

山东大学仪器设备采购技术条款响应一览表

| 采购人要求（用户填写） |                |   |    | 投标人响应（投标人填写） |          |          |    |
|-------------|----------------|---|----|--------------|----------|----------|----|
| 配置序号        | 配置名称           | 详细技术参数要求  | 数量 | 数量           | 应答技术规格指标 | 技术指标偏离情况 | 备注 |
| 1           | 聚焦离子束扫描电子显微镜主机 | 用于研究各类材料样品，主要用于微纳米截面切割，高分辨成像表征，TEM 样品制备等，加工范围可从纳米至厘米级别。                                   | 1  |              |          |          |    |
| 1.1         | 离子束系统          | 主要用于制备 TEM 样品   |    |              |          |          |    |
| 1.11        | 离子源种类          | 液态 Ga 离子源   |    |              |          |          |    |
| 1.1.2       | 离子束分辨率         | ≤3nm@30KV， ≤120nm@1KV；（统计测量法，采集数据基础>3000 个边缘点）或交叉点分辨率： ≤2.5nm @ 30Kv， 1.0pA（采用选边平均值法测量方式） |    |              |          |          |    |
| 1.1.3       | 单支离子源寿命        | ≥3000 μ Ah 或实际工作时间≥1000h  |    |              |          |          |    |
| 1.1.4       | 加速电压范围         | 0.5kV-30kV  |    |              |          |          |    |

|       |                    |   |  |  |  |  |  |
|-------|--------------------|---|--|--|--|--|--|
| 1.1.5 | 束流范围               | 1pA-100nA   |  |  |  |  |  |
| 1.1.6 | 离子束和电子束交叉点<br>工作距离 | $\leq 5\text{mm}$   |  |  |  |  |  |
| 1.2   | <b>电子束系统</b>       | 用于观察样品形貌，定位加工位置   |  |  |  |  |  |
| 1.2.1 | 电子枪类型              | 肖特基场发射灯丝  |  |  |  |  |  |
| 1.2.2 | 最小分辨率              | $\leq 0.9\text{nm}@15\text{KV}$ (SE)，并且 $\leq 1.7\text{nm}@1\text{KV}$ (SE) |  |  |  |  |  |
| 1.2.3 | 加速电压范围             | 加速电压 0.35kV-30kV, 可以步进, 10V 及以内连续可调; 着陆电压范围: 0.02kV-30kV                    |  |  |  |  |  |
| 1.2.4 | 束流强度               | 最大束流 $\geq 20\text{nA}$   |  |  |  |  |  |
| 1.2.5 | 电子光路               | 电子光路具备色差校正设计或者单色器设计, 在低电压下具有高分辨观察性能, 能够直接观察不导电样品                            |  |  |  |  |  |
| 1.2.6 | 离子束加工<br>监控        | 具备实时观察离子束加工的监控功能  |  |  |  |  |  |
| 1.3   | <b>探测器</b>         | 同时具备样品室内与样品室外的二次电子探   |  |  |  |  |  |

|       |                 |                                    |  |  |  |  |  |
|-------|-----------------|------------------------------------|--|--|--|--|--|
|       |                 | 测器与背散射电子探测器                        |  |  |  |  |  |
| 1.3.1 | 样品室内二次电子探测器     | 样品室内配备二次电子探测器                      |  |  |  |  |  |
| 1.3.2 | 样品室内背散射电子探测器    | 样品室内配备背散射电子探测器                     |  |  |  |  |  |
| 1.3.3 | 镜筒内二次电子探测器      | 配备镜筒内二次电子探测器                       |  |  |  |  |  |
| 1.3.4 | 镜筒内背散射电子探测器     | 配备镜筒内背散射电子探测器                      |  |  |  |  |  |
| 1.3.5 | 束流探测器           | 配备样品电流探测器                          |  |  |  |  |  |
| 1.4   | <b>样品室以及样品台</b> | 用于精确控制样品位置，并且同时具备样品导航与样品监控的 CCD 相机 |  |  |  |  |  |
| 1.4.1 | CCD 相机          | 至少配备两个 CCD 相机，其中不少于 1 个红外 CCD 相机   |  |  |  |  |  |

