# 采购需求及技术规格要求

1. **货物需求一览表**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 货物名称 | 数量 | 预算（万元） | 交货期 |
| 1 | 3D显微断层扫描仪 | 1 | 600 | 9个月 |

1. **工程技术要求**

注：本节中，

“★”为必须满足条款（共计12项），投标时需提供证明资料，不满足则废标；

“**−**”为重要条款（共计3项），不满足不废标，但负偏离则扣分；

“🞧”为重要加分条款（共计6项），投标时需提供满足加分项的相关证明资料（无证明材料则不得分）；

无标记为普通项，普通项不满足不废标。

如同时出现“★”与“🞧”，则表示参数的最低要求为“★”必须满足条款。更优的参数要求为“🞧”重要加分条款。

**2.1 设备的主要用途及功能**

**2.2.1 设备用途**

3D显微断层扫描仪须实现样品三维微观结构的扫描，在不破坏样品状态的情况下三维数字化直观描述样品的内部结构，如孔隙分布、密度变化、夹杂分布及大小、裂缝、孔洞、纤维结构等等，并能对所检测样品进行三维尺寸测量。

**2.2.2 设备组成**

该设备须包含微焦点X射线源、高对比度数字平板探测器、高精密样品台、精密机械扫描系统、电气控制系统、软件控制系统、数据采集传输系统（前端工作站）、图像处理系统（后端工作站）和辐射安全防护系统（含六面全屏蔽铅房及铅玻璃视窗或液晶显示视窗或高清摄像头）等关键子系统，以及本文件未列出但保证设备正常使用所需要的必配部分。

