

# SPECT大作业

## 1. SPECT期末大作业任务概述

根据某商业SPECT实际采得的临床人体投影数据：

1. 编写代码，实现对投影数据的重建，得到重建图像；
2. 评估图像质量，并对重建结果进行分析。

**作业提交内容与要求：**

- a) 大作业报告（word/pdf格式）。报告应至少包括系统传输矩阵建模方法、重建算法、重建结果、分析讨论等内容。
- b) 图像重建代码。编程语言不限。
- c) 代码中应包含清晰的注释（关键变量、关键步骤、主要程序段结构）。提交的代码可以跑通，并在可接受的计算时间内复现报告中的相关结果。
- d) 重建结果请导入Amide软件并保存为.xif文件。
- e) 请将作业打包为一个压缩文件上传网络学堂。

## 2. SPECT成像系统及成像过程描述

本次大作业使用某商业临床SPECT系统对病人进行心肌灌注扫描得到的投影数据进行重建。

### (1) 场景概述

本次作业中的SPECT 系统为一个可变角双探头SPECT，每个探头都装备平行孔准直器。在进行心肌灌注显像时，两个探头互相垂直呈“L”型，尽量贴近人体，进行轮廓跟踪采集。扫描场景如图1所示。



图1. 扫描场景示意

## (2) SPECT系统数据采集流程

系统双探头互相垂直呈“L”形，绕视野轴向以椭圆轨道逆时针旋转 90 °采集投影数据，如图 2 所示。

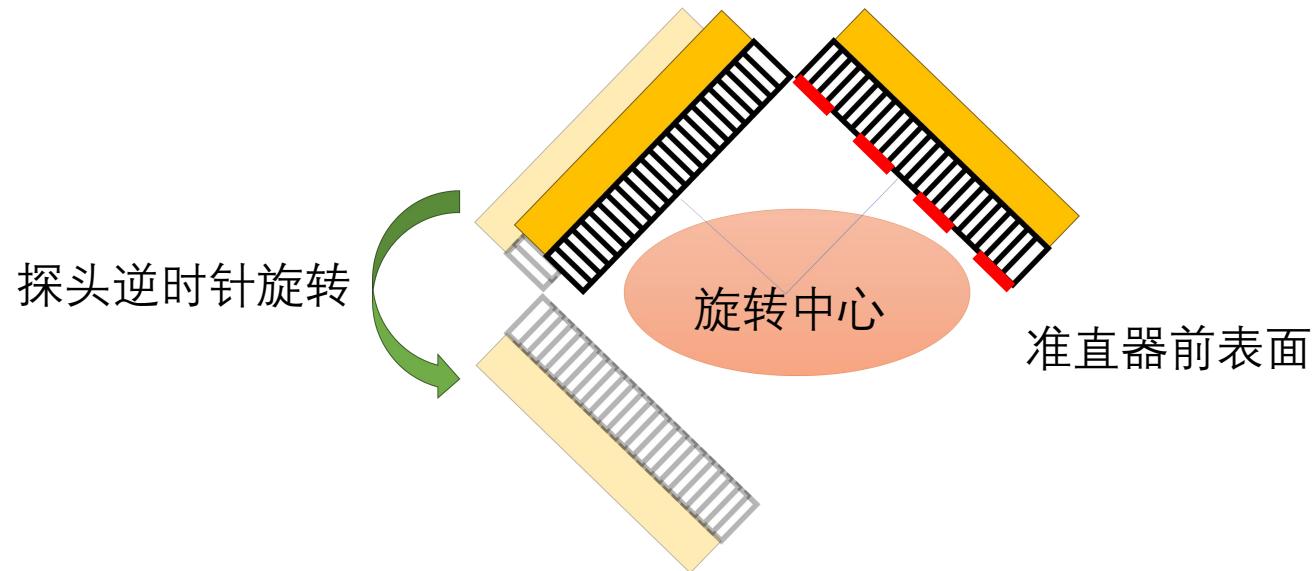


图2. 扫描轨道示意

数据采集过程中，每隔 2.8125°进行一次采集，每个探头采集32个角度，共采集 32\*2个角度，每个角度采集20s。采集轨道数据见orbit.xlsx文件。文件说明如下：