|       |                               |   |  |  |  |  |  |
|-------|-------------------------------|---|--|--|--|--|--|
| 1.4.2 | 马达台                           | 配备六轴高精度超优全自动马达样品台或五轴马达台，但其中至少三轴为压电陶瓷高精度马达台  |  |  |  |  |  |
| 1.4.3 | 样品台 X 轴与 Y 轴移动范围              | 样品台 X, Y 方向移动范围 $\geq 100\text{mm}$   |  |  |  |  |  |
| 1.4.4 | 样品台 Z 轴移动范围                   | 样品台 Z 轴方向移动范围 $\geq 10\text{mm}$ , 且可绕 Z 轴旋转任意角度 (360 度), 倾斜角度范围 $\geq -4^\circ$ 到 $60^\circ$ |  |  |  |  |  |
| 1.5   | <b>气体注入系统, 纳米机械手, 等离子清洗系统</b> | 用于加工样品过程中的定位及未加工位置的保护功能   |  |  |  |  |  |
| 1.5.1 | 气体注入系统                        | 拥有独立的 Pt 及 C 气体注入系统或独立的 W 及 C 气体注入系统;   |  |  |  |  |  |
| 1.5.2 | 纳米机械手                         | 配套纳米机械手, 满足 TEM 制样要求, 可手动控制针头的旋转角度  |  |  |  |  |  |
| 1.5.3 | 等离子清洗                         | 配备等离子清洗机, 可清洗样品仓或样品表面   |  |  |  |  |  |

|       |                |   |  |  |  |  |  |
|-------|----------------|---|--|--|--|--|--|
| 1.6   | <b>真空及冷却系统</b> | 用以实现整套设备的真空要求及相应的冷却需求                       |  |  |  |  |  |
| 1.6.1 | 无油真空系统         | 配备由机械干泵、分子泵和离子泵构成的无油真空系统                    |  |  |  |  |  |
| 1.6.2 | 样品室真空度         | $\leq 2.7 \times 10^{-4}$ Pa (连续 24 小时抽真空后) |  |  |  |  |  |
| 1.6.3 | 冷却水系统          | 配备原装空压机和冷却循环水系统, 分别用于冷却 SEM 镜筒及其它部件         |  |  |  |  |  |
| 1.7   | <b>系统控制</b>    | 用以驱动设备                                      |  |  |  |  |  |
| 1.7.1 | 基本配置           | 配备基于 Windows 操作系统的 32 位图形用户界面, 键盘, 鼠标       |  |  |  |  |  |
| 1.7.2 | 软件功能           | 配套控制软件, 硬件允许情况下软件终身升级 (升级费用包含在投标报价中)        |  |  |  |  |  |
| 1.7.3 | 图像显示           | 配备至少两台显示器, 显示屏尺寸 $\geq 24$ "                |  |  |  |  |  |
| 1.8   | <b>飞秒激光系统</b>  | 用以快速加工样品                                    |  |  |  |  |  |
| 1.8.1 | 激光器            | 输出波长至少包括 515nm                              |  |  |  |  |  |

|       |             |   |  |  |  |  |  |
|-------|-------------|---|--|--|--|--|--|
| 1.8.2 | 激光器功率       | 最大平均功率 $\geq 2\text{W}$   |  |  |  |  |  |
| 1.8.3 | 控制方式        | 具备飞秒激光器与聚焦离子束系统主机相连一体化  |  |  |  |  |  |
| 1.8.4 | 激光束定位精度     | $\leq 2\ \mu\text{m}$   |  |  |  |  |  |
| 2     | <b>能谱系统</b> | 配备能谱仪，用以实现微区元素分析功能  |  |  |  |  |  |
| 2.1   | 探测器         | 分析型 SDD 硅漂移电制冷探测器，单个探测器有效面积 $\geq 100\text{mm}^2$ ，高分子超薄窗设计。探测器可软件控制自动伸缩。   |  |  |  |  |  |
| 2.2   | 能量分辨率       | Mn Ka 保证优于 $127\text{eV}$ (@计数率 $130,000\text{cps}$ )<br>F Ka 保证优于 $64\text{eV}$ (@计数率 $130,000\text{cps}$ )<br>C Ka 保证优于 $56\text{eV}$ (@计数率 $130,000\text{cps}$ )<br>保证符合 ISO 15632:2012 标准 |  |  |  |  |  |
| 2.3   | 元素分析范围      | Be <sub>4</sub> ~Cf <sub>98</sub>   |  |  |  |  |  |
| 2.4   | 实时刷新显示功能    | 具备元素谱图及元素面分布实时刷新显示功能，可实时观测样品区域变化或者形态转变时，元素谱图及 Mapping 的动态变化过程。可   |  |  |  |  |  |