**2.3 工作条件**

**2.3.1 电气要求**

2.3.1.1 实验室电源AC220V/380V，接地电阻<1Ω（射线源采用独立地线）；

**2.3.2 环境要求**

2.3.2.1 工作环境温度要求：15-25°C，温度波动：<2°C；

2.3.2.2 工作环境湿度要求： < 70%，湿度波动：<5%，无凝结；

2.3.2.3 存储环境温度要求：0-40°C；

2.3.2.4 远离震动源，强磁，强电场；

2.3.2.5 实验室保持清洁；

2.3.2.6 如实验室装有空调，建议空调风口不要直向设备；

2.3.2.7 环境通风良好；

2.3.2.8 实验室需配有有线网络。

**2.4 技术性能指标要求**

**2.4.1 基本要求**

★2.4.1.1最高空间分辨率：≤5 μm；

★🞧2.4.1.2 样品三维检测范围（单次装夹）：≥Φ400mm × H420mm；且最大可装夹工件尺寸：≥Φ500mm × H700mm；

★2.4.1.3 可检测样品重量：≥50 kg；

**−**2.4.1.4 功能要求：设备应具有锥束CT扫描、螺旋CT扫描、偏置CT扫描、有限角CT扫描、水平/竖直扩展CT扫描及自动拼接、快速CT扫描、局部CT扫描和DR成像功能，并提供技术方案说明；

★2.4.1.5 设备核心部件（探测器和射线管）须由国际知名进口设备制造商供应；

2.4.1.6 设备及配套软件应具有国际先进水平、设计成熟的市场化产品，具有高可靠性和良好的操作性，符合人机工程学设计。

**2.4.2 安全要求**

2.4.2.1 X射线泄漏：距设备10cm处射线泄露率小于 1 µSv/h，必须符合德国RöV，美国21 CFR 1020.40或中国GB18871等同标准，具有门机双联锁装置，开门射线即停；

2.4.2.2紧急控制：装有急停按钮，可对设备实现紧急关机；

2.4.2.3信号警示：设备应具有信号警示灯，当射线开启，信号灯闪烁或常亮；信号灯可起到联锁控制作用，若信号灯故障，射线无法开启；

2.4.2.4实时内部观测：铅房必须配置有高透明度铅玻璃视窗或液晶显示视窗或高清摄像头，可对移动样品进行实时观测；

**2.4.3 开放式微焦点X射线源**

开放式微焦点X射线源应由微焦点X射线管、高压发生器、高压电缆、冷却系统、控制系统、稳压电源等组成。

2.4.3.1 开放式微焦点X射线源

2.4.3.1.1 最大管电压：≥300kV，或等效穿透能力达

★钢的累积穿透厚度不低于40 mm，或铝累积穿透厚度不低于200 mm；

2.4.3.1.2 最大管电压时的最高靶功率：≥300W；

2.4.3.1.3 最大管电流：≥1.0 mA；

2.4.3.1.4 最小焦点尺寸：≤7μm；

🞧2.4.3.1.5 JIMA卡分辨率：≤5μm；

2.4.3.1.6 具有校准功能（包括真空检测、射线管训管、灯丝校准）及调整靶电流的功能；

2.4.3.1.7 在不更换射线源的情况下，可以更换阴极灯丝，方便维护；

2.4.3.1.8 具有封闭式自循环水/油冷却系统，满足管头及靶的冷却需求，确保射线管长时间稳定工作；

★🞧2.4.3.1.9 配置微纳焦点开管X射线源，射线管电压≥180 kV，钨靶功率≥15 W，JIMA卡分辨率≤1.5 μm，自带冷却，组成双源系统，且能自动切换射线源（需提供双源系统详细方案说明，给出供应商及详细参数）。如无法配置双源，需以买方样件检测结果证明单源具有同等检测能力。

2.4.3.2 高压发生器

2.4.3.2.1 高压发生器由射线源原厂适配，系统稳定运行；

2.4.3.2.2 高压发生器采用绝缘油进行绝缘冷却，确保发生器长期工作稳定，并有效节约设备运维成本。

2.4.3.3 平均致命性故障间隔时间(MTBCF)

