

# 科研用超高真空系统采购项目采购需求

## 一、产品需实现的功能与用途

该产品实现晶体样品从大气压到超高真空腔的传送、样品表面处理、并提供多种波长的真空紫外光，同时，配合电子分析器、HREELS 电子枪与主真空腔，实现针对晶体材料的角分辨光电子谱与非弹性电子散射谱的测量。该系统主要用于探测晶体材料中的电子结构与表面声子结构。

具体各部分的功能如下：

- (1) 角分辨光电子能谱(ARPES)超高真空腔体模块：维持角分辨光电子谱与非弹性电子散射谱测量所需的真空环境；
- (2) 六轴闭循环(无液氦消耗)低温样品架：操控被测量的样品；
- (3) 多气体高辉度单色化(光栅型)紫外光源：提供角分辨光电子谱测量所需的入射光子；
- (4) 快速进样系统：实现样品从大气压到超高真空环境的传送；
- (5) 样品预处理系统(PREP)：实现样品在真空环境下的表面处理以及连接快速进样系统与实施测量的主真空腔。

## 二、拟采购产品一览表

序号	产品名称	数量	单位
1	角分辨光电子能谱(ARPES)超高真空腔体模块	1	套
2	六轴闭循环(无液氦消耗)低温样品架	1	套
3	多气体高辉度单色化(光栅型)紫外光源	1	套
4	快速进样系统	1	套
5	样品预处理系统(PREP)	1	套

## 三、技术参数要求

序号	设备及主要配件名称	指标重要性	技术指标要求
1	角分辨光电子能谱(ARPES)超高真空腔体模块	★	1.1 系统在充分烘烤后，本底真空优于 $1 \times 10^{-10}$ mbar; <b>1.2 超高真空抽气系统：</b> 1.2.1 无油机械泵，级联分子泵组，主分子泵抽气速度 $> 650$ L/s ( $N_2$ )，次级分子泵抽气速度 $> 65$ L/s ( $N_2$ )； 1.2.2 真空抽气管路及控制线； 1.2.3 电磁控制安全阀和放气阀； 1.3 NEG GETTER 吸附剂泵 $2000$ L/s，包含电源控制；安装在抽气腔；

			<p><b>1.4 超高真空测量系统:</b></p> <p>1.4.1 超高真空离子规 (<math>&lt;3 \times 10^{-11}</math> mbar) , 包含可烘烤控制线 (最高烘烤温度 180 度);</p> <p>1.4.2 全范围真空规 (从 <math>10^{-9}</math> mbar 到一个标准大气压) , 包含控制线, 装在机械泵与次级之间;</p> <p>1.4.3 真空规控制器组(集成到真空控制及保护系统中);</p> <p>1.4.4 压力范围: 大气压~超高真空 (<math>1 \times 10^{-11}</math> mbar); 测量通道: <math>\geq 6</math>;</p> <p><b>1.5 超高真空抽气腔体:</b> 超高真空标准的不锈钢腔体, 材质为 SS316 不锈钢, 符合超高真空要求的不同尺寸法兰口, 可以连接分子泵, NEG GETTER 等; 装在分析腔 (<math>\mu</math>-metal 腔体)下方。</p> <p><b>1.6 中温蒸发源(用于金的蒸镀, 实现样品费米面及分析器的校正):</b></p> <p>1.6.1 钽钨合金丝辐射加热;</p> <p>1.6.2 工作温度: 300~1500°C; 最高除气温度: 1600°C; 热电偶类型: C 型;</p> <p>1.6.3 温度稳定性: <math>\pm 0.2^\circ\text{C}</math>;</p> <p>1.6.4 烘烤温度: 200°C;</p> <p>1.6.5 安装法兰: DN40CF;</p> <p>1.6.6 坩埚材料: <math>\text{Al}_2\text{O}_3</math>;</p> <p>1.6.7 坩埚容积: 10cc;</p> <p>1.6.8 包含控制电源, PID 控制;</p> <p>1.6.9 包含水冷套及挡板;</p> <p><b>1.7 质谱仪:</b></p> <p>1.7.1 安装法兰: DN40CF;</p> <p>1.7.2 测量范围: 0-100amu;</p> <p>1.7.3 用于腔体内残余气体成分的分析及检漏测试;</p> <p>1.8 超高真空气动闸板阀 VAT DN150CF 超高真空气动闸板阀, 装在分子泵与腔体之间, 用于保护分子泵;</p> <p>1.9 超高真空气动闸板阀 VAT DN150CF 超高真空气动闸板阀, 装在 NEG GETTER 泵与腔体之间, 用于保护 NEG 泵;</p> <p>1.10 超高真空视窗和法兰符合超高真空标准的 CF 视窗和法兰。</p>
2	六轴闭循环 (无液氮消耗) 低温样品架	★	<p><b>2.1 六轴闭循环低温样品架:</b></p> <p>2.1.1 该样品架中所有材料为无磁材料, 样品台核心区域采用多种无磁、耐低温材料, 确保极低温下的高热导及机械传动;</p> <p>2.1.2 安装法兰: DN100CF;</p>