|     |                |   |  |  |  |  |  |
|-----|----------------|---|--|--|--|--|--|
|     |                | 实现光电联用，并结合样品形貌实现样品导航及定位功能   |  |  |  |  |  |
| 2.5 | 电子图像最高分辨率      | 电子图像最高分辨率达 8192*8192 像素；元素面分布图分辨率最高达 4096*4096 像素；可从面分布图上进行点、线谱图重建                  |  |  |  |  |  |
| 2.6 | 数据库            | 具备全谱线系数数据库，配置 20kV 及 5kV 高低电压定量数据库，可覆盖不同电压下的定量分析。同时，用户可利用微束分析标样建立相应元素的数据库，进行有标样定量分析 |  |  |  |  |  |
| 2.7 | 软件功能           | 配置真实面分布功能、漂移校正功能、定量面分布功能、定量线分布功能、自动相分布功能、大面积拼接功能                                    |  |  |  |  |  |
| 2.8 | 保护装置           | 配置探测器前端盖板   |  |  |  |  |  |
| 3   | <b>EBSD 系统</b> | 配备背散射电子衍射分析（EBSD），用以实现各类晶体材料晶体结构的解析   |  |  |  |  |  |
| 3.1 | 相机系统           | 采用光纤传导式 CMOS 相机，分辨率 $\geq 1024*1024$ ，EBSD 在线解析最高标定速度 $\geq 5700\text{pps}$         |  |  |  |  |  |

|     |            |  |  |  |  |  |  |
|-----|------------|--|--|--|--|--|--|
| 3.2 | 取向精度       | 取向精度 $\leq 0.05^\circ$   |  |  |  |  |  |
| 3.3 | 马达         | 探头仰角自动调节马达，在探测器完全深入状态下，探测器 Z 轴可通过软件在 $\pm 23\text{mm}$ 范围内任意调整，而无需重新校准即可连续采集 EBSD 数据             |  |  |  |  |  |
| 3.4 | 防碰撞设计      | 具有主动非接触式防碰撞功能  |  |  |  |  |  |
| 3.5 | 一体化功能      | 操作软件与能谱仪软件一体化，实现能谱 EBSD 同时联机分析且不降速   |  |  |  |  |  |
| 3.6 | 动态自动背景扣除技术 | 配备动态自动背景扣除技术，探测器参数自动优化   |  |  |  |  |  |
| 3.7 | 晶体学数据库     | 配置 HKL 及 ICSD 晶体学数据库，NIST 数据库  |  |  |  |  |  |
| 3.8 | EBSD 数据后处理 | 配有 64 位 EBSD 数据后处理软件包，支持中文界面，包含且不限于如下功能：数据修饰、晶粒统计、晶界分析、应变分析、极图和反极图、校准 EBSD 分析时由于漂移导致的与电子图像产生的失真等 |  |  |  |  |  |

|      |             |  |  |  |  |  |  |
|------|-------------|--|--|--|--|--|--|
| 3.9  | 前置背散射探头     | 配置彩色前置背散射探头不少于 5 块，获得前向散射信号并进行伪彩处理   |  |  |  |  |  |
| 3.10 | TKD 样品台     | 配置 2 套 TKD 专用样品台   |  |  |  |  |  |
| 3.11 | 其他必备软件      | 配置真实相分布功能、高级织构分析功能、分类功能、材料属性功能、母相晶粒重构功能、位错分析功能、CIF import 功能，大面积拼接功能             |  |  |  |  |  |
| 3.12 | 离线分析        | EBSD 软件离线 Dongle 2 个以及配套的两套离线工作站（内存 $\geq$ 32G，处理器不低于 I7，独立内存 $\geq$ 4G 以及两套显示器） |  |  |  |  |  |
| 4    | <b>备品备件</b> | 用以替换主机常用耗材与零件  |  |  |  |  |  |
| 4.1  | 场发射灯丝       | 除主机所带灯丝以外，额外至少备用一根场发射灯丝  |  |  |  |  |  |
| 4.2  | Ga 离子源      | 除主机所带 Ga 离子以外，额外至少备用两套 Ga 离子源（含拆装），存于厂家，后期需要时免费更换                                |  |  |  |  |  |
| 4.3  | 注入气体        | 除主机所带注入气体以外，额外至少备用备用两套 C, W (Pt) 气体源（含拆装），存于厂家，                                  |  |  |  |  |  |

|     |             |  |  |  |  |  |  |
|-----|-------------|--|--|--|--|--|--|
|     |             | 后期需要时免费更换  |  |  |  |  |  |
| 4.4 | 激光束挡板       | 备用3套激光束挡板，激光束玻璃挡片100盒<br>或备用激光保护镜片20块；主机自带备件包一套              |  |  |  |  |  |
| 4.5 | 纳米机械手<br>针尖 | 备用纳米机械手针尖不少于20个  |  |  |  |  |  |
| 4.6 | 其他耗材        | 液体碳浆5套（含5瓶稀释剂），导电胶5套，<br>消磁镊子10支，样品托500个，拆装样品拖<br>专用螺丝刀等工具一套 |  |  |  |  |  |
| 5   | 环境条件        | 交钥匙工程，配备满足设备使用的空调；配备<br>满足设备使用的气瓶与减压阀；如有需要，配<br>置设备使用的独立地线一套 |  |  |  |  |  |