

第五章 采购需求

指标按重要性分为“★”指标、“#”指标，一般无标示指标。★代表实质性指标，不满足该指标项将导致投标被拒绝，#代表重要指标，无标识表示一般指标项。

一、货物一览表

序号	标的名称	采购数量	预算金额（万元）	是否接受进口产品投标
1	高速高分辨原位显微共焦拉曼光谱仪	1 套	192	是

二、技术指标要求

1. #、功能要求：可实现显微共聚焦拉曼-荧光-白光反射光谱-白光透射吸收光谱及二维三维成像、非线性光学成像、偏振光谱及成像。整机具有自动全波长校准，自动拉曼峰位校正、自动拉曼强度校正、自动荧光背景校正、自动曝光、自动批处理。

2 激光器

2.1 532 激发波长

- 1) # 532nm 基模（TEM00）单频激光器，功率 ≥ 100 mW；
- 2) ★532nm 激发，配置 532 超低波数附件，实现拉曼超低波数 ≤ 10 cm^{-1} ，可实现正反斯托克斯拉曼测试
- 3) ★激发光路内置激光功率计和反馈系统，配置独立的激光光路，软件控制自动切换。可实时显示并实现 ≤ 0.1 mW 步径连续调节到达样品表面激光功率（非多级衰减片，无需改变激光器电压），且可以直接输入功率任意数字值进行调节。（提供软件功率数字化调节界面作为技术证明文件）；
- 4) 配置 532nm 干涉滤光片和两个 Edge 滤光片，低波数 ≤ 50 cm^{-1} ；
- 5) 软件控制自动切换 Edge 滤光片；
- 6) 软件控制自动调节 Edge 滤光片角度，以保证低波数效果。

2.2 1064nm 激发波长

- 1) ★1064 nm 脉冲激光器，功率 ≥ 200 mW；
- 2) ★软件控制，激光功率连续可调；

2.3 光谱仪与检测器系统:

采用全反射式消色差消像散单级光谱仪:要求仪器具有高度整机性,激光器,光谱仪,显微镜,CCD 探测器等均集成在同一主机内,以保证仪器长期稳定性,整机自动化操作。

1) ★高灵敏度低杂散光光谱仪,光谱仪焦长 600mm~800mm (但不得小于 600 毫米),光谱仪内无任何反射镜损耗信号,光谱仪内部至少同时内置 300、600、1800 刻线三块光栅,无需手动更换光栅即可实现三块光栅软件控制全自动切换。

2) 光栅:采用等离子合适全息技术,尺寸 $\geq 76\text{mm} \times 76\text{mm}$ 或更具光谱仪可适当调整尺寸,须配置三块光栅覆盖全谱段。

3) 光谱数据采集模式:全光谱成像,积分时间 $\leq 10\text{ ms}$ /窗口时,包括单窗口光谱采集范围 100-4000 cm^{-1} 光谱范围,多窗口连续信号采集(宽光谱快速无缝接谱),多窗口连续信号采集(高低阈值一次采集)和连续扫描信号采集(大范围平滑光谱),光谱采集方式 ≥ 4 种。

4) 光谱分辨率: $\leq 0.7\text{cm}^{-1}$ @585nm 氪灯谱线的半高宽,
 $\leq 0.4\text{cm}^{-1}$ @837nm 氪灯谱线的半高宽。

(检测条件:使用光栅 $\leq 1800\text{ gr/mm}$,狭缝宽度或针孔 $\geq 50\mu\text{m}$,一次性连续测量紫外(UV)-可见光(VIS)-近红外(NIR)全光谱范围。)

5) ★光谱重复(稳定)性: $\pm 0.02\text{ cm}^{-1}$;

检测标准:使用单晶硅,采用 532 nm 激发及 100x 物镜,重复 100 次,观察的硅 520 cm^{-1} 拉曼峰位可重复性,100 次以上连续测量,峰位置变化在 $\pm 0.02\text{ cm}^{-1}$ 之间;

6) ★共聚焦高灵敏度:共聚焦测试条件下,能清晰地观察到硅的四阶拉曼峰,其中硅的三阶拉曼峰(约 1440 cm^{-1})信噪比 $\geq 25:1$, N_2 和 O_2 拉曼峰不高于硅的四阶拉曼峰高度;

检测标准:使用单晶硅片,激光波长 532 nm,激光功率 $\leq 10.0\text{mW}$,共聚焦针孔直径 $\leq 50\text{ }\mu\text{m}$,积分时间 60 秒,累积 5 次,显微镜镜头为 50x 或 100x;

7) 光谱仪平场校正,焦平面 $\geq 30\text{ mm}$;

8) ★光谱检测器:配置 CCD 芯片,分辨率 $\geq 1024 \times 256$ 像素,峰值量子效率

≥55%, TE 制冷至-60 摄氏度。无红外干涉条纹效应。

2.4 共聚焦拉曼/荧光成像:

1) # 真实针孔共聚焦系统: 系统应采用真正的针孔共聚焦, 而非狭缝式的
膜共聚焦或者数字化虚拟针孔;

2) # 实时参数优化: 调节参数时, 可快速 (积分时间≤0.01 s) 实时监测
拉曼光谱, 优化实验参数;

3) # 快速成像: 全光谱成像, 单窗口 (100-4000 cm^{-1}) 大光谱范围采集,
成像速率≤10ms/光谱, 光谱采集方式≥4 种; (验收指标: 扫描一定区域, 总时
间/总光谱数≤10ms/)

4) ★ 拉曼成像横向光学分辨率: ≤ 350 nm @ 532 nm

检测条件: 以直径不超过 50nm 的一维纳米材料为样品 (石墨烯完美边缘也
可以, 光栅样品不可接受), 使用 100 倍干物镜和共聚焦孔≥50 μm , 以 100 nm
为步长沿垂直纳米材料方向做拉曼线扫描, 获得纳米材料拉曼强度的空间分布
曲线, 其强度变化曲线的半峰宽即为拉曼成像横向光学分辨率。

5) ★ 拉曼成像纵向光学分辨率: ≤ 900 nm@532 nm,

检测条件: 以 Si 为样品, 以 50 nm 为步长沿 Z 轴方向做拉曼线扫描, 使用
100 倍干物镜和共聚焦孔≥50 μm , 获得 Si 峰拉曼强度的空间分布曲线为高斯对
称曲线, 其强度变化曲线的半峰宽即为拉曼成像纵向光学分辨率。

6) 自动选择普通模式和超快速成像模式, 无需更换光学元件和调整仪器。
集成拉曼软件包, 包括实时数据采集, 处理, 显示等功能, 可针对特定拉曼峰位
半高宽, 强度, 峰面积, 全谱 modeling 分析等进行成像。

3. 研究级共聚焦光学显微镜:

1) 研究级开放式显微镜, 配置彩色摄像机 (分辨率≥2560×1920 像素)。
需采用全时光纤三维共聚焦针孔光学设计, 激光光路和拉曼信号光路均通过光纤
传输, 简化光学元件, 提高拉曼信号传递效率: 系统配有大范围全自动机械平台,
全自动机械平台, XY 扫描范围: X 方向扫描范围≥75mm, Y 方向扫描范围≥50mm,
最小步长≤20 nm, Z 方向移动范围≥20 mm, 最小步长≤20 nm; 样品台非悬空
可承重≥5kg; 可实现大尺寸空间≥50 mm。

2) 采用闭环控制, 精度 50 nm;

3) ★光学显微镜采用科勒照明以及透射式照明方式，配置卤素灯，确保白光反射光谱-白光投射吸收光谱及其成像测试；

4) ★全自动光阑开关，可一键式快速聚焦样品表面进行拉曼测试；

5) # 光学图片拼接及图片一键式导航定位，可实现 5cm*5cm 图片拼接，在白光图，点击任意位置即可一键式定位到目标点；

6) 景深合成功能：将表面粗造不平样品的不同聚焦平面的白光图合成全景深的二维清晰图像；

7) # 可采集微区白光反射光谱，白光光谱横向空间分辨率： $\leq 400\text{ nm}$ 。

检测标准：以石墨烯完美边缘样品，以 50 nm 为步长沿垂直边缘方向做白光反射谱的线扫描，获得反射谱强度的空间分布曲线，其强度变化的带边宽即为白光横向光学空间分辨率；

8) ★ 配备物镜：5 倍物镜；10 倍物镜；50 倍物镜；50 倍长焦物镜；100 倍物镜（NA=0.9，工作距离 1mm）。

9) ★通过调节物镜高低聚焦样品，无需调节样品台，保证稳定性。

10) 内置 ≥ 2 个共焦光路，软件控制自动切换双共焦光路。

共焦光路 1:消色差透射共焦光路，光谱范围 400-700nm。

共焦光路 2:消色差反射式共焦光路，光谱范围 200-2100nm。

内置 ≥ 2 个机械共焦针孔，激光光路和拉曼光路各 1 个；

拉曼光路共焦针孔：10-1000um 软件控制调节，步进 1um。

4. 全自动二次谐波（SHG）成像附件

1) # 1064nm 优化光纤耦合系统，包含 1064nm Edge 滤光片；

2) # 1064nm 脉冲激光器，激光功率软件控制连续可调；

3) ★ 空间分辨率 $\leq 500\text{nm}$ 。原装软件端自动测试不同角度下的 SHG 强度并输出极化图。

5. 全自动全偏振附件

1) ★ 全自动激发偏振，配置 1/2 波片，波长响应范围 310-1100nm。软件可控制全自动 360° 旋转，旋转精度 $< 0.1^\circ$ ，且软件端可全自动采集每点拉曼光谱、二次谐波（SHG），光致发光谱（PL）非线性光谱信号；1/2 波片可更换为 1/4 波片，实现激发光路全自动旋转，实现手性研究。

