

双球差校正透射电子显微镜采购

采购需求（征求意见稿）

备注：《采购需求》中打“★”号条款为实质性条款，若有任何一条负偏离或不满足则导致投标（响应）无效。打“▲”号条款为重要条款（如有），若有部分“▲”条款未响应或不满足，将根据评审要求影响其得分，但不作为无效投标（响应）条款。

一、采购内容清单：

预算金额：4000.00万元

序号	设备名称	数量	计量单位	单价（万元）	小计（万元）	保修期（年）	国产/进口	含税/免税
1	双球差校正透射电子显微镜	1	套	4000	4000	主机保修期为3年,附件保修期为1年	允许进口	免税 (进口产品)

注：

1) 本项目经政府采购管理部门同意，可采购本国产品或不属于国家法律法规政策明确规定限制的进口产品(注：进口产品是指通过中国海关报关验放进入中国境内且产自关境外的产品，含已进入中国境内并在国内市场有销售的进口产品)。

2) 投标人必须对本项目内的所有内容进行投标，不允许只对其中部分内容进行投标。

3) 投标总报价不得高于本项目的采购预算，否则作无效投标处理。

二、商务要求：

标的提供的时间	合同生效360天内完成货物安装调试并交付使用。
---------	-------------------------

标的提供的地点	采购人大学城校区分析测试中心指定地点。
投标有效期	从提交投标（响应）文件的截止之日起90日历天。
付款方式	1期：支付比例100%。 （一）从中国关境外提供货物的： ★1、采购人、中标人与外贸代理公司签订三方合同。合同生效后，外贸代理公司开出以采购人为受益人的“见索即付”形式的预付款银行保函，保函金额为合同总金额，保函付款条件为银行收到采购人书面索赔通知即须赔付，保函有效期为合同生效后一年；采购人收到银行保函后十个工作日内按相关规定办理支付手续，采购人将合同货款（人民币*佰*拾*万*仟*佰*拾*元整，¥*****.**）支付给外贸代理公司。外贸代理公司收到货款后向中标人指定的外商开立合同总金额80%的不可撤销信用证（L/C），L/C条件为发货凭单兑付。 ★2、货物安装调试完毕，经采购人、中标人双方对货物进行验收合格并完成交付后，进口货物由外贸代理公司提供海关缴税/免税凭证、报关单、代理进口业务发票的原件（如有）、外商发票的原件、付汇水单的复印件（加盖外贸代理公司的财务章）等结算清单材料作为合同货款的报账凭证与采购人结算。国内货物（含服务费）由中标人凭增值税专用发票与外贸代理公司结算。 ★3、中标人在贷款结算时需交纳合同总金额的5%（人民币****, ¥*****.**）的履约保证金给采购人，中标人在保修期间能履行保修条款及服务承诺，保修期满，采购人收到中标人的退还申请后即不计利息返还其履约保证金。 ★4、收到所有报账凭证及履约保证金后，采购人将银行保函原件退回给外贸代理公司，再由外贸代理公司将剩余20%的合同货款付汇至中标人指定的外商公司。 （备注：信用证额度不超过进口货物总金额） （二）从中国关境内提供货物的： ★1、合同签订后，中标人开具全额增值税专用发票给采购人，同时中标人开出以采购人为受益人的“见索即付”形式的预付款银行保函，保函金额为合同总金额，保函付款条件为银行收到采购人书面索赔通知即须赔付，保函有效期为合同生效后一年；采购人收到银行保函后十个工作日内按相关规定办理支付手续，采购人将合同货款（人民币*佰*拾*万*

