神经组织三维成像 X 射线显微镜

1. 工作条件：

1.1 环境温度：使用温度 10~30℃，温度波动小于 2℃；存储温度：0~40℃。

1.2 环境湿度：相对湿度 25%-80%，湿度波动：5%，无冷凝。

1.3 接地电阻：≤1Ω。

1.4 如有其他要求厂家需单独提出。

2. 设备用途及组成：

2.1 神经组织三维成像X射线显微镜用于光学显微镜-X射线显微镜-电镜关联成像，可以同时解决功能与结构相关联和多尺度图像关联配准的问题。还可用于对样品预检查与目标成像区域定位，并替代多尺度电镜成像中的低分辨率成像结果，大大提高了多尺度显微镜图像数据的获取效率。

2.2 神经组织内部空间结构成像系统主要由透射式纳米级焦点 X 射线源、高精度样品台、高分辨率物镜耦合探测器、高灵敏度平板探测器、机械扫描系统、电气控制系统、软件系统、数据采集传输系统（前端工作站）、图像处理系统（带 GPU 加速的高速工作站）和辐射安全防护系统等组成。

3. 技术规格

3.1 无损/透视/高分辨/三维/双光路跨尺度成像及分析研究；

*3.2 成像空间分辨率：0.5μm；

3.3 最小可实现体素尺寸：优于 200nm；

*3.4 系统在工作距离（X 射线源距样品旋转轴）为 50mm 时的测试分辨率≤1μm，适用于高分辨及原位加载成像；

#3.5 三向自动样品台（可拆卸）承重：≥10kg；

3.6 支持多种扫描成像模式：如实时 DR 投影，圆轨迹锥束 CT，超视野局部高分辨锥束 CT，螺旋锥束 CT，偏置锥束 CT，有限角锥束 CT 和超分辨率 CT 扫描；

