



# SkyScan 1276

- 高分辨率X射线活体显微断层成像系统



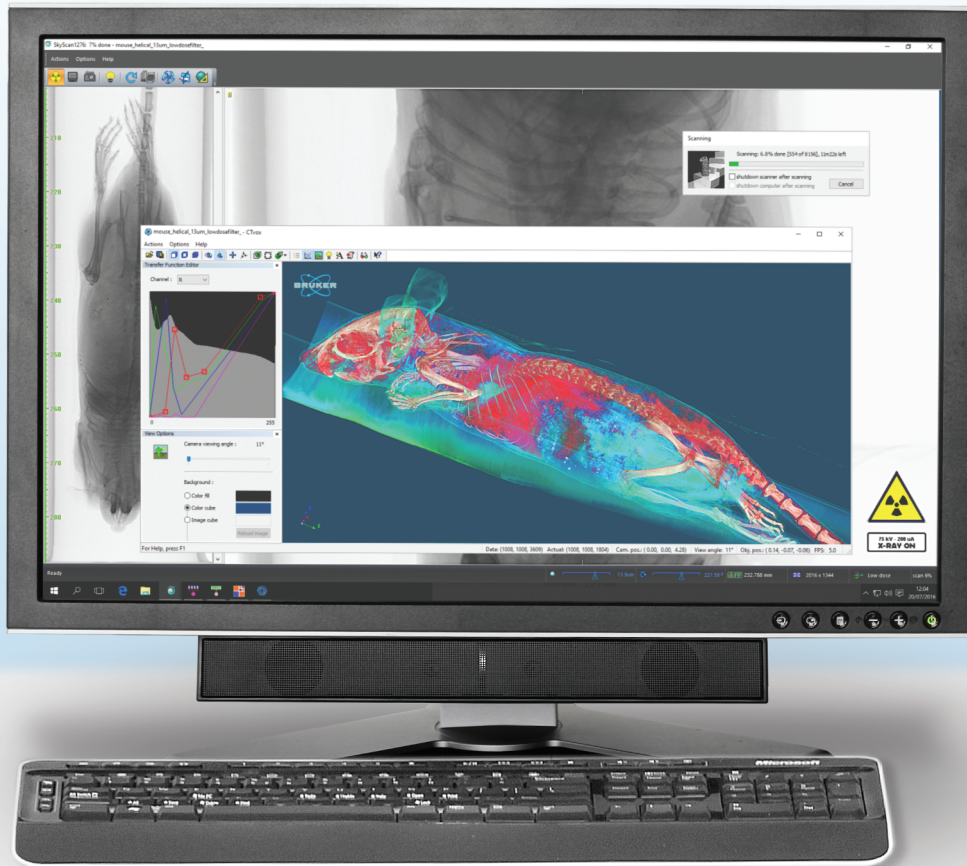
SkyScan 1276:

高分辨率、快速、活体台式 X 射线显微  
断层成像系统

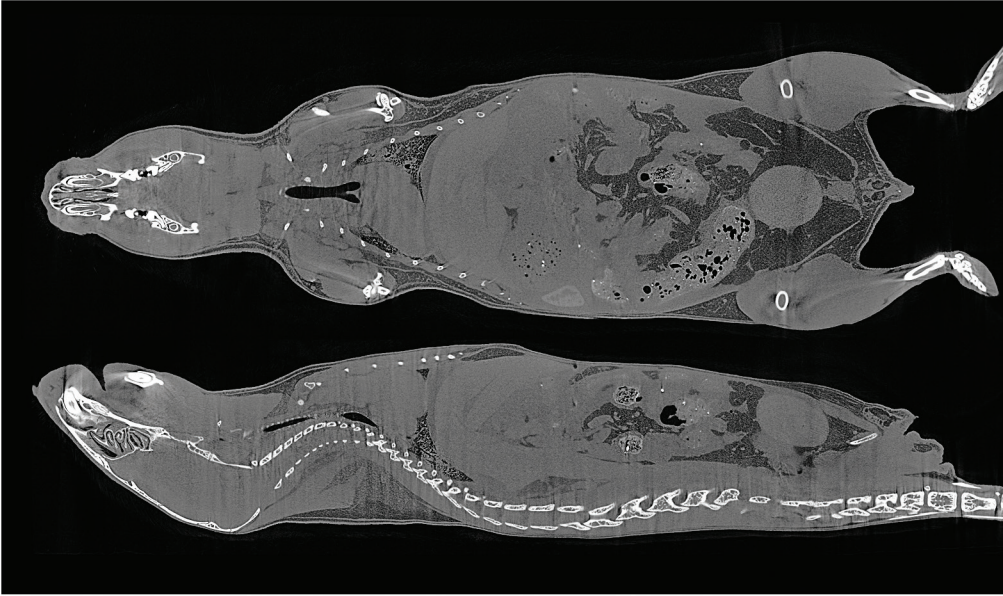


# ● 用于动物与样本扫描的最佳规格

- 连续可变放大倍率，最高可达 $2.8\ \mu\text{m}$ 标称空间分辨率
- 步进扫描（Step-and-shoot）和连续机架旋转，最短3.9 秒扫描周期
- 每个重建断层高达  $8000\times 8000$  像素，单次扫描超过 1600 个断层
- 环形和螺旋扫描，由于滑环连接可带来不受限制的机架旋转
- 配有标准重建方法，经过 GPU 加速的重建方法和全球最快的InstaRecon® 分层重建方法，使重建速度达到传统重建算法的 10 倍以上
- 峰值 X射线能量可在 20-100 kV 之间随意调节；6 档自动滤片转换器
- **Bruker microCT** 发明的空间射束整形器可将辐射剂量减少2-3倍，同时最大限度减小对图像质量的影响
- 集成了呼吸传感器、心电图、温度稳定和身体运动检测的生理监测系统、可以实现4D（时间分辨）心跳和呼吸门控显微断层成像
- 易于更换的小鼠和大鼠动物床，带有麻醉气体面罩和连接所有生理传感器的电路接口，只需一键点击即可插入或取出动物床
- 屏幕上的剂量计会根据对 X 射线投影图像的分析信息显示施加于动物身上的剂量
- 集成式触摸屏使研究人员可以戴着手套控制主系统功能
- 重建结果可被直接发送至移动终端，如 iPad、iPhone 或安卓手机和平板电脑，实现利用随附软件的容积重建三维查看
- 系统随附 GLP（优良实验室规范）软件包