		<p>2.1.3 最高烘烤温度：120°C (去掉马达电机);</p> <p><b>2.1.4 GM 制冷机</b></p> <p>2.1.4.1 无液氦消耗;</p> <p>2.1.4.2 DN100CF 安装法兰, 符合超高真空标准;</p> <p>2.1.4.3 CF16 法兰带 10 芯电馈通, 连接样品台温控系统;</p> <p>2.1.4.4 两个旋转驱动分别连接样品台面内角 R3 和俯仰角 R2;</p> <p>2.1.4.5 热屏蔽;</p> <p><b>2.1.5 样品台</b></p> <p>2.1.5.1 镀金冷屏, 确保样品能达到较低温度;</p> <p>2.1.5.2 兼容标准的 flag type 样品托;</p> <p>2.1.5.3 一个硅二极管温度计位于样品台处;</p> <p>2.1.5.4 样品台温度范围: 6K-325K;</p> <p><b>2.1.6 俯仰角 R2 (Tilt) 旋转:</b></p> <p>2.1.6.1 旋转范围: 60°(-15°, +45°), 样品面朝下为正;</p> <p>2.1.6.2 转动精度: &lt;0.1°马达控制;</p> <p><b>2.1.7 面内角 R3 (Azimuthal)旋转:</b></p> <p>2.1.7.1 旋转范围: 240° (-120°, +120°);</p> <p>2.1.7.2 转动精度&lt;0.1°马达控制;</p> <p><b>2.1.8 温控系统</b></p> <p>2.1.8.1 温度计: 2 个硅二极管温度计, 分别位于样品台和 cold finger;</p> <p>2.1.8.2 微型加热器: 50Ω, 50W 加热功率;</p> <p>2.1.8.3 温控器专用线缆; PID 控温模式;</p> <p>2.1.8.4 温度精度: ±0.1K;</p> <p><b>2.1.9 马达控制系统:</b></p> <p>2.1.9.1 R2、R3 自由度通过高精度步进电机实现自动控制, 可精确控制移动位置;</p> <p>2.1.9.2 基于 PC 的马达控制软件, 友好的用户界面, 便于使用;</p> <p><b>2.2 UHV XYZ-R1 样品操作台:</b></p> <p>2.2.1 X, Y, Z, R1 四个自由度均通过步进电机实现自动控制, 可精确控制移动位置;</p> <p>2.2.2 X/Y 方向采用交叉滚子和滚珠丝杆结构, 结构强壮紧凑。 Z 方向采用光轴和滚珠丝杆的组合结构;</p> <p>2.2.3 基于 PC 的马达控制软件, 友好的用户界面, 便于使用;</p> <p>2.2.4 上(样品架)安装法兰: DN100CF;</p> <p>2.2.5 下(腔体)安装法兰: DN150CF;</p>
--	--	--

