

序号	技术参数指标要求
1	综合性能
★1.1	采用高分辨罗兰环结构 X 射线单色器，具备 XAFS（X 射线吸收精细结构谱）透射，XAFS 荧光和 XES（X 射线发射谱）测量功能，单色器布拉格角测量范围：55-85°；
▲1.2	须 XAFS 和 XES 两个功能集成于同一台设备，并可实现 10min 内便捷快速功能切换，需提供功能切换视频文件作为佐证材料；
▲1.3	XAFS 荧光模式：通过掠入射方式实现 XAFS 的荧光模式测试，最佳测试范围满足 7-12 keV 近边信号。
●1.4	采用罗兰环结构 X 射线单色器，罗兰圆直径≥0.5 m；
▲1.5	分析仪球面弯曲晶体：球面弯曲的 Si 或 Ge 布拉格分光弯晶单色器，直径不小于 9.5 cm，曲率半径不小于 480 mm，弯晶单色器已预校准，具备姿态调节机构。球面弯曲晶体需覆盖不少于 21 种晶面指数，至少包含如下晶面：Si(2,1,1), Si(9,5,5), Si(5,3,3), Si(3,2,2), Si(7,5,5), Si(11,7,7), Si(11,5,5), Si(3,3,1), Si(10,10,4), Si(1,1,0), Si(7,5,0), Si(5,1,1), Si(4,1,1), Si(5,3,1), Si(8,5,1), Si(5,5,3), Si(3,3,2), Si(5,5,1), Si(7,3,3), Si(13,5,1), Ge(3,3,1)；
▲1.6	单色器晶体中至少包含专门用于测试 Ru，Mo，Nb 等元素的晶面（需提供详细晶面指数信息进行佐证）；
▲1.7	配备一元高精度硅漂移探测器，探测器厚度不小于 1.5 mm，检测光通量大于 3M cps；
▲1.8	X 射线光管配置：采用双光源设计，设备中同时装配两个可独立使用的 X 射线管以分别应对 XAFS 和 XES 的测量需求；
▲1.9	XAFS 测试使用 X 射线源：配备 3 套 XRD 型 X 射线源（功率≥2000 W，最大电流≥45 mA，最大电压≥45 kV，包含水冷系统，X 射线管安装支架带有对准配件，方便用户定位），至少包含 Mo 靶，W 靶和 Ag 靶 X 射线管；
▲1.10	XES 测试使用 X 射线源配备 2 套 XRF 型 X 射线源（功率≥100W，最大电流≥4 mA，最大电压≥35 kV），包含风冷系统及专用高压电源），至少包含 Pd 靶和 W 靶 X 射线管，不接受 XES 与 XAS 兼用 X 射线源，避免削弱 XAFS 测试性能；
▲1.11	高压电源稳定度 ≤ 0.0025%/hr；波纹要求：当>20 kHz，应≤1%rms，当≤20kHz，应≤0.1%rms。
●1.12	设备需具备 X 射线自屏蔽功能，机器正面、背面、左侧面、右侧面、上表面、正下方及机器操作位的 X 射线辐射瞬时剂量率均<0.3 uSv/h；
●1.13	机械调节精度：能量扫描时最小步长不大于 0.1 eV，须提供检测证明材料及原始数据作为佐证材料；

