

第四章 技术需求书

一、项目背景（或系统现状）

时间分辨共焦显微荧光光谱系统 是低维半导体材料和新型微纳结构的强有力表征工具，其能够对微纳米尺度下材料的结构，电子能态，光电响应，以及内部载流子的动力学过程进行系统性的分析与研究，结合原位表征技术，可以实现材料在稳态和瞬态层面的物理化学性质的测量与表征。

高功率飞秒光纤激光器系统，具备全光纤前端，提供快速预热时间，具有长期稳定性和免设置操作。能提供自由的脉冲宽度、能量、重复频率和波长可调谐功能，可确保良好的光束指向稳定性，适用于多学科科研场景。

二、采购产品清单

时间分辨共焦显微荧光光谱系统及高功率飞秒光纤激光器系统，各 1 套，主要用途：科研。

三、技术指标参数

（一）采购标的需实现的功能或者目标，以及为落实政府采购政策需满足的要求：

时间分辨共焦显微荧光光谱系统 1 套，主要用于分析半导体电子能态，光电响应，荧光寿命等内部载流子瞬态动力学过程。

高功率飞秒光纤激光器系统 用于超快光电磁科学研究，分析宽禁带半导体的光电响应特性。

落实政府采购政策：

本项目为非专门面向中小企业的项目；本项目鼓励开展信用担保，使用信用记录结果，接受进口产品，扶持中小企业及监狱企业发展、扶持残疾人就业，鼓励节能环保产品，支持自主创新等

(二) 采购标的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：

拟供货产品需符合国家法律法规以及相关国家标准、行业标准，如遇相关标准更新以最新标准为准。

(三) 采购标的需满足的质量、安全、技术规格、物理特性等要求：

时间分辨共焦显微荧光光谱系统 1 套 详细技术参数如下

1、共聚焦拉曼/荧光光谱仪主机

1.1 仪器具有高度整体性，激光器，光谱仪，显微镜，CCD 探测器等均集成在同一主机内，整机自动化操作。

★1.2 光谱仪焦长 750mm~900mm 之间，保证高分辨及高灵敏度。

1.3 采用机械针孔共焦技术（三维空间滤波），非狭缝和光纤共焦。

1.4 软件控制自动切换激发波长，包括激光光路，共焦耦合光路。

1.5 具备自动全波长校准，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，自动批处理等功能。

#1.6 光谱数据采集模式：数量≥4 种，包括单窗口信号采集（同时谱），多窗口连续信号采集（宽光谱快速无缝接谱），多窗口断续信号采集（高低阈值一次采集）和连续扫描信号采集（大范围平滑光谱）。

