射(STEM)系统

1.8.1 全新高角环形暗场探测器 (Perfect Sight HAADF), 采用对高能 and 低能电子均敏感的复合型材料;

1.8.2 明场探测器 (BF): 1 套; 环形明场光阑:1 套;

1.8.3 CBED 模式下, 会聚角(2α): $\geq 1.5 - 100 \text{ mrad}$; CBED 模式下, 接收角: $\pm 10^\circ$;

★1.8.4 BEI 背散射电子探测器: 1 套, 分辨率 $\leq 1\text{nm}$; 或者提供 EMPAD 混合像素探测器, 采集速度 $\geq 1100\text{Hz}$;

1.8.5 具有 STEM 模式下晶体样品的自动调节功能; 图像分辨率最高 $\geq 4\text{K}\times 4\text{K}$, 最快扫描速度 $\leq 0.083\mu\text{s}/\text{pix}$; 最大视野: 低倍下 $\geq 1\text{mm}\times 1\text{mm}$, 高倍下 $\geq 1\mu\text{m}\times 1\mu\text{m}$;

★1.8.6 带有多分割 STEM 探头, 带有 OBF 或 iDPC 功能, 实现易损伤样品低剂量观察。

1.9.具有原子级分辨能力的电制冷能谱仪 EDS:

#1.9.1 双探测器总面积: $\geq 316\text{mm}^2$, 电制冷型, 无需添加液氮; 探头为可伸缩设计, 可根据样品类型调整工作距离, 带有自保护;

1.9.2 固体角: $\geq 1.4\text{str}$; 取出角: $\geq 26^\circ$;

#1.9.3 Mn $K\alpha$ 分辨率: $\leq 133\text{eV}$; Fe/Ni 比: $\leq 1.5\%$; 峰背比: $\geq 4000:1$;

1.9.4 具有原子级漂移矫正功能; 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; 标配有 winner 过滤器, 可对 1-2nm 颗粒样品进行突出表征; 最短驻留时间: $10\mu\text{s}/\text{像素}$, 最大像素 $\geq 4\text{K}\times 4\text{K}$ 。

1.10 底插式快速 CMOS 成像系统技术规格;

#1.10.1 单个像素尺寸: $\geq 15\mu\text{m}$; 总像素: $\geq 4096\times 4096$; 动态范围: $\geq 81\text{dB}$;

#1.10.2 具有快速成像功能, 拍摄速度: $\geq 50\text{fps}@4\text{k}\times 4\text{k}$, $\geq 200\text{fps}@2\text{k}\times 2\text{k}$ (bin 2), $\geq 400\text{fps}@1\text{k}\times 1\text{k}$ (Bin2 且 1/2 子区域读出), $\geq 800\text{fps}@512\times 512$ (Bin2 且 1/4 子区域读出), $\geq 1600\text{fps}@256\times 256$ (Bin2 且 1/8 子区域读出);

1.10.3 可伸缩设计, 兼容其他后置设备; 具有原位记录功能, 并提供专业处理工作站; DQE 在 0.5 奈奎斯特频率(Nyquist)下: 10;

1.10.4 配有最新软件系统：具备常用图像分析编辑功能，电子衍射分析，图像实时自动漂移矫正，视频处理（编辑，漂移矫正，颗粒跟踪）；视频回放（写入硬盘前追溯时间起点，丢弃无用数据）等功能。

1.11. 电子能量损失谱和能量过滤分析系统

1.11.1 操作电压：最高 300kV(提供 40、80、200、300kV 合轴数据)；

1.11.2 EFTEM 和 EELS 标配；包含四通道信号采集；内置 BF/DF 探测器；探测器技术 High-speed XCR™；

1.11.3 CMOS 像素数:≥2048×2048；单个像素尺寸：≥18μm；

1.11.4 能量分辨率：≤0.35eV；能量范围：≥3000eV；全分辨率速度：≥90fps；采谱速率：≥8000sps；

1.11.5 原装操作控制软件，包括 EDS 和 EELS 同步采集软件。带有 100 ns 静电快门。

1.12 电镜操作

1.12.1 数字化操作系统，基于 Windows 的计算机控制系统，在用户图形界面上完成电镜的操作控制。配备远程遥控相机系统，可对电镜进行远程遥控操作；

1.12.2 能比较方便地实现常用功能，包括样品移动、光束移动、改变放大倍数、模式切换、聚焦、合轴操作等；带有全自动光阑系统：包括全自动化一级、二级聚光镜光阑；选区光阑和物镜光阑带位置记忆功能。