●1.14	软件操作系统，可用于单色器校准，日常运行测试，采谱及谱图处理，可实现样品自动连续测试，支持远程控制功能，满足过夜测试需求，需提供检测资料及数据结果，无需续费成本，可多终端安装使用；
▲1.15	设备可通过操控软件实现样品对 X 射线吸收信号的均匀度检测功能，需在 1 个样品中 $\leq 3\text{ mm}$ 范围内至少体现 6 个测量点，最高测量值与中位值差异以及最低测量值与中位值差异均 $\leq 2\%$ ，需提供吸收均匀度的检测视频以及测试结果截图作为证明材料；
▲1.16	配备 1 套金属箔片套装，至少共包含 23 个标准箔片，至少包括：Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Se, Zr, Nb, Mo, Ru, Pd, Ag, Sn, Sb, Au, Pt, Ta, Pb, W 等元素；
●1.18	配置不低于 i7 处理器, 8 G 内存, 1 T 固态硬盘, 24 寸显示器工作站一套，预装正版操作软件；
2	X 射线吸收谱（XAFS）功能的技术指标参数
★2.1	XAFS 能量范围至少包含 5~25 keV，需提供至少包含 Ti、V、Cr、Mn、Fe、Co、Ni、Cu、Zn、Ge、Zr、Mo、I、Ta、W、Ir、Pt、Eu、Gd、Tb、Dy、Ce、U、Ru 等元素的测试数据
▲2.2	XAFS 透射测量模式下，7 keV-9 keV 元素的吸收边前（非荧光峰）的最大光通量 $> 3 \times 10^6\text{ photons/s}$ ，提供实测光通量曲线数据；
▲2.3	检测器后台软件的单色 X 射线输出有效计数率(OCR) $\geq 1,500,000\text{ photons/sec}$ (7keV-9 keV)；
▲2.4	设备在 Mo 的 K 边处吸收边前（非荧光峰）可实现不低于 65 kcps 的计数率，需提供测试结果文件证明；
▲2.5	设备在 Ru 的 K 边处吸收边前（非荧光峰）可实现不低于 27 kcps 的计数率，需提供测试结果文件证明；
▲2.6	设备在 Pd 的 K 边处吸收边前（非荧光峰）可实现不低于 13 kcps 的计数率，需提供测试结果文件证明；
▲2.7	设备在 Ti 的 K 边处吸收边前（非荧光峰）可实现不低于 160 kcps 的计数率，需提供测试结果文件证明；
★2.8	在 7 keV 至 9 keV 能量范围内 XAFS 模式能量分辨率 $\leq 1.5\text{ eV}$ ；
▲2.9	XAFS 模式重复性： $\leq 50\text{ meV}$ 能量尺度漂移；
●2.10	XAFS 模式配大于 8 位全自动样品轮，具备不少于 8 位多样品自动切换功能；
▲2.11	可在不低于 500℃ 的温度条件下，实现高温原位 EXAFS 测试；
●2.12	XAFS 荧光模式：通过反射方式实现 XAFS 的荧光模式测试，最佳测试范围满足 7-12 keV 近边信号；根据样品和所需结果的要求，配置 10-45 度的定制支架，需提供测

	试照片及数据作为证明；
▲2.13	荧光模式 XAFS 功能在 7-12 keV 范围内可实现 $\leq 0.5 \text{ mg/cm}^2$ 样品的 EXAFS 原位测试，并提供需提供仪器测试样品数据与测试时原位装置图；
▲2.14	可在布拉格角 $> 70^\circ$ 的高角度条件下，全自动连续测量 Ce, Pt, Bi, Co, Nb, Mo, Pt, Au 等不少于 8 种元素，全程无需人工干预切换晶体
▲2.15	提供原位测试池总计不少于 3 套，至少包含 1 套高温原位 XAFS 测试原位池，1 套电池原位池和 1 套三电极电催化原位池；
3	X 射线发射谱（XES）功能的技术指标参数
▲3.1	具备 X 射线发射谱(XES)测量功能，需提供至少包含 Ti、V、Cr、Fe、Co、Ni、Se 等元素测试数据；
★3.2	在 7 keV 至 9 keV 能量范围内 XES 模式能量分辨率： $\leq 1.5 \text{ eV}$ ；
★3.3	XES 模式重复性： $\leq 30 \text{ meV}$ 能量尺度漂移；
●3.4	XES 模式配备电动自动对准台，配置不少于 7 位 XES 专属的多位样品轮；
●3.5	可实现 ppm 浓度样品测试，需提供测试数据；
●3.6	可实现针对电池体系检测的原位 XES 测试，需提供仪器测试样品数据与测试时原位装置图
●3.7	XES 模式配备电动对准台，用于光谱仪入口狭缝后的校准，配置 XES 专属的多位样品轮，需提供模块照片；
●3.8	XES 模式配备提高能量分辨率的组件，至少提供 V 或者 Cr 的 Ka 的半峰宽的数据证明配备组件可以提高分辨率，并且需提供模块照片。
4	附件
▲4.1	配原位装置，包括高温/高压原位反应池、光（电）催化原位反应池、电池原位样品反应池等
●4.2	配备其他谱学原位装置，如：拉曼光谱、红外光谱、高温掠入射衍射反应池等