文件类型	第一位	第二位	第三位	第四位
.xlsx	索引	角度/°	准直器前表面到旋转中心距离/mm	探测器索引

### (3) SPECT系统探测器与投影数据

系统的两个探头是全同的，每个探头包含一个装备了平行孔准直器的平板探测器，每个平板探测器由128\*128个探测单元构成，探测单元尺寸为3.30\*3.30mm，固有分辨率3.7mm (FWHM)。可以理想化地认为探测器晶体无限薄，但衰减系数无限大。

投影数据见Proj.dat二进制文件，数据类型为float32, little Endian。投影文件组织格式为128\*128\*64。其中第三个维度对应探头的64个采集角度，与orbit.xlsx文件按顺序一一对应。

探测器几何位置说明如图3、图4所示：

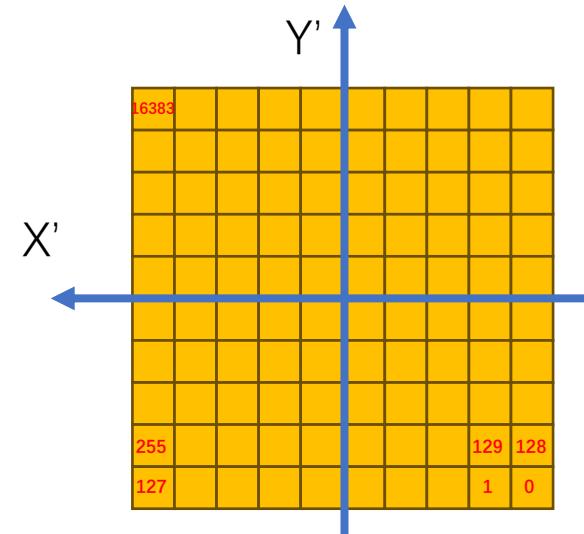


图3. 投影单元几何示意

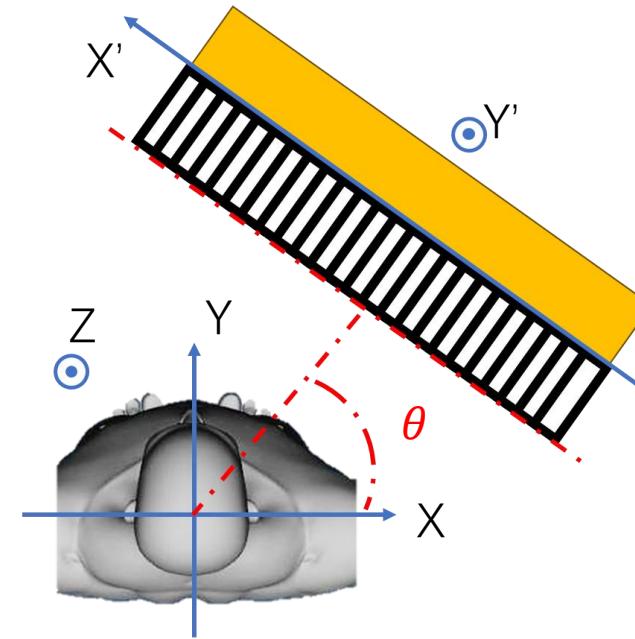


图4. 几何关系示意

## (4) SPECT系统准直器

每个探测器均装备正六边形平行孔准直器，平行孔准直器参数如下：

孔型	孔长	孔直径	孔壁厚