	仟*佰*拾*元整，¥****.**）支付给中标人。 ★2、货物安装调试完毕，经采购人、中标人双方对货物进行验收合格并完成交付后，采购人将银行保函原件退回给中标人，中标人自行到银行办理相关手续。
验收要求	1期： 1、交付验收标准为：按合同约定的货物及价格、详细配置清单及技术指标、符合采购文件和响应承诺中采购人认可的合理最佳配置、参数及各项要求、国家相关标准和行业规范进行验收（该等标准不一致的，以较高为准）。 2、进口货物必须具备合法进货渠道证明（如海关报关单等）。 3、验收流程按采购人规章制度执行，由采购人组成验收小组（含中标单位人员）按国家有关规定、规范进行验收，必要时采购人可邀请相关的专业人员或机构参与验收。 4、货物验收所发生的检测等有关费用由中标人负担。 5、货物安装调试完毕且正常运行6个月后，中标人可向采购人提出书面验收申请，准备并向采购人提交验收文件，合同项下的全部货物按采购人验收流程验收通过，经采购人、中标人双方签署验收合格证明后，视为验收合格。 6、验收合格后，中标人应将货物的用户手册、保修手册、有关单证资料及配备件、随机工具等交付给采购人，使用操作及安全须知等重要资料应附有中文说明。前述资料物品交付完毕当日，视为合同货物完成交付。
履约保证金	收取比例：5.0%，中标人在货款结算时需交纳合同总金额5%的履约保证金给采购人，中标人在保修期间能履行保修条款及服务承诺，保修期满，采购人收到中标人的退还申请后即不计利息返还其履约保证金。
其他	（一）质量和供货（服务）要求： 1、中标人提供的货物必须符合中华人民共和国国家标准、行业标准、地方标准、货物生产商的产品质量标准、有关部门制定的相关技术规范、符合产品说明书表明的质量状况和使用性能、国家规定的安全和环保要求（该等标准不一致的，以较高为准）。 2、中标人提供的货物在保修期内被证明有缺陷，包括内在缺陷或使用不当原材料，中标人应予退换货。 3、投标人应对投标设备列明其品牌、型号、制造商名称、产地、技术参数、功能介绍和使用说明。 4、对于影响设备正常工作的必要组成部分，无论在采购技术规范中

指出与否，投标人都应提供并在投标文件中明确列出。

5、投标设备的包装均应有良好的防湿、防锈、防潮、防雨、防腐及防碰撞的措施，符合《商品包装政府采购需求标准（试行）》及《快递包装政府采购需求标准（试行）》的要求。

6、投标人所投货物的品牌/制造商名称、型号、规格、配置（包括备品备件）、产地、数量等信息必须准确无误，产品信息应与机器（机身铭牌）上的信息完全一致，中标后在签署合同和供货等后续环节均不得再作任何修改。

（二）到货检验、安装与调试：

1、采购人负责提供场地，由中标人负责改造以达到设备安装要求。仪器到达前，中标人需根据采购人指定时间安排工程师携带专用设备对用户实验室的安装环境进行免费检测，若不达标，协助采购人进行改造，直至达到使用要求。

2、货物的到货验收包括：型号、规格、数量、外观质量及货物包装完整无破损，在货物抵达交货目的地后，采购人和中标人就货物外观质量、规格和型号进行初步检验。货物须为原厂商未启封全新包装，具有出厂合格证，序列号、包装箱号与出厂批号一致，并可追索查阅。所有随货物的附件必须齐全。如果发现到货的外观质量、规格和型号与合同不符，采购人有权拒收货物，并可向中标人索赔。

3、进口货物送到采购人指定场地后，采购人、中标人、外贸代理三方同时在场时才能开封检验。

4、除非采购人另有通知，中标人应按照合同的要求以及合同执行计划的时间安排，派出足够的人员进行现场安装和负责调试工作。

5、中标人必须依照招标文件的要求和投标文件的承诺，将货物安装并调试至正常运行的最佳状态，直至通过验收。

6、软件类产品中标人还提供软件现场或远程安装，包括软件服务器端安装、客户端安装和软件license的安装；在服务器端安装时中标人应主动寻求服务器供应商的工程师配合。

▲（三）人员培训及售后服务：

设备安装调试后，中标人负责安排主机及配件厂家的应用工程师到用户现场对设备操作及维护进行培训，包括仪器原理、使用方法和维护方法等，至用户能够独立掌握，并提供相关培训资料，培训时间至少为10个工作日，具体培训内容和时间安排由双方协商确定；