*3.7 具有大空间原位加载拓展能力和预留接口；

#3.8 亚像素超分辨成像功能（提供软件截图或详细方案说明等证明材料）；

#3.9 探测器抖动防伪影功能（提供软件截图或详细方案说明等证明材料）。

4. 产品配置要求

4.1 X 射线源部分

4.1.1 开放透射式纳米级焦点 X 射线源：主要由 X 射线机头、控制台、高压控制柜、水冷机组及它们之间互联的电缆及水管等组成；

#4.1.2 射线源管电压：30-170kV，且采用该射线管与平板探测器组合时系统的空间分辨率≤0.5μm（采用空间分辨率测试卡测试）；

#4.1.3 最大输出功率：≥16W；

4.1.4 最大管电流：≥0.8mA；

4.1.5 辐射角度：160°；

4.1.6 靶材：金刚石/钨；

4.1.7 射线管参数调节：管电压、管电流支持输入和连续调节，管功率支持定功率模式，设定管电压，管电流自动调节或设定管电流，管电压自动调节；

4.1.8 射线管冷却方式：封闭式自循环水冷，同时冷却阳极靶、射线管管头和涡轮分子泵，确保设备的长期稳定性；

4.1.9 阴极灯丝更换：即插即用，无需人工调节灯丝位置。

4.2 探测器部分

*4.2.1 高分辨率物镜耦合探测器由高分辨数字相机、光学镜头、闪烁片、转塔等一系列组成，实现高分辨成像及原位加载下的高分辨成像；

#4.2.2 高分辨率数字相机参数：成像面积≥30mm×30mm，像素数量≥4000×4000，像素尺寸≤10μm；

4.2.3 光学镜头包括：4X、10X 和 20X 物镜；

#4.2.4 高灵敏度平板探测器：像素矩阵≥2300×2900；像素尺寸≤60μm；成像面积≥110mm×140mm。

4.3 机械扫描系统和电气控制系统

4.3.1 系统射线源、探测器、样品旋转台均直接连接在大理石基座上，大理石材质厚度尺寸满足设备正常运行时的减震、抗形变要求，且在重力厚度方向不小于 400mm；

4.3.2 数控可编程自动控制，控制软件可以一键自动初始化各运动轴的位置，可以设置机械系统的运动速度和自动运动到指定位置；

4.3.3 射线源和探测器 X 轴水平方向行程≥300mm；

4.3.4 探测器 Y 轴行程：≥290mm；

#4.3.5 高精密样品台各轴行程：X 轴≥20mm，Y 轴行程≥20mm，Z 轴行程≥90mm；

4.3.6 高精度机械转台，旋转角度 360°；

4.3.7 可承载最大样品尺寸：不小于直径 200mm、高 200mm 的圆柱形。

4.4 数据采集传输系统和图像处理系统

4.4.1 数据采集传输系统（前端工作站）：

（1）CPU：英特尔处理器；

（2）内存：不小于 32G；

（3）硬盘：不小于 SSD 256G，HDD 2TB；

（4）显示器：24″LCD 显示器，分辨率不低于 1920*1200；

（5）配备鼠标和键盘。

4.4.2 图像处理系统（带 GPU 加速的高速工作站）：

（1）CPU：英特尔处理器；

（2）内存：不小于 256G；硬盘：不小于 SSD 512G，HDD 6TB；

（3）显卡：NVIDIA RTX 3080Ti 顶级高性能计算卡；

（4）显示器：24 寸液晶显示器，分辨率不低于 1920*1200；

（5）配备无线鼠标和键盘。

4.5 软件系统

4.5.1 图像采集软件

4.5.1.1 设备生产厂家自有软件，须提供证明材料，且提供终身免费升级服务；

4.5.1.2 控制软件可以控制 CT 的所有组件和和检测过程的所有步骤，实时显示设备硬件状态、设备异常报警以及快速故障诊断情况；

4.5.1.3 扫描参数自动获取：自动计算调整样品旋转中心，自动计算射线源距样品、探测器距离；

4.5.1.4 辅助采集图像模块：支持查看和导出多种图像格式（bmp、jpg、tiff 等）、图像运算功能、尺寸测量功能、灰度直方图调整功能、实时显示实验信息、图像缩放、样品定位及各种滤波处理等；

4.5.1.5 支持探测器校正和机械系统校正，Offset、Gain 以及探测器像素点校正，根据投影图像自动计算并校正机械系统的几何误差；

4.5.1.6 支持多种扫描成像模式：如实时 DR 投影，圆轨迹锥束 CT（快速和抖动），超视野局部高分辨锥束 CT，螺旋锥束 CT，偏置锥束 CT，有限角锥束 CT 和超分辨率 CT 扫描。

4.5.2 图像重建软件

*4.5.2.1 设备生产厂家自有软件，须提供证明材料，且提供终身免费升级服务；

4.5.2.2 支持多种三维重构算法：圆轨迹扫描数据重建，超视野局部高分辨率重建、螺旋扫描数据重建、偏置扫描数据重建，有限角扫描数据重建，超分辨率扫描数据重建；

4.5.2.3 多种针对性的图像伪影校正功能（投影数据修复，投影数据标定，环状伪影校正，金属等射束硬化伪影去除），以提升图像质量；

4.5.2.4 具有图像测量、密度统计、文字标注、灰度直方图调整等功能，可对样品内部特征进行尺寸测量、灰度值统计、添加箭头和文字；

4.5.2.5 支持查看和导出多种图像格式（bmp、jpg、tiff 等）截面图和二维截面视频；

4.5.2.6 支持多种图像处理功能：图像去噪，图像增强，图像分割，图像识别等；

4.5.2.7 可根据需要对感兴趣区域进行局部重建，重建数据体可进行 X、Y、Z 方向校正等；

4.5.2.8 软件重建时具备 GPU 加速功能，图像矩阵 1024×1024×768，可在 1 分钟内完成重建；

4.5.2.9 支持一键式重建和根据需要自行设定重建参数，以获得更好的图像；

#4.5.2.10 重建软件具有 4 个及以上可调重建参数，确保重建数据的精准度，对重建数据进行任意角度旋转及平移的功能，能实现低剂量扫描数据的高质量成像（提供软件截图或详细方案说明等证明材料）。

4.5.3 三维可视化软件（两套）

4.5.3.1 一套可视化软件为日常数据查看及分析的软件，可提供诸多对于 CT 体数据的通用分析功能：

1) 支持多种格式三维数据的输入、输出以及格式转换（raw 数据以及 jpg、tiff、bmp、png 等常用图像格式）；

2) 具有多种二维与三维图像滤波、去噪等处理方法，实现数据图像、CT 图像的降噪、锐化、增强；

3) 提供一系列强大的三维数据查看与交互工具：XY/YZ/XZ 三截面的四视图显示、三维渲染显示（采用光线投影方法进行体绘制渲染）、三维图像旋转、平移、缩放、剖切以及辅助生成二维、三维漫游视频等；