		<p>2.2.6 最高烘烤温度 120°C(去掉马达机);</p> <p>2.2.7 重量: 约 80kg;</p> <p><b>2.2.8 样品平移自由度范围:</b></p> <p>2.2.8.1 X/Y 方向:</p> <p>移动范围: ±12.5mm;</p> <p>控制精度: 0.01mm(马达控制);</p> <p>配手轮旋转;</p> <p>2.2.8.2 Z 方向:</p> <p>I.D.: 100mm;</p> <p>控制精度: 0.01mm(马达控制);</p> <p><b>2.2.9 样品 R1 旋转自由度范围:</b></p> <p>DPRF 通径, I.D.=100mm;</p> <p>角度范围: 360°(±180°);</p> <p>控制精度: ≤0.01°(马达控制, 消除回程差后);</p> <p><b>2.2.10 马达控制系统:</b></p> <p>2.2.10.1 X、Y、Z 和 R1 四个自由度通过步进电机实现自动控制, 可精确控制移动位置;</p> <p>2.2.10.2 基于 PC 的马达控制软件, 友好的用户界面, 便于使用;</p> <p><b>2.3 样品操作机械手:</b></p> <p>2.3.1 用于样品托固定、开关屏蔽门等功能;</p> <p>2.3.2 行程: 150mm;</p> <p>2.3.3 机械手前端距离安装法兰: 115mm (收缩状态);</p> <p>2.3.4 安装法兰: DN35CF。</p>
3	多气体高辉度单色化(光栅型)紫外光源	<p><b>★ 3.1 高辉度紫外光源:</b></p> <p>新型射频聚焦等离子真空紫外光源, 结合特别设计的差分及紫外聚焦器, 可为最先进的角分辨光电子能谱系统提供高光通量、高分辨、多能量光子、小光斑的真空紫外光源。包含完整的高效固态射频电源控制组件等。</p> <p>3.1.1 全金属密封;</p> <p>3.1.2 单根石英管最长可工作 6 个月;</p> <p>3.1.3 多种气体兼容, 如: He, Ne, Ar, Kr, Xe, 输出能量范围: 8.4 eV (Xe), 10.03 eV(Kr), 11.62 eV(Ar), 16.67 eV(Ne), 21.2eV(He I), 40.8 eV(He II);</p> <p>3.1.4 紫外光通量: &gt;1x10<sup>14</sup> photons/sec;</p> <p>3.1.5 配备冷却水及压缩空气制冷, 包含专用冷却水及压缩空气机;</p>