## ● 在各种应用中都能获得最佳结果

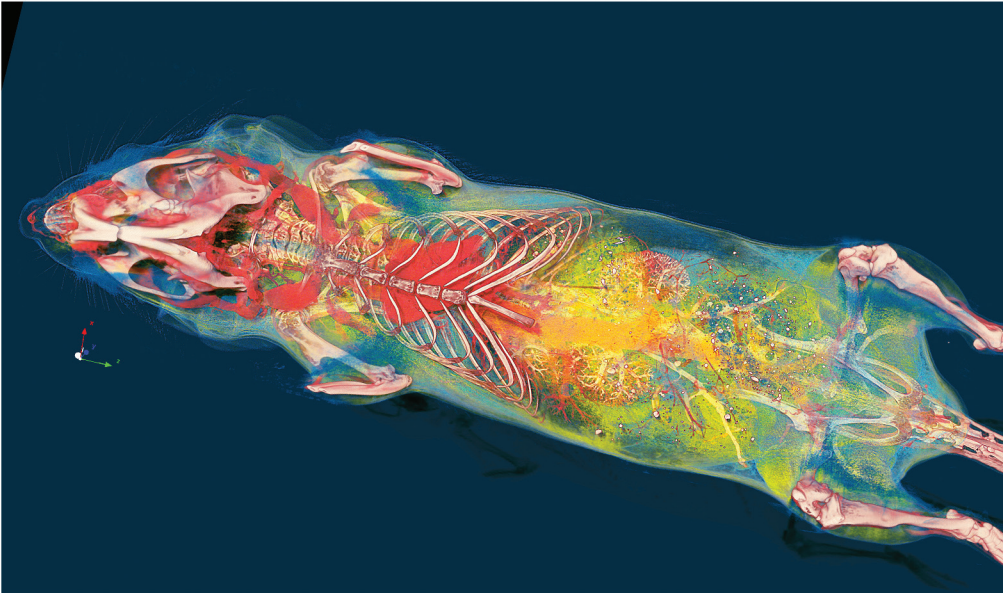


### 全身扫描

来自小鼠全身扫描的冠状和矢状重建断层。无造影剂。

17  $\mu\text{m}$  体素大小，  
75 kV，Al 1mm 滤片

2016x2016x6223 像素  
重建容积

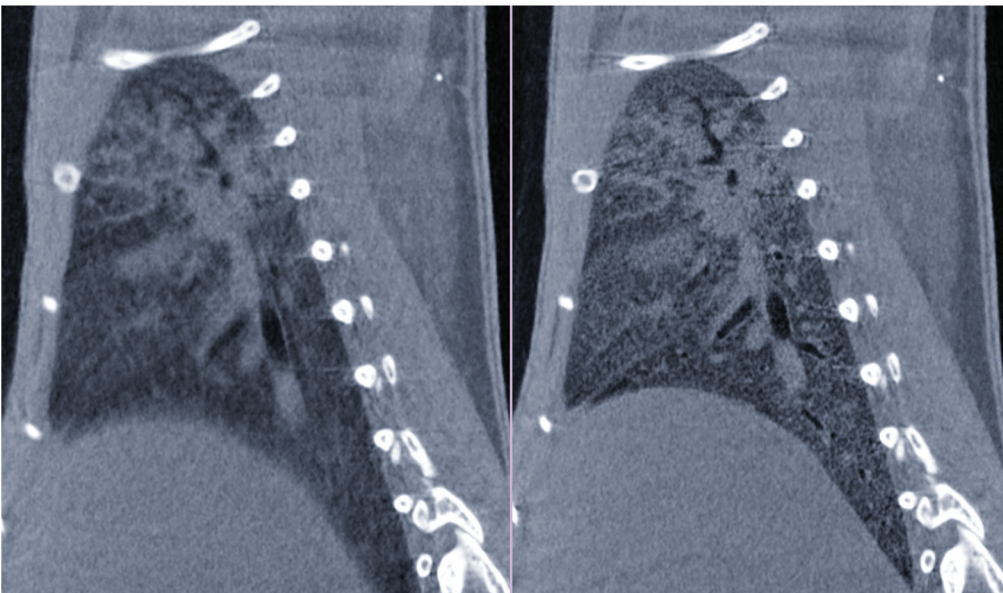


### 造影剂

注射造影剂后小鼠全身扫描的三维容积重建。螺旋扫描。

17  $\mu\text{m}$  体素大小，  
75 kV，Al 1mm 滤片

2016x2016x6554 像素  
重建容积



### 呼吸门控

在没有呼吸同步（左）和有呼吸同步（右）情况下获得的小鼠肺部矢状重建断层。

26  $\mu\text{m}$  体素大小，  
60 kV，Al 0.5 mm 滤片

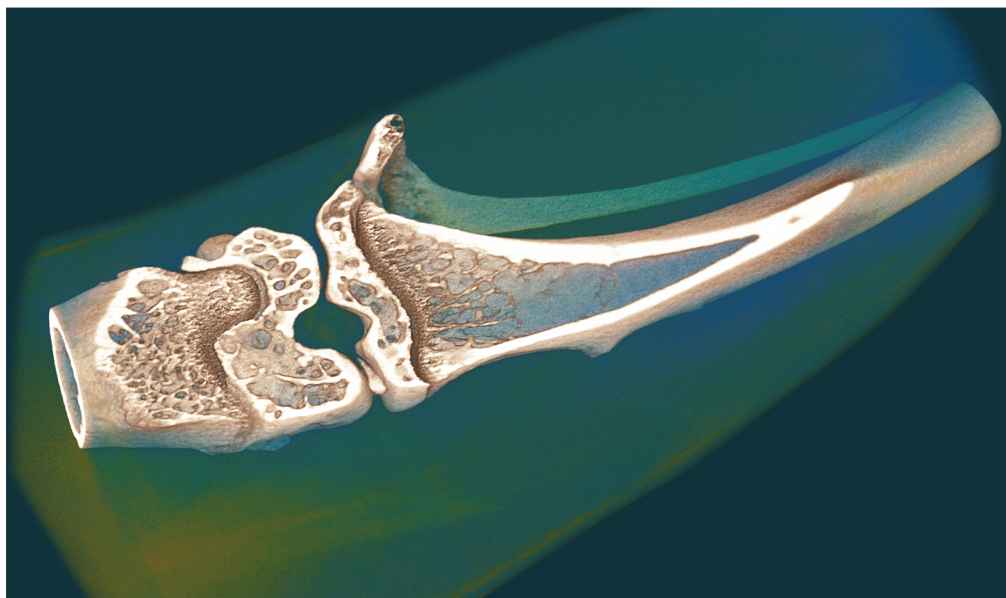
1008x1008x598 像素  
重建容积

### 膝盖

活体小鼠的膝盖扫描

6.5  $\mu\text{m}$  体素大小,  
60 kV, Al 0.5 mm滤片

2000x2000x1965 像素  
重建容积

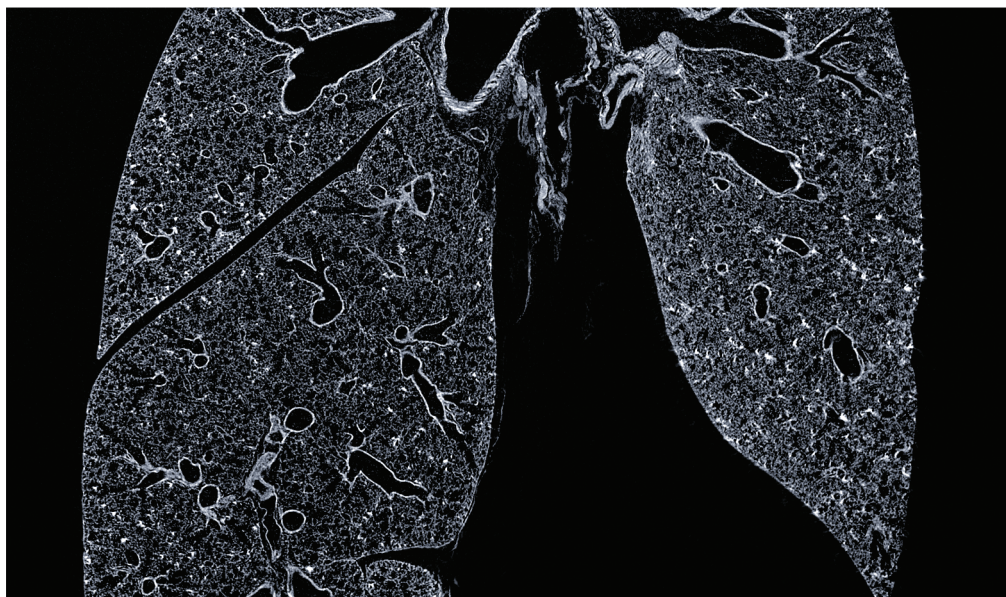


### 肺

小鼠肺部的重建断层

3.08  $\mu\text{m}$  体素大小,  
50 kV, Al 0.5 mm滤片

来自 4032x4032x2232 重建  
容积的3798x2232 像素断层

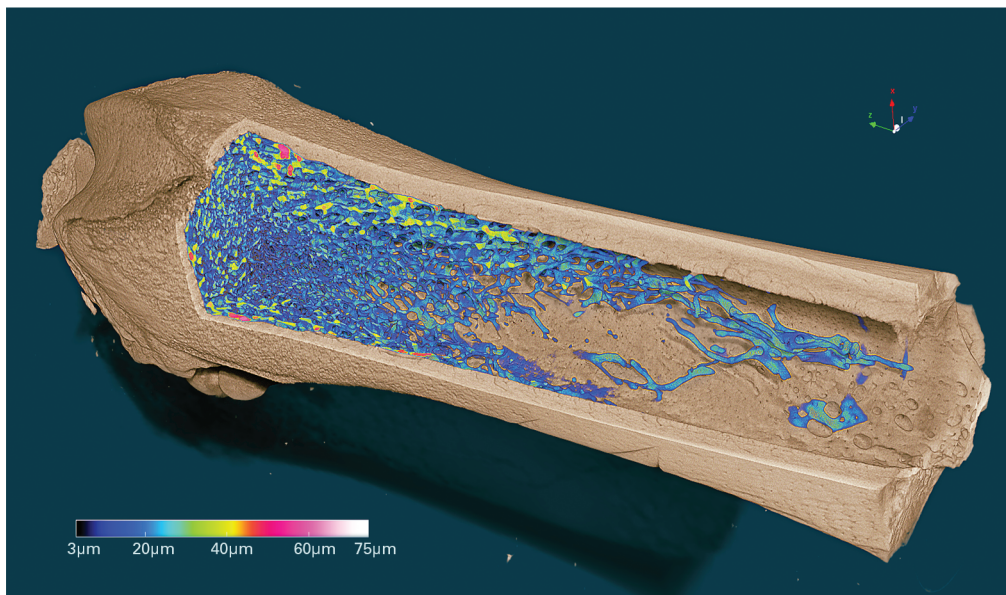


### 骨骼

对大鼠骨骼的三维容积  
重建, 局部骨小梁厚度  
彩色编码

2.8  $\mu\text{m}$  体素大小,  
80 kV, Al 1 mm滤片

4032x4032x7693 像素  
重建容积



## ● 轻松控制、愉快体验

SkyScan 1276 的用户界面简单直观。所有功能都可通过程序窗口顶部的标准 Windows 式菜单进行选择。

通过工具栏可调用常用功能。只需从左到右点击工具栏按钮，即可启动 X 射线源，获得实时 X 射线图像以调整放大倍率和扫描位置，使用采集程序查看单幅图像，通过可视相机检查扫描对象，启动扫描和重建等。用户可以定制工具栏按钮。