1.7 采用全反射式消色差校像散单级光谱仪。

#1.8 光谱分辨率（测试条件：采用 1800 刻线光栅，≥30 μm 狭缝或针孔一次性连续测量紫外-可见-近红外全光谱范围）：

≤0.7cm⁻¹（585nm 氙灯线半高宽），≤0.4cm⁻¹（837nm 氙灯线半高宽）。

1.9 灵敏度：硅三阶峰的信噪比≥20:1，并能观察到四阶峰。

1.10 光谱重复性：≤±0.02cm⁻¹。

★1.11 光栅：采用等离子刻蚀全息技术，尺寸：≥75mm×75mm，配置两块光栅覆盖全谱段。

2、空冷开放式显微镜

2.1 采用开放式设计，提供大尺寸空间 $\geq 50\text{mm}$ 用于原位拉曼/荧光光谱实验。

2.2 通过调节物镜高低聚焦样品，无需调节样品台，保证稳定性。

2.3 配置彩色摄像机像素： $\geq 2560 \times 1920$ 。

2.4 白光照明，软件控制自动切换白光照明和拉曼荧光测量。

2.5 可见平场消色差物镜：5X，10X，100X，50X 长焦。

2.6 紫外物镜：40X。 2.7

#2.7 全反射式物镜：74X，光谱范围 220~2100nm。

3. 探测器：

3.1 配置空冷开放式电极 CCD，芯片尺寸 $\leq 1024 \times 256$ ，可达 -70°C ，工作范围 200nm~1050nm。

3.2 配置液氮冷却 InGaAs 探测器，不低于 512 像元，工作范围：800nm~1550nm。

4. 共焦光路

4.1 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。

4.2 内置 ≥ 2 个机械共焦针孔，激光光路和拉曼光路各 1 个。

4.3 拉曼光路共焦针孔： $10 \sim 1000 \mu\text{m}$ 软件控制调节，步进 $\leq 1 \mu\text{m}$ 。

5. 激光器

5.1 532nm 单纵模固体激光器，TEM00 模式，功率 $\geq 100\text{mW}$ 。

5.2 532nm 干涉滤光片和两个 Edge 滤光片，低波数 $\leq 50\text{cm}^{-1}$ 。

5.3 785nm 单纵模固体激光器，TEM00 模式，功率 $\geq 50\text{mW}$ 。

5.4 785nm 干涉滤光片和两个 Edge 滤光片，低波数 $\leq 150\text{cm}^{-1}$ 。

5.5 325nm 干涉滤光片和两个 Edge 滤光片，低波数 $\leq 150\text{cm}^{-1}$ 。

#5.6 配置 ≥ 2 个独立的激光光路，软件控制自动切换所有激光器、滤光片、共焦光路，可见激光与紫外激光自动切换后无需手动更换光学元件即可实现拉曼测试。

#5.7 软件控制自动调节 Edge 滤光片角度，以保证低波数效果。

6. XYZ 高精密自动平台

6.1 XY 扫描范围： $X \geq 75\text{mm}$ ， $Y \geq 50\text{mm}$ ， $Z \geq 20\text{mm}$ 。

6.2 XYZ 最小步进： $\leq 20\text{nm}$ 。

6.3 采用闭环控制，精度 $\leq 50\text{nm}$ 。

6.4 可扩展显微镜白光成像范围，拼接白光成像。

#6.5 实时聚焦：支持白光，拉曼信号自动聚焦。

6.6 自动对大范围样品进行三维表面形貌成像。

6.7 可对表面不平整样品进行拉曼光谱成像。

7. 超快速成像模块

7.1 软件控制，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。

7.2 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。

7.3 适用于所有激发波长（包括紫外-可见-近红外）。

7.4 成像速率 $\leq 10\text{ms}/\text{光谱}$ （验收指标：扫描一定区域，总时间/总光谱数 $\leq 10\text{ms}$ ）。

8. 工作站及软件：

8.1 主流机型：i7 或以上中央处理器，主频 $\geq 3.4\text{GHz}$ ，内存 $\geq 16\text{G}$ ，固态硬盘 $\geq 256\text{G}$ ，机械硬盘 $\geq 2\text{T}$ ，刻录机 $\geq 16\text{X}$ ，独立显卡 $\geq 4\text{G}$ ，LED 图文输出设备 ≥ 27 英寸，包括但不限于 Windows 64 位操作系统。

8.2 专业光谱软件包：包括中英文界面，可随意切换。

9 时间分辨瞬态吸收测试模块

#9.1 白光探测范围：350-1650nm

9.2 光谱分辨率：不低于 1nm

9.3 激发-探测空间分辨率：优于 2um

9.4 泵浦或探测光时间延迟线长度：不小于 2ns

9.5 时间分辨率：优于 30fs

9.6 光谱范围：380-1100nm

★9.7 具有角度分辨的瞬态白光反射谱测试功能，角度分辨率 $\leq 1^\circ$ ，能够联合共焦显微光谱和角分辨成像进行时间分辨拍摄。

10 时间分辨探测器

10.1 主体单元：无需转动光栅，可实现多光谱波段荧光寿命的一次性成像

10.1.1 光阴极灵敏度范围 200-950nm

★10.1.2 光阴极尺寸 $\geq 8\text{mm} \times 2\text{mm}$

#10.1.3 时间分辨率 $\leq 2\text{ps}$

10.1.4 静态系统空间分辨率 $\leq 100\mu\text{m}$

10.2 光学输入单元

10.2.1 光谱范围: 200-950nm

10.3 触发扫描单元

★10.3.1 扫描速度:

快触发扫描单元 10ps/mm-1ns/mm

慢触发扫描单元 250ps/mm - 5ms/mm

10.3.2 时间记录长度 (典型值):

快触发扫描单元 200ps -20ns

慢触发扫描单元 5ns - 100ms

10.4 同步扫描单元

10.4.1 扫描速度 15ps/mm-100ps/mm

10.4.2 时间记录长度 (典型值): 300ps-2ns

10.5 读出单元

10.5.1 读出面积 (典型值): 优于 20mm (时间轴) $\times$ 15mm (空间轴)