**−**2.4.3.3.1 在制造商推荐的操作与维护条件下，与X射线管及高压发生器相关的MTBCF应大于5000工作小时，其他因素下的MTBCF应大于2000工作小时，投标时供应商须提供用户使用反馈意见等证明资料。

**2.4.4 X射线平板探测器**

★2.4.4.1 X射线平板探测器应采用原装进口产品，满足CT级成像要求，提供有关CT级平板探测器进口产品证明材料；

🞧2.4.4.2 探测器像素尺寸：≤150μm × 150μm；

2.4.4.3 探测器像素数量：≥2000 × 2000；

2.4.4.4 探测器有效成像视野尺寸（非扩展模式）：≥400mm(竖直方向)×400mm(水平方向)；

2.4.4.5 探测器配置像素点校正模块，有效校准探测器不一致响应区域；探测器带铅屏蔽外壳；

2.4.4.6 探测器AD转化位数：16位；

**2.4.5 精密机械扫描系统**

2.4.5.1 精密机械扫描系统基座采用大理石材质机械加工，保证机械系统长期的稳定性。

2.4.5.2 样品台承重：≥50 kg；

🞧2.4.5.3 射线源与探测器沿射线束方向的最远距离≥1000 mm；探测器或射线源沿射线束方向可移动，且移动行程：≥300mm；

★🞧2.4.5.4 载物台与射线源、探测器的运动轴不低于4轴，各轴行程不低于：

2.4.5.4.1 载物台垂直于射线束水平方向行程：≥300 mm；

2.4.5.4.2 载物台（或射线源、探测器）垂直于射线束的竖直方向行程：≥390 mm；

2.4.5.4.3 载物台沿射线束方向行程：≥600 mm；

2.4.5.4.4 载物台旋转角度行程：≥360°×n；

2.4.5.5 各机械轴配置有国际知名品牌光栅尺，以保证系统机械轴的准确运行；

2.4.5.6 各机械轴配置有非接触感应式限位开关，有效控制各机械轴行程；

**−**2.4.5.7各轴运动的机械精度≤5μm；工件转台的角度精度≤5′。需提供方案说明。

**2.4.6 计算机系统**

**2.4.6.1 图像采集存储电脑（不低于如下性能）**

2.4.6.1.1 操作系统：正版Windows 10 64位专业版；

2.4.6.1.2 CPU性能：性能不低于Intel Core i7-10700 CPU 3.60GHz；

2.4.6.1.3 计算机内存：≥32GB；

2.4.6.1.4 计算机硬盘：机械硬盘≥8TB；固态硬盘≥1TB；

2.4.6.1.5 计算机显卡：显存≥8GB；

2.4.6.1.6 计算机显示器：32英寸4K显示器或触摸屏操作；

2.4.6.1.7 计算机配置键盘鼠标；

2.4.6.1.8 提供千兆网卡接口；

2.4.6.1.9如采集与图像重建工作站共用，性能从2.4.6.2高要求。

**2.4.6.2三维图像重建工作站（不低于如下性能）**

2.4.6.2.1 操作系统：正版Windows 10 64位专业版；

2.4.6.2.2 CPU性能：相当于或优于2 × Xeon Gold 6226 (单颗12 cores, 24 threats，主频2.7 GHz) ；

2.4.6.2.3 计算机内存：≥512 GB DDR4 3200 MHz内存（16根32 GB）；

2.4.6.2.4计算机硬盘：1块≥8 TB机械硬盘；1块≥4 TB固态硬盘；

2.4.6.2.5计算机显卡：≥1块NVIDIA RTX A6000显卡；显存≥48 GB；

2.4.6.2.6计算机显示器：配置≥32英寸4K专用图像显示器；

2.4.6.2.7计算机带有刻录光驱；

2.4.6.2.8计算机配置键盘鼠标；

2.4.6.2.9 配备UPS不间断电源，保证停电后30分钟内系统可以正常运行；

2.4.6.2.10 提供千兆网卡接口。

**2.4.6.3三维图像分析工作站（不低于如下性能）**

2.4.6.3.1 操作系统：正版Windows 10 64位专业版；

2.4.6.3.2 CPU性能：相当于或优于2 × Xeon Gold 6226 (单颗12 cores, 24 threats，主频2.7 GHz) ；

2.4.6.3.3 计算机内存：≥512 GB DDR4 3200MHz内存（16根32 GB）；

2.4.6.3.4计算机硬盘：1块≥8 TB机械硬盘；1块≥4 TB固态硬盘；

2.4.6.3.5计算机显卡：≥1块NVIDIA RTX A6000显卡；显存≥48 GB；

2.4.6.3.6计算机显示器：配置≥32英寸4K专用图像显示器；

2.4.6.3.7计算机带有刻录光驱；

2.4.6.3.8计算机配置键盘鼠标；

2.4.6.3.9 配备UPS不间断电源，保证停电后30分钟内系统可以正常运行；

2.4.6.3.10 提供千兆网卡接口；

2.4.6.3.11 可与图像重建工作站共用，性能从高要求，但不可与图像采集存储电脑共用。

**2.4.7 软件功能**

**2.4.7.1图像采集和重建软件；**

2.4.7.1.1图像采集和重建软件：须为自主研发软件，保证软硬件兼容性，且提供终身免费升级服务；

2.4.7.1.2 图像采集速度满足：10分钟至少获取1800幅投影；

2.4.7.1.3 支持探测器校正：Offset、Gain以及探测器像素点校正；

2.4.7.1.4 重建软件支持修改重建体数据输出位数：16位/32位；

2.4.7.1.5 用户可自行设置重建数据的空间分辨率：1模式、2模式，以便获得理想的分辨率或者重建分析速度；

2.4.7.1.6支持CT重建结果预览和切片浏览功能，可以快速查看CT切片任意位置的结果；

2.4.7.1.7自动几何校正软件模块：根据投影图像，自动计算并校正机械系统的几何误差；

2.4.7.1.8多场景射束硬化校正模块：用户可以根据硬化情况选择不同程度或模式的硬化校正；

2.4.7.1.9软件重建环状伪影校正模块：用于校正环状伪影；

2.4.7.1.10金属伪影校正模块：用于校正材料密度差异过大而导致的金属伪影；

2.4.7.1.11自动重建区域计算模块：样品投影没有占据整个探测器全部时，软件自动计算出样品区域，避免重建区域过大，提升重建速度和工作效率；

2.4.7.1.12 支持设置多种扫描模式，包括：锥束CT扫描、水平/竖直扩展CT扫描及自动拼接重建功能、螺旋CT扫描、偏置CT扫描、有限角CT扫描、快速CT扫描和DR成像扫描模式，提供技术方案说明；

2.4.7.1.13噪声（包括散射，干扰等）抑制校正，可以有效去除扫描过程中的数据噪声（包括散射，干扰等），从而获得更好信噪比的图像；

2.4.7.1.14 具有空间分辨率和对比度分辨率自动校准功能；

2.4.7.1.15 具有扫描参数自动记录功能，所有扫描参数自动记录，包括0度和90度的投影图像，中心切片图像，便于快速查看样品及扫描信息。

**2.4.7.2三维数据可视化软件**

★2.4.7.2.1 配备VG Studio MAX最新正版（加密狗即插即用版，验收时需提供正版授权证明），支持二维、三维图像不同分辨率图像的输出，且能导出二维图像序列、逐层动态视频和制作三维视频动画，也支持对三维数据体进行旋转、平移、缩放、斜切视图、亮度/对比度、伪彩色等操作；

★2.4.7.2.2 所配备的正版VG Studio MAX软件须至少包含以下模块：孔隙/夹杂物分析模块、泡沫/粉状结构分析模块、三维坐标测量模块、纤维复合材料分析模块；