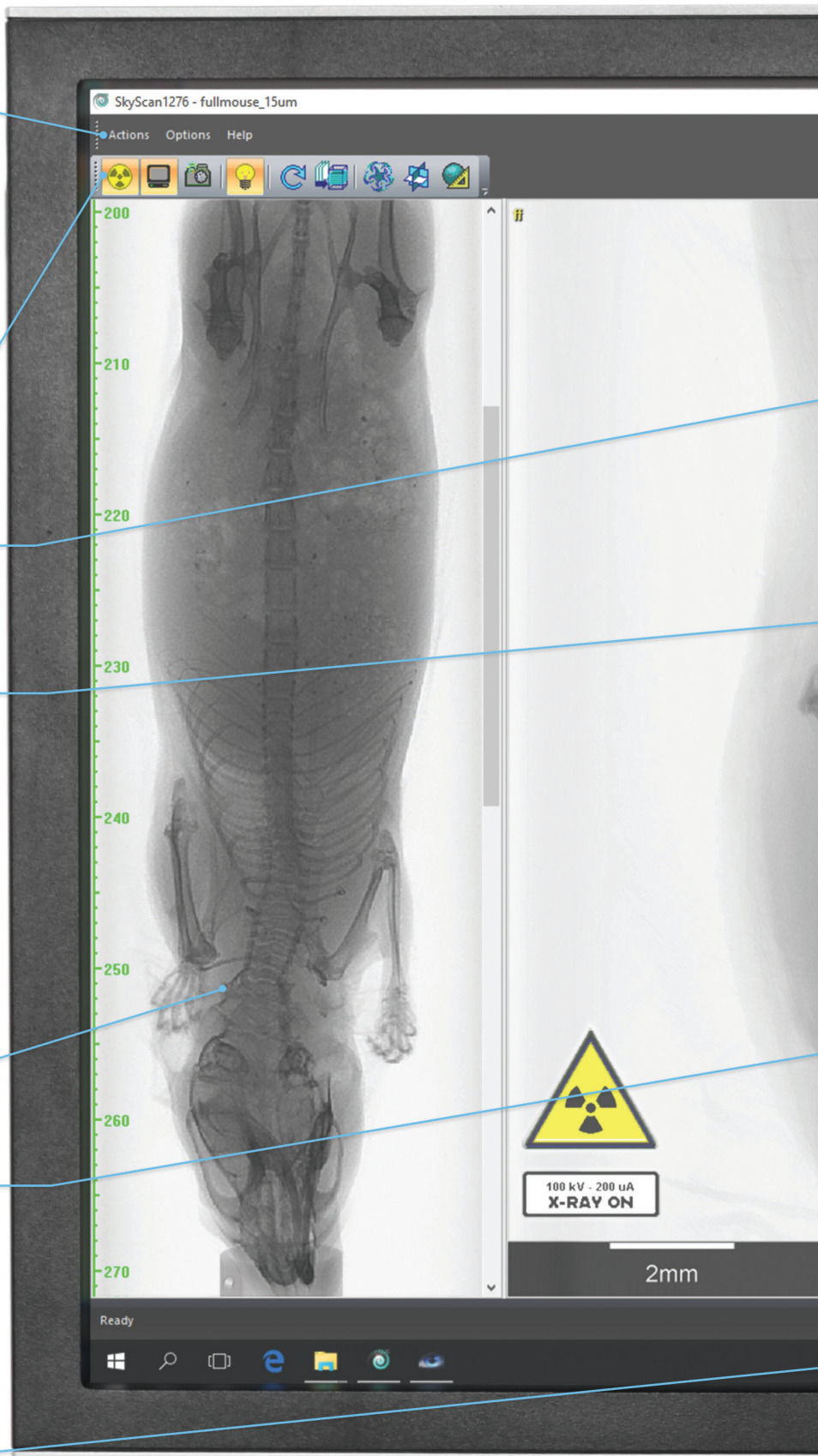
处于窗口中心的是来自 X 射线检测器的当前图像。通过将光标拖过图像，我们可以测量其外形尺寸，或通过拖放将扫描床移至新的位置。

通过 500 万像素可视摄像头，您可以查看被扫描动物并实时进行动物运动监测。呼吸和心电图信号在屏幕上显示为实时曲线。

定位扫描显示超过 300mm 可扫描范围的动物图像。操作人员可选择任何两个纵向位置之间的区域进行扫描。如果所选长度不适于单个视野，那么，扫描将采取自动连接的重叠子扫描形式，生成连续容积图，或者采取螺旋扫描形式。定位扫描还支持选择不同长度的多次扫描，可通过不同扫描方案在批处理模式下执行。

屏幕上的剂量计可指示累计剂量或当前的剂量率，这是基于从动物体投影图像计算得出的 X 射线吸收情况。

程序窗口底部的状态栏含有用于直接放大和角度定位控制的滑块，以及移动扫描床、选择图像格式和选择能量滤片的按钮。该软件可根据扫描区域的吸收情况，协助自动选择最佳能量滤片和 X 射线源电压。





SkyScanVisual

4.14mm

648 x 486 pixels, 72 fps

Dose Meter

accumulated dose  dose rate

19 mGy

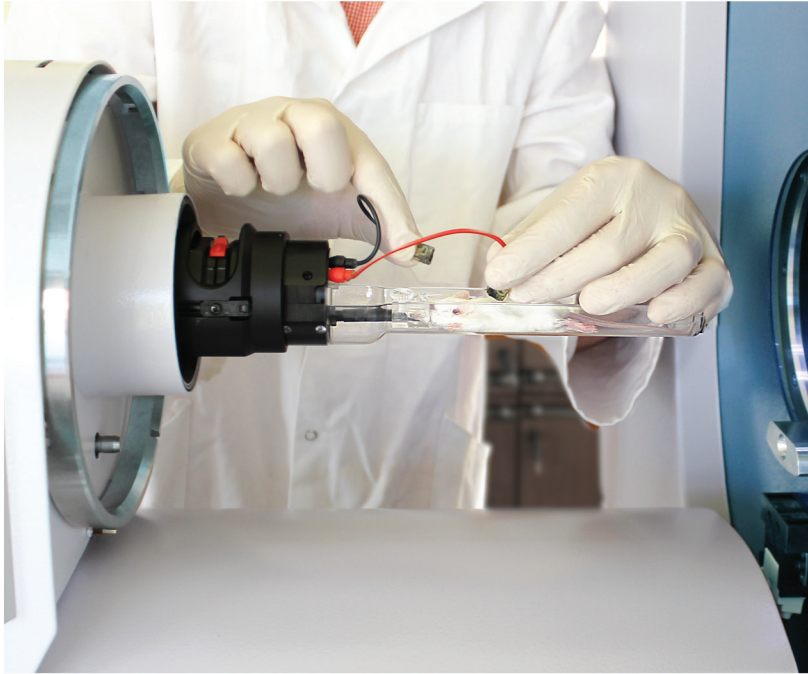
for calibration install animal bed with all necessary sensors, but without an animal