10.6 配备光谱仪耦合组件

10.7 配备数字延时发生器

11. 飞秒激光倍频和三倍频系统

#11.1 针对 800nm 飞秒激光系统, 实现高效的倍频和三倍频转换。

11.2 转换效率: 倍频 $\geq 10\%$, 三倍频 $\geq 1\%$

11.3 可手动切换基频, 倍频, 和三倍频光输出

高功率飞秒光纤激光器系统 1 套 详细技术参数如下

1. 高功率超短脉冲泵浦激光器:

★1.1、最高平均功率: $\geq 20\text{W}$ @1030 nm

★1.2、最大单脉冲能量: $\geq 100\mu\text{J}$,

★1.3、重复频率: 单发 20 MHz

#1.4、最小脉冲宽度: $\leq 270\text{fs}$ FWHM

#1.5、脉冲宽度可调范围: 270 fs-8 ps

- ★1.6、中心波长：1030±5 nm
- #1.7、光束质量 M2：<1.3（典型<1.2）
- 1.8、光束直径：2.0±0.5 mm
- #1.9、偏振：线性，垂直
- 1.10、支持外部触发
- #1.11、支持功率调谐
- 1.12、支持爆发模式
- 1.13、无 SAM 全光纤种子结构
- 1.14、配置激光控制软件
- 1.15、配置水冷模块

2. 光学参量放大器：

- ★2.1、调谐范围：360nm-2600nm
- #2.2、泵浦波长能量：>100uJ
- 2.3、信号光带宽 <250 cm⁻¹
- #2.4、BOL 峰值转换效率：>9%（信号光）
- 2.5、相对能量波动：<3% NRMS@750 nm
- 2.6、功率稳定性：<2%NRMS，750 nm@>8 小时
- #2.7、脉冲宽度：<190 fs（信号光）
- 2.8、偏振：线性，水平
- 2.9、M2<1.5
- #2.10、含信号光倍频模块
- #2.11、含闲频光倍频模块
- 2.12、操作温度/湿度：15-35℃/<60%无凝结
- 2.13、兼容泵浦激光器调谐软件（USB 接口）
- 2.14、支持升级波长 2600-10000nm

（四）采购标的的数量、采购项目交付或者实施的时间和地点：

供货数量：

时间分辨共焦显微荧光光谱系统 1 套；交货期：合同签订后 14 个月内交货；

交付地点为北京航空航天大学学院路校区，按照甲方要求送至指定地点，并负责安装调试。

高功率飞秒光纤激光器系统 1 套；交货期：合同签订后 8 个月内交货；交付地点为北京航空航天大学学院路校区，按照甲方要求送至指定地点，并负责安装调试。

（五）采购标的需满足的服务标准、期限、效率等要求：

5.1 技术资料：厂商提供的所有计算机软件都须是正版软件，其软件必须有原始安装盘，且购买方合法拥有。所有计算机软件须提供操作、安装、维护手册。厂商须免费为购买方提供仪器使用期内应用软件升级服务，并优惠提供必要的硬件升级；

5.2 安装调试与验收：供货商在接到用户安装通知后，须在 5 个工作日内安排有经验的工程师到现场安装仪器，直至安装、调试验收完毕；安装、调试过程中，安装工程师有义务对用户讲解仪器的操作及注意事项，对用户提出的问题安装工程师须认真给予正确完整的讲解和回答；

四、质保期及售后服务要求、培训要求等

（一）质保及售后服务要求：

1. 仪器自验收签字之日起 1 年或设备到达用户现场后 15 个月（非设备质量原因条件下），以先到时间为准。

2. 卖方在中国设有零备件库、办事处和维修站，保证长期、优惠、及时提供零备件和优质、优惠的维修服务，在硬件允许的情况下，提供软件终生升级。电话维修响应时间不超过 8 小时，需到用户现场提供服务时，服务响应时间不超过 2 个工作日。

（二）培训要求：

机器安装后，对使用人员要由厂商提供不少于 3 个工作日的操作培训；设备质保期内，仪器厂商需再提供至少 1 次高阶应用培训，培训时间不少于 5 天，培训地点为客户现场。

五、项目验收要求

按本招标文件所要求的技术参数验收中标产品，供货产品如低于投标书中的技术响应，采购人有权拒收。

