

采购需求

标记★号的要求为实质性要求，如不满足则投标无效。

一、采购标的

1. 需求一览表

包号	标的名称	数量
01	非球差校正的场发射高分辨透射电镜	1 套

注：★非球差校正的场发射高分辨透射电镜接受进口产品投标。如果供应商所投产品为进口产品，须提供产品制造商（生产厂家）对投标产品的授权书或具有销售/授权权限的代理商或经销商对产品的有效授权书（提供代理商或经销商对产品的有效授权书的，还须提供代理商或经销商取得产品制造商（生产厂家）授予的销售/授权权限证明材料，以保证授权链条的完整性）。投标人还应当在投标文件中明确售后服务是否由制造商（生产厂家）或其在国内的分支/授权机构提供。

二、技术要求

1. 采购标的需实现的功能或者目标

非球差校正的场发射高分辨透射电镜能够在亚纳米级的水平上逐点解析芯片等样品内部的结构、成分、电场分布等信息，也能跟踪检测芯片等样品结构在工作状态下的高速演变，为分析芯片等器件或材料的功能根源或失效根源提供直接的静态证据和动态证据。

2. 现有工作条件

- 2.1 电力指标：电压 380V，50/60Hz，三相五线；电压 220V，50/60Hz。
- 2.2 环境温度和湿度：23±2℃，45±10% RH。
- 2.3 场地条件：洁净间 ISO Class5/ GB 5（百级），场地防震等级 VC-B，设备载荷：<700kg/m²。

3. 货物技术要求

3.1 配置要求

序号	模块名称	数量
1	场发射电子枪	1 套
2	样品台	1 套
3	单倾样品杆	1 根
4	双倾样品杆	1 根
5	STEM 探测器+HAADF 探测器	1 套
6	一体化 X 射线能谱探测器	1 套
7	高分辨率底插 CMOS 相机	1 台
8	三维重构系统	1 套
9	真空系统	1 套
10	电镜操作系统软件	1 套
11	工作站及显示系统	1 套
12	TEM 制样设备	1 套
13	不间断电源	1 台
14	备用电子枪灯丝	1 根

3.2 技术参数指标要求（投标人须在采购需求偏离表中对以下内容逐项应答是否偏离）

序号	技术参数指标要求
1	非球差校正的场发射高分辨透射电镜
1.1	分辨率
★1.1.1	扫描透射电子显微镜（STEM）模式空间点分辨率≤0.16nm
★1.1.2	透射电子显微镜（TEM）模式空间点分辨率≤0.16nm
1.2	加速电压
1.2.1	加速电压：20kV～200kV；加速电压连续可调
1.2.2	加速电压全程范围内切换仅需通过软件完成

▲1.2.3	加速电压稳定度: $\leq 0.8\text{ppm}/10\text{min}$ (峰值)
1.3	电子枪
▲1.3.1	超稳定高亮度电子枪, 电流密度 $\geq 1.8 \times 10^9 \text{A}/\text{cm}^2 \text{srad}$ (@200KV), 寿命 ≥ 10000 小时
1.4	束流和束斑
1.4.1	总的电子束束流: $> 50\text{nA}$
1.4.2	束流/束斑尺寸 $\geq 1.5\text{nA} @ 1\text{nm}$, (@ 200 kV)
1.4.3	束斑漂移: $\leq 1\text{nm}/\text{min}$
1.5	放大系统
★1.5.1	放大倍数可调范围不窄于 50 倍~1 亿倍
1.5.2	放大倍数重复性误差: $< 1.5\%$
1.6	电子衍射与相机长度
1.6.1	最大会聚角 (CBED): $\geq 80\text{mrad}$
1.6.2	最大衍射角: 24°
▲1.6.3	相机长度: 最小 $\leq 14\text{mm}$; 最大 $\geq 5700 \text{mm}$
1.7	物镜
★1.7.1	放置样品的极靴间距不窄于 5mm
1.7.2	物镜电流波动: $\leq 1\text{ppm}/\text{min}$
1.7.3	电动光阑: 采用至少 4 孔设计
1.7.4	透镜的温度保持恒定, 无论透镜线圈的激励电流如何变化, 工作模式 (TEM/STEM, 放大倍数等) 如何变化, 透镜的温度也不随时间变化而变化
1.8	样品台及双倾斜样品杆
1.8.1	五轴样品台, 可存储和复位 5 维 (x, y, z, α , β) 坐标
▲1.8.2	样品移动范围: X/Y 方向: $\pm 1\text{mm}$, Z 方向: $\pm 0.1\text{mm}$; 样品台回复精度: (x, y) $\leq 0.5\mu\text{m}$, (α tilt) $\leq 0.5^\circ$; Tilt X: $\pm 35^\circ$;

