

X 射线光电子能谱仪

（一）技术要求：

1、货物需求一览表

序号	货物名称	数量	预算(万元)	交货期
1	X 射线光电子能谱仪	1	600	24 个月

2、工程技术要求

2.1、设备的主要用途及功能

X 射线光电子能谱（XPS）是一种应用广泛的表面分析方法（10nm 以内），其基于光电效应表面分析，可对周期表中除了 H、He 外的所有元素进行定性、定量和价态分析。通过 XPS 设备，可以对材料表面的氧化层成分、化学态和厚度进行分析，从而评估材料的服役性能。在材料经过辐照后，材料会发生元素偏析，而元素偏析会使得材料的表面化学状态发生明显变化，而 XPS 设备表征对这些变化十分敏感，表征结果可以指导材料设计以减少辐照诱导偏析。此外，材料在腐蚀介质中服役后，表面会形成相应的腐蚀产物，XPS 设备可以表征腐蚀产物的元素成分及化学态，为材料腐蚀机制的分析提供关键数据，配合其他微观组织表征结果（如 TEM）可以全面评估材料在极端环境下的性能退化与优化策略。

2.2、工作条件

项目	要求
实验室空间	为保证仪器和电脑的空间，至少预留 7m * 6 m 的实验室空间
承重	实验室地板承重 1800 公斤
温度	室温应在 15 至 25℃之间
湿度	相对湿度要小于 65%
磁场	静态磁场、交变磁场、交变电场
电源	建议配备专门控制仪器供电的专用配电盒，至少准备四路不带漏电保护的 空开 接地：须安装独立地线
有条件的建议规划设备间，将机械泵、UPS、水冷机置于设备间以减少实验室噪音	

2.3、技术性能指标要求

2.3.1 真空系统

★2.3.1.1 多腔体结构设计，至少包括三个真空腔体，即：分析室、进样室和样品制备室；

2.3.1.2 分析室

2.3.1.2.1 真空腔体为厚度不小 5mm 纯 μ 金属制造，极限真空 $\leq 5.0 \times 10^{-10}$ mbar；

2.3.1.2.2 配置机械泵，涡轮分子泵及钛升华泵各一套。

2.3.1.3 进样室

2.3.1.3.1 极限真空 $\leq 7.0 \times 10^{-9}$ mbar；

2.3.1.3.2 配置涡轮分子泵和机械泵各一套；

2.3.1.4 样品制备室

▲2.3.1.4.1 极限真空 $\leq 7.0 \times 10^{-9}$ mbar

2.3.1.4.2 配置涡轮分子泵和机械泵各一套；

2.3.1.5 配备自动真空烘烤装置；

2.3.1.6 真空监测装置：可实现大气至 1.0×10^{-10} mbar 范围内压力连续测量，同时各真空腔室压力实时显示于系统软件界面上。

2.3.2 单色化 X 射线源

2.3.2.1 X 射线源类型：微聚焦，单色化 AlK α X 射线源

★2.3.2.2 X 射线源-源束斑规格（非成像尺寸）多档可调，且可调档位 ≥ 7 档；

2.3.2.3 分析束斑规格（非成像尺寸）多档可调，且可调档位 ≥ 12 档；

2.3.2.4 最佳能量分辨率和灵敏度：以 Ag 3d5/2 峰为例，半高宽 ≤ 0.43 eV 时，计数率 ≥ 90 kcps；

2.3.2.5 常规能量分辨率和灵敏度

2.3.2.5.1 以 Ag 3d5/2 峰为例，半高宽 ≤ 0.45 eV 时，计数率 ≥ 160 kcps；

2.3.2.5.2 以 Ag 3d5/2 峰为例，半高宽 ≤ 0.60 eV 时，计数率 ≥ 1800 kcps；

2.3.2.6 阳极靶靶点应 ≥ 18 个；

▲2.3.2.7 提供单色化高能 X 射线源(X 射线光子能量 $>2800\text{eV}$)，能量分辨率和灵敏度：对 $\text{Ag}3\text{d}_{5/2}$ 峰，当半高宽 $\leq 1.0\text{eV}$ 时，且计数率 $\geq 5\text{kcps}$ 。

