

实验二 CT 设备的基本临床操作和应用

一、实验目的：

- a) 加强对 CT 设备常规临床操作过程的认知
- b) 熟悉 CT 软件操作的主要环节和相关参数

二、实验原理：

在 CT 图像上非真实的阴影或干扰称为伪影，它降低图像的质量，易造成误判或不可诊断。有些伪影与机器性能有关，是由于设备运行的不稳定所造成的。伪影中最常见的环状伪影，如探测器的性能和投影误差等可能导致环状或者直线状伪影。

目前，医学 CT 值变化范围是-1000HU 到 1000HU，其是以水的吸收衰减系数

作为基准，CT 值的计算公式为：
$$CT \text{ 值} = \frac{\mu_{\text{组织}} - \mu_{\text{水}}}{\mu_{\text{水}}} \times 1000$$
。为了能用有限的灰度级较好地表示 CT 图像，人们引入了窗口技术，即通过正确地选择窗宽和窗位来显示符合人眼视觉要求的图像。

X 线的质是指它的贯穿本领，X 线的量是指单位时间通过与射线方向垂直的单位面积的辐射能量。管电压可以同时影响 X 线的质与量，管电流会增大 X 线的量，但不会影响射线的分布，即射线的质。X 线的质可以影响 CT 图像的对比如，量可以影响 CT 图像的信噪比，即清晰度。

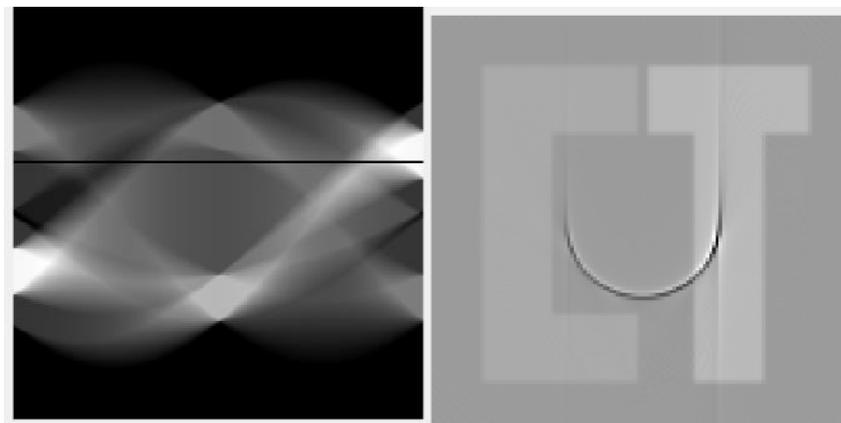
三、实验设备与器材：

CTSim 软件、 西门子 CT 设备操作手册

四、实验内容：

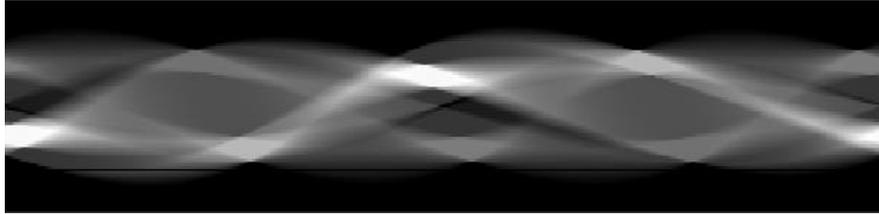
- 1、在“Pen Beam Scan Mode”下，保持其他参数不变，勾选 **Invalid Dectector**

No.70，选择**样品 6** 进行扫描重建的结果：



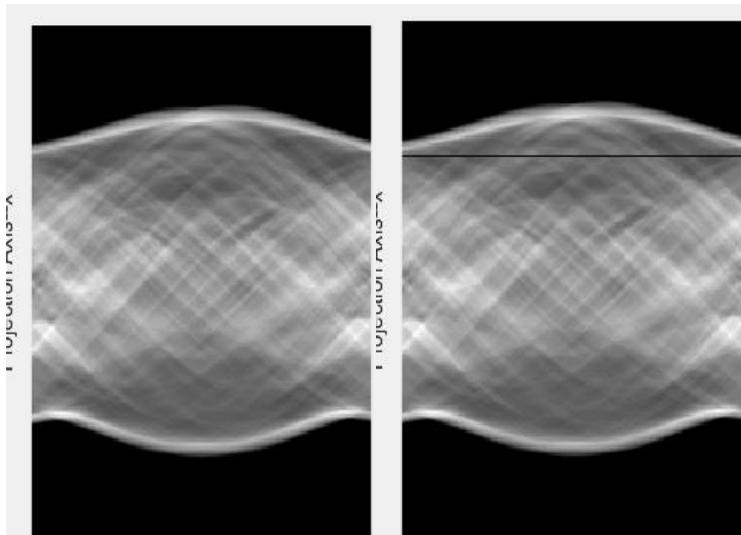
2、在“Fan Beam Scan Mode”下，保持其他参数不变，勾选 **Invalid Dectector**

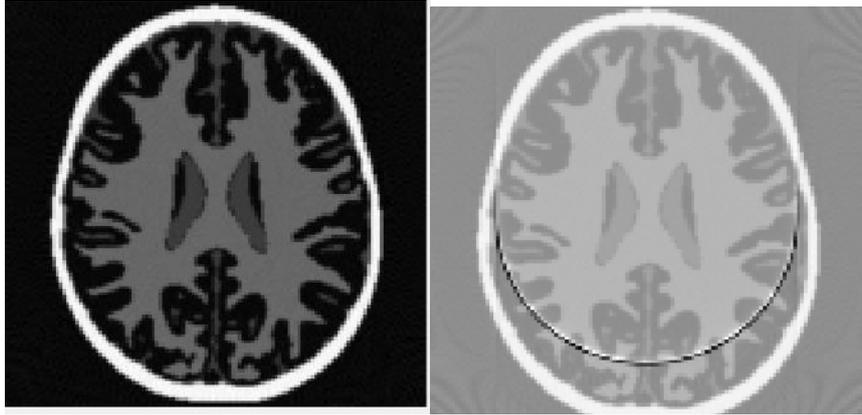
No.70，选择**样品 6** 进行扫描重建的结果：



3、在“Pen Beam Scan Mode”下，保持其他参数不变，选择 **36 号**（左图）

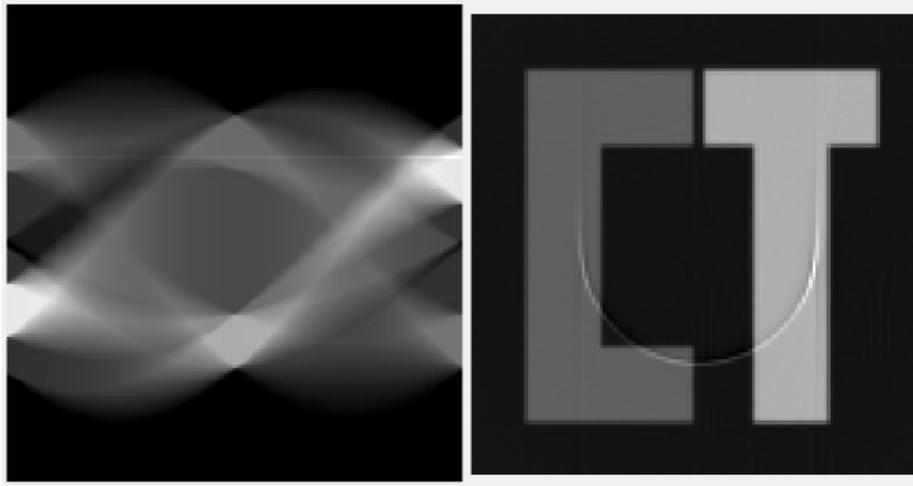
和 **72 号**（右图）损坏探测器，选择**样品 7** 进行扫描重建的结果：





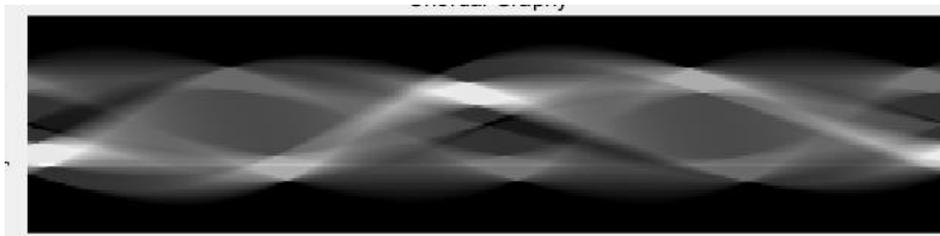
4、在“Fan Beam Scan Mode”下，保持其他参数不变，勾选 **GAS Gein Unstable**