BRUKER\_MICROCT 100kV 200uA 09:41:14 03/07/16

6.50um 0.0 236.975 mm 4032 x 2688 Low dose

9:41 3/07/2016

## ● 动物处理



### 小鼠和大鼠动物床

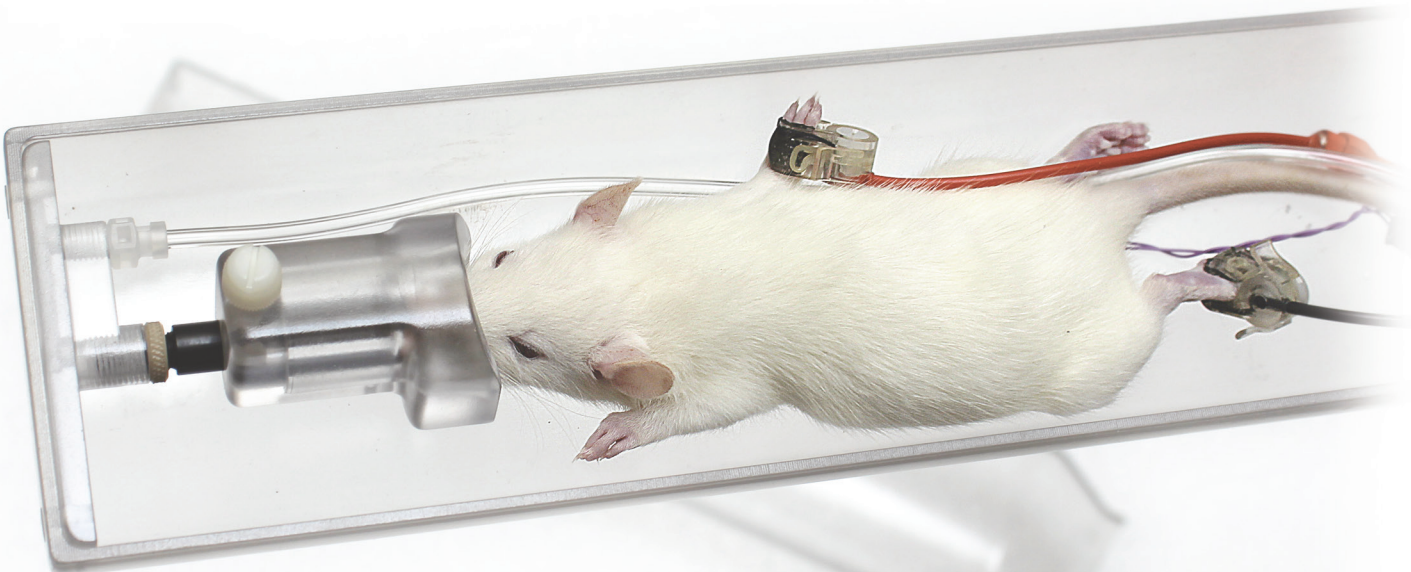
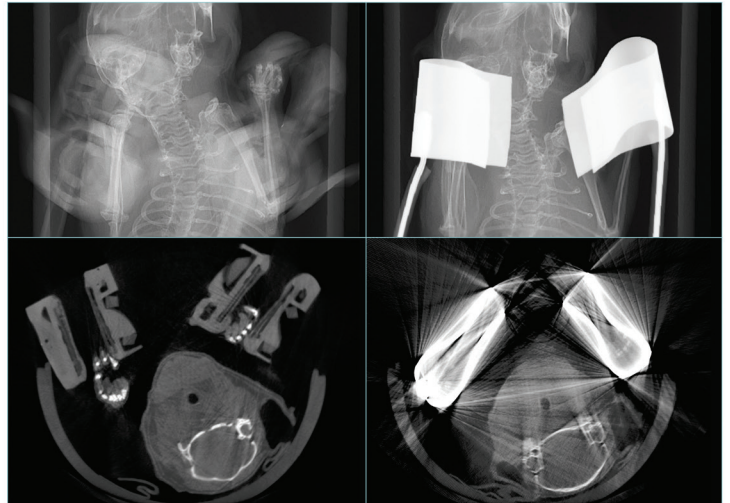
SkyScan 1276 系统随附可更换的动物床，可以在所有的布鲁克活体成像仪器中使用，如 MRI、小动物 PET、小动物 SPECT、生物发光、荧光等，以便收集多模式信息。它支持来自同一动物的功能和形态信息的配准。

动物床配备麻醉气体面罩和管路，以及用于连接心电图电极和温度传感器的连接器。所有的管和连接都集中在一个连接器中，只需转动一下小滑块即可将其固定到动物运输系统上或将其卸下。为防止麻醉气体的泄露，相应的连接配有阀门，当动物床从动物运输系统上断开时阀门关闭。

### 全碳心电图电极

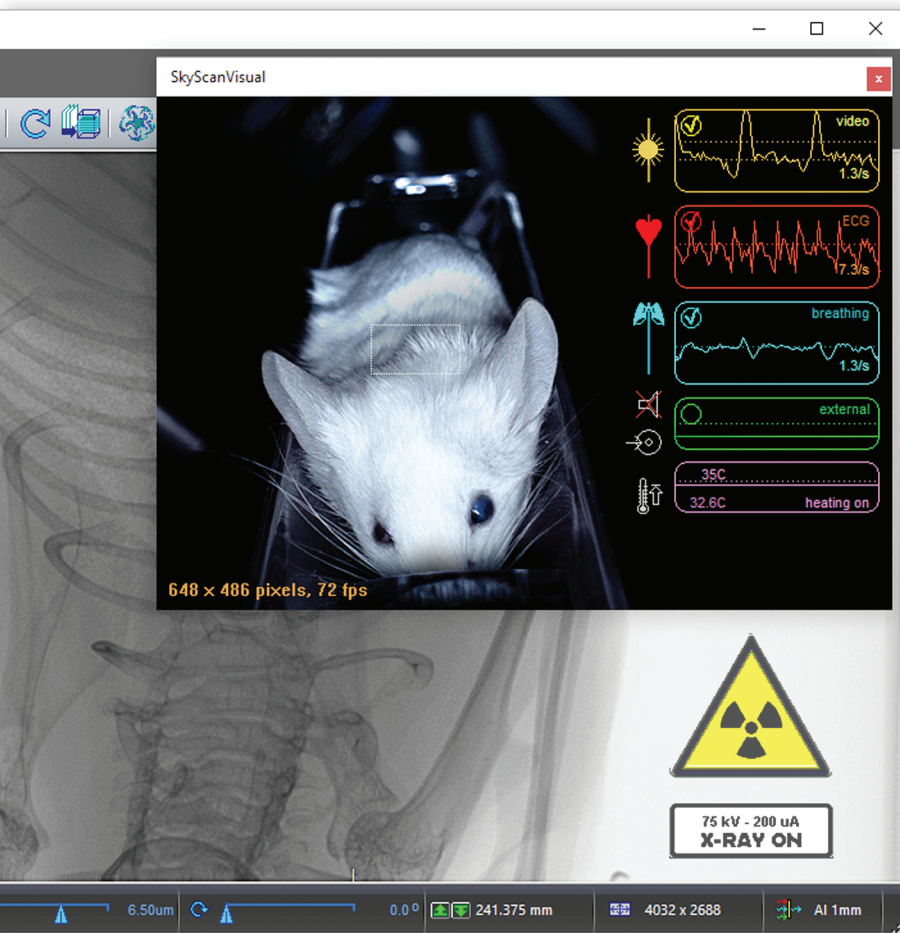
动物床包括用于电极夹的特殊连接器，以便由集成于生理监测子系统的灵敏放大器检测心电图信号。心电图接线利用由 Bruker microCT 专门开发的不含金属部件的线路和电极。线缆和电极利用先进的碳纤维导电部件，X射线吸收与动物组织的射线吸收接近，确保无与伦比的图像质量。