2.3.3 能量分析器

2.3.3.1 180° 半球型能量分析器，半径 $\geq 150\text{mm}$ ；

▲2.3.3.2 能量扫描范围：0 ~ 4500 eV；

2.3.3.3 通过能范围：1 ~ 400 eV，连续可调；

2.3.3.4 透镜模式：配置磁透镜模式和静电模式。

2.3.4 检测器

▲2.3.4.1 结构组成：包含采谱及成像两个独立的检测器，各自针对 XPS 采谱和 XPS 成像优化；

2.3.4.2 采谱检测器：配置多通道光电倍增器；

2.3.4.3 采谱检测器信号线性范围：最高计数率 $\geq 10^9\text{cps}$ ；

2.3.4.4 成像检测器：由 256×256 通道的多通道板和二维连续位置检测器组成，无成像盲点；

2.3.4.5 具备平行成像功能，对边缘锐利的刃口样品线扫描的最佳空间分辨率 $\leq 2\mu\text{m}$ ；

2.3.5 荷电中和系统

2.3.5.1 荷电中和系统适用于所有不导电样品及粗糙表面的精准荷电中和，无需调节电压、束流和气压等操作；

2.3.5.2 结构组成

2.3.5.2.1 提供单电子源，中和电子能量不大于 5 eV；

★2.3.5.2.2 提供超低能离子源，中和离子能量不大于 5 eV；

2.3.5.3 能量分辨率和灵敏度：对 PET 绝缘样品，在 $\text{O}-\text{C}=\text{O}$ 结构中 C 1s 峰能量分辨 $\leq 0.68\text{eV}$ 时，C-C/C-H 结构中 C 1s 峰的灵敏度 $\geq 20\text{kcps}$ 。

2.3.6 样品控制和观察系统

2.3.6.1 样品台

2.3.6.1.1 轴向：五轴样品台，即 X、Y、Z 方向移动，倾斜和旋转，由计算机自动控制；

2.3.6.1.2 移动功能：X 方向移动距离 ≥ 50 mm，Y 方向移动距离 ≥ 20 mm，Z 方向移动距离 ≥ 8 mm，移动精度 ≤ 1 μ m，倾斜精度 $\leq 1^\circ$ ；

2.3.6.2 样品观察

2.3.6.2.1 分析室：配置变焦 CCD 相机，通过软件控制可在不同的放大倍率下实时观察、精确定位分析位置和截取图像；通过可变焦 CCD 相机和实时成像系统确定分析位置，软件可自动确定最佳的分析高度；

2.3.6.2.2 进样室和样品制备室均配置可一次装入并存储 3 个样品条的多样品停放台。

2.3.7 深度剖析离子枪

▲2.3.7.1 离子源类型：复合式离子源同时具备单 Ar 离子和 Ar 团簇双模式；

2.3.7.2 可使用气体：Ar/Ar 团簇，用于 XPS 深度剖析；

2.3.7.3 单 Ar 离子能量在 0.5 ~ 4.0 keV 之间可调；

2.3.7.4 团簇 Ar 离子能量在 2.0 ~ 8.0 keV 之间可调；

2.3.7.5 团簇 Ar 离子团簇数目在 75 ~ 2000 之间可调，可选档位 ≥ 5 档；

2.3.7.6 气体控制：软件控制，配套高精度进气 阀门和差分真空抽气系统。

2.3.8 离子散射谱（ISS）功能

2.3.8.1 离子源：可使用 He 气作为分析离子源；

▲2.3.8.2 能量分辨和灵敏度：使用 1 keV 的 He 离子入射到清洁的 Au 表面上，Au 峰的能量分辨 ≤ 12 eV 时其灵敏度 ≥ 25 kcps/nA。