软件类产品在安装完毕后，中标人负责对用户使用部门相关人员的

	操作技术及维护技术进行必要的现场培训，具体培训内容和时间安排由双方协商确定，保证用户使用部门人员能够独立完成安装软件、软件升级并能运行算例。 保修期内提供现场技术指导，设备验收后提供不少于6人次的原厂培训，每次培训时间不少于5个工作日；设备验收后提供不少于5次的应用专家现场培训，总培训不少于16个工作日； 培训期间的费用由中标人承担； 培训应使参训人员能独立开关机、操作仪器、初步判断故障、日常维护保养。 （四）质量保证和售后服务： 1、★主机保修期为3年，附件保修期为1年，中标人提供免费3年或1年的上门保修服务和系统维护，中标人不再收取任何费用，保修期自采购人、中标人双方代表在货物安装调试后的验收证明文件上签字之日起计算。 ▲2、在保修期内和保修期外，接到用户关于设备故障通知后12小时内应答，应答后3个工作日内抵达现场维修，重大问题可在一周内解决或提出明确的解决方案。 3、保修期内，如货物或零部件因质量原因出现故障而造成短期停用时，则保修期和免费维修期相应顺延。如停用时间累计超过60天则保修期重新计算。 ▲4、保修期内服务：全免费，包括上门服务费和全部零配件的维修和更换；保修期外服务：提供零配件和耗材最优惠价格。 5、保修期内，同一硬件一个月内连续2次出现同一故障，中标人须无偿更换全新货物。
--	---

三、具体技术参数要求：

具体技术(参数)要求
1、工作条件
1.1电力供应：主机380-398V 50Hz，水箱220-230V 50Hz；
1.2工作温度：18-23° C；
1.3工作湿度：<80%(露点≤18° C)；
1.4仪器运行的持久性：仪器可连续使用；
1.5仪器的工作状态：较强的防震抗磁能力，工作稳定；
1.6仪器设备的安全性：符合放射线防护安全标准和电器安全标准，X-Ray安全满足小

于0.5 μ Sv/hr@10cm。
2. 设备用途 用于二维和三维尺度对材料科学进行快速、精确的形貌观察和微区的晶体结构和定量表征，选择特定设计的样品杆进行原位动态实验。本系统主要由电子光学系统、高压系统、真空系统、能量过滤系统等部分组成。
3. 具体技术要求 3.1分辨率 3.1.1 TEM信息分辨率：60kV或80kV， $\leq 100\text{pm}$ ；200kV， $\leq 80\text{pm}$ ；300kV， $\leq 60\text{pm}$ ； 3.1.2 STEM分辨率：30kV或40kV， $\leq 136\text{pm}$ ；60kV或80kV， $\leq 96\text{pm}$ ；200kV， $\leq 60\text{pm}$ ；300kV， $\leq 50\text{pm}$ ； 3.1.3能量分辨率： $\leq 0.3\text{eV}$ 。
3.2加速电压 3.2.1加速电压：30–300kV，加速电压全程范围内可自由切换，仅需通过软件完成，可自由调节。提供30kV（或40kV），60kV（或80kV），200kV和300kV合轴； 3.2.2高压稳定性： $\leq 0.8\text{ppm}/10\text{min}$ 或 $\leq 0.4\text{ppm}/\text{min}$ 。
3.3电子枪及镜筒 3.3.1电子枪类型：热场肖特基场发射电子枪（配备电子枪单色仪，及自动调整电子枪单色仪的相关软件）或冷场发射电子枪； 3.3.2束流/束斑尺寸： $\geq 0.25\text{nA}@0.2\text{nm}$ ； 3.3.3亮度： $\geq 2.9 \times 10^9 \text{A}/(\text{cm}^2 \text{srad})@300\text{KV}$ ； 3.3.4束斑漂移： $\leq 0.5\text{nm}/\text{min}@300\text{kV}$ 。
3.4球差矫正器 3.4.1配备聚光镜像差矫正器（用于提高HR-STEM分辨率）； 3.4.2包含聚光镜球差矫正器控制软件； 3.4.3配置STEM高分辨自动优化软件； 3.4.4配备物镜像差矫正器（用于提高HR-TEM分辨率）； 3.4.5包含物镜球差矫正器控制软件； 3.4.6集成法拉第杯，对束流实时测量和监控。
3.5透镜系统 3.5.1采用恒功率透镜，低磁滞，高重复性，低相互干扰； 3.5.2透镜的温度保持恒定，不随透镜线圈的激励电流和工作模式(TEM/STEM，放大倍数等)的变化而变化； 3.5.3透镜的温度不随时间变化而变化； 3.5.4物镜极靴间距：大于5.0mm（满足三维重构杆、双倾杆以及各种原位杆的转动；