	Tilt Y: $\pm 30^{\circ}$
1.8.3	最大样品倾斜角度: $\geq \pm 70^{\circ}$
1.8.4	最大测角器 (样品台) 倾斜角度: $\geq \pm 90^{\circ}$
1.8.5	样品台漂移 (使用标准样品杆): $\leq 1\text{nm/min}$
▲1.8.6	具有样品杆进出手动/自动并行系统, 完全计算机控制, 全对中
▲1.8.7	自动晶带轴校准软件, 可以实现已知样品的带轴自动转动
▲1.8.8	自动合轴功能, 可以自动对电子光路进行合轴操作
1.9	扫描透射 (STEM) 模式
1.9.1	探头: 具有 STEM 探测器和 HAADF 探测器
1.9.2	探头可采集 4x 幅来自不同角度的电子信号, 明场 (BF), 环形明场 (ABF), 环形暗场 (ADF) 和大角度环形暗场 (HAADF) 的图像
1.9.3	BF/HAADF 分辨率: $\leq 0.16\text{nm}$ (200kV); $\leq 0.34\text{nm}$ (80kV)
1.9.4	图像分辨率: $\geq 4\text{K} \times 4\text{K}$
1.9.5	具有智能扫描技术可获得 STEM 照片; 具备图像帧叠加功能。
1.9.6	HRTEM 和 HRSTEM 之间切换后稳定时间短: 仅需点击鼠标即可在 TEM 与 STEM 模式间相互切换, 可在 1 分钟以内完成切换并达到稳定状态
1.9.7	STEM、CCD 和 EDS 具备同时采集数据功能和能谱分析功能, 可以实现多维快速化学分析和成像。控制软件具有可进行在线或后续的离线分析, 实现在同一点的多种模式或手段的综合分析功能
1.10	一体化 X 射线能谱探测器
▲1.10.1	≥ 2 个电制冷探头, 对称设计、无窗设计、遮板保护
★1.10.2	有效探测器面积: $\geq 100\text{mm}^2$
1.10.3	EDX 立体角 (srad): $\geq 1.7\text{srad}$
1.10.4	能量分辨率 $\leq 136\text{ eV}$, Mn-K α 和 10 keps (输出)
1.10.5	元素分析范围: $\geq \text{Be}$ (4) -U (92)

1.10.6	最大像素分辨率：≥4K×4K
1.10.7	具备重叠峰剥离功能、实时图像漂移矫正功能及时间回溯功能
1.10.8	快速 EDS 成分图像素最短驻留时间≤10μs/像素
1.10.9	可同时采集 STEM 和 EDX 的二维和三维分析信号，实现多维快速化学分析
1.10.10	配备 EDX 专用分析处理软件，功能需包括元素定性与定量分析，点分析、线扫描、元素面分析多种分析模式，具备自动和手动峰识别，支持实时元素成像，支持分析报告生成和导出。
1.11	高分辨率底插 CMOS 相机
▲1.11.1	相机具有≥1600 万像素，可以采集大面积的图像并通过数字放大来获得具体位子的高放大倍率的图像
▲1.11.2	动态范围≥16bit，可以满足拍摄衍射花样，具备读取速度≥25fps，还可以拍摄动态录像
1.11.3	安装位置：底部安装
1.11.4	具备偏移校正；自动标尺校准功能；输出图片格式（Jpg; Tiff; Bmp）
1.12	三维重构系统
★1.12.1	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工作站，主要配置要求：64 位 Windows10 及以上操作系统，CPU 频率≥2.0GHz，内存≥16GB，硬盘≥1TB，配备键盘鼠标，显示系统要求屏幕≥24 英寸，分辨率≥1920×1080；三维重构软件包括：数据采集软件包（TEM 模式/STEM 模式/EDS 模式），数据对中重构及可视化处理软件包
1.12.2	大倾角样品杆最大倾角：±70°
1.12.3	大倾角样品杆倾角最小步长：≤0.2°
1.12.4	最大图像漂移：X/Y 方向 ≤2μm （±70°内倾转）
1.12.5	最大欠焦量变化：≤4μm （±70°内倾转）
1.12.6	重复性：≤400nm（样品杆重复 3 次进入）
1.12.7	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