使用带有的 Bruker microCT 开发的碳电极（左）>  
和使用带有传统的金属电极（右）的小鼠投影图象（上）  
和身体的横截面断层重建（下）





# ● 生理监测、时间分辨扫描



## 生理监测

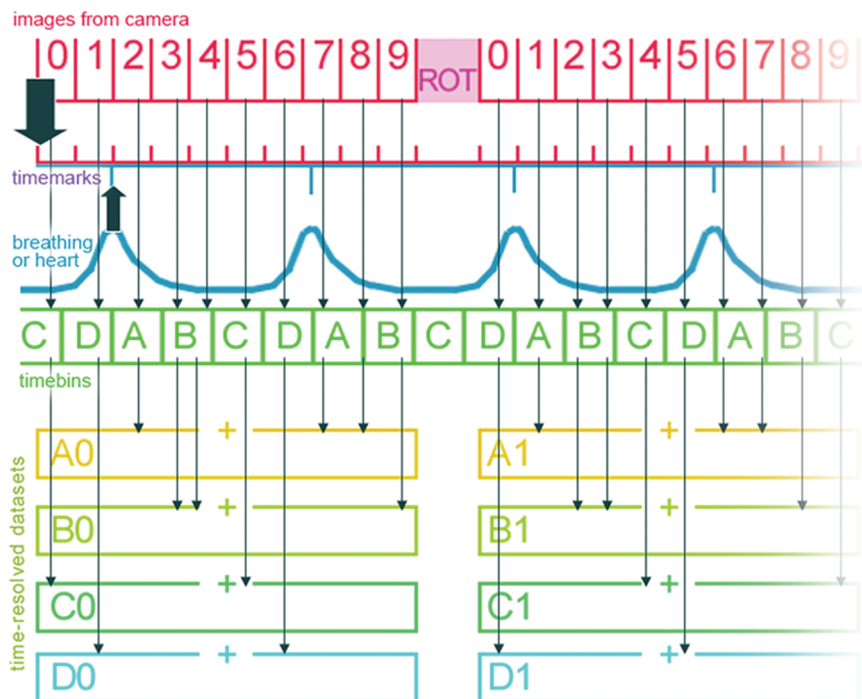
生理监测子系统包括对动物的视频监测，以及实时运动检测、心电图和呼吸检测，以及温度稳定。500 万像素彩色摄像头与白光 LED 照明装置一起安装于扫描床上方，以在扫描期间生成动物的实时图像。该软件可分析来自用户指定区域的图像视频流，操作人员可将其定位在动物体（或标记对象）上呼吸运动明显的一个部位。这些运动都被转换为运动波形，以提供呼吸时间标记，实现时间分辨的显微 CT 重建。

动物床上的面罩连接到空气/气体流量传感器，用于实现直接呼吸检测。动物床上的心电图电极被接入灵敏的心电图放大器。呼吸和心电图信号都实现数字化，被发送至计算机，并在屏幕上显示为实时曲线。操作人员可为每个信号分别选择增益和阈值，以优化时标的生成。监测还包括通过加热气流确保温度稳定，这样可以使被扫描的动物保持在指定温度下，以防止动物在麻醉情况下冷却。

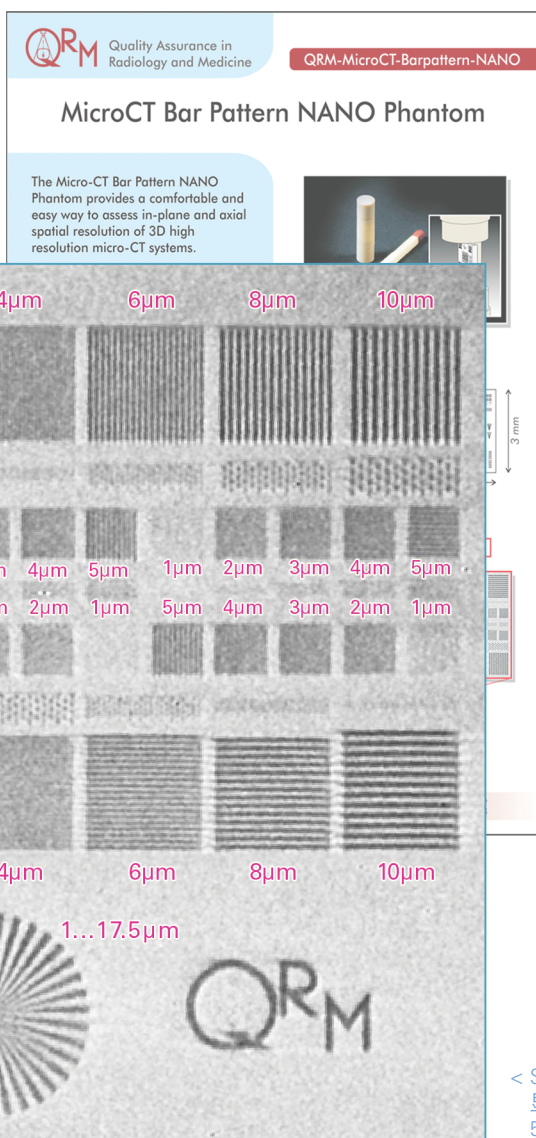
## 4D 时间分辨显微断层扫描成像

生理监测会创建参考时标，用于对心肺动态的时间分辨重建。在这种扫描模式下，在每个机架角度拍摄的多个投影图像会在扫描后利用已经记录的生理监测时标被分类到呼吸或心跳时段。这种分类会创建伪静态投影，它们作为独立的数据集重建，并产生对应于心跳或呼吸周期不同阶段的4D 图像。

我们的可视化程序会载入所有重建的数据集，并支持在整个重建容积 XYZ 维度以及时间维度的滚动，以便在受运动伪影影响最小的清晰重建图像中显示心脏或肺部运动的动态。因为采集的所有数据都会在采集流程后进行分类，所以，可通过根据来自相应生理监测通道的时标进行的分类从同一扫描显示呼吸和心跳周期。



# ● 最高空间分辨率、严格的剂量监测



## 真实空间分辨率的证据

可通过显微 CT 达到的空间分辨率，常常被引述为最小的像素尺寸（也命名为“标称分辨率”）。不过，真实的空间分辨率不仅取决于图像中的像素大小。它还受到 X 射线源焦点尺寸、发射点位置漂移、系统机械精度、处理和重建算法及其他许多因素的限制。在 X 射线源和相机安装于机架上的活体显微 CT 系统中，机架转动的机械精度和稳定性在达到微米级空间分辨率方面起着至关重要的作用。通过在机架上移动 X 射线源和相机改变图像放大率，这为达到高放大率和分辨率增添额外的复杂性。

SkyScan1276 具有许多独特的设计解决方案，确保能达到真正的微米级空间分辨率。最小像素尺寸  $2.8 \mu\text{m}$ 、X 射线源焦点尺寸小于  $5 \mu\text{m}$ 、具备微米级精度和稳定性的机架结构以及高度精确的 3D 重建程序等综合起来，使重建断层真实的整体系统分辨率达到  $5 \mu\text{m}$  级别。

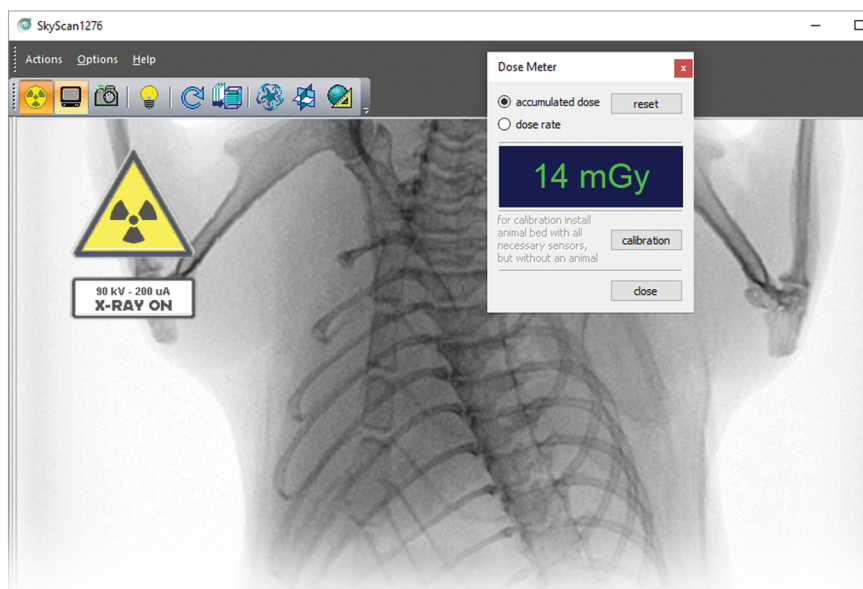
为证实真实的空间分辨率，可利用专门设计的图像假体作为扫描和重建对象。专为评估显微 CT 系统空间分辨率而设计的一种此类假体由德国 QRM 公司（www.qrm.de）制作。它含有处于垂直方向的两个完全相同的硅芯片，各自带有若干校准线粗细从  $10 \mu\text{m}$  至  $1 \mu\text{m}$  不等的线性和星形图案。扫描和重建这样一个假体可证明 SkyScan1276 可用的 3D 空间分辨率为在超过 10% 的对比度下达到  $5 - 6 \mu\text{m}$  级别。

< SkyScan1276 以  $2.8 \mu\text{m}$  像素大小扫描和重建 QRM 条形假体所获得的冠状断层，显示在任一空间方向都具备  $5 \mu\text{m}$  整体 3D 系统分辨率。

## 屏幕上的实时剂量计

SkyScan1276 控制软件包括实时屏幕剂量计。该剂量计指示动物体在扫描期间吸收的估计剂量。测量基于相应的吸收，这种吸收是通过电子剂量计测量交叉校准的动物的 X 射线投影图像计算得出的。