		<p>3.1.6 配备烘烤装置，最高烘烤温度：120 °C(灯头处最高烘烤温度为 80°C)；</p> <p><b>3.2 紫外光栅单色器：</b></p> <p>3.2.1 包含单色器腔体；</p> <p>3.2.2 紫外光栅：He(I 21.2eV)/He(II 40.8eV)；超环面结构 (Toroidal)，一块光栅，通过调节角度，实现 He I 和 He II 两个能量的单色化；</p> <p>3.2.3 小光斑聚焦毛细管；</p> <p>3.2.4 工作距离：10~15mm；</p> <p>3.2.5 能量分辨率：1meV @ He I 21.2eV；</p> <p>3.2.6 样品处最小光斑：~0.5mm(10mm 工作距离处)；</p> <p>3.2.7 样品处(1mm<sup>2</sup>)的最大光子数：~1012 photons/sec；</p> <p>3.2.8 安装法兰：DN40CF；</p> <p><b>3.3 差分抽气腔及 ETC 模块：</b></p> <p>3.3.1 特殊设计的差分抽气腔体；</p> <p>3.3.2 75mm 移动行程波纹管；</p> <p>3.3.3 特殊设计 VAT 超高真空闸板阀，DN40CF，2 件；</p> <p>3.3.4 特殊设计的紫外椭球聚焦管(ETC)，高效率聚焦毛细管组件；</p> <p><b>3.4 真空紫外光源差分抽气系统：</b></p> <p>3.4.1 分子泵，抽气速度 &gt;380 L/s (N<sub>2</sub>)，DN150CF，1 套；</p> <p>3.4.2 分子泵，抽气速度 &gt;65 L/s (N<sub>2</sub>)，DN63CF，3 套；</p> <p>3.4.3 无油涡旋机械泵，3 台；</p> <p>3.4.4 真空规(测量范围：10<sup>-9</sup> mbar ~ 10<sup>-2</sup> mbar)，2 套；</p> <p>3.4.5 特别设计的差分抽气系统，降低光源工作时对分析腔的真空增量；</p> <p><b>3.5 紫外光源支撑架：</b></p> <p>3.5.1 将单色化紫外光源与系统支架固定连接；</p> <p>3.5.2 伸缩移动调节模块，使紫外光出光口沿着光路方向前进后退以实现样品对焦，240mm 移动行程(沿着光方向)；</p> <p>3.5.3 水平及垂直方向角度调节：±1°；</p> <p>3.5.4 便于实验操作及日常维护；</p> <p><b>3.6 高纯气体纯化及快速切换模块：</b></p> <p>3.6.1 路高纯气路：He, Xe, Kr；</p> <p>3.6.2 VCR 连接方式；</p> <p>3.6.3 DN16CF 漏阀；</p> <p>3.6.4 高纯气体纯化器；</p> <p><b>3.7 定制多滤片快速切换装置：</b></p>
--	--	--

			<p>3.7.1 匹配 BL1010s 和 BL1200s 系列真空紫外光源;</p> <p>3.7.2 特殊设计的多滤波片快速切换结构, 包含 3 个滤波片;</p> <p>3.7.3 在一个 VUV 光源中兼容 He, Ne, Ar、Kr 和 Xe;</p> <p>3.7.4 更换便捷, 无需破坏主腔真空。</p>
4	快速进样系统	★	<p><b>4.1 超高真空腔体:</b></p> <p>4.1.1 超高真空标准的不锈钢腔体, 材质为 SS316, 符合超高真空要求的不同尺寸法兰口, 可以连接分子泵, 观察视窗等;</p> <p>4.1.2 橡胶圈密封快速进样门;</p> <p>4.1.3 至少包含如下法兰口(具体数量以最终确认的图纸为准):</p> <p>4.1.3.1 DN63CF, 1 个, 用于连接 UFO;</p> <p>4.1.3.2 DN63CF, 1 个, 用于安装分子泵;</p> <p>4.1.3.3 DN63CF, 1 个, 用于安装快速进样门;</p> <p>4.1.3.4 DN100CF, 2 个, 用于安装样品停放台及视窗;</p> <p>4.1.3.5 DN35CF, 1 个, 用于安装传样杆;</p> <p>4.1.3.6 DN35CF, 1 个, 用于安装真空规;</p> <p>4.1.4 包含快速进样门, 便于日常取放样品; 4.1.5 腔体在充分烘烤后, 本底真空好于 <math>5 \times 10^{-8}</math> mbar;</p> <p><b>4.2 超高真空抽气系统:</b></p> <p>4.2.1 分子泵, 抽气速度 <math>&gt; 65</math> L/s (<math>N_2</math>), DN63CF;</p> <p>4.2.2 无油涡旋机械泵;</p> <p>4.2.3 抽气管路(SS304 不锈钢波纹管)及控制线; 电磁控制安全阀和放气阀;</p> <p><b>4.3 超高真空测量系统:</b></p> <p>4.3.1 真空规控制器(与系统共享, 并集成到真空控制及保护系统中), 压力范围: 大气压~超高真空 (<math>1 \times 10^{-11}</math> mbar), 测试通道; <math>\geq 6</math>;</p> <p>4.3.2 全量程真空规, 包含控制线;</p> <p>4.4 样品停放台: 可同时停放 6 个样品托(Flag-Type 样品托); CF35 线性驱动, 75mm 行程; CF16 旋转驱动;</p> <p>4.5 超高真空手动闸板阀, 1 套, 用于 ARPES 腔与制备腔的隔断;</p> <p>4.6 超高真空视窗和法兰: 符合超高真空标准的 CF 视窗和法兰。</p>
5	样品预处理系统(PREP)	★	<p><b>5.1 超高真空腔体</b></p> <p>5.1.1 一体成形超高真空标准的腔体, 材质为 SS316 不锈钢; 符合超高真空要求的不同尺寸法兰口, 既可连接现有配置的部件, 也可连接将来扩展需求的部件;</p>