1.13 EDM 电子剂量调节系统

1.13.1 配备超快快门系统，可以无光路改变，连续调节束流强度；配置单独控制软件和剂量控制旋钮。

#1.13.2 最大脉冲频率：≥ 500KHZ@300KV；最小脉冲宽度：≤100ns；

#1.13.3 过渡时间：≤50ns；

1.14 双倾冷冻样品杆： 样品杆温度：最低可至-160°C；实现两个方向倾转。

1.15 提供样品杆存储干泵系统一套（两层）。

★1.16 提供滑盖样品杆一套，可用于空气敏感样品的透射电镜样品转移。

2、房间内部环境设备

2.1 主动消磁器

2.1.1 主动式消磁器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，控制器通过三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；

		<p>2.1.2 主动式消磁器磁场衰减率最大-40dB，最大补偿磁场 5.0μT 以内，对应磁场频率范围包括 DC(0Hz)~3kHz，信号处理通过模拟信号处理系统实现；</p> <p>2.1.3 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。</p> <p>2.2 一体化主动减震器</p> <p>2.2.1 新型高性能主动减震系统，对比普通的被动式减震器，具有减震性能高，适用振动频率广等特点。克服了被动式减震器的共振频率的影响，在空气弹簧减震的基础上，采用高精度震动传感器以及直线电机驱动的组合设计，通过数字控制器，在 1-20Hz 的频率范围内，可以达到-40dB 的减震效果。保证透射电子显微镜在高倍下克服震动干扰，得到高质量图像。</p> <p>2.2.2 使用采用>0.5MPa 的压缩空气或者氮气作为气源，托起电镜主体，对于减震重量和外部干扰具有很广泛的适用范围和减震效果。4 个 Air Mount 都内置水平和垂直方向的振动传感器，采用反馈控制器。前馈传感器安装在电镜支架上，提高控制系统的反应速度。安装调试完毕后，日常使用期间不需要用户的调试和维护。</p> <p>2.2.3 控制系统采用全新地面外扰前馈反馈控制（FFF），可以最大限度地降低周围机械类设备产生的外部干扰，提高减震性能。</p> <p>2.2.4 主动减震器安装在电镜内部，而非底部，更靠近整体中心。</p>
200 kV 场发射透射电子显微镜	1	<p>200 kV 场发射透射电子显微镜主机技术参数：</p> <p>1.电子枪</p> <p>1.1 电子枪类型：肖特基场发射电子枪；能量分辨率：$\leq 0.70\text{eV}$，适用于高分辨的 eels 研究；</p> <p>#1.2 小束斑下束流：$\geq 2.5\text{nA}$(束斑尺寸为 1.0nmϕ时) 。</p> <p>2 分辨率</p> <p>#2.1 点分辨率：$\leq 0.23\text{nm}@200\text{KV}$；线分辨率：$\leq 0.10\text{nm}@200\text{KV}$，0.14nm@80KV；信息分辨率：$\leq 0.12\text{nm}@200\text{KV}$；STEM BF/DF 分辨率：$\leq 0.16\text{nm}@200\text{KV}$，$\leq 0.31\text{nm}@80\text{KV}$；</p> <p>★2.2 背散射电子分辨率：$\leq 1.0\text{nm}@200\text{KV}$；或者提供 EMPAD 混合像素探测器，采集速度$\geq 1100\text{Hz}$；</p> <p>2.3 束斑漂移：$\leq 1\text{nm}/\text{min}$ 。</p> <p>3 加速电压：最高可达 80-200kV，加速电压连续可调，步长 50V。</p> <p>4 稳定度：加速电压稳定性：$\leq 1\text{ppm}/\text{min}$（峰峰值）；物镜电流稳定性：</p>