剂量计显示累计剂量或剂量率。剂量计针对标准的小鼠和大鼠动物床的 X 射线吸收情况进行过校准。通过这种方式，剂量计可测量在扫描期间动物体本身吸收的 X 射线剂量。动物在扫描期间吸收的剂量与所有的扫描和重建设置都记录在扫描日志文件中。



## ● 触摸屏控制、环形和螺旋扫描

### 一体化触摸屏

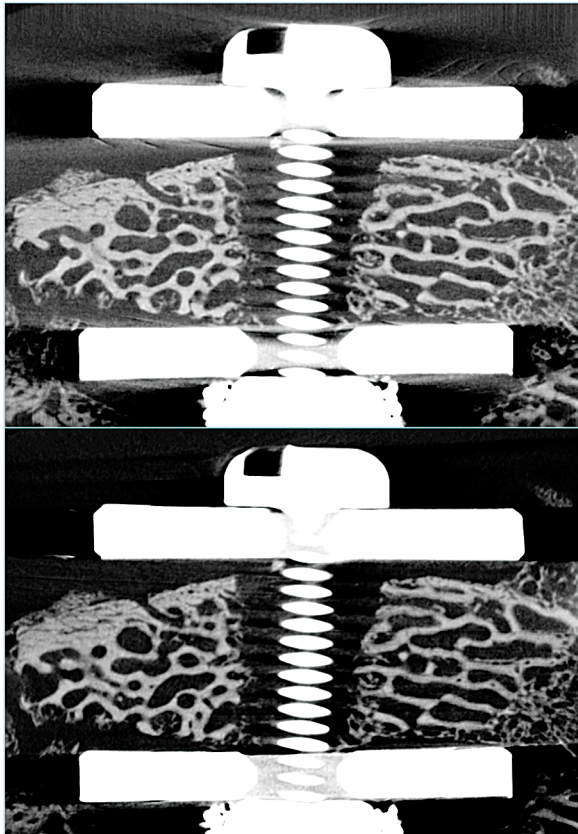
SkyScan1276 系统的用户界面简单而直观。SkyScan1276 可通过计算机屏幕进行控制，也可通过能用戴手套的手操作的嵌入式力敏触摸屏予以控制。触摸屏支持选择扫描方案，调整扫描床位置和控制成像与扫描。在多次扫描从触摸屏启动的情况下，软件将把采集的数据自动保存到具有递增分配的文件名和数据集文件前缀的不同子文件夹。

扫描仪功能的全面灵活性通过控制工作站的标准 Microsoft Windows 用户界面得以实现。它支持灵活调整 X 射线源和探测器设置以及控制所有扫描参数。所有仪器设置可保存为用户配置，可通过单击重新载入设置，以进行新的扫描。



### 可变 X 射线能量、滤片和射束整形器确保低剂量扫描

SkyScan1276 利用具备可调功率和外加电压在 20-100kV 范围变动的 X 射线源。结合电动六档过滤切换器，SkyScan1276 提供最佳体内扫描方案，并充分考虑到动物大小和剂量要求。过滤切换器的其中一档为所谓的“低剂量”滤片，这是 **Bruker microCT** 荣获专利的 X 射线射束整形器。它能创造覆盖整个扫描区域的可变滤线条件，并将动物受到的辐射剂量减少 2-3 倍，而不会影响重建结果的图像质量。



### 环形和螺旋扫描

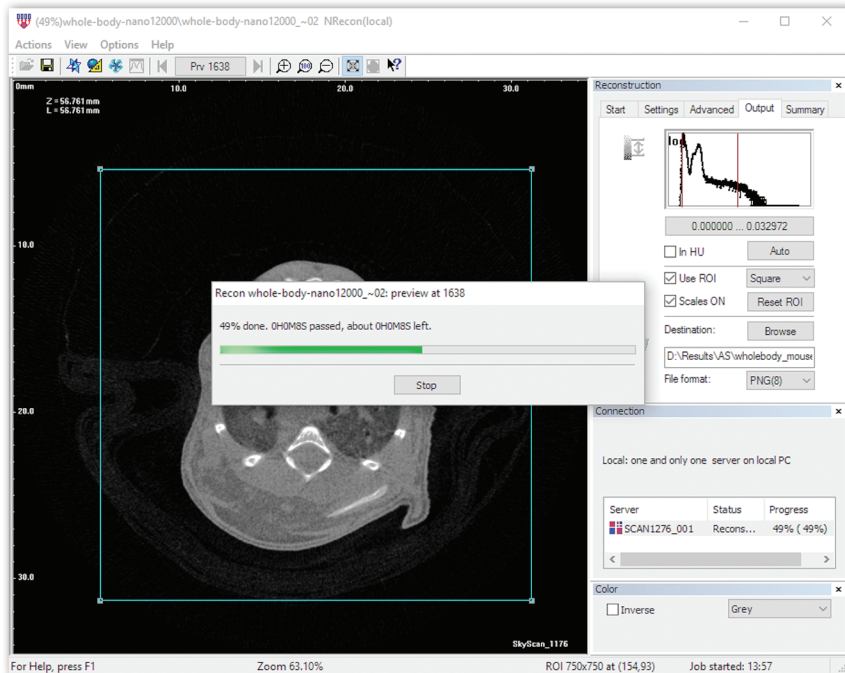
SkyScan1276 在执行扫描时，既可利用环形轨迹扫描，即当机架在扫描过程中转动以获得不同角视图，也可利用螺旋轨迹扫描，即当动物在机架转动时穿过扫描区域。随附的重建程序不仅支持两种扫描模式又可执行来自螺旋扫描的高度精确的 3D 重建。利用螺旋轨迹可消除在高锥角下垂直于机架轴表面的环形伪影和模糊伪影，并可通过连续扫描支持覆盖长样本或动物。

SkyScan1276 也可进行常规扫描和重建，利用环形轨迹扫描产生高质量的结果，相比螺旋扫描而言扫描时间缩短。为覆盖长扫描区域，SkyScan1276 利用环形轨迹进行多次扫描，并在重建过程中将其自动合并为单幅连续图像。SkyScan1276 随附的重建程序含有一个独特的程序，确保任何次数的部分扫描的精确匹配，从而使各部分扫描之间的连接点无法察觉并且无伪影。

< 通过 SkyScan1276 获得的骨骼（植入含有 2 个 12mm 垫圈的钛植入体）冠状断层，利用环形（上图）和螺旋（下图）轨迹扫描。

# ● 重建、可视化和分析软件

## NRECON: GPU 加速 3D 重建

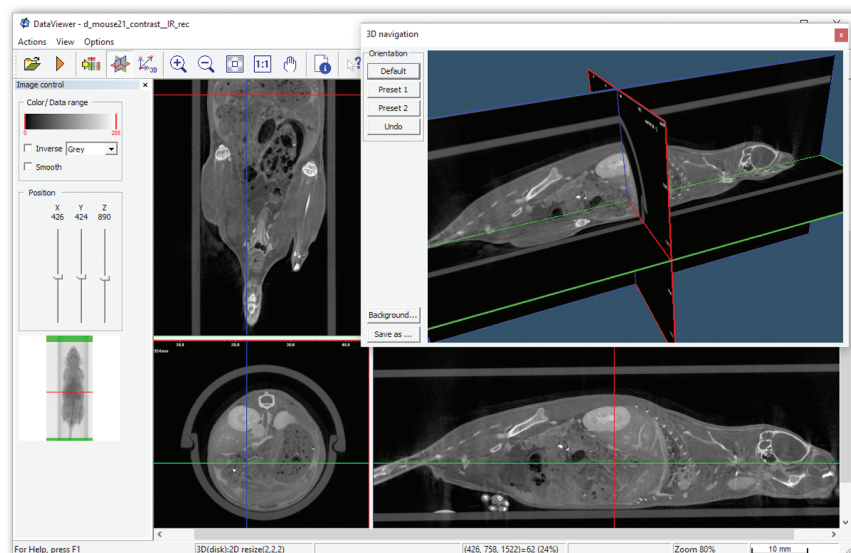


随附的重建程序 NRecon 可运行支持环形和螺旋扫描的重建，支持射线硬化校正、偏移校正、环状伪影消除、对大于视野的对象的重建、局部扫描自动合并、感兴趣区域容积重建、漂移补偿以及其他许多选项。结果可保存为常规格式，如 16 位 TIFF、8 位 BMP、24 位 JPG、无损压缩 PNG，以及 DICOM 格式（支持 DICOM 3 规范）。其他的 NRecon 特性可提供通过个别调整的设置对多个数据集的批处理重建、微调重建参数以尽可能获得最佳结果、五阶多项式射线硬化校正，及其他许多选项。