		<p>5.1.2 包含的法兰口如下： DN100CF, 6 个； DN35CF, 8 个；</p> <p>5.1.3 腔体在 150 度充分烘烤后, 本底真空好于 <math>5 \times 10^{-10}</math> mbar。</p> <p><b>5.2 超高真空抽气系统</b></p> <p>5.2.1 分子泵抽速 <math>&gt; 260 \text{L/s}</math> (<math>\text{N}_2</math>), DN100CF;</p> <p>5.2.2 无油机械泵, <math>12 \text{m}^3/\text{h}</math> 抽速;</p> <p>5.2.3 真空抽气管路、电磁控制安全阀和放气阀; 集成到中央控制系统;</p> <p><b>5.3 超高真空测量系统</b></p> <p>5.3.1 真空规控制器(与 ARPES 超高真空系统共享, 并集成到真空控制及保护系统中), 压力范围: 大气压~超高真空 (<math>1 \times 10^{-11}</math> mbar), 测试通道; <math>\geq 6</math>;</p> <p>5.3.2 离子规, DN35CF, 测量范围: <math>2 \times 10^{-11}</math> mbar – <math>1 \times 10^{-3}</math> mbar, 包含可烘烤控制线(最高烘烤温度 180 度);</p> <p>5.3.3 真空规, <math>1 \times 10^{-4}</math> mbar – 大气压, 包含控制线, 装在分子泵与机械泵之间;</p> <p><b>5.4 超高真空 4 轴样品操纵台</b></p> <p>5.4.1 样品台兼容 flag-type 样品托(如下图所示);</p> <p>5.4.2 电阻加热模块, 样品台工作温度: RT-<math>950^\circ\text{C}</math>;</p> <p>5.4.3 温控器, PID 控制, 温度稳定性: <math>\pm 0.1^\circ\text{C}</math>; 温控器具备温度数显功能, 包含 PC 接口;</p> <p>5.4.4 X/Y 移动行程: <math>\pm 7.5 \text{mm}</math>;</p> <p>5.4.5 Z 移动行程: 100mm(最终行程以确认图纸为准);</p> <p>5.4.6 Theta(R1, 绕 Z 轴)旋转范围: <math>\pm 180^\circ</math>;</p> <p><b>5.5 离子枪</b></p> <p>5.5.1 DN40CF;</p> <p>5.5.2 能量调节范围: 0.1~3 keV;</p> <p>5.5.3 工作气压: <math>10^{-5} \sim 10^{-6}</math> mbar;</p> <p>5.5.4 伸入腔体长度: 110 mm;</p> <p>5.5.5 包含超高真空漏阀;</p> <p>5.5.6 烘烤温度: <math>150^\circ\text{C}</math>;</p> <p>5.6 超高真空手动闸板阀, 1 套, 用于预处理腔与快速进样腔体隔断;</p> <p>5.7 超高真空视窗和法兰: 符合超高真空标准的 CF 视窗和法兰。</p>
--	--	--