3.5.5全自动光阑系统，包括全自动化一级、二级聚光镜光阑，及选区光阑和物镜光阑，带位置记忆功能。
3.6会聚束电子衍射（CBED）
3.6.1最大会聚半角：100mrad；
3.6.2最大取出角： $\pm 20^\circ$ 。
3.7放大系统
3.7.1放大倍数：50 - 1,000,000倍；
3.7.2放大倍数重复性误差： $\leq 1.5\%$ 。
3.8旋进衍射
3.8.1配置旋进衍射接口。
3.9洛仑兹透镜
3.9.1配置洛仑兹透镜，安装在物镜极靴下方，保证在无场环境下对磁性样品的观察；
3.9.2在洛仑兹模式下，信息分辨率 $\leq 1\text{nm}@300\text{kV}$ ；
3.9.3配置差分相位多分割成像系统，探头的每个象限均可实现独立收集信号并成像，可以实现固有磁场和电场的测量。
3.10扫描透射系统
3.10.1 STEM分辨率： $\leq 50\text{pm}$ ；
3.10.2配置16分割探测器，包含至少三个探头，包括高角环形暗场(HAADF)探头、8分割明场(BF)和8分割环形暗场(ADF)探头；
3.10.3配备的多个STEM探头可同时工作，至少同时采集四幅来自不同角度的电子信号，包括明场(BF)、环形明场(ABF)、环形暗场(ADF)和高角环形暗场(HAADF)的图像；
3.10.4最大HAADF STEM内环接收半角：150mrad；
3.10.5 HRTEM与HRSTEM一体化设计，可以与EDS、CCD等设备同时获取；
3.10.6相互切换后所需热稳定时间 ≤ 30 秒；
3.10.7 STEM放大倍数范围：150-100M；
3.10.8配备的多分割STEM探头，支持实时的微分相位衬度积分成像功能，可在同一幅STEM图像中同时获取轻重元素的清晰衬度，同时支持在极低束流下对电子束敏感材料进行低损伤高衬度成像；
3.10.9 STEM图像最大尺寸：4k×4k pixels；
3.10.10具有像素化探测器EMPAD，可以收集4D-STEM信息。
3.11样品台
3.11.1五轴增强型全自动压电陶瓷样品台，可存储和复位五维(x, y, z, α , β)坐标；
3.11.2插入低背景双倾样品杆时的最大倾斜角度： $\pm 30^\circ(\alpha)/\pm 30^\circ(\beta)$ ；