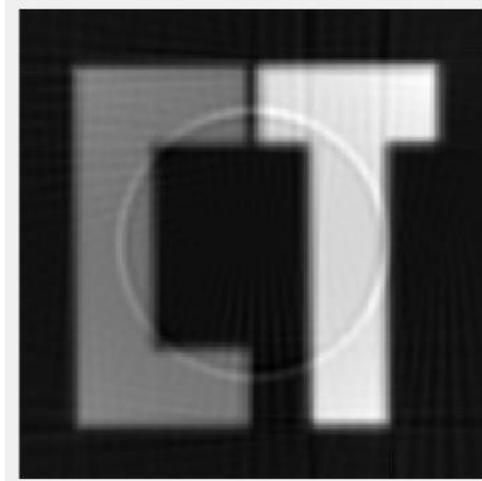
No.70，选择**样品 6** 进行扫描重建的结果：



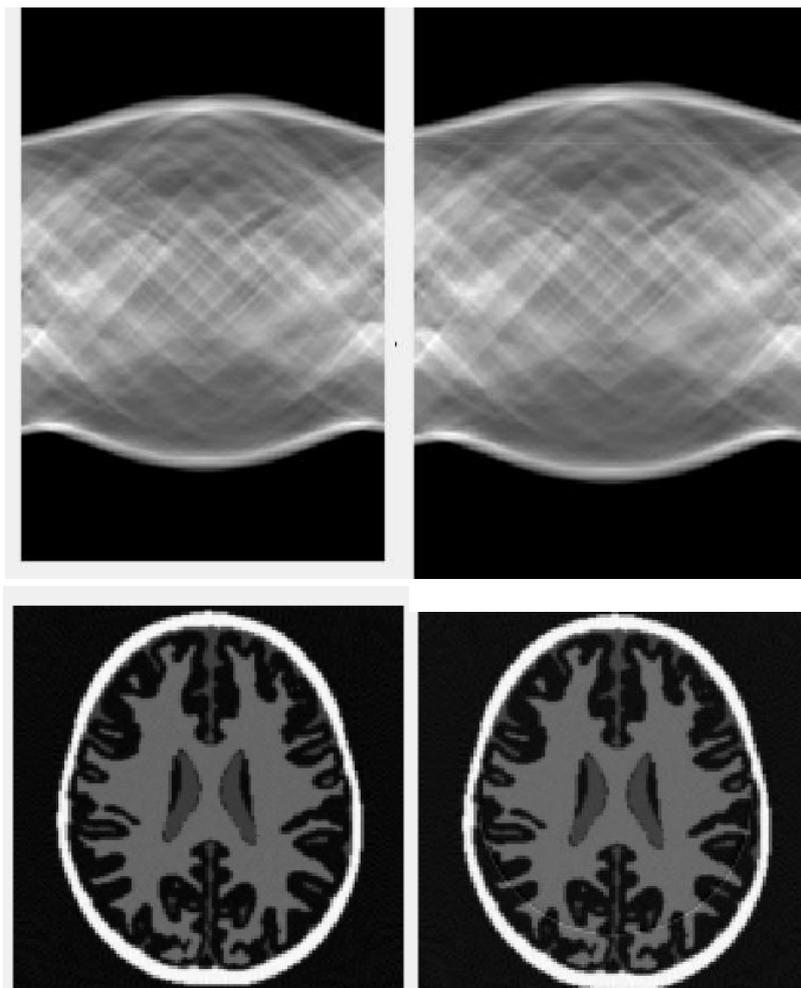
5、在“Pen Beam Scan Mode”下，保持其他参数不变，勾选 **GAS Gein Unstable**

No.70，选择**样品 6** 进行扫描重建的结果：

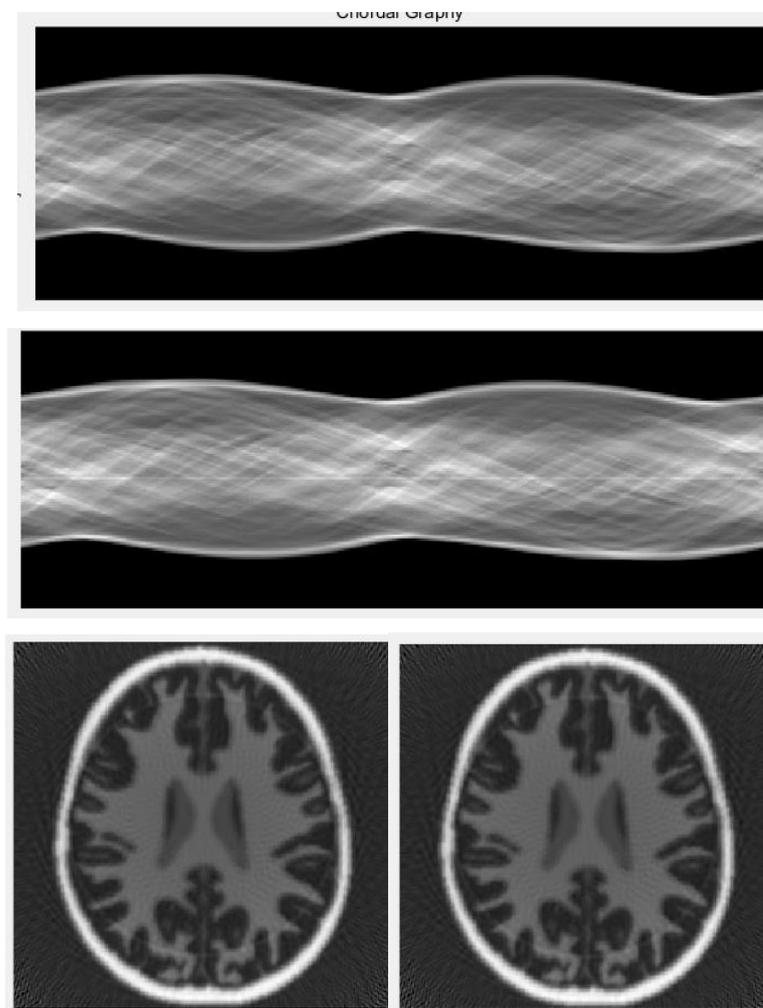




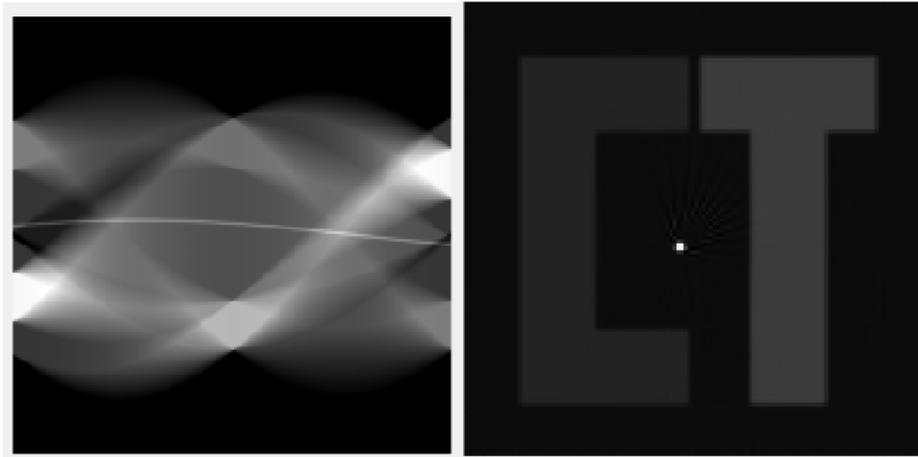
6、在“Pen Beam Scan Mode”下，保持其他参数不变，勾选 **GAS Gein Unstable** No.36(左图)和 No.72(右图)，选择样品 7 进行扫描重建的结果：



在“Fan Beam Scan Mode”下，保持其他参数不变，勾选 **GAS Gein**
UnstableNo.36(左图)和 **No.72**(右图)，选择样品 7 进行扫描重建的结果：

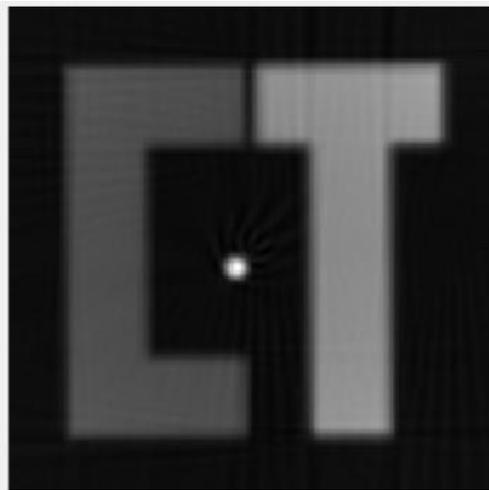
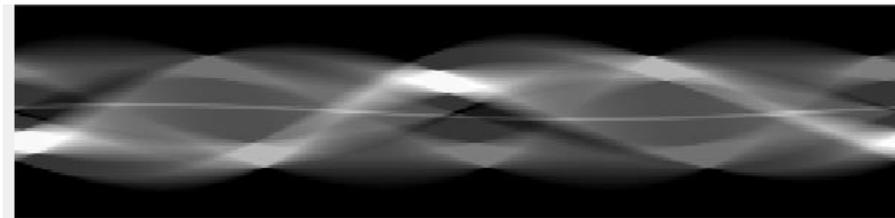


7、在“Pen Beam Scan Mode”下，保持其他参数不变，勾选 **Mental in**
Position(x,y) 60 60，选择样品 6 进行扫描重建的结果：