2.3.9 反射电子能量损失谱（REELS）功能

2.3.9.1 能量分辨率和灵敏度：对于干净的银样品，能量分辨率为 0.50 eV 时，灵敏度应 ≥ 1000 kcps。

2.3.10 紫外光电子能谱（UPS）功能

▲2.3.10.1 光源：全自动 He 紫外光源；

2.3.10.2 最佳能量分辨率和灵敏度：对 Ag 费米边，当能量分辨率 ≤ 100 meV 时，灵敏度（Ag4d） ≥ 1 Mcps；

2.3.10.3 系统配有满足绝缘样品 UPS 分析时荷电中和需要的静电模式中和源。

2.3.11 角分辨 XPS 功能

2.3.11.1 配置步进马达样品托，最佳角度分辨 $\leq 1^\circ$ ；

2.3.11.2 内置角分辨 XPS 数据处理功能，并能实现膜厚计算等功能。

2.3.12 加热制冷附件

2.3.12.1 分析室配备加热制冷附件和控制软件；

2.3.12.2 温度调节范围至少满足：173K $\sim$ 1000K；

2.3.13 谱仪控制和数据处理

2.3.13.1 谱仪控制

2.3.13.1.1 谱仪参数设置、分析部件等均可通过 系统软件控制；

2.3.13.1.2 系统软件具备可视化操作界面，实现对真空泵、阀门、真空规、离子枪、中和枪及加热冷却等控制；

2.3.13.1.3 仪器控制终端 1 台，用于操控仪器运行及数据收集，配置不低于 8GB 内存/1TB 硬 盘/23 英寸显示器；

2.3.13.2 数据处理

2.3.13.2.1 提供嵌入系统数据分析软件中的完整 XPS 和 ISS 等数据库，用户可直接调用标 准谱图数据与原始测试数据进行对比；

2.3.13.2.2 软件终生升级，提供正版不受限全功能完整版数据处理软件包 ≥ 2 个，（费用含在报价中）。

2.3.14 附件、备件及辅助设备

2.3.14.1 消耗品备件包 1 套（每套至少包括但不限于以下内容：阳极靶套件 $\times 2$ ，

单色阳极 灯丝× 2，荷电中和器套件× 2，离子枪灯丝套件×4， REELS 电子枪灯丝× 2，钛升华泵灯丝×6，机械泵油 4 升，循环水滤芯 4 个 等）

2.3.14.2 循环冷却水系统：满足阳极靶、涡轮分子泵和石英单色器冷却的需要，恒温范围：8-35℃，循环泵流量：6.4 L/min；

2.3.14.3 不间断电源系统：功率不低于 10kV 不间断电源 1 套，保证仪器待机时间≥6 小时， 工作时间≥1 小时；

2.3.14.4 电动粉末压片机 1 套（压力范围 0-20 吨）；

2.3.14.5 扫描电镜用进口原装原位加热台（最高温度 1200℃，温度稳定性±1℃），可以保证后续拉伸台的升级。

2.4、 技术服务要求及质保要求

技术服务要求：

（一）安装与调试

（1）实施标准

供应商需在设备抵达现场后 一个月内完成安装调试，提供《安装调试报告》及《性能验证测试记录》，包括真空度、能量分辨率、灵敏度等核心指标的实测数据。

（2）环境适配

供应商需在合同签订后 1 周内提交《实验室环境要求清单》，涵盖温湿度（23±2℃，湿度 40-60%）、电源稳定性（AC 220V±10%，50Hz）、接地电阻（≤4 Ω）等参数，并在安装前完成现场环境验收。

若涉及放射性部件（如 X 射线源），需协助采购方办理《辐射安全许可证》变更手续，提供辐射防护方案及第三方检测报告。

（二）人员培训

（1）基础操作培训

提供 3 天现场培训，内容包括仪器开关机、样品制备、数据采集等基础操作，培训人数不少于 3 人。

培训结束后进行实操考核，通过率需 $\geq 90\%$ ，未通过者需提供免费补考机会。

（2）高级应用培训

提供 2 天专项培训，内容包括化学态分峰拟合、深度剖析数据分析、原位实验设计等，培训人数不少于 2 人。培训需结合采购方实际样品进行案例教学。

每年免费提供 1 次线上高级应用培训，内容涵盖最新软件功能及行业前沿方法。

（三）技术支持与远程服务

（1）响应机制

提供 7×24 小时技术支持热线（400-650-5118 转 1）及在线服务平台，确保故障报修后 4 小时内电话响应，2 个工作日内工程师抵达现场（国内主要城市）。