3.11.3插入三维重构样品杆时的最大倾斜角度： $\pm 70^{\circ}(\alpha)$ ；
3.11.4样品移动范围：X/Y： $\pm 1\text{mm}$ ；Z： $\pm 0.375\text{mm}$ ；
3.11.5样品漂移速率： $\leq 0.5\text{nm/min}$ ；
3.11.6样品最小移动精度： $\leq 20\text{pm}$ ；
3.11.7 X/Y/Z方向机械重复精度： $\leq 300\text{nm}$ ；
3.11.8配备晶带轴自动校正及指定带轴自动倾转模块；
3.11.9具有低剂量曝光技术。
3.12图像观察记录装置
3.12.1配置TEM一体化高速高动态观察数字相机，快速寻找观察兴趣区
3.12.1.1动态模式可实现最短0.8ms和最长200ms曝光的快速切换；
3.12.1.2支持动态傅立叶变换；
3.12.2可与其他附件配合，同时、连续采集数据，所得TEM像、衍射花样等图像可以以TV模式动态显示，可直接拍衍射，可拍摄动态图像；
3.12.3配置≥ 1600万像素CMOS相机
3.12.3.1使用电压：30–300kV；
3.12.3.2安装位置：底部安装；
3.12.3.3探头尺寸： $\geq 4,096 \times 4,096$ 像素，像素尺寸： $\geq 14 \times 14 \mu\text{m}^2$ ；
3.12.3.4读取速度：读取速度： $\geq 40\text{fps}@4\text{k} \times 4\text{k}$ ， $\geq 300\text{fps}@512 \times 512$ ；
3.12.4支持可插拔设计；
3.12.5配置CMOS直接电子相机
3.12.5.1安装位置：底部安装；
3.12.5.2探头尺寸： $\geq 4,096 \times 4,096$ 像素，像素尺寸： $\geq 14 \times 14 \mu\text{m}^2$ 。
3.13一体化能谱仪规格指标
3.13.1四个对称式电制冷能谱探头，无窗设计，集成在电镜极靴内；
3.13.2探测器面积： $\geq 120\text{mm}^2$ ；
3.13.3立体角(net)： $\geq 0.7\text{srad}$ ；
3.13.4在输出计数率10kcps内保持不变，能量分辨率： $\leq 136\text{eV}(\text{Mn-K}\alpha)$ ；
3.13.5元素分析范围：从B(5) – Am(95)；
3.13.6最大输出计数率： $\geq 500\text{Kcps}$ ；
3.13.7最高耐热温度：MEMS芯片样品区域 $\geq 1000^{\circ}\text{C}$ ；EDS最高成像温度：MEMS芯片样品区域 $\geq 700^{\circ}\text{C}$ ；
3.13.8可同时采集STEM和EDX的二维或三维分析信号，实现多维快速化学分析；
3.13.9可进行快速原子级尺寸的点、线、面的定性定量分析，全息面分布分析，具有

谱峰剥离和谱峰重构功能；
3.13.10对于纳米级球状样品，在不转动样品的前提下，能从多角度收集X射线性能；
3.13.11在同一用户界面下可以和STEM配合，进行有漂移校正的线扫描和面扫描定性/定量分析。二者同时、连续采集数据，实时显示，并可进行事后分析；
3.13.12可自动完成能谱三维重构分析。
3.14样品杆
3.14.1标准单倾样品杆一根；
3.14.2低背景双倾样品杆一根（Be）；
3.14.3超大视野低背景双倾样品杆一根（Be）；
3.14.4三维重构样品杆一根。
3.15三维重构
3.15.1三维重构软件包括：TEM/STEM/EDS自动三维数据采集、数据重构、可视化处理三大模块完整一套；
3.15.2自动化数据收集系统和电子断层扫描技术，采集TEM/STEM/EDS三维图像；
3.15.3最大图像漂移：X/Y方向 $\leq 2\mu\text{m}$ （ $\pm 70^\circ$ 内倾转）；
3.15.4最大欠焦量变化： $\leq 4\mu\text{m}$ （ $\pm 70^\circ$ 内倾转）；
3.15.5 X/Y重复性： $\leq 400\text{nm}$ （样品杆重复3次进入）；
3.15.6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；
3.15.7最大倾斜角度： $\pm 70^\circ$ ；
3.15.8配置三维重构可视化处理软件一套。
3.16真空系统
3.16.1真空构成：由无油机械泵、涡轮分子泵和离子泵等无油系统构成；
3.16.2真空度：样品室 $\leq 2 \times 10^{-5}\text{Pa}$ ，电子枪 $\leq 5 \times 10^{-6}\text{Pa}$ ；
3.16.3典型换样时间 ≤ 60 秒。
3.17带能量过滤器电子能量损失谱
3.17.1基本功能：能量过滤系统，包括能量过滤透射电镜成像（Energy Filtered TEM, EFTEM）和电子能量损失谱（EELS）分析。通过能量过滤，提高成像质量，尤其厚试样和断层成像的图像质量，分析材料的化学价态、电子结构、元素组成及其面分布等；
3.17.2能量过滤器主机：标配（1）高速 $2\text{k} \times 2\text{k}$ 闪烁体探测器；（2）BF/DF探测器；（3）100ns级高速静电快门；（4）Dual EELS探测系统；（5）实时零损峰（ZLP）校正；（6）实时STEM EELS面分布；（7）动态聚焦控制；（8）中心束挡针；（9）连续EFTEM等；
3.17.3采谱速度 ≥ 8000 谱/秒；
3.17.4包含EFTEM、EELS数据在线和离线的分析处理软件；