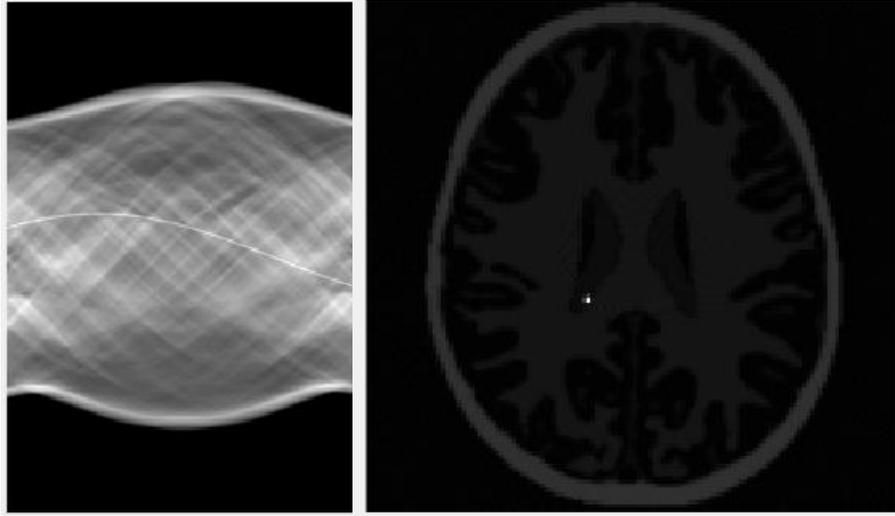


8、在“Fan Beam Scan Mode”下，保持其他参数不变，勾选 **Mental in Position(x,y)**

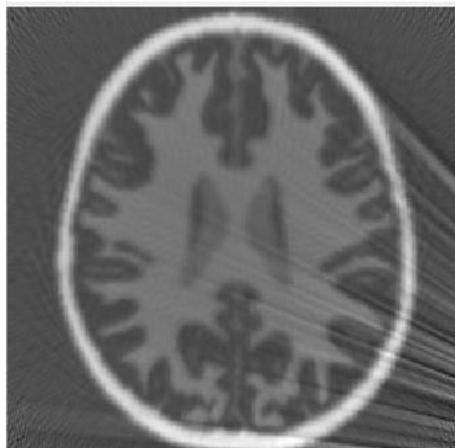
60 60，选择**样品 6** 进行扫描重建的结果：



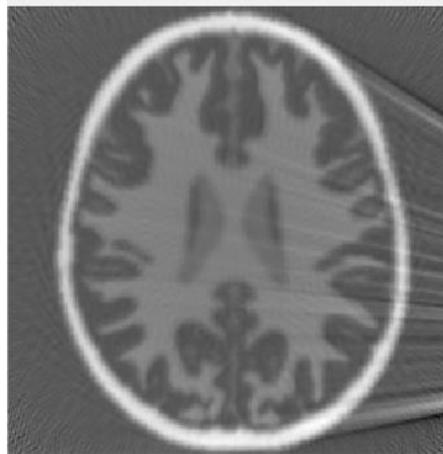
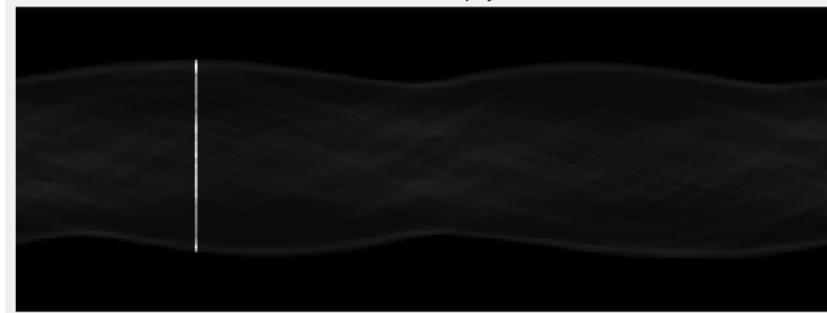
9、在“Pen Beam Scan Mode”下，保持其他参数不变，勾选 **Mental in Position(x,y) 80 80**，选择**样品 7** 进行扫描重建的结果：



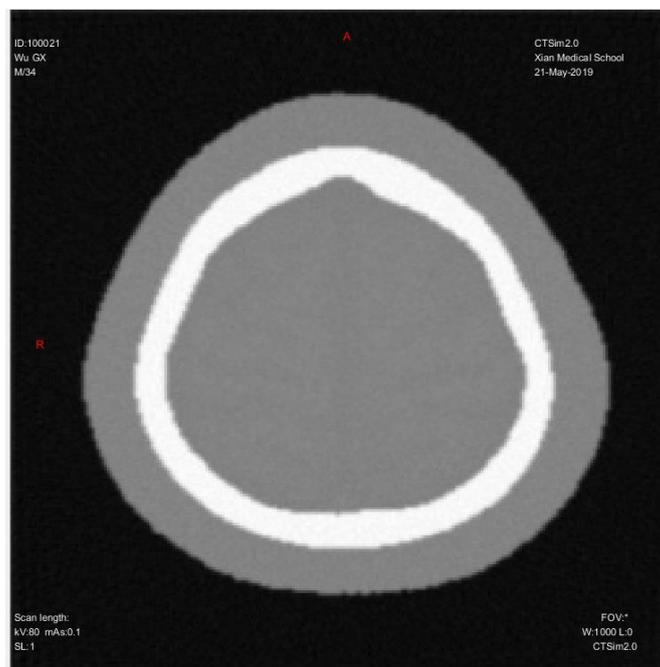
10、在“Fan Beam Scan Mode”下，保持其他参数不变，勾选 **Tube Charge on Time (Angle) 64**，选择**样品 7** 进行扫描重建的结果：



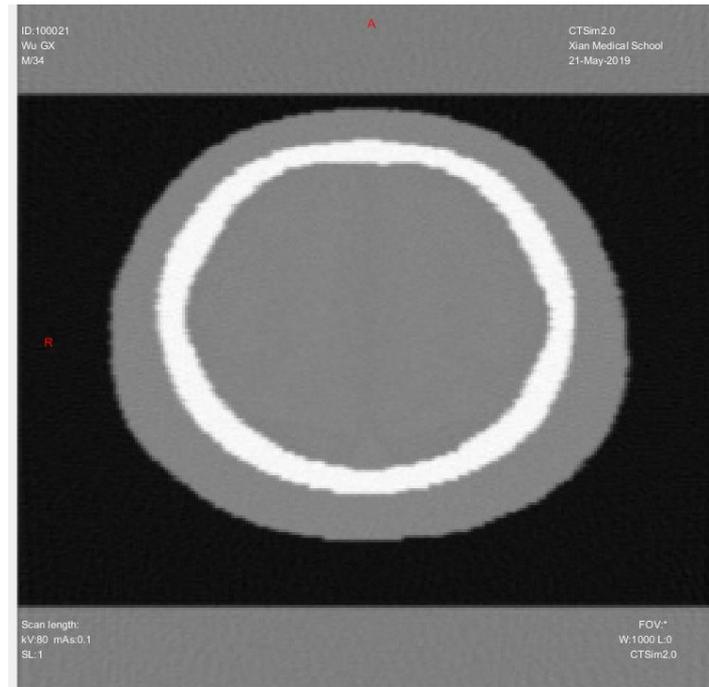
11、在“Fan Beam Scan Mode”下，保持其他参数不变，改变打火时刻为(Angle) 为 **32**，选择**样品 7** 进行扫描重建的结果：



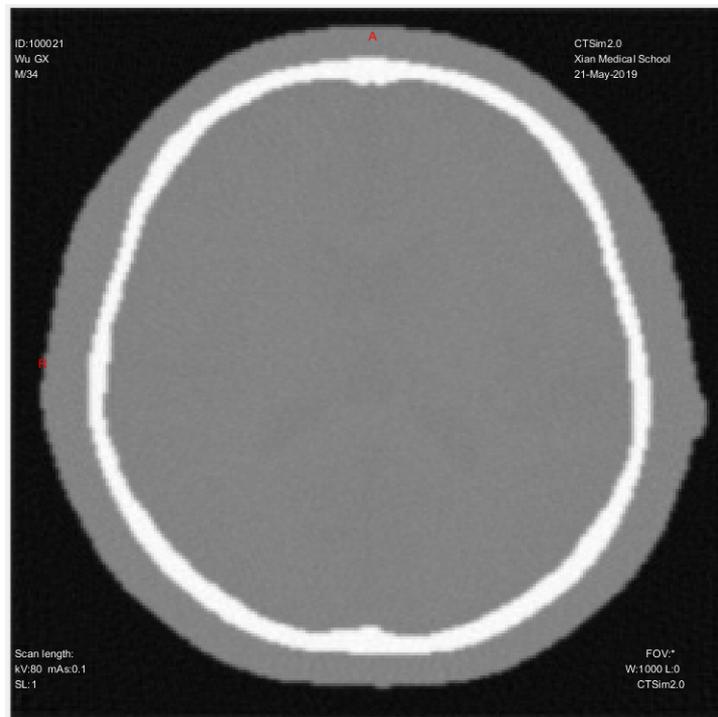
12、进入“数字人扫描”界面，采用默认参数，扫描重建后得到 CT 图像：



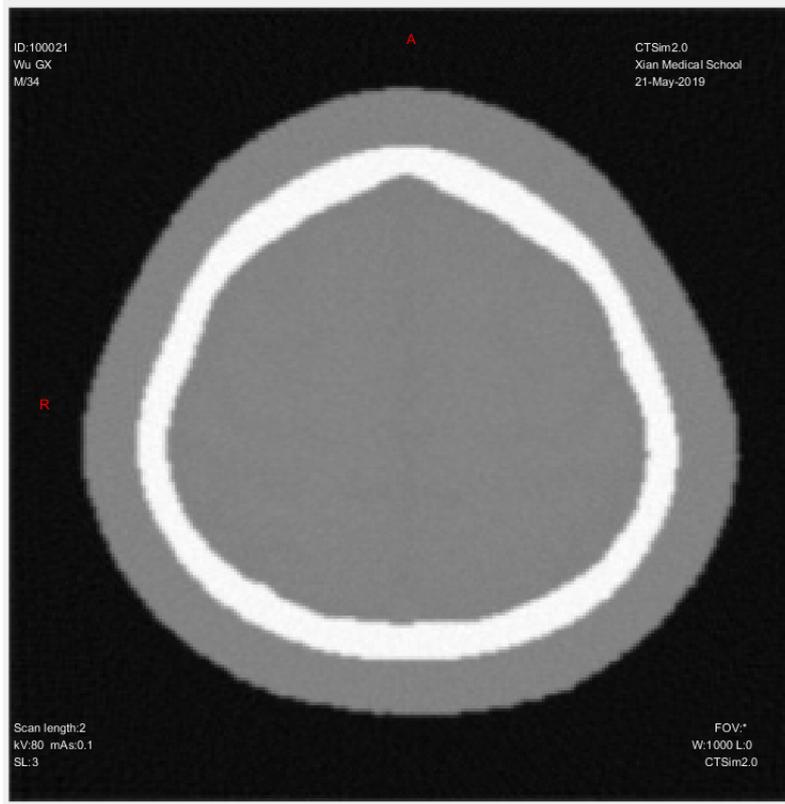
13、保持其他默认参数不变，将倾斜角度改为 30° ，扫描重建后得到 CT 图像：