2.4.7.2.3 对图像分割，可实现3D局部区的提取或修改；对局部区进行量化分析，可得到选定结构的体积占比、每个单元的体积、表面积、形状比、等效直径等信息，对量化结果进行筛选、编辑，导出CSV文件；

2.4.7.2.4 可实现标记点、标尺、角度、路径、箭头、区域（矩形/椭圆/多边形/自由绘制）、三点拟合圆等测量和标注操作。

**2.4.8 辐射安全防护系统**

★2.4.8.1 设备自带钢铅结构X射线六面全屏蔽铅房，具有透明铅玻璃视窗或液晶显示视窗或摄像头，便于在设备运行过程中观察内部情况；

2.4.8.2 内置门机联动安全锁，设备门开启时X射线源立即自动关闭，停止发出X射线；配置X射线开启显示系统（声光报警等）；

2.4.8.3 设备供应商须检验设备泄漏率，出具测试报告；

★2.4.8.4 环境影响评价，委托专业环评机构进行该设备的环境影响评价并通过验收，取得安徽省生态环境保护厅颁发的辐射安全许可证，相关费用计入总报价；

2.4.8.5配置照明设备、监控摄像头和空调，确保屏蔽室内温度及湿度满足使用要求。

**2.4.9 附件要求**

2.4.9.1 系统测试和使用须配备以下各项备品备件清单：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 货物名称 | 数量 |
| 1 | 配套阴极灯丝 | 18根（12根300kV射线源用，6根微纳射线源用） |
| 2 | 备用警示灯 | 1台 |
| 3 | 日常维护保养/维修工具 | 1套 |
| 4 | 全规格O型密封环 | 1套 |
| 5 | 高压硅脂 | 1套 |
| 6 | 样品夹具 | 1套 |
| 7 | 配套滤片及卡槽 | 1套 |
| 8 | 配套冷却液 | 1套 |
| 9 | 配套润滑油 | 1套 |
| 10 | 数显温湿度测量仪 | 1台 |
| 11 | 个人辐射剂量仪 | 2台 |
| 12 | JIMA卡 | 1套 |

2.4.9.2 提供纸质版系统使用说明书、操作维护手册、电气原理图、常规机械图、电器接线图、设备基础图、安装图、维护和保养手册各2份（纸质）。另提供相应的电子版资料1份。

2.4.9.3 提供系统的控制与成像等软件的全套光盘和操作手册，各2套。

**2.5 安装、培训及售后服务要求**

**2.5.1 系统安装**

2.5.1.1 设备包装要求及运输方式

2.5.1.1.1 设备包装必须充分考虑买方提供的电梯尺寸限制和地板重量的限制，设备包装前应采用防锈措施进行处理，经采用全密封包装后装入熏蒸后的坚固木箱；包装箱不得有破裂、漏洞，能有效防止潮气、水、盐、雾等，同时采取防锈、防震、防粗暴装卸的措施，并适用于整体吊装和长途海、陆运输，保证产品到达之后各项功能完好无损，包装材料必须符合中国有关动植物检疫的规定。

2.5.1.1.2 设备在运输过程中造成的一切损失由设备供应商承担且不计入投标总价。

2.5.1.1.3 运输方式：海运和陆运

2.5.1.2 设备验收前由卖方提供买方设备安装基础图。

2.5.1.3 卖方负责、买方配合将设备运至安装现场，安装现场无吊车可用；买方按照卖方提出的水、电等安装条件的要求，接至设备的对应接口处。

2.5.1.4 买方有义务配合卖方联系设备安装所需其他条件，但相应责任由卖方负责。

2.5.1.5 卖方负责设备开箱、安装、调试、试运行并交付使用。

2.5.1.6 设备调试所需的检测试样由买方提供，卖方应保证试样及工装夹具的完好，如若是卖方的原因造成试样、工装夹具或设备自身的损坏，应由卖方补充、修理或赔偿。

2.5.1.7 卖方应在到货后3个月内完成设备安装和调试，并完成设备的终验收。若由卖方的原因导致的超期（包括疫情原因造成的影响），卖方需对超期后产生的费用、造成的损失进行赔偿，按设备总价的0.5%/周进行赔偿，超过3个月按退货处理。