2) # 收集偏振,可 360°全角度旋转,旋转精度<1°,宽光谱波段 350nm-2100nm

3) # 收集光路退偏系统,避免不同偏振信号响应变化

6. 高级数据处理软件

★1) 包括多变量分析功能,主成分分析 (PCA),非负矩阵分解 (NMF) 和团簇分析等功能

★2) 可以处理 2D 和 3D 数据功能 (提供软件功能截图)

★3) 具有多种聚类分析,主成分分析等高级数学算法 (提供软件功能截图)

4) 专业光谱软件包: 包括中英文界面,可随意切换。

5) 光谱软件权限控制: 可建立多用户权限,如管理员,专家,实验员等,保证后台 操作不被轻易篡改。不同用户支持不同的操作界面。

7. 坐标系导航共定位联用功能

1) #后期可与其他仪器(如原子力显微镜)耦合,两台仪器无需刚性耦合,无需特殊标记样品台耗材,即可实现共定位测试。

2) 可以跨空间、跨时间实现共定位测试。

3) 成像叠加: 配置成像叠加软件,不同测试方式的成像结果可叠加显示。

8. 工作站: ≥64GB 内存, ≥2TB 硬盘, ≥256G 固态硬盘,不低于 Intel® Core™ 9 处理器, Windows 11 Pro 64 位操作系统, ≥32" LED 显示器, 独立显卡, 显存 ≥4G, 16x 刻录机, Windows 下光谱专业软件-包括但不限于仪器控制, 拉曼/荧光/光电流数据采集、计算和处理及曲线拟合, 快速生成拉曼图像及图像计算, 化学成分分析等各项功能; 数据分析软件可任意安装在至少 20 台工作站上。

9. ★配置清单如下

1) 拉曼光谱仪主机 (含光谱仪、探测器、全自动平台): 1 套

2) 研究级共聚焦光学显微镜: 1 台

3) 5×物镜、10×物镜、50×物镜、50 倍长焦、100×物镜各 1 个

4) 532nm 激光器及配套光学元件: 1 套

5) 透明照射 1 套

6) 卤素灯 1 个

7) 1064nm 脉冲激光器及配套光学元件: 1 套

8) 超低波数附件: 1 套

- 9) 全自动全偏振附件：1 套；
- 10) 全自动二次谐波成像附件：1 套；
- 11) 软件及工作站：1 套
- 12) 配套设备：光学防震平台 1 个、显示器 1 个、UPS 稳压电源(断电后 96 小时持续供电)1 个

三、售后服务要求

- 1. **交货期：**合同签订后 6 个月完成交货验收。
- 2. **交货地点：**北京师范大学科技楼，采购人指定地点。
- 3. **安装与调试**

设备运至采购人现场后，投标人负责对设备进行安装和调试。安装和调试过程中需要的专用器具由投标人负责，采购人负责相应的现场协调等方面的协调配合工作。安装与调试所产生费用均由投标人承担。

4. 设备验收

按照采购人要求验收，投标人必须提供出厂合格证及出厂测试报告。设备验收在用户现场进行，验收内容包括货物数量（按出厂清单）、外观质量、规格参数、设备精度、附件和技术文件资料等内容。设备各项技术指标满足双方技术协议后，双方在最终验收备忘录签字。

5. 培训

投标人免费提供培训，培训在采购人现场进行。投标人负责对 5—7 名采购人的设备使用人员进行设备调试与技术培训，培训内容为设备使用、设备测试及保养等。（包括软硬件安装；使用环境及注意事项等基本知识培训；软硬件基本应用培训；硬件日常维护保养知识；提供中英文操作说明书，培训指南（电子文档）。）

6. 质保期

6.1、质保期为设备最终验收合格之日起 12 个月（如果代理商参与投标，应有原厂商对项目的授权函，及对质保 1 年的原厂授权函。）

6.2、投标人应提供保证设备正常运行 12 个月所需的备件及耗材，所需费用包含在投标报价中。

6.3、安装、调试、验收、培训及保修期内技术服务期间发生的交通、食宿

等活动的费用由投标人自行负责。

6.4、投标人应在投标文件中声明其售后服务承诺，说明其售后服务方式和服务内容和能力，售后服务不得违背其服务方式和承诺。

6.5、标准质保期内投标人负责免费维修设备和来回运输费。

6.6、设备需要返回投标人处维修时，采购人负责使用原包装或自己包装箱把设备返回投标人。投标人正常应该在 1 个工作日内完成设备维修服务。

6.7、故障响应时间：如果仪器出现故障，在接到维修服务的请求后，工程师应在 24 小时内作出应答，进行电话指导、网上诊断协助排除故障。必要时，在 48 小时内到达现场，排除故障应在 7 个工作日内完成维修服务。

6.8、保修期满后，厂家需提供终身维修服务，并保证零配件的供应。