4) 支持二维、三维图像高清截屏，且对图像可添加箭头、文字标注；可实现图像灰度值统计，具有基本测量工具距离（长度）、角度、路径、面积、平均灰度值等；

5) 支持多种手动与自动图像分割工具（笔刷、点选、OSTU 算法阈值分割等）对

图像目标区域进行图像分割、边缘或其它特征提取；

6) 可对感兴趣结构（孔隙、缺陷、夹杂等）进行定量统计，得到其体积占比、体积、表面积、体素点个数、空间位置、灰度值信息、空间角度等信息；

7) 可转化为 mesh 模型即 STL 格式文件，方便客户后续分析或逆向。

4.5.3.2 另一套可视化软件为专业的生物组织类样品 CT 体数据的分析软件，软件及模块均有一年的升级维护服务，软件具备以下功能：

1) 分析血管，神经， 淋巴管， 肌动蛋白等条状结构。并提供了自动，半自动及交互式的工具，能够对样品进行分割分析等操作；

2) 管理和可视化超大 CT 体数据。

4.6 辐射安全防护系统

4.6.1 具有符合国家辐射安全防护标准的安全警示设备，包括光学警报器、辐射安全标志、便携式个人剂量报警仪等；

4.6.2 内置安全联锁、门联锁开关、紧急坚实的急停开关；

*4.6.3 具有透明铅玻璃前视窗口，便于在设备运行过程中从窗口观察内部情况；

#4.6.4 辐射安全度（辐射剂量当量）≤1μSv/h，满足并优于国家 GBZ117-2015《工业 X 射线探伤室卫生防护标准》要求及环评要求。

5. 随机附件、备件及消耗品

5.1 提供正常工作及维修时的易损件及专用工具：备用警示灯、无尘手套、全规格保险丝、全规格 O 型圈、冷却液、润滑油、保养用硅脂、六角扳手一套等；

5.2 提供 1 套高精度样品座，包括夹片式样品座、夹钳式样品座、十字式样品座和柱式样品座；

5.3 主要耗材：为开放式射线源提供灯丝不少于 20 根。

6. 技术文件

提供详细的 2 套设备操作手册，语言为中文或英文，且所提供的技术资料必须同货物相一致，包括但不限于以下文件：

1) 设备操作手册；

2) 出厂合格证明；

3) 货物装箱清单；

4) 设备电气原理图；

5) 设备安装维护手册；

6) 设备安全操作规程；

7) 提供核心部件、机械系统、控制系统主要部件的相关质量证明或产品合格证。

7. 技术服务

7.1 设备运输、安装调试和验收

7.1.1 运输：无论在何种运输方式下，卖方包装应保证货物完好无锈蚀，安全运抵目的地。卖方应对由于包装不适当所招致的任何损坏和费用负责，包括卖方在包装时使用的不良包装或所采取的防护性措施不适当所造成的损失。包装材料必须坚固，能适应气候的变化，做到防震、防水、防蚀。应明确吊装要求，在装运过程中因包装质量造成的设备损失由卖方承担。

7.1.2 安装、调试：仪器到达用户所在地后，在接到用户通知后 1 周内执行现场安装调试工作，卖方应对安装和调试工作进行详细记录，安装和调试工作结束后，由卖方人员在记录文件上签字并交买方备案。

7.1.3 验收：按照双方签订合同时的《技术协议》要求验收，卖方提供出厂合格证及出厂测试报告。验收内容包括货物数量（按出厂清单）、外观质量、规格参数、设备精度、随机附件、备件及耗材和技术文件资料等内容。设备各项技术指标满足技术协议后，双方签署最终验收报告。

7.2 技术培训

7.2.1 设备交付阶段，在用户所在地对 2-3 名操作人员进行为期不少于 5 个工作日的免费培训，培训内容包括仪器的技术原理、操作、基本维护、数据处理、软件的使用等。

7.2.2 设备验收后，在质保期间，为用户进行不少于 2 次针对性高级培训，内容不限于设备操作、软件使用和设备保养。

7.2.3 投标文件中应提供详细培训方案。

7.3 质保期

#7.3.1 整机提供 2 年质保，质保期自用户签署验收报告之日起计算。

7.3.2 在质保期间，设备发生任何非关键硬件的误操作造成的故障和损坏，均由卖方方负责免费修复，失效零件予以免费更换，更换时所发生的费用均由卖方方负担。

7.3.3 系统使用期间内，如出现故障，卖方在接收到用户通知后于一个工作日内予以回应、提出解决方案；如故障现象无法解决，卖方应在两个工作日内安排工程师到达用户现场，对故障进行检查、定位和排除。

7.3.4 质保期满前 1 个月内卖方应负责一次免费全面检查，并写出正式报告，如发现

潜在问题，应负责排除。

7.4 维修响应时间：卖方应在 2-4 小时内对用户的服务要求做出响应，一般问题应在一个工作日内提出解决方案，重大问题或其它无法迅速解决的问题应在一周内解决或提出明确解决方案，否则卖方应赔偿相应损失。

8. 订货数量：1 台

9. 交货地点：中国科学院自动化研究所（北京）

10. 交货日期：合同签订后 5 个月内

11. 执行的相关标准：产品应满足相关国家标准及行业标准