≤1 ppm/min (峰峰值)。

5 TEM 模式下放大倍数: 20- 2,000,000× 。

6 物镜系统: 球差系数: ≤1.0mm; 色差系数: ≤1.4mm; 最小聚焦步长: ≤1.4nm; 焦距: ≤2.3nm 。

7 聚光镜系统: 球差系数: ≤1.0mm; 色差系数: ≤1.4mm; 焦距: ≤2.3nm; 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。

8 束斑尺寸

8.1 TEM 模式: 1nm 到 20nm; EDS 模式/纳米束电子衍射(NBD)模式/会聚束电子衍射(CBD)模式: 0.5nm 到 20nm; 电子光路快速切换: TEM/EDS/NBD/CBD 模式一键式切换; 操作键盘和旋钮控制电子束会聚角度变化;

8.2 可实现会聚束电子束衍射; 接受角: ≥±10°; 相机长度: 不窄于 15 – 2000mm。

9 样品台

9.1 安装方式: 侧插式测角仪样品台;

#9.2 样品更换: 只需点击按钮即可实现样品杆的全自动插入或者退出, 减少误操作; 手动更换方式同时并存;

9.3 样品台驱动方式: 五轴马达驱动(X/Y/Z/倾斜 X/倾斜 Y); 样品移动范围: ≥2mm(X, Y); ≥0.4mm(Z); 样品倾斜角度: ≥±35°(X) / ±30°(Y)。

10 扫描透射附件(STEM) 技术规格

10.1 HAADF 分辨率: ≤0.16nm; STEM 模式放大倍率: ×200 - 150,000,000;

10.2 TEM、SEI、STEM 模式通过软件简单点击即可快速切换, 保证 SEI 图像、BF、DF 和 HAADF 图像采集的无缝式切换。

11 X 射线能谱分析仪技术规格

#11.1 探测器类型: ≥200mm²电制冷型,无窗型, 无需添加液氮;

11.2 能量分辨率: ≤129eV; 元素分析范围: 4Be 至 92U;

#11.3 EDS 立体角: ≥1.7sr。

12 数字化照相系统

成像相机是透射电镜的必要附件, 用于透射电镜形貌像和电子衍射花样的数字化像的记录, 具有数字化图像处理的功能, 具有快速的连续记录功能, 与所购电镜完美匹配, 实现各种自动功能。

12.1 图像采集系统: 配置光子和电子之间可直接转换的 CMOS 相机

一个，样品室观察相机一个。图像观察窗和图像观察用相机并存；

#12.2 CMOS 相机最大像素： ≥ 1900 万像素；

#12.3 具有超高的读取速度，速度应 $\geq 58\text{fps}@1900$ 万像素；

12.4 具有大的动态范围，高达 16bit，可以快速直接拍摄衍射花样和低剂量图像；读出噪音： $\leq 0.8e^-$ ；防漂移等高级功能：自动漂移校正。

13 真空系统

13.1 三级真空系统，可实现快速抽真空；典型换样时间： ≤ 60 秒；

#13.2 电子枪真空度 $\leq 10^{-8}\text{Pa}$ ；样品室真空度 $\leq 2 \times 10^{-5}\text{Pa}$ ；

13.3 标配液氮冷阱，单次添加液氮持续使用时间可达23小时。

14 软件操作

14.1 全数字化操作系统，基于 Windows 计算机控制系统，所有图像都在27寸显示器上显示。可以无需荧光屏，可以无需暗室。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。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。

14.2 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 BEI、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。可以实现 BEI、STEM-HAADF 等的同时采集和记录。最多一次可以同时显示多副图像，方便对比观察。