2.5.1.8 如若现场出现不可预知的情况，双方应协商确定解决方案并进行现场签字确认。

2.5.1.9 验收、安装、调试、检测、环评、培训及技术服务费用分项报价并计入投标总价。

**2.5.2培训**

2.5.2.1 安装、调试、终验收合格后，乙方负责免费培训2-3名使用方人员，技术培训内容包括设备操作、维修等，培训须保证每个人具备独立操作的能力，培训期不少于7个工作日，但需保证甲方技术人员掌握操作为止。培训报告由双方签字。设备使用一段时间后（以验收合格后6个月内为期限），乙方提供用户现场3-5个工作日的使用和维护二次培训。投标文件中应提供详细培训方案。

2.5.2.2 培训应包括以下内容：

2.5.2.2.1 设备结构与安装知识，设备维护、保养过程，并指出注意事项；

2.5.2.2.2 在客户现场演示讲解所有核心设备硬件结构及其工作原理，进行设备真空查看培训、设备热机及热机时注意事项培训、机械轴初始化操作培训、CT扫描及参数调节培训、特殊扫描操作培训（如快速CT扫描、水平/竖直扩展CT扫描等）；

2.5.2.2.3 图像采集和重建软件功能介绍及使用培训；

2.5.2.2.4 三维数据可视化软件功能介绍及操作培训；

**2.5.3 质保及售后**

2.5.3.1 设备自终验收之日起，提供至少2年的整机保修（包括射线源与探测器），在质保期内，卖方提供1年至少2次的设备维护保养，共计至少4次，包括：高压电缆的维护保养、射线管内部保养（包括钨丝和滤芯更换）、机械系统精度校准、解决设备使用中存在的问题，并根据需要对软件进行升级。要求售后服务及时有效，在接到买方故障反馈后，能在24小时内响应，10个工作日内排除故障。

2.5.3.2 设备质保期过后，要求能终身提供广泛优惠的硬件支持，设备供应商在国内需有备件库，可保证及时提供维修备件，并提供免费的技术服务及咨询，协助买方解决检测遇到的困难、问题。

2.5.3.3 设备供应商在中国大陆境内应有专业的售后服务团队（至少有3名以上的专门的售后技术服务工程师），应有常用的备件，投标时注明售后服务人员名单和联系方式。

**2.6 验收标准及验收程序**

**2.6.1 验收标准**

2.6.1.1 设备外观美观；设备资料齐全（产品合格证、使用说明书、零件手册等）；油漆无明显损坏设备内部管件连接牢靠；

2.6.1.2 技术指标要求验收标准：参照本规格书及有关标准、设备出厂检验标准、合同及技术协议要求验收，必要时提供合格证书、测试报告等具有法律效力的文件；

2.6.1.3 设备开停机运行正常，设备状态显示正常，设备运行参数设定功能正常，设备的样品检测能力达本文及合同技术指标要求；

2.6.1.4 安全性要求：系统屏蔽≤1 µSv/hr，具有X射线报警灯、急停开关、门安全锁开关等防护和警示装置；

2.6.1.5 按照以上的要求，校准完成后试运行至少1个月，如没有任何问题，进行最终验收。

**2.6.2 验收程序**

2.6.2.1 预验收

2.6.2.1.1 发货前，买方CT系统技术负责人员应在供应商发货地点进行技术预验收，以确认工业CT检测系统是否具备交货条件。预验收技术内容包含本文及合同所有技术要求，具体验收形式与供应商共同确定。预验收完成后双方签订预验收合格报告，之后卖方即可包装发运设备。

2.6.2.1.2 预验收期间，买方人员的差旅费用由买方负责，预验收及培训的其他费用由卖方负责。

2.6.2.1 最终验收

2.6.2.2.1 设备最终验收应按本规格书及有关标准、设备出厂检验标准、合同及技术协议等作为标准进行验收。卖方应在投标文件中提供设备验收方案（包括：验收指标和验收方法等）；并在验收之前的10个工作日向买方提交1份更为详细的验收方案（包括：负责人和技术人员名单、验收指标、验收方法、所用测试仪器等），经买方确认后形成作为验收依据的文件。

2.6.2.2.2 最终验收在买方现场进行，以确定工业CT检测系统是否满足所有技术要求。最终技术验收内容将根据供应商的响应和本文所有技术要求形成技术验收清单及验收报告。

2.6.2.2.3 最终验收须对X射线源参数、平板探测器参数、样品台机械精度、计算机系统及软件功能等按要求进行全面的测试，同时进行实际5个零件的检测，试件形状及尺寸双方在技术协议中规定，要求达到所有技术指标，验收合格后双方签字生效。若最终验收不合格，设备供应商需负责设备的维修或返修，由此产生的一切相关费用由设备供应商承担且不计入投标总价。