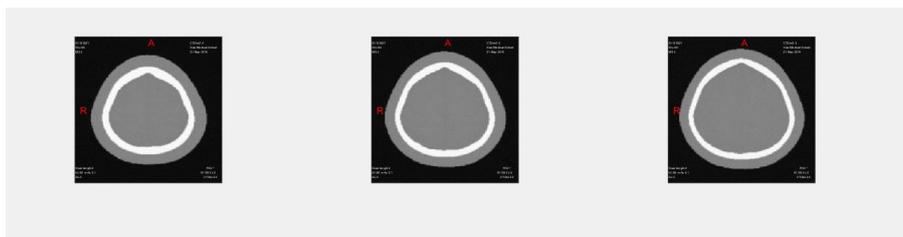
14、保持其他默认参数不变，将 **offset** 由 50 改为 100，扫描重建后得到图像：



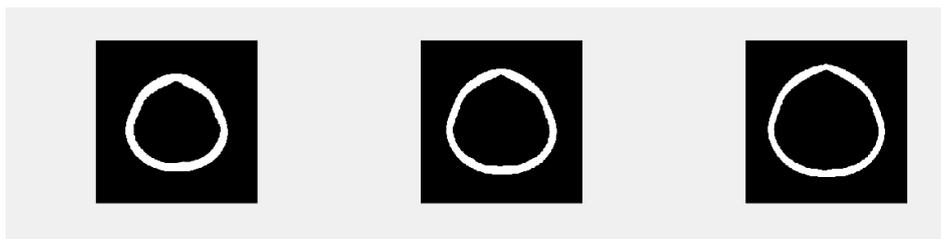
15、保持其他默认参数不变，将 **slice** 改为 3，同时将 **Slice Gap** 改为 5，扫描重建得到 CT 图像：



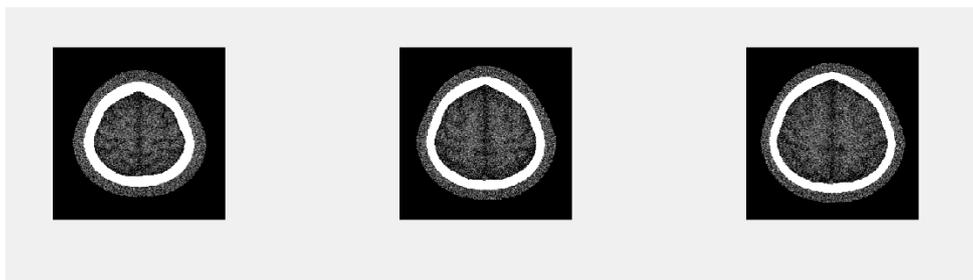
16、在同一界面显示多幅图像：



17、将窗宽由 200 调成 100，得到实验结果：



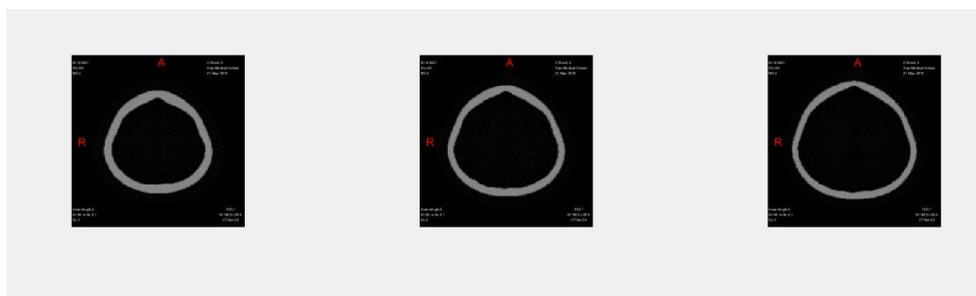
18、在窗宽为 100 的条件下，将窗位调为 50:



19、将窗宽调节为 300，窗位调节为 50:



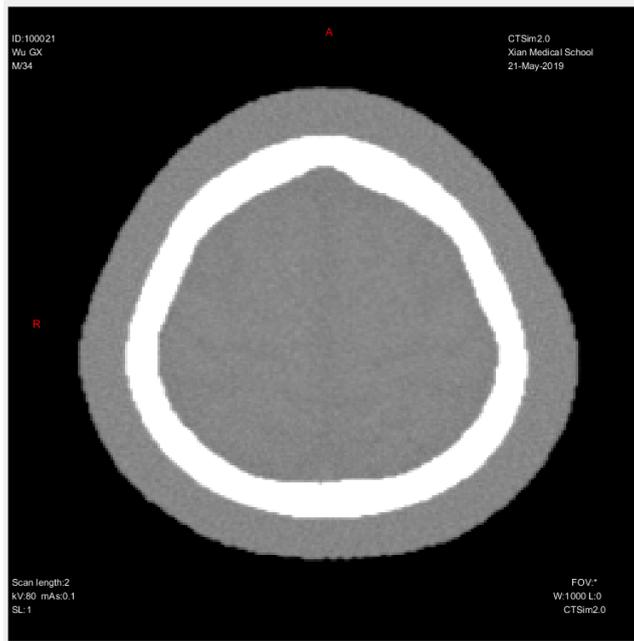
窗宽 1800，窗位 900:



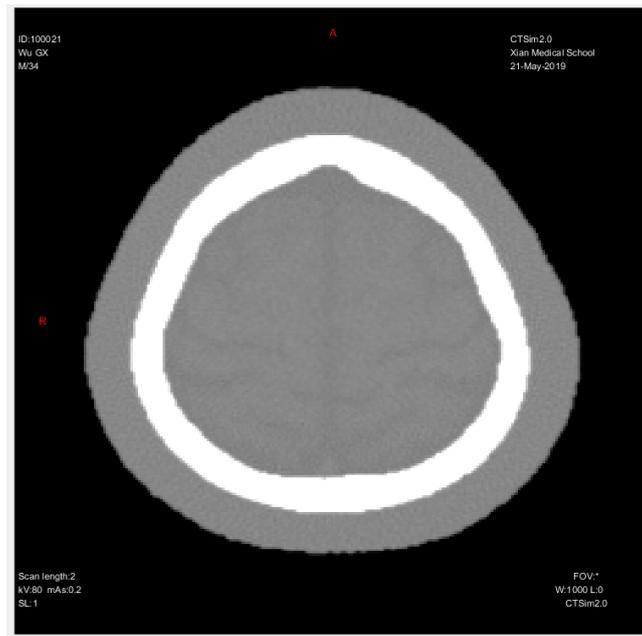
窗宽越大，亮度越大

窗位越大，对比度越大

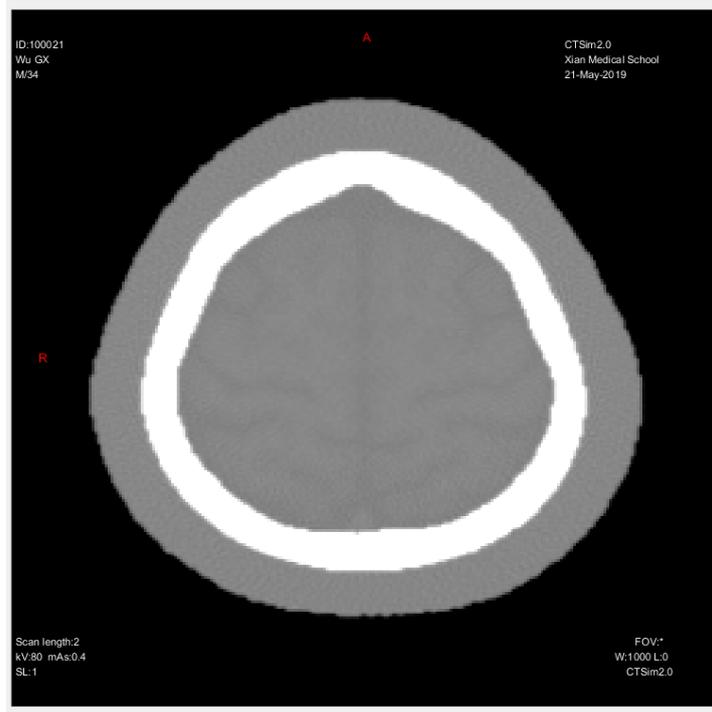
20、在管电压为 80kV 的条件下，调节管电流为 100mA，曝光时间为 1s:



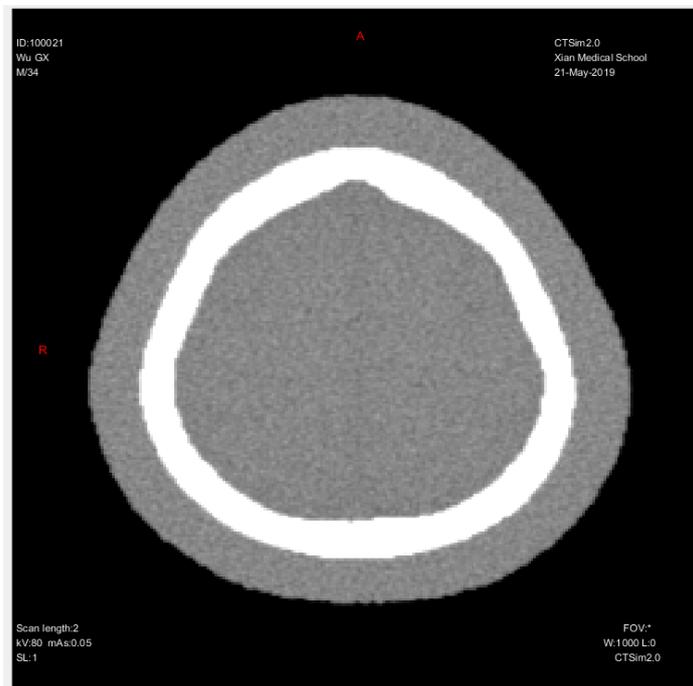
调节管电流为 200mA，曝光时间为 1s:



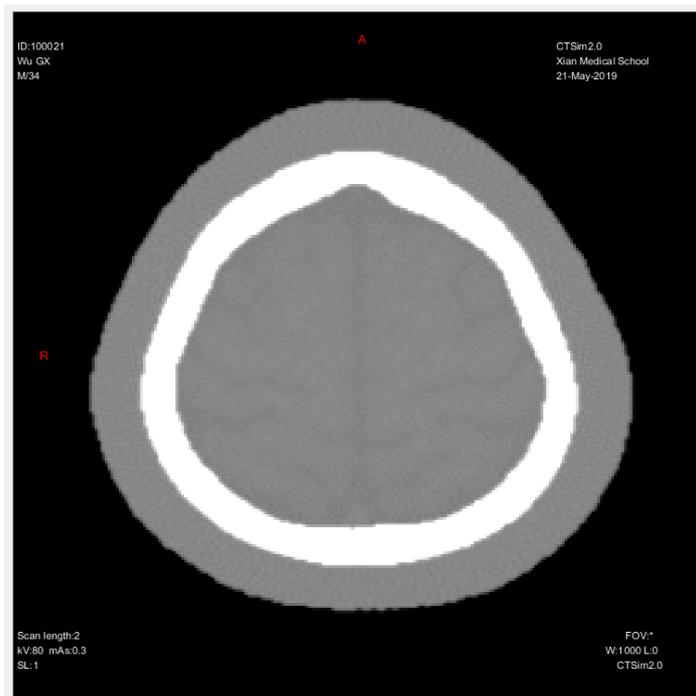
调节管电流为 200mA，曝光时间为 2s:



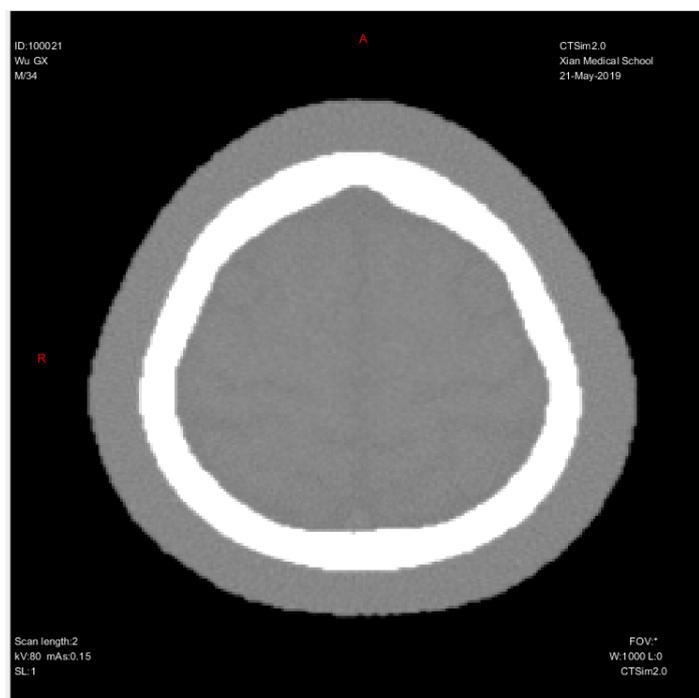
21、保持其他参数不变，缩小管电流为 50mA，曝光时间为 1s:



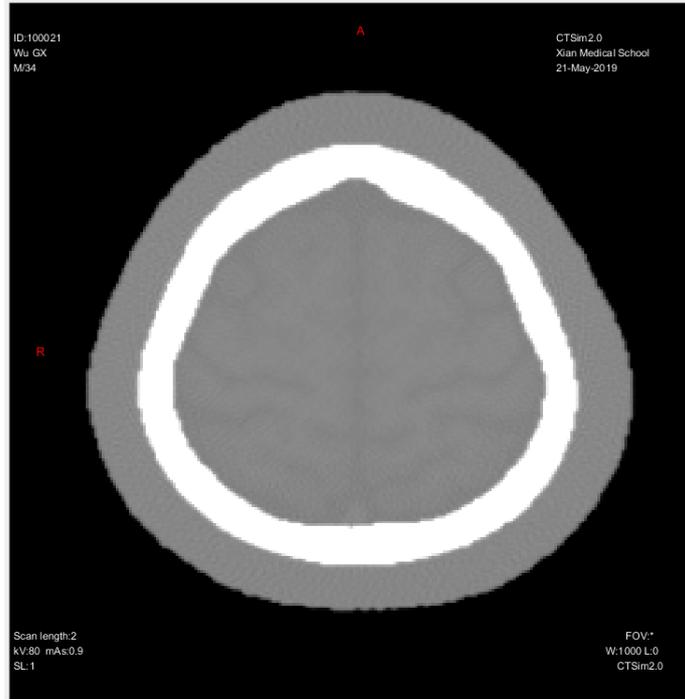
增大管电流为 300mA，曝光时间为 1s:



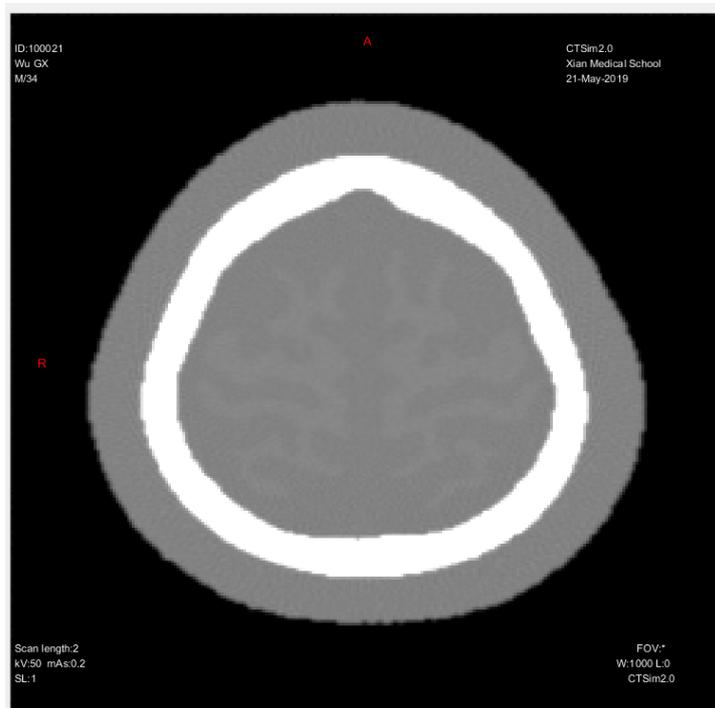
管电流为 50mA, 曝光时间为 3s:



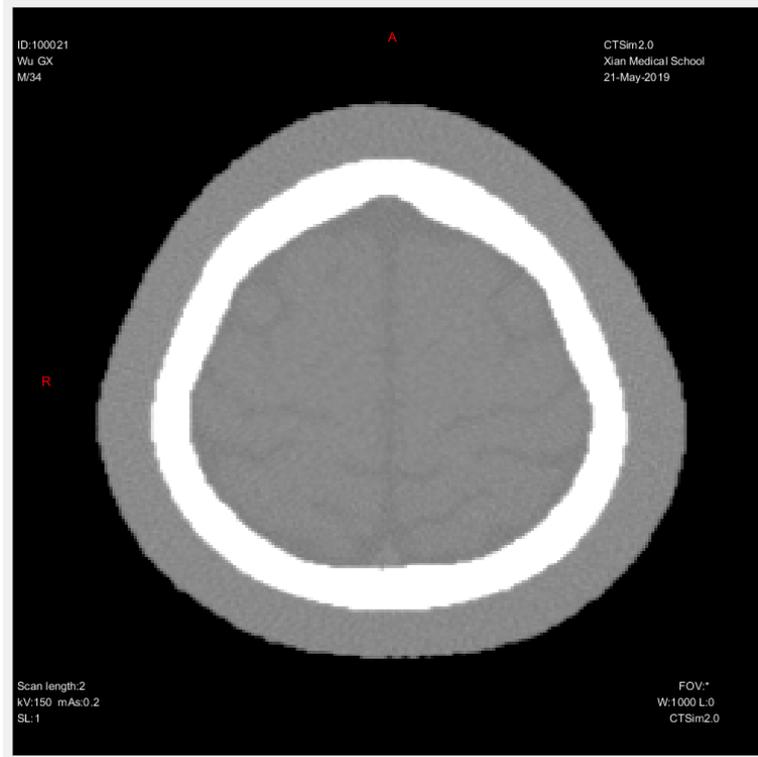
管电流为 300mA, 曝光时间为 3s



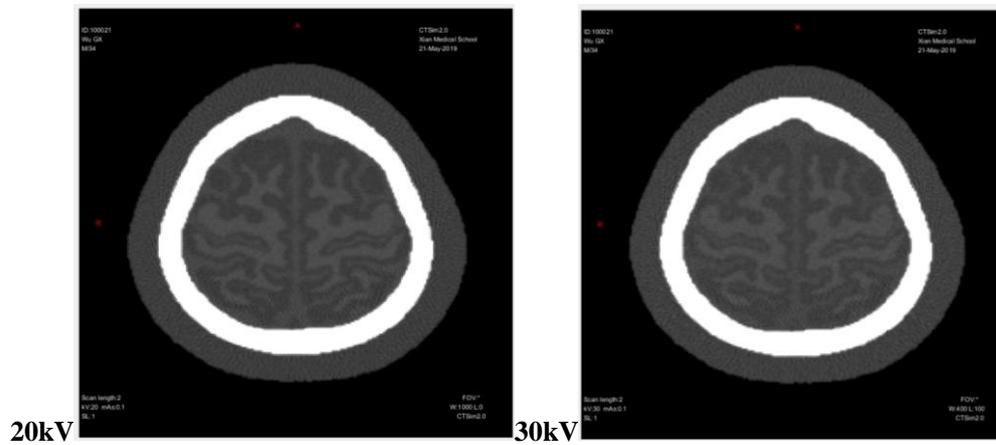
22、保持管电流为 200mA 不变，调节管电压为 50kV:

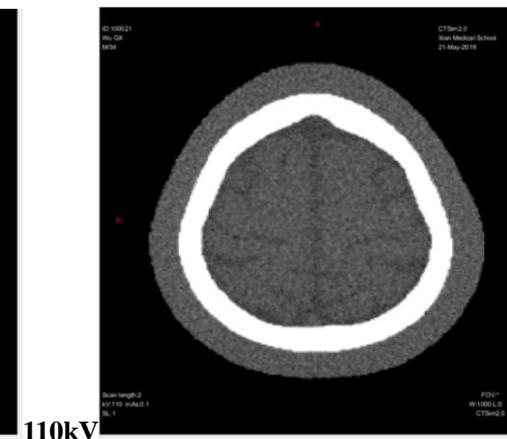
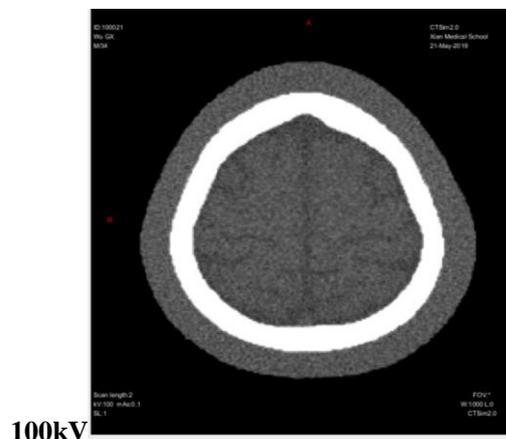
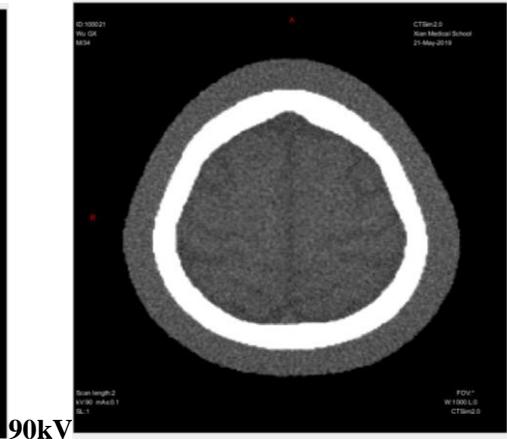
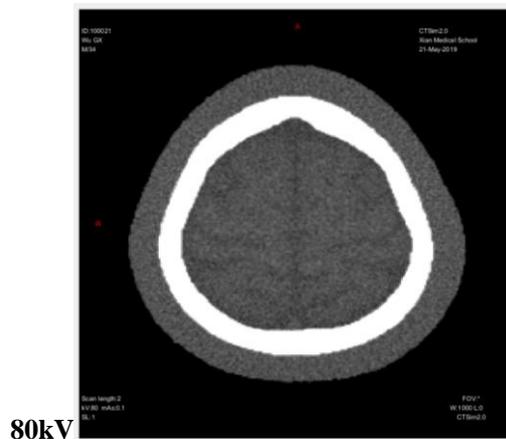
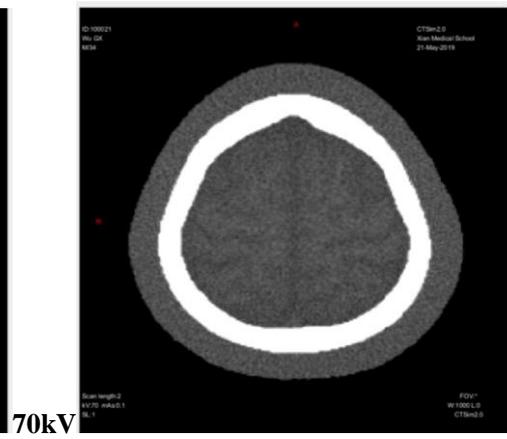
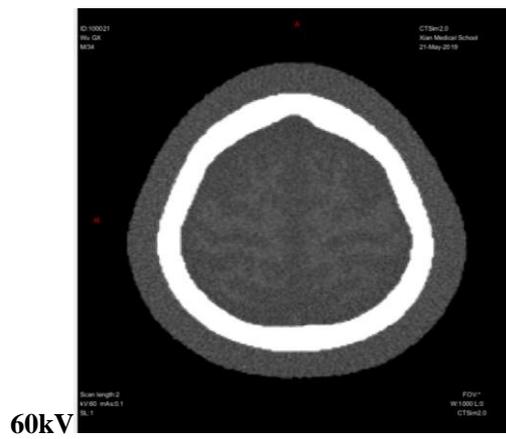
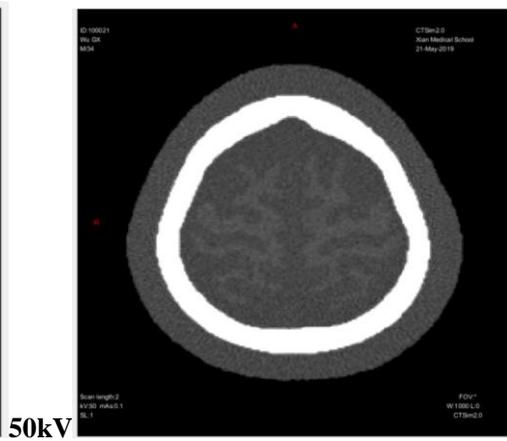
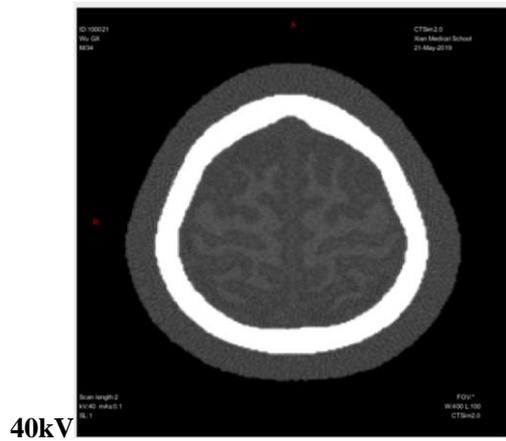


管电压为 150kV:

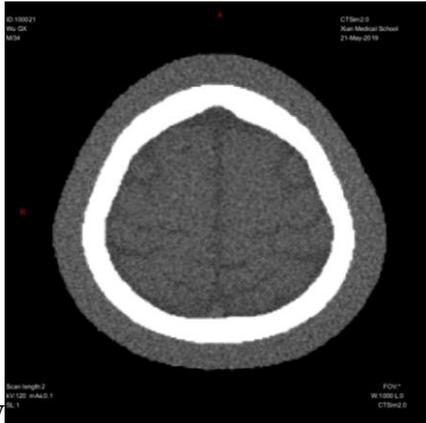


23、保持其他参数不变，从 20kV 到 200kV，步进为 10kV，调节管电压，观察结果的变化：

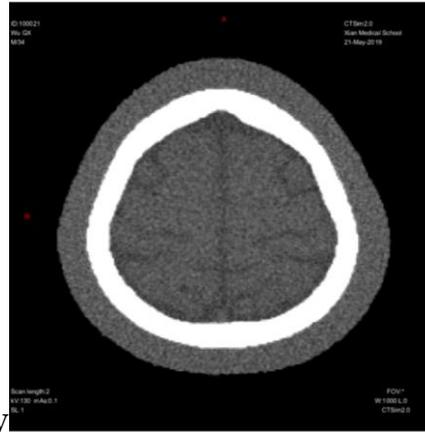




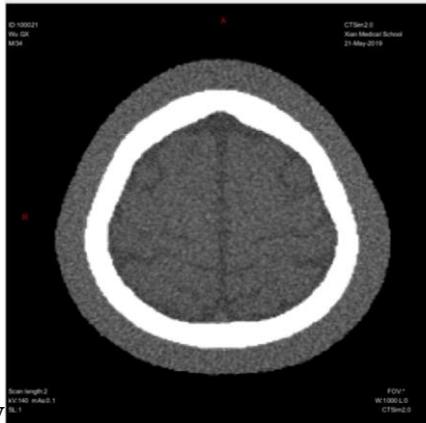
120kV



130kV



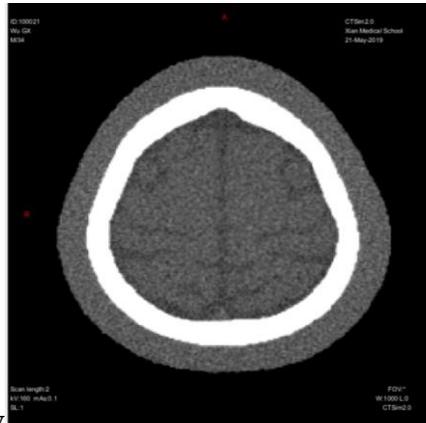
140kV



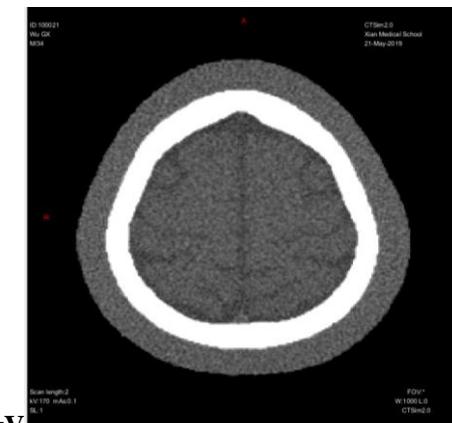
150kV



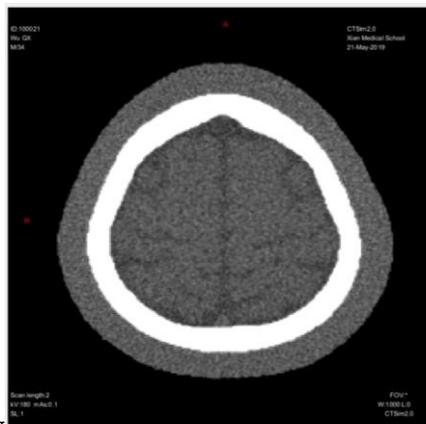
160kV



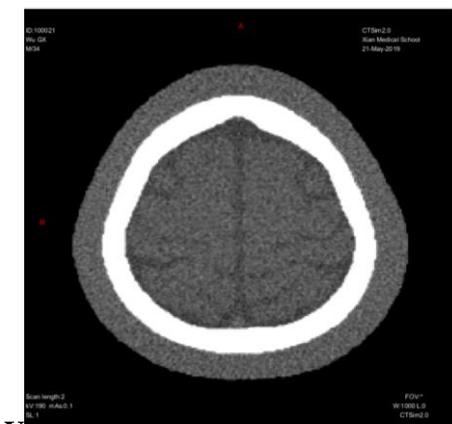
170kV

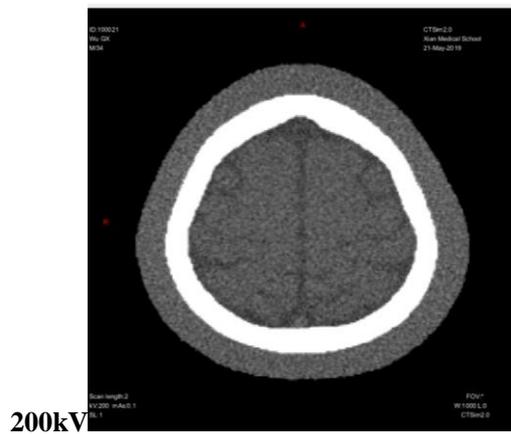


180kV



190kV

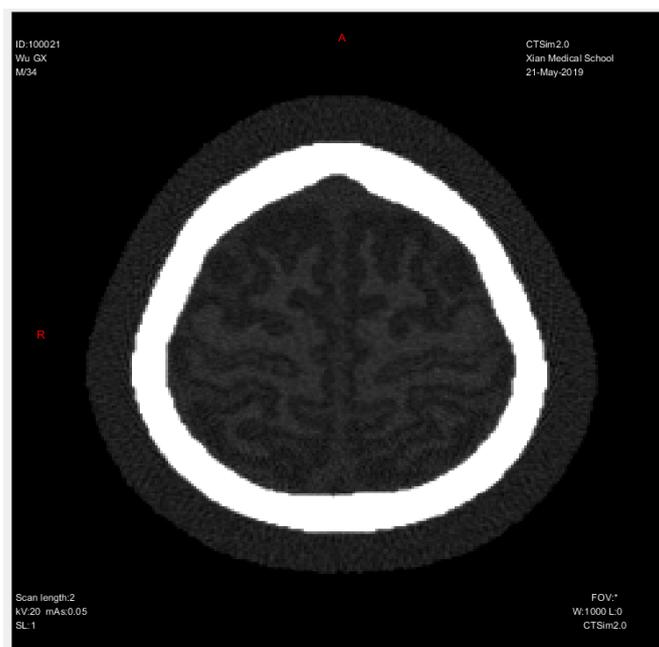




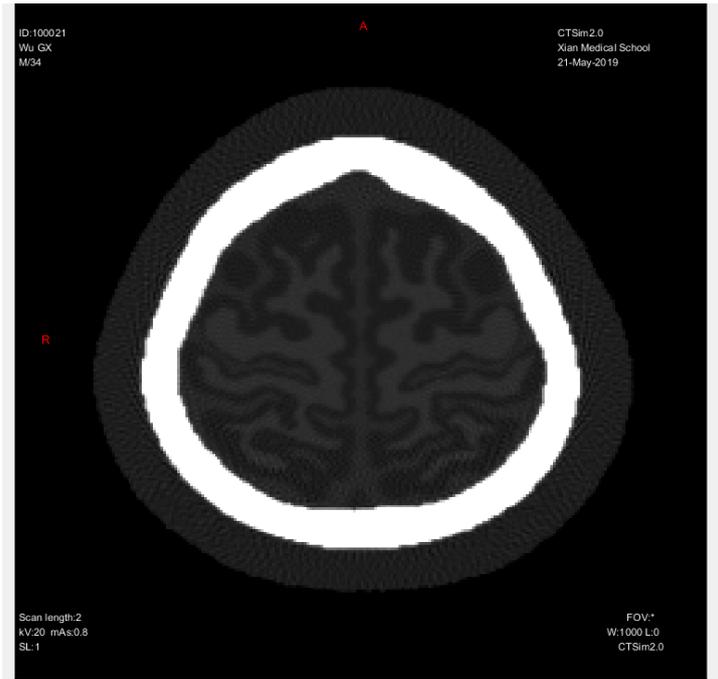
200kV

24、在保证其他参数不变的情况下，调节管电压或者曝光时间，以得到信噪比更高的图像，同时调节窗宽窗位以得到更清晰的结果：

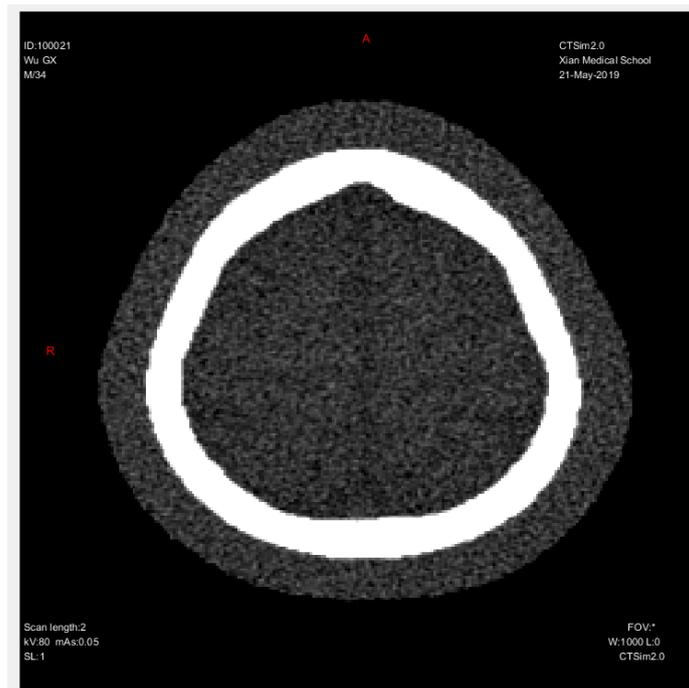
管电压 20kV，管电流 50mA,曝光时间 1s:



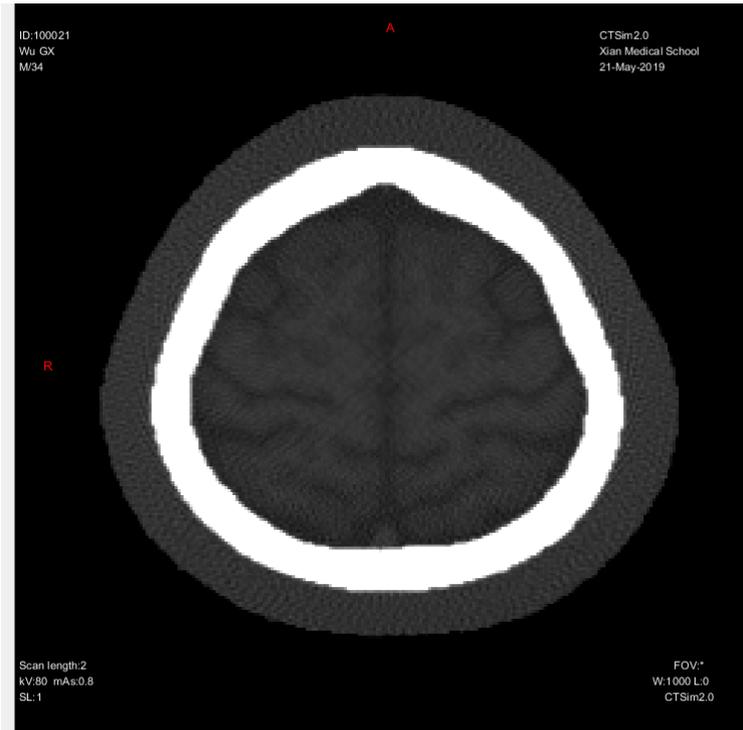
管电压 20kV，管电流 800mA,曝光时间 1s:



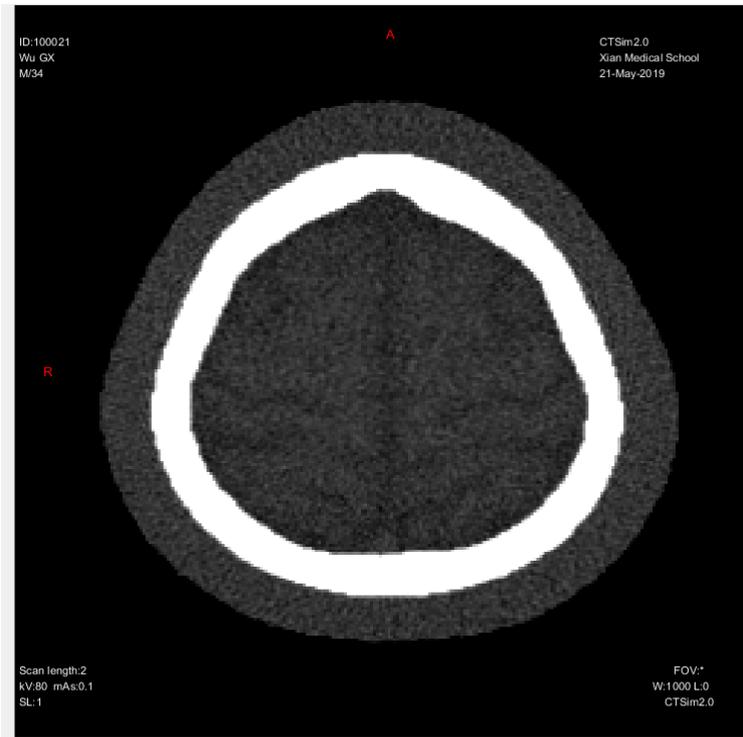
管电压 80kV，管电流 50mA,曝光时间 1s:



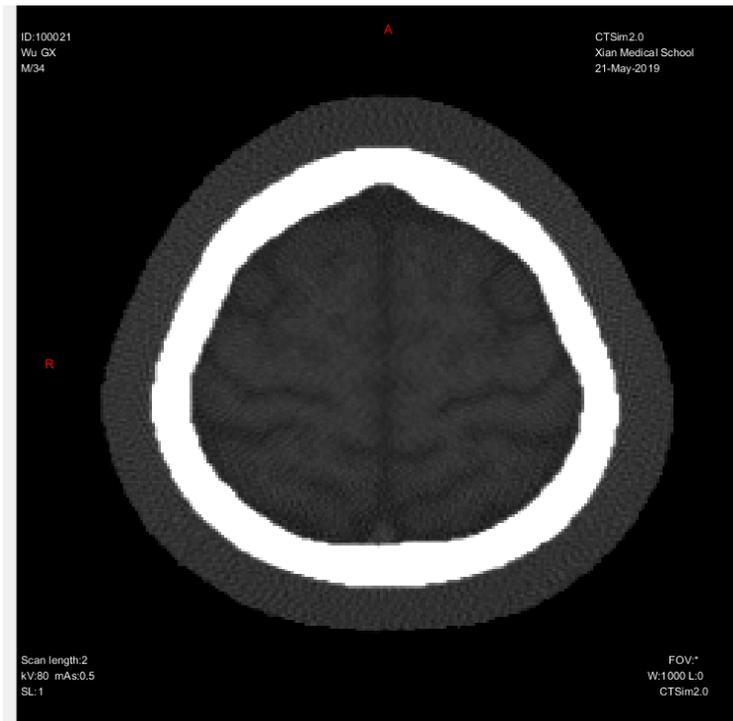
管电压 80kV，管电流 800mA,曝光时间 1s:



管电压 80kV，管电流 100mA,曝光时间 1s:



管电压 80kV，管电流 100mA,曝光时间 5s:



二、总结与体会：

第一部分：CT 常见伪影的思考题：

- 1、有无伪影情况相比，笔形束与扇形束正弦图与重建图像都发生了怎样变化，请观察各种现象。笔形束重建图像伪影只有半圆，而扇形束为整圆，请分析原因。请思考在没有配件更换的情况下，如何处理可以保证设备正确成像？

答：与无伪影情况相比，笔形束和扇形束的正弦图中都出现了一条明显的直线，笔形束的重建图像中出现了半圆形伪影，扇形束的重建图像中出现了圆形伪影。因为笔形束扫描时旋转 180° ，所以伪影只有半圆，而扇形束具有一定的角度，只旋转 180° 却可以扫描到 360° 的数据，所以重建图像中伪影是整圆。

在不更换配件的情况下，可以经过后期的图像处理得到正确的重建图像。

- 2、金属异物存在时，正弦图与重建图像相对正常情况有什么变化？比较笔形束与扇形束重建，两者正弦图与重建图像有什么区别？

答：有金属异物存在时，正弦图中出现一条明显的白色曲线，重建图像中出现白色亮点。扇形束的正弦图中白色曲线比笔形束长，扇形束的重建图像中白色亮点面积比笔

形束大。

3、球管打火时在正弦图中出现了一条垂直方向的白色亮线，代表球管打火的位置，分析其产生原因；重建图像里可以看到一些条状伪影，分析成因。

答：球管打火会引起高压产生尖峰，此时 X 射线的能量较高，所以此时采集到数据要比其他数据大，使正弦图中出现了一条垂直方向的白色亮线。在图像重建时，对球管打火这一时刻的多个投影值进行滤波反投影，叠加到图像上后出现了条状伪影。

第二部分：基于数字人的 CT 扫描

1、改变窗宽、窗位对图像有什么影响？

答：窗宽是指显示图像时所选用的 CT 值范围，在此范围内的组织结构按其密度高低从白到黑分为 16 个等级（灰阶）。如窗宽为 160Hu，则可分辨的 CT 值为 $160/16=10\text{Hu}$ ，即两种组织 CT 值的差别在 10Hu 以上者即可分辨出来。由此可见窗宽的宽窄直接影响图像的对比度；窄窗宽显示的 CT 值范围小，每级灰阶代表的 CT 值幅度小，因而对比度强，可分辨密度较接近的组织或结构，如检查脑组织宜选用窄的窗宽；反之，窗宽加宽则每级灰阶代表的 CT 值幅度增大，对比度差，适于分辨密度差别大的结构如肺、骨质。

窗位是指窗宽上、下限 CT 值的平均数。因为不同组织的 CT 值不同，欲观察其细微结构最好选择该组织的 CT 值为中心进行扫描，这个中心即为窗位。窗位的高低影响图像的亮度：窗位低图像亮度高呈白色；窗位高图像亮度低呈黑色。

第三部分：X 线的质与量对图像的影响

1、在固定管电压情况下，改变管电压与曝光时间，图像发生了怎样的变化？请分析原因。

答：在管电压不变的情况下，图像变得更加清晰。因为 X 线的量是指单位时间通过与射线方向垂直的单位面积的辐射能量，通常用管电流的 mA 数和曝光时间的乘积来表示 X 线的量。因此，当增大管电流和曝光时间时，相当于增加了管电流，X 线的能量增大，使得图像更加清晰。

2、在调节到合适的管电流与曝光时间情况下，改变管电压，图像发生了怎样的变化，请分析原因。

答：在合适的管电流与曝光时间下，增加管电压，图像的对比度增大，同时清晰度也增加。

X 线的质是指它的贯穿本领。X 线的质由管电压控制，管电压越高，轰击阳极的电子动能越大，发射光子的能量越大，X 线越硬。管电压同时控制 X 线的质和量，而 X 的质影响图像的对比度，量影响图像的清晰度。

实验体会：通过本次实验，了解了 CT 的常见伪影和它们的形成原因、表现形式，在此之前，我只知道非滤波投影法会产生星形伪影。另外，也巩固了在“影像物理学”上学到的窗口技术、X 射线的质和量的定义和对图像的影响。