15 三维重构系统（相关软件可同时安装在球差电镜上实现数据采集）

15.1 三维重构硬件和软件：三维重构硬件包含专用大倾角样品杆一套，和用于数据后处理的电脑；三维重构软件包括：数据采集软件包（TEM 模式、STEM 模式以及 EDS 重构），采集软件可同时安装在球差电镜和场发射电镜上，提供数据对中重构及可视化处理软件包。

15.2 最大图像漂移：X/Y 方向 $\leq 2 \mu\text{m}$ ；最大欠焦量变化： $\leq 4 \mu\text{m}$
重复性： $\leq 400 \text{nm}$ (样品杆重复3次进入)

15.3 能对样品杆进行初始化校准，并将所有坐标参数存储下来，供对中时用；可以实现 TEM 模式的三维重构和扫描透射(STEM)模式以及能谱（EDS）模式的三维重构；

16 单倾高强度样品杆/双倾高强度样品杆各一根；

		17 备用电子枪一个，存制造厂家工厂，需要时免费更换。
--	--	-----------------------------

备注：需提供技术证明文件，包括但不限于提供设备说明书，或列有技术参数且完整的厂家产品彩页，或技术白皮书，或第三方出具的检验检测报告等相关证明材料为评判标准，保证这些技术证明材料与所投报货物的真实功能、性能参数的优越性（如彩页中有多个型号时，为便于评委查阅，供应商可在所投设备型号上予以标注），如上述资料未能体现招标需求的所有参数，否则视为该项参数不满足。

相关要求

1、功能

球差透射电子显微镜和场发射透射电子显微镜用于材料样品的原子级高分辨形貌观察和原子级成分分析，利用高灵敏性的能量损失谱仪(EELS)可以实现样品的快速的成分和价态分析，利用能谱仪（EDS）实现对样品定量和定性分析。

2、设备安装、调试、验收和服务内容：

2.1 卖方在合同生效后的一个月对买方提供的设置室免费进行振动及杂散磁场测量，并向买方提出详细的安装要求和提供技术咨询。仪器到达最终用户现场且实验室条件具备，接到用户通知后，厂家安排有经验的工程技术人员到用户现场免费安装、调试仪器，按照验收指标逐项测试，直至达到验收要求。

2.2 **安装期限：**应在接到用户安装通知的 2 个月内完成。

2.3 **技术培训：**设备安装后，对用户进行不限人次和时长的基本维护、使用调试、数据处理等方面的免费培训。仪器使用一段时间后，根据用户需要厂家提供不限人次免费高级应用培训，并提供 8 人/次 1 周厂家免费技术培训(差旅及食宿用户自理，无培训期限)。

2.4 每套设备中的电镜设备均需提供至少 5 年质保期，其中球差透射电镜中的相机、能量损失谱附件提供至少一年质保期，质保期从每台/套设备签字验收后开始计算（包括附件产品）。质保期内提供全免费（零件费、工时费、交通费等）保修服务（人为故意损坏和自然灾害损坏除外）。保修期满前 1 个月厂家（如有第三方产品，则包括第三方产品）负责一次免费全面检查，出具正式报告，并负责排除潜在问题。厂家常年提供技术支持，以及所需零部件的供应；对电镜、成像和能谱软件提供终身免费维修和升级服务；协助用户做好设备开发应用工作。厂家终身提供免费的应用咨询和技术帮助。

2.5 本地化服务（本次采购活动是面向全国供应商进行招标采购，设备使用频率非常高，一旦发生故障，要求短时间内处理并解决突发问题，否则将严重影响项目建设。因此，本地化服务显得额外重要，故各供应商作为应标者应充分考虑到不同省份、地区之间的本地化服务能力及方案）

响应时间：接到使用者报修通知后，厂家需 12 小时响应，24 小时内做出维修方案（接受在线服务方案），在线或远程服务时限不超过 24 小时。无法远程解决，需派有维修能力的专业人员现场维修，维修时限不得超过报修后 48 个小时。如故障连续多次，保修期按最后一次修复且无故障连续稳定使用后，保修期顺延，另增加 3 个月保修期。