该软件随附三个重建引擎供用户选择。第一个重建引擎利用处理器所有可用核心（CPU）的动力，实现并行重建。第二个重建引擎涉及加速重建的显卡处理器（GPU）。两个重建引擎都基于滤波反投影算法。第三个重建引擎 InstaRecon® 利用独一无二的分层重建算法，速度是传统的滤波反投影算法的 10 倍以上。

全容积/单个断层的重建时间	526 个断层 1Kx1K, 来自 413 个投影	1052 个断层 2Kx2K 来自 687 个投影	2102 个断层 4Kx4K 来自 1029 个投影	1606 个断层 8Kx8K 来自 2278 个投影
NRecon (CPU, 3.1 GHz, 20 核心)	55s / 0.105s	9m 25s / 0.537	1h 53m 45s / 3.25	12h 14m 6s / 27.5s
GPURecon (NVIDIA Quadro K4200, 4 GB)	43s / 0.082s	4m 57s / 0.282s	59m 25s / 1.69s	6h 21m 33s / 14.3s
InstaRecon® (CPU, 3.1 GHz, 20 核心)	22s / 0.042s	1m 3s / 0.06s	7m 5s / 0.202s	1h 17m / 2.88s

## 数据查看器: 逐断层影片、在任何一点相交的正交虚拟断层



DataViewer 将重建结果显示为一个断层接着一个断层的影片或在重建空间中任一指定点相交的三个正交截面。我们可以在任一方向旋转重建容积/对其重新分成断层。其他特性包括针对时间分辨心脏和呼吸断层的第四维成像、可变平滑选项、测量 3D 距离及保存为一张数据表及测量强度分布。

DataViewer 还包括对多个位置和空间方位的数据集的自动配准和输出差异图像数据。

## CTAN: 2D / 3D 图像处理和分析

## CTVOL: 通过表面重建确保仿真可视化

CT 分析仪即 CTAn，可针对形态和密度显微 CT 结果进行准确、详细的研究。强大、灵活的可编程图像处理工具带来多种分割、增强和测量功能，进行从大小和容积到全骨形态和骨小梁厚度 3D 分布的分析。其中包括多功能感兴趣容积选择工具。“CT 容积”即 CTVol，利用来自 CTAn 的表面三角模型，并提供虚拟的 3D 观看环境，灵活而丰富的功能，以及用于三维显示结果的各种选项。

CTAn 的主要功能有：

导入采用 tiff、bmp、jpg、png、DICOM 等格式的数据集

全局、Otsu、多级、自适应分割

感兴趣区/容积高级选择工具

最大和最小强度投影

测量三维距离和角度

平滑、锐化、去斑、布尔运算

在 VOI 内以二维、三维分析所有对象

(以二维和三维)测得的参数：

对象(组织、孔隙……)容积、表面

结构厚度、孔隙大小

表面凸度指数(小梁模式因子)

欧拉数、偏心率

各向异性度、特征值、特征向量

分形维数(柯尔莫哥洛夫)

惯性矩(x、y, 极性, 乘积)

... 等等

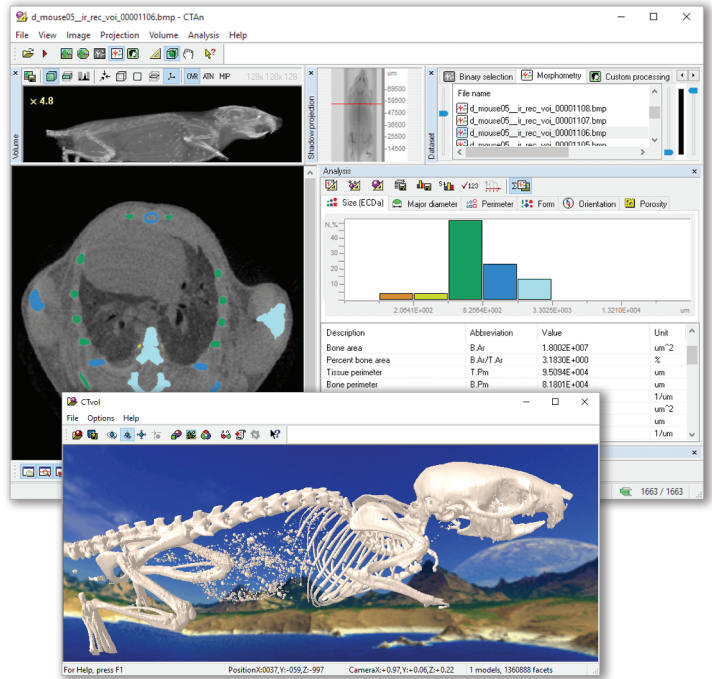
自动批量分析

运行用户创建的插件

查看功能的完整列表可登录：

[bruker-microct.com/next/CTan\\_UserManual.pdf](http://bruker-microct.com/next/CTan_UserManual.pdf)

[bruker-microct.com/next/CTvol\\_UserManual.pdf](http://bruker-microct.com/next/CTvol_UserManual.pdf)



## STL 文件导出支持 3D 打印机和有限元分析

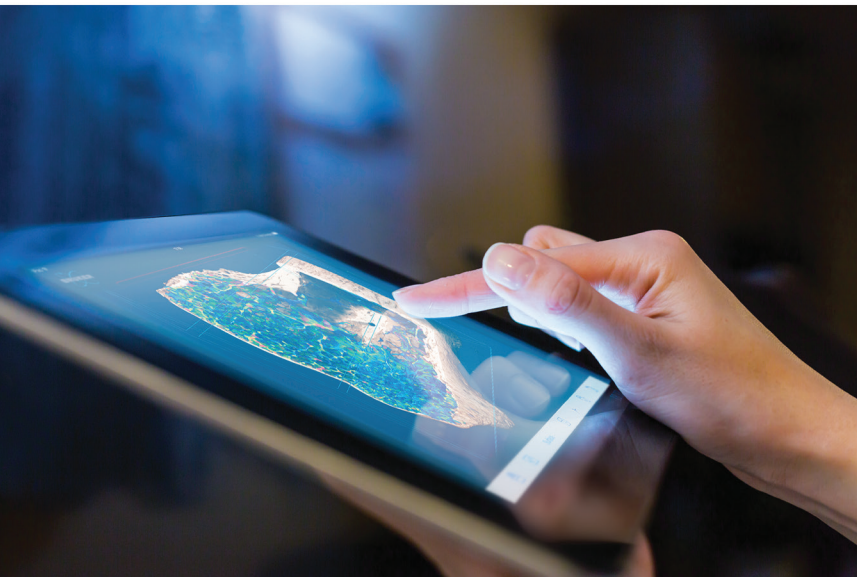
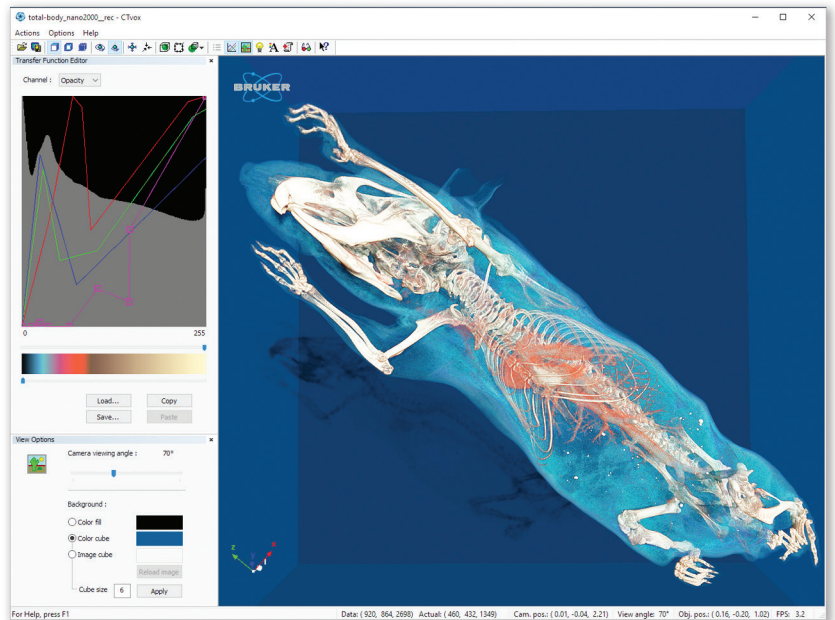
CTAn / CTVol 程序可创建并显示对象表面的三角模型。这种模型可保存为 STL 文件格式。STL 文件直接被大多数 3D 打印机所接受，这些 3D 打印机支持创建被扫描对象的放大物理副本。通过在 CTAn 中选择感兴趣容积，可部分打开物理模型，以访问内部细节。STL 文件格式也被用作大多数 FEA (有限元分析) 软件包的输入信息，FEA (有限元分析) 软件包可分析机械负荷对于对象 3D 架构的影响。