重大故障（如 X 射线源损坏）需在 48 小时内提供备用设备，确保用户实验不受影响。

（2）远程诊断

支持通过 VPN 或专用软件进行远程设备监控及故障诊断，供应商需承诺不泄露用户实验数据，并签署《数据保密协议》。

每季度进行 1 次远程系统巡检，包括真空度、探测器性能、软件版本等，提供《巡检报告》并归档保存。

（四）备件与耗材供应

（1）原厂备件保障

提供 10 年以上原厂备件供应，关键部件（如 X 射线源、探测器）库存充足率 $\geq 95\%$ 。备件价格需在合同中明确，质保期外备件按成本价提供。

若备件停产，供应商需提前 6 个月书面通知采购方，并提供替代方案及兼容性测试报告。

（2）耗材兼容性

提供常用耗材（如离子源灯丝、真空规管）的兼容性列表，确保非原厂耗材不影响设备性能。若采购方使用非原厂耗材导致故障，供应商仍需提供维修服务，但

可收取合理费用。

质保要求：

（一）质保期限与范围

（1）标准质保期

整机质保期为验收合格后 1 年。质保期内免费提供备件更换、人工及差旅费。

软件提供终身免费升级（包括功能更新及安全补丁），但需采购方签署《软件授权协议》。

（2）延保服务

质保期外可购买延保服务，每年费用为合同金额的 8-10%，涵盖备件更换、预防性维护及优先技术支持。延保期限最长 5 年，可分年度购买。

（二）质保责任与例外

（1）责任界定

质保期内设备因设计、材料或工艺缺陷导致故障，供应商需在 7 个工作日内修复。若同一故障累计发生 3 次，采购方有权要求更换整机。

因用户操作不当（如未按手册要求进行维护）或不可抗力（如地震、雷击）导致的故障，不在质保范围内，但供应商需提供优惠维修服务。

（2）验收标准

质保期结束前 1 个月，供应商需进行全面性能验证测试，包括 Ag 3d_{5/2}峰分辨率（≤0.43 eV）、真空度（≤5×10⁻¹⁰ mbar）等核心指标，提供《质保期结束测试报告》。

若测试结果未达标，供应商需在 15 个工作日内完成整改，直至通过验收。

（三）争议解决

（1）技术仲裁

若双方对设备故障原因或维修方案存在争议，委托中国分析测试协会或中国计量科学研究院进行仲裁检测，检测费用由责任方承担。

（2）法律途径

因质保问题引发的纠纷，提交采购方所在地人民法院诉讼解决。供应商需承担采购方因设备故障导致的直接经济损失（如实验材料成本、项目延期赔偿）。

2.6、验收标准及验收程序

验收标准：

X 射线源系统

能量分辨率：单色化 Al K α 光源下，Ag 3d_{5/2}峰半高宽（FWHM） ≤ 0.43 eV（最佳条件），C 1s 峰 FWHM ≤ 0.82 eV（针对绝缘样品）。

束斑调节：支持 10 μm ~400 μm 连续可调，微区分析（ ≤ 20 μm ）时 Ag 3d_{5/2}峰 FWHM ≤ 0.6 eV，灵敏度 ≥ 15 kcps。

真空稳定性：分析室烘烤后真空度 $\leq 5 \times 10^{-10}$ mbar（如 Theta Probe 型号），24 小时内能量漂移 $\leq \pm 0.1$ eV。