3. 房间改造：买方提供面积和高度符合要求的房间，并提供外部接入电源。卖方应在合同生效后的两个月内，对用户提供的安装场地进行噪声、震动及磁场等情况测试，并随后负责安装实验室内部磁场和震动等改造工作(如空调、气流、噪音、振动、磁场、照明、内部电源)，以满足安装条件保证验收关键分辨率指标。该部分费用包含在设备费当中，买方不接受任何理由增加相关费用。

4. 交货地点：用户所在地，允许分批发货。

5、其他要求

5.1、300 KV 球差校正透射电子显微镜

5.1.1、工作条件：

5.1.1.1 主机电源：AC 单相 220V(±10%)，≥63A，50/60Hz；**冷却循环水：**AC 380V(±10%)，50Hz 三相；**地线：**≤1 欧姆以下独立地线；

5.1.1.2 工作环境温度：20±5℃；**环境相对湿度：**≤60%；**噪音：**≤50-60dB；

5.1.1.3 振动：≤3.1μm/s 1Hz band to 80Hz band；**磁场：**交/直流电流磁场波动：≤0.05μT；

5.1.1.4 安装场地：设置房间有效高度需不小于 4.2m。

5.1.2、设备用途：

用于材料样品的原子级高分辨形貌观察和原子级成分分析、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，结合高灵敏度的能谱仪和能量损失谱仪(EELS)可以实现样品的快速的成分和价态分析。

5.1.3、设备主要配置：

300kV 冷场发射双球差校正透射电子显微镜主机一台，包括：

- 1) 电子显微镜基本单元(包括十二极子 S/TEM 球差校正器)一套；
- 2) 冷却水循环系统、变压器、压缩机及必要的外围附属设备一套；
- 3) 单倾高强度样品杆/双倾低背景高强度样品杆各一根；
- 4) 自动校正软件；
- 5) 超大固体角 158mm² 双轴对称能谱仪一套；
- 6) 底插快速 CMOS 数字化成像系统（软硬件）一套；

- 7) STEM 模式下探测器设计：包括：Perfect Sight HAADF 高低压适用高角度环形暗场像一套；BF 明场探测器一套； BEI 背散射电子探测器（或 EMPAD 混合像素探测器）一套；
- 8) 能量损失谱系统一套；
- 9) 远程操作系统及全自动光阑；
- 10) 环境解决方案（中标人中标后根据实测情况提供）。

5.2、200 kV 场发射透射电子显微镜

5.2.1、工作条件：

5.2.1.1 电力供应：220V ($\pm 10\%$)，50Hz，单相；380V ($\pm 10\%$)，50Hz，三相；独立地线； ≤ 100 欧姆；

5.2.1.2 工作温度：15°C-25°C；**工作湿度：** $\leq 60\%$ ；

5.2.1.3 仪器运行的持久性：连续使用。

5.2.2. 设备用途：主要用于材料的高分辨形貌观察和微区的晶体结构分析、系统有电子光学系统、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的成分分析。

5.2.3、设备主要配置：

200KV 场发射透射电镜主机一台，包括：

- 1) 场发射透射电子显微镜基本单元一套；
- 2) 冷却水循环系统、变压器、压缩机及必要的外围附属设备一套；
- 3) 单倾高强度样品杆/双倾高强度样品杆各一根；
- 4) 超大固体角 200mm² 双轴对称能谱仪一套；
- 5) 底插快速 CMOS 数字化成像系统（软硬件）一套；
- 6) STEM 模式下 BF 明场和 DF 暗场探测器各一套；BEI 背散射电子探测器（或 EMPAD 混合像素探测器）一套；
- 7) 远程操作系统及全自动光阑；
- 8) 三维重构系统。
- 9) 环境解决方案（中标人中标后根据实测情况提供）。

5.3 供应商在签订合同时提供原厂商出具的售后承诺书，内容至少包括安装调试，技术培训，验收标准，质保期，售后服务响应时间等。