▲1.12.8	可以实现 TEM 模式的三维重构、扫描透射（STEM）模式三维重构和能谱（EDS）模式三维重构
1.13	真空系统
1.13.1	真空系统构成：完全无油真空系统，由机械泵、涡轮分子泵和离子泵等构成
1.13.2	真空度：样品室真空： $< 2 \times 10^{-5} \text{ Pa}$ ，电子枪真空： $< 5 \times 10^{-6} \text{ Pa}$
1.13.3	换样时间 ≤ 3 分钟
1.13.4	具备镜筒自动烘烤和冷阱烘烤功能
1.14	电镜操作系统软件
▲1.14.1	100%数字化操作系统：所有电镜控制和操作都可于 Windows 64 位的计算机控制系统，用控制垫和鼠标控制。可以实现包括样品移动、光束移动、放大倍数变化、模式切换及探测器切换、聚焦、合轴操作等
1.14.2	配备远程操作相机，允许灯光照明操作
1.14.3	具备友好的数字化用户界面，允许在 TEM、STEM、DIFF 操作模式下快速切换，切换过程中系统自动调回所有相关的操作设置
1.14.4	电镜操作者可以根据需要拥有一套或多套电镜状态参数，每套状态参数相互独立，可在使用过程中迅速切换调用。可设置任意多个用户，每个用户之间的参数设置相对独立，同时还可以相互调用。每个操作者在完成了自己的工作退出操作系统后，可以保留所有的状态。当下一次用自己的帐户进入时，电镜将会自动完全回复到上次用户离开时的状态，且其间可以允许任何人多次操作，可以相隔任何长时间
1.14.5	控制软件具有多种探测器同时采集数据功能和频谱分析功能，可进行在线或后续的离线分析，可通过鼠标点击或功能键盘控制完成所需模式（如常用的透射模式与扫描透射模式）之间的切换，实现在同一点的多种模式或手段的综合分析
1.14.6	具有 STEM 自动调节模块，可以实现高倍 STEM 模式下的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、STEM 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
1.14.7	软件预留 API 接口，可以通过 Python 语言编程实现透射自动功能；如电子束开关、探测器进出、自动聚焦/明暗对比度、放大倍率改变、样品移动以及自动 TEM/STEM 图像获取、存储等

1.15	工作站及显示系统
▲1.15.1	主控工作站 CPU 频率 $\geq 3.6\text{GHz}$ ，内存 $\geq 32\text{GB}$ ，硬盘 $\geq 4\text{T}$ ；配置显卡 $\geq 16\text{GB}$ ，GDDR5；配置显示系统 2 台，每台屏幕尺寸 ≥ 24 英寸，分辨率 $\geq 2\text{K}$ （ 2560×1440 ）
1.16	TEM 制样设备
1.16.1	包含线切割，磨抛，冲片，氩离子抛光功能模块
1.16.2	氩离子抛光模块要求：抛光速度： $\geq 1,000\mu\text{m/h}$ （以 Si 换算）；样品尺寸：截面： $\geq 11\text{mm}$ （W） $\times 3\text{mm}$ （T），平面： $\geq 40\text{mm}$ （D） $\times 15\text{mm}$ （H）
1.17	其他
▲1.17.1	提供主动减震台和主动消磁器，可以满足设备安装的振动和磁场要求
1.17.2	提供 15KVA 不间断电源 1 套，续航时间 ≥ 1 小时
▲1.17.3	提供备用电子枪灯丝一根，免费更换。
▲1.17.4	所投 TEM 设备整机在供后需通过计量校准认证，或在设备供货后向采购人提供经过计量认证的标准样品。认证来源于国家认可的第三方检测机构如 CNAS 或 NIST 等。相关费用由投标人自行承担。