3. 17. 5过滤器光阑：9. 0mm成像光阑和5. 0mm/1. 0mm EELS分析光阑；
3. 17. 6工作电压：30kV~300kV；
3. 17. 7能量分辨率： $\leq 0. 025\text{eV}$ ；
3. 17. 8能量范围： $\geq 3000\text{eV}$ ；
3. 17. 9图像畸变： $\leq 0. 75\%$ ；
3. 17. 10可以在30~300KV电压下工作，30kV、60kV、200kV和300kV下的电压合轴。
3. 18电镜操作和控制
3. 18. 1基于不低于64位Windows 10的一套用于电镜控制的工作站，所有电镜操作由电镜控制器直接控制，控制命令为100%数字化信号。含两台24英寸高清显示设备，配备数据处理工作站；
3. 18. 2利用可兼容该电镜系统的软件，可实现快速操作，包括光学模式设置、探测器选择以及数据采集和分析等等，可以同时快速获取多达4个STEM信号，使用智能扫描技术，获得高质量的STEM图像；
3. 18. 3能方便地实现常用功能，包括样品移动、光束移动、放大倍数、模式切换、聚焦、合轴操作等。能非常便捷地将数据、软件各模块在两台输出显示设备之间显示；
3. 18. 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；
3. 18. 5提供TEM和STEM三维重构相关软件及离线数据处理软件，可安装于 ≥ 3 台数据处理工作站；
3. 18. 6提供EDS重构相关软件及离线数据处理软件，可安装于 ≥ 3 台数据处理工作站。
3. 19旋进电子衍射控制器：
3. 19. 1旋进电子衍射控制器：
3. 19. 1. 1适合于任意200-300kV透射电镜；
3. 19. 1. 2电子束旋进角范围： $0^{\circ}\sim 2. 5^{\circ}$ ；
3. 19. 1. 3电子束旋进频率： $\geq 100\text{Hz}$ ；
3. 19. 1. 4旋进电子衍射适合于平行光模式和纳米束模式，最小束斑：束斑球差校正透射电镜 $\leq 1\text{nm}$ ；
3. 19. 1. 5电子束的旋进和去扫描控制可以单独控制和微调；
3. 19. 1. 6电子束旋进过程中可以通过控制器独立实现电子束的微调和对中；
3. 19. 1. 7旋进电子衍射控制器关闭后对电镜的所有参数均不产生影响；
3. 19. 2纳米晶体取向和晶相分布分析：
3. 19. 2. 1旋进电子束的最小扫描步长：束斑球差校正下 $\leq 0. 5\text{nm}$ ；
3. 19. 2. 2空间分辨率(样品平面XY方向)：束斑球差校正下为 $\leq 2\text{nm}$ ；