电子能量分析系统

灵敏度：650 μm 束斑下，Ag 3d_{5/2}峰计数率 ≥ 4 Mcps（通过能 1.0 eV），或 ≥ 1.8 Mcps（通过能 0.6 eV）。

能量扫描范围：0~3200 eV（常规 XPS），0~50 eV（紫外光电子能谱，UPS），最小扫描步长 ≤ 6 meV。

样品处理与功能扩展

五轴联动平台：定位精度 $\leq \pm 1$ μm ，支持自动拼接成像（如 70 mm $\times$ 70 mm）。

原位实验能力：高温（ ≤ 1200 K）、高压（ ≤ 10 bar）反应腔需通过实际样品测试验证动态表面分析能力。

验收程序：

（一）设备安装与调试

（1）环境验收

供应商需提交《实验室环境要求清单》，涵盖温湿度（23 $\pm$ 2 $^{\circ}\text{C}$ ，湿度 40-60%）、电源稳定性（AC 220V $\pm$ 10%）、接地电阻（ ≤ 4 Ω ）等参数，并在安装前完成现场验证。

涉及放射性部件（如 X 射线源）时，需协助采购方办理《辐射安全许可证》变更手续。

（2）硬件调试

调试完成后，提交《安装调试报告》及《性能验证测试记录》，包括真空度、能量分辨率、灵敏度等核心指标的实测数据。

（二）性能验证测试

（1）标准样品测试

核心指标验证：使用 Ag 标准样品验证能量分辨率（ $\leq 0.43\text{ eV}$ ）和灵敏度（ $\geq 4\text{ Mcps}@1.0\text{ eV}$ ），PET 样品验证 C 1s 峰分辨率（ $\leq 0.82\text{ eV}$ ）。

真空度测试：连续运行 24 小时后，分析室真空度需保持在 $\leq 5 \times 10^{-10}\text{ mbar}$ ，提供实时监控数据。

（2）动态功能验证

原位实验：高温（如 800 K）、高压（如 5 bar）条件下，测试催化剂表面化学态变化，提供典型样品谱图及数据重复性报告。

深度剖析：使用聚焦 Ar 离子源（5 keV）对 SiO₂表面进行刻蚀，验证刻蚀速率 $\geq 0.1\text{ nm/s}$ ，并提供深度 - 成分曲线。

（三）文档与培训验收

（1）技术文档审核

提供中英文操作手册、维护指南、电路图及软件使用说明，涵盖设备安装、校准、故障排除等内容，并通过采购方技术专家审核。

软件需通过中国信息安全测评中心的三级等保认证，确保数据安全。

（2）用户培训考核

基础操作培训（3 天）后进行实操考核，通过率需 $\geq 90\%$ ，未通过者提供免费补考机会。

高级应用培训（2 天）需结合采购方实际样品进行案例教学。

（二）商务要求

1. 订货数量：1 套

2. 交货日期和交货地点：

★交货日期：合同签订后 24 个月内完成交货并验收。

交货地点：采购人指定地点

★3. 付款方式：

（1）预付款：合同签订后支付 50%；

（2）现场验收款：货物到达甲方现场验收合格后支付 45%；

如乙方无甲方认可接受的正当理由延期交付，则每延期一周交付，则扣除合同总额的 10%，从应付合同款项里扣除，直至扣完为止。如逾期一个月交付，乙方需退还甲方所有已支付款项并承担因延期交付给甲方造成的所有直接经济损失。因乙方未能按进度履约而未支付的款项，招标人不再予以支付，所有因此而产生的责任和损失由中标人自行承担。

（3）最终验收款：设备运行 12 个月后支付合同余款。

注：如货物为进口货物，则甲方将合同款项全额支付至外贸代理服务公司，由外贸代理服务公司按照上述付款方式支付给乙方。

（三）其他

- 1、投标人需根据招标人要求制定进度生产计划。
- 2、根据招标文件要求，提供完备的制造及检测计划。
- 3、投标人应针对本项目提供关于售后服务管理和保障措施、故障响应时间等内容的售后服务方案。
- 4、投标人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。