★1.18	投标产品须满足以下工作条件要求，如不满足，由投标人负责对场地进行改造，相关费用由投标人承担： （1）电力指标：230V（+6%，-10%）；频率 50/60Hz±1%；容量：12kVA；电源连接为来自主配电盘的单独电源连接；独立地线，<1Ω。 （2）环境温湿度指标：正常工作温度为 18～23℃，温度波动不超过 1°Cp-p/24hrs，同时温度波动不超过 0.25°C/20min；相对湿度在室温 18°C 不超过 80%。 （3）环境振动指标： 1）在水平方向，在 1Hz 至 5Hz 的振动水平<1.5microgrms，在 5Hz 至 20Hz 的振动水平 < 5microgrms，大于 20Hz 的振动水平 < 20microgrms。 2）在垂直方向，在 1Hz 至 5Hz 的振动水平<2microgrms，在 5Hz 至 20Hz 的振动水平 < 10microgrms，大于 20Hz 的振动水平 < 20microgrms。 （4）设备尺寸和重量指标：尺寸≤6.0m×5.0m×2.33m；平面承重，最高 700kg/m²。 投标人须针对以上内容提供承诺函并加盖投标人公章。
★2	设备应为全新设备，不接受翻新设备。（投标人提供承诺函并加盖投标人公章）

4. 需执行的国家相关标准、行业标准、地方标准或者其他标准、规范

本项目设计遵照的主要设计规范为 GB/T 40300-2021 《微束分析 分析电子显微学 术语》。遵照的其他主要技术规范及标准包括但不限于以下：

- SEMI S1 - Safety Guideline for Equipment Safety Labels
- SEMI S2 - Environmental, Health, and Safety Guideline for Semiconductor

Manufacturing Equipment

供应商提供的设备和附件应符合标准的最新版本，未予规定部分需符合国家有关标准、规定，有矛盾时，按照较高标准执行。

三、商务要求

1.项目实施

1.1 交付的时间和地点

交付的时间：合同签订后 240 个日历日内交付。

交付地点：北京地区，采购人指定地点。

★1.2 付款条件（进度和方式）

国内合同：须满足第七章《拟签订的合同文本》第四条 4.2。

进口（外贸）合同：须满足详见第七章《拟签订的合同文本》第 6 条。

1.3 履约

1.3.1 履约保证金

本项目不收取履约保证金。

1.3.2 履约验收方案

（1）最终验收方式：组织专家参与验收

（2）验收程序：按照采购人验收相关规定进行

序号	验收内容	验收标准
1	外观检查。	整体布局、外形、外围管线等美观合理。
2	技术资料验收。	查看技术资料是否齐全，内容是否符合相关标准。
3	设备“三漏”（漏水、漏电、漏气）现象检查。	设备无漏水、漏电、漏气情况。
4	设备模拟运行的稳定性。	设备运行无报警故障（运行时间或传片数量，合同签订时与招标方确认），具备考核状态。
5	设备技术规格。	按照合同进行符合性验收，完成技术性能考核（考核数据来源为设备 90 个日历日的试运行数据）。
6	验收报告。	设备各项技术指标满足合同要求后，双方签署最终验收报告。

2.采购标的需满足的服务标准、期限、效率等要求

2.1 售后服务

★（1）合同货物整体质量保证期为验收合格之日起至少 12 个月。

（2）如果对合同货物中关键部件的质量保证期有特殊要求的，双方可以在补充条款中约定。

（3）仪器到达采购人项目现场前，供货方提供安装前期准备书面通知，并协助采购人做好安装前准备。

（4）到货后免费由供货方的技术人员到现场进行安装调试。安装、调试及试运行后应达到承诺的技术指标。

（5）在质量保证期内如合同货物出现故障，供货方应自负费用提供质量保证期服务，对相关合同货物进行修理或更换以消除故障。更换的货物和（或）关键部件的质量保证期应重新计算。

（6）供货方应为质量保证期服务配备充足的技术人员、工具和备件并保证提供的联系方式畅通。供货方应在收到采购人通知后 24 小时内作出响应，如需供货方到合同货物现场，供货方应在收到采购人通知后 48 小时内到达，并在到达后 7 日内解决合同货物的故障（重大故障除外）。如果供货方未在上述时间内作出响应，则采购人有权自行或委托他人解决相关问题或查找和解决合同货物的故障，供货方应承担由此发生的全部费用。