# ● 面向PC和手机的容积重建

## CTVOX: 容积重建的仿真可视化

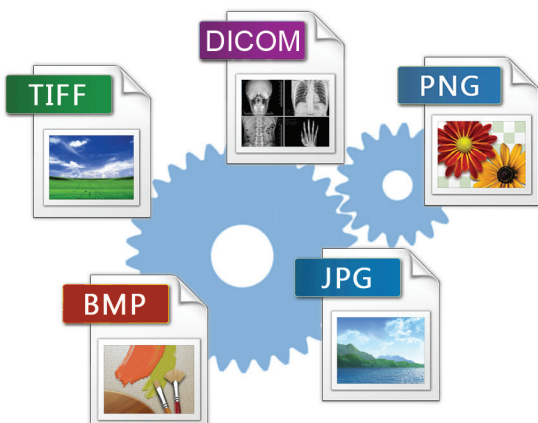
容积重建程序 CTVox 把重建结果显示为具有仿真纹理和明暗分布的 3D 对象。它拥有对于对象和检测器的直观导航和操控，是一种生成剖视图的灵活的裁剪工具，同时可实现调整透明度和颜色的交互控制。添加光影及调整材料属性会产生完全仿真可视化。“飞行记录器”功能支持基于简单选择之间有插值的多个关键帧快速创建“飞绕”和“飞越”动画。成像的可能性包括显示从不同的时间分辨相位、从相同或不同的成像模式或通过重叠重建图像与形态参数的彩色图而获得的多个数据集。



## 面向移动终端的容积重建

系统随附的容积重建程序 CTVox 也有移动版本，可从 iPhone 和 iPad 的应用商店或安卓终端的 Google Play 免费下载。系统获得的任何 3D 结果都可被发送至移动终端，通过实时容积重建实现仿真可视化，调整颜色、3D 对象操控、虚拟切割等。

相关结果可通过电缆连接或无线网络发送。导出的重建数据和颜色方案被存储于移动终端的本地内存，在操控期间不需要任何连接或下载。大量的数据集可被加载至移动终端的内存，从而让您可以在出行时研究重建结果，与同事共享并在会上展示。

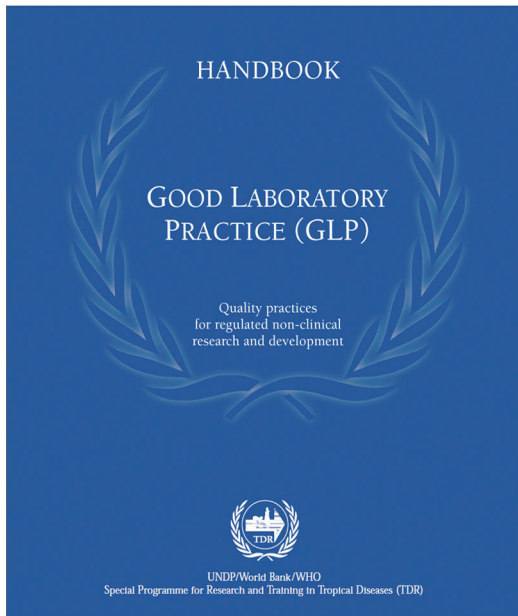


## 图像格式

所有随附的重建和应用软件都能生成和支持医疗成像行业的标准 DICOM 格式（支持 DICOM 3 规范）。该程序也支持采用标准 Windows 可读格式，如支持图像的 BMP、JPG、PNG 和 TIFF 格式 和支持影片文件的 AVI 格式。

如有必要，可利用随附的格式转换器实用工具将图像从一种格式转换为另一种格式。通过重命名、调整大小、缩放和重新编号，该软件可将各个图像文件或完整数据集从一种格式转换为具有不同大小和强度级别的另一种格式。

# ● 全面支持与优良实验室规范



## 优良实验室规范 (GLP) 软件

SkyScan1276 系统随附 GLP 模块，支持管理用户权限并根据 GLP 要求实施必要的数据保护。对控制软件的访问受用户名/密码组合的保护。可准予三个访问级别：标准用户、高级用户和管理员。标准用户的权限支持扫描和保存数据、读取结果和切换扫描方案，但是不允许删除或修改扫描的数据集或更改扫描仪设置。拥有高级访问权限的用户可以使用大多数系统功能，管理员有权使用仪器的全部功能。用户密码和访问权限由系统管理员进行管理。

当 GLP 模块被激活，控制软件复制每个扫描日志文件及所有扫描参数和系统设置，采用不能被直接访问或修改的加密副本。必要时，加密的日志文件可被恢复到支持 QA 审核的文本，以确保对关键扫描信息的安全存储和可追溯性，并支持复制任何扫描。

## 培训课程、显微 CT 年度会议

**Bruker microCT** 提供系统和软件培训组合，涉及三大主题：图像采集、图像重建和数据分析/可视化。Bruker microCT 每年都在位于比利时的总部提供为期五天的课程。课程结合显微 CT 的理论背景与实践经验。在安装每个系统后，新客户都会接受首次初级培训，随后是现场提供的或通过上课方式开展的高级培训。Bruker microCT 还安排微型 CT 年度会议，为期三天的学术会议结合培训课程的形式呈现。诚邀您参加我们的下一次显微 CT 会议，查阅来自以前会议上报告的所有摘要，可访问：[www.bruker-microct.com](http://www.bruker-microct.com)



## “布鲁克显微 CT 学院”

“布鲁克微型 CT 学院”是面向使用 SkyScan 仪器的数百个群体的高效培训网络，包括每月快讯，提供应用和技术技巧，使用户及时了解最新的新方法、进展和公司新闻。

通过加入该学院，我们的用户可以访问包括有详细的应用和技术说明的数据库，并能提供反馈，提出问题和建议，不断改进我们的仪器和软件。



## 技术规格

<b>X 射线源</b>	20-100 kV, 20 W, 4 W时焦点尺寸 < 5 μm	
<b>X 射线探测器</b>	冷却 CCD, 4032 x 2688 像素, 14 位	
<b>空间分辨率</b>	2.8 μm 最小像素点大小, 达到对比度超过 10% 的 5-6 μm 空间解析度,	
<b>扫描空间</b>	直径80 mm, 长度>300 mm	
<b>重建容积 (单次扫描后)</b>	最高 4000 x 4000 x 2100或8000 x 8000 x 1600 像素	
<b>集成式生理监测</b>	实时运动检测 (500 万彩色摄像头)、心电图、呼吸检测、 温度稳定, 所有信号均 16 位数字化, 高达 120 个样本/秒	
<b>辐射安全</b>	在距离仪器表面 10 cm时 < 1 μSv/h	
<b>尺寸、重量</b>	954W x 1190D x 940H mm, 330 kg	
<b>电源</b>	100-240 V AC, 50-60 Hz, <250 W (不包括工作站)	
<b>控制工作站</b>	<b>标准</b>	<b>高级</b>
<b>处理器</b>	8 核英特尔至强双处理器	10 核英特尔至强双处理器
<b>内存 (RAM)</b>	64 GB / 2133 MHz	128 GB / 2133 MHz
<b>硬盘空间 (HDD)</b>	8 TB (2 x 4 TB, RAID0) + 512 GB 固态硬盘	12 TB (3 x 4 TB, RAID0) + 512 GB 固态硬盘
<b>显示器</b>	24 英寸 UltraSharp LED LCD (1920x1200 原始分辨率)	

Bruker microCT 不断改进产品, 保留更改技术规格的权利, 恕不另行通知。



### 布鲁克 (北京) 科技有限公司

网址: [www.bruker.com](http://www.bruker.com)

布鲁克多模式动物分子影像  
天地微信公众号



### 布鲁克 (北京) 科技有限公司

北京市海淀区西小口路66号中关村  
东升科技园B-6号楼C座8层  
邮编: 100192  
电话: 010-58333000  
传真: 010-58333111

### 上海办公室:

上海市闵行区合川路2570号  
1号楼9楼  
邮编: 200233  
电话: 021-51720800  
传真: 021-51720870

### 广州办公室:

广州市天河区中山大道中437号天  
银商贸大厦17层  
邮编: 510660  
电话: 020-22365885  
传真: 020-22365886