3. 19. 2. 3晶体取向分辨率 $\leq 1^\circ$ ；
3. 19. 2. 4使用FluCam相机，衍射花样采集速度可达25~100幅/秒；
3. 19. 2. 5电子衍射花样模版生成系统包含所有晶系；
3. 19. 2. 6电子衍射花样的识别和指标化全自动完成；
3. 19. 2. 7自动完成晶体取向图、晶相分布图；
3. 19. 2. 8虚拟明场像、虚拟暗场像(可选一个或多个衍射斑点)；
3. 19. 2. 9孪晶、晶界、晶粒度、非晶化区域分析功能；
3. 19. 3旋进电子衍射三维重构
3. 19. 3. 1对序列旋进电子衍射花样(样品倾斜范围 $\pm 40^\circ$ 或更大，倾斜步长 1°)进行三维衍射空间重构，确定晶体的单胞参数(精度2-3%)；
3. 19. 3. 2对特殊晶体结构(如孪晶和位错)进行分析；
3. 19. 3. 3对每个衍射斑点自动指标化并提取出其强度。
3. 20原位纳米力学样品杆
3. 20. 1透射电镜纳米力学杆应可以插入到透射电子显微镜用于原位纳米压痕原位试验。可以在整个测试过程中极其精确地定位压头并对变形过程成像的同时，能准确得到定量的载荷和位移的数据；
3. 20. 2原位纳米力学表征系统能同时提供定量的载荷和位移的数据和同步观察材料的变形；
3. 20. 3执行纳米压痕试验时，仪器应采用一个传感器实现静电驱动施加载荷和电容式位移感应；
3. 20. 4最大纵向载荷：1mN；纵向载荷分辨率 $\leq 3\text{nN}$ ；纵向噪音背景 $\leq 200\text{nN}$ ；最大压痕深度：1 μm ；纵向位移分辨率 $\leq 0.02\text{nm}$ ；位移噪音背景 $\leq 1\text{nm}$ ；
3. 20. 5 X-Y可移动范围 $\geq 50 \mu\text{m}$ ；X-Y灵敏度 $\geq 2\text{nm}$ ；Z可移动范围 $\geq 3 \mu\text{m}$ ；Z灵敏度 $\geq 0.1\text{nm}$ ；
3. 20. 6测试软件参数：具备连续的载荷、位移数据随时间变化的实时数据的功能；具备集成透射电镜视频实时捕获功能；具备主动阻尼震动功能；具备材料载荷蠕变特性研究控制功能；具备位移控制功能。
3. 21透射电镜原位STM-TEM光电一体测量系统
3. 21. 1扫描探针操纵指标： XY粗调 $\geq 2.5\text{mm}$ ，Z方向 $\geq 1.5\text{mm}$ ； XY细调 $\geq 15\mu\text{m}$ ，Z方向 $\geq 1.5\mu\text{m}$ ； 细调分辨率XY方向 $\leq 0.4\text{nm}$ ，Z方向 $\leq 0.04\text{nm}$ ；
3. 21. 2电学测量指标： 包含一个电流电压测试单元；

电流测量范围：1nA-30mA，9个量程； 电流分辨率：≤100fA； 电压输出范围：普通模式±10V，高压模式±150V； 自动电流-电压（I-V）测量、电流-时间（I-t）测量，自动保存。
3. 22原位气体环境反应表征及数据处理系统
3. 22. 1该系统能够在透射电镜（TEM）内为样品提供可加热的气氛环境；
3. 22. 2透射电镜兼容性：兼容JEOL、ThermoFisher等主流电镜品牌的透射电子显微镜，符合TEM的X-Ray安全、真空安全等要求；
3. 22. 3加热温度范围：室温到1000℃；
3. 22. 4温度准确度：≥95%；
3. 22. 5温度稳定性：≤0. 01℃，不受气压、气流变化影响；
3. 22. 6可在实验过程中通入单质气体、预混合气体等多种组分气体；
3. 22. 7兼容TEM、STEM、电子衍射、EELS等分析功能；
3. 22. 8配置质谱分析仪，可以对微量的反应产物进行化学分析；
3. 22. 9气流控制装载系统具备检漏、漏气自动报警和自动关闭功能；
3. 22. 10压力范围：0-1000mbar；
3. 22. 11 EDS探测温度：室温~700摄氏度(与能谱探头有关)；
3. 22. 12具有自动化实验控制和实验数据记录的软件系统；
3. 22. 13备用气体加热芯片10盒。
4. 其他要求
4. 1场地装修改造，包含震动、磁场、温湿度控制以及隔音降噪，达到双球差电镜安装条件要求。