（7）供货方在质保期内应对设备进行定期巡检。

（8）如供货方技术人员需到合同货物现场进行质量保证期服务，则供货方技术人员的交通、食宿等费用由供货方承担。供货方技术人员应遵守采购人现场的各项规章制度和安全操作规程，并服从采购人的现场管理。

（9）如果供货方的任何技术人员不合格，采购人有权要求供货方撤换，因撤换而产生的费用由供货方承担。

（10）供货方在就合同货物现场进行质量保证期服务的情况进行记录，记载合同货物故障发生的时间、原因及解决情况等，由采购人签字确认，并在质量保证期结束后提交给采购人。

（11）培训

免费提供原厂技术人员对采购人的操作技术培训和相关资料。培训时间不少于 10 天。

2.2 软、硬件升级

支持设备的硬件后期升级，硬件升级质保期内免费，质保期外按实际成本价格收取；在设备硬件支持的前提下，提供设备软件的终身免费升级。

2.3 维护保养说明

(1) 对设备中包含的所有软硬件提供至少 1 年维护保养服务，在质保期内，如因设备本身质量问题所引起的维修服务，由投标人负责，投标人免费提供零配件（易损件除外）。如因用户人为因素所引起的设备维修服务，投标人以优惠价收取零配件费用。

(2) 投标人提供该设备的原厂定期维护及注意事项，维护保养说明。

(3) 质保期满前 1 个月内投标方应提供 1 次设备标准预防性保养，维护后按合同签订的技术协议指标移交用户。

(4) 投标人负责提供安装、调试、检验、培训等所必须用到的工具、耗材等（危险化学品除外）。

3.采购标的的其他技术、服务等要求

3.1 备品备件、专用工具和仪器仪表清单

(1) 设备备品备件没有针对清华大学的限制政策。

(2) 投标人提供设备关键配件、备品备件清单，条目包括但不限于物料编码、名称、型号、单项报价（为日后的配件采购提供参考依据，不计入投标总价）。如有专用件（仅设备投标方才能提供的配件），需要特别注明。

3.2 图纸

合同签订后 1 个月内，供应商提供设备结构图、安装图、电气图等。

3.3 产品交付技术文件清单（合格证、检测报告等）

供应商应根据项目进度向采购人提供包括但不限于以下资料：

(1) 提供详细的项目实施方案包括设备公共配套设施技术要求和设备布局尺寸图给采购人。

(2) 提供电子版一套和纸质版两套（其中一套用无尘纸装订）的设备操作说明书和维护说明书，限用中文或英文书写；

(3) 技术文件应包含设备易损件及其他需要定期进行维护的设备部件的更换周期及维护方法。

(4) 提供出厂实验报告或者检验证书。

以及其他采购人认为供应商有义务提供的交付成果，以满足采购人档案归档管理和上级单位的审计要求。

3.4 保密要求

供应商对项目实施中涉及到的相关数据、资料、文档等具有保密的义务，并应按照相应保密规定执行。

4.针对本项目的服务方案、组织方案或承诺

4.1 项目实施方案

供应商应根据本项目关于项目实施的要求，针对本项目实际情况结合过往经验分析并指出项目实施过程中关于进度控制，交货、付款、安装、调试、履约验收方案等内容，存在潜在的困难点、风险点，并能够给出妥善的实施方案。

4.2 售后服务方案

供应商应根据本项目关于售后服务的要求，制定合理完善的售后服务解决方案，按照国家有关要求及本项目实际情况，最大限度的保证本项目所购设备质保期内外均可以连续、稳定运行，针对本项目提供关于质保服务内容及承诺、故障投标时间等内容的售后服务方案。

4.3 培训方案

供应商应根据本项目关于培训方案的要求，制定科学、合理的培训组织方案，对采购人及相关下属单位系统使用人员进行及时有效的培训，确保其能正确使用相关系统及功能，应针对本项目提供关于培训内容、时间计划安排等的培训方案。

4.4 兼容性与后续成本

供应商应根据本项目关于项目兼容性与后续成本的要求，提供本项目涉及的全生命周期成本报价方案，如必要耗材或配件费用、兼容性成本、使用期间能源费、废弃处置费等。