正六边形	24.05mm	1.11mm	0.16mm

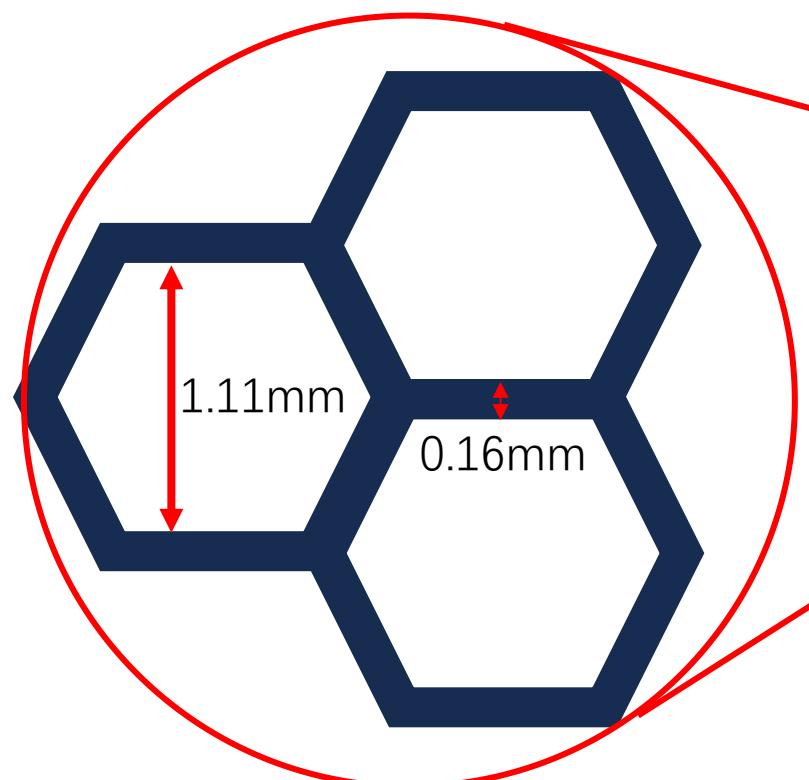


图5. 平行孔参数示意

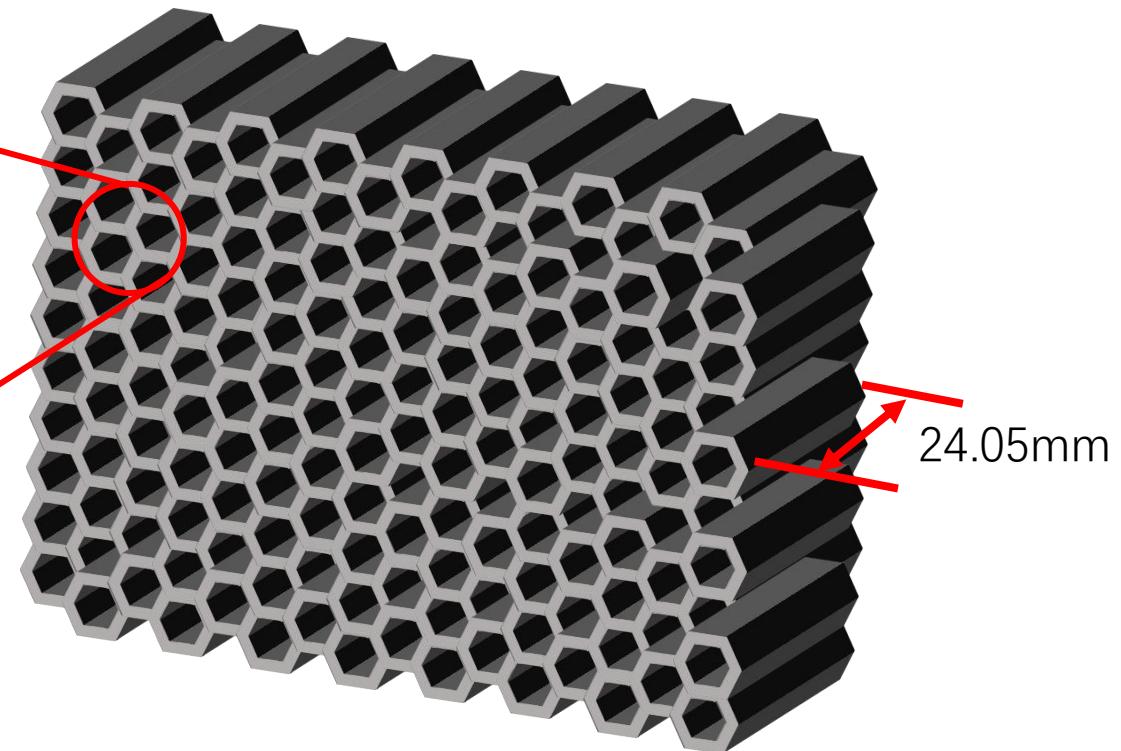


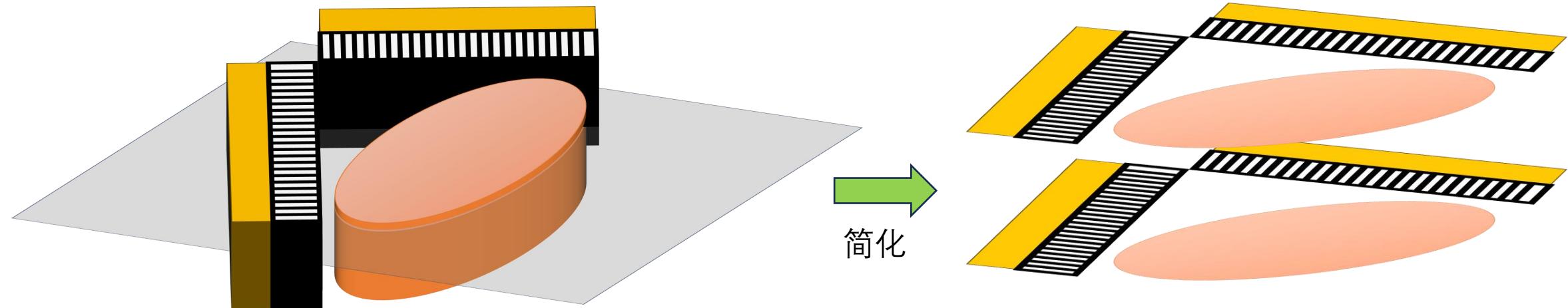
图6. 平行孔参数示意

### 3. 图像重建任务要求

#### (1) 系统矩阵建模

- a) 综合利用本次课程中学习到的知识，在不建模准直器的简化条件下计算系统传输矩阵，描述计算和建模过程。重建视野要求离散化为 $128 \times 128 \times 128$ 个体素，每个体素尺寸为 $3.30 \times 3.30 \times 3.30$ mm (30分)

Tips: 直接建模三维探测器对三维视野的系统响应计算量过大，对于平行孔准直器SPECT，可以建模一个二维探测器层对于和它对应的二维平面的系统响应，逐层重建拼成三维结果。



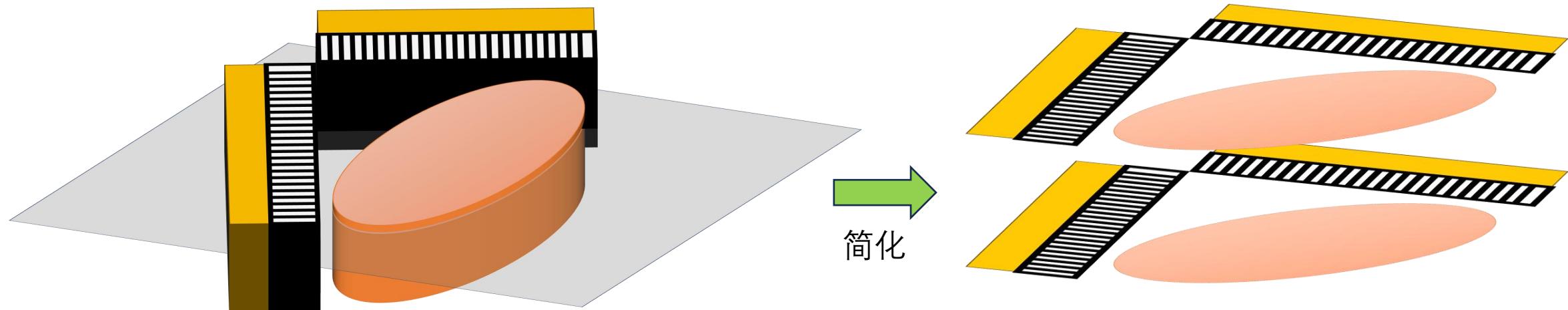
### 3. 图像重建任务要求

#### (1) 系统矩阵建模

b) (可选项) 建模包含准直器模糊的系统矩阵, 简单描述计算和建模过程 (附加分20分)

Options: 1)根据课件中的公式, 近似计算高斯型准直器响应函数用以建模;

2) 查阅文献, 在空域或者频域中实现准直器响应的建模。



### 3. 图像重建任务要求

#### (2) OSEM重建

- a) 根据建模好的系统矩阵，选择合适的有序子集数目和迭代次数，对投影数据进行重建，展示重建图像（35分）
- b) （可选）尝试用基于二次平滑、稀疏先验等正则约束的MAP重建（附加分30分）

Tips：可以利用GPU和并行策略进行加速

#### (3) 图像分析评估

- a) 调研整理至少两个常用的图像质量评估指标，说明指标的含义和计算方法。（10分）
- b) 根据调研结果，计算所得重建图像的质量评估指标数值，并与参考结果OSEMReconed.dat对比。参考结果为二进制 float32 数组，组织格式 128\*128\*128，像素尺寸：3.30\*3.30\*3.30mm。分析结果并提出可能的改进方法。（15分）

### 3. 图像重建任务要求

#### (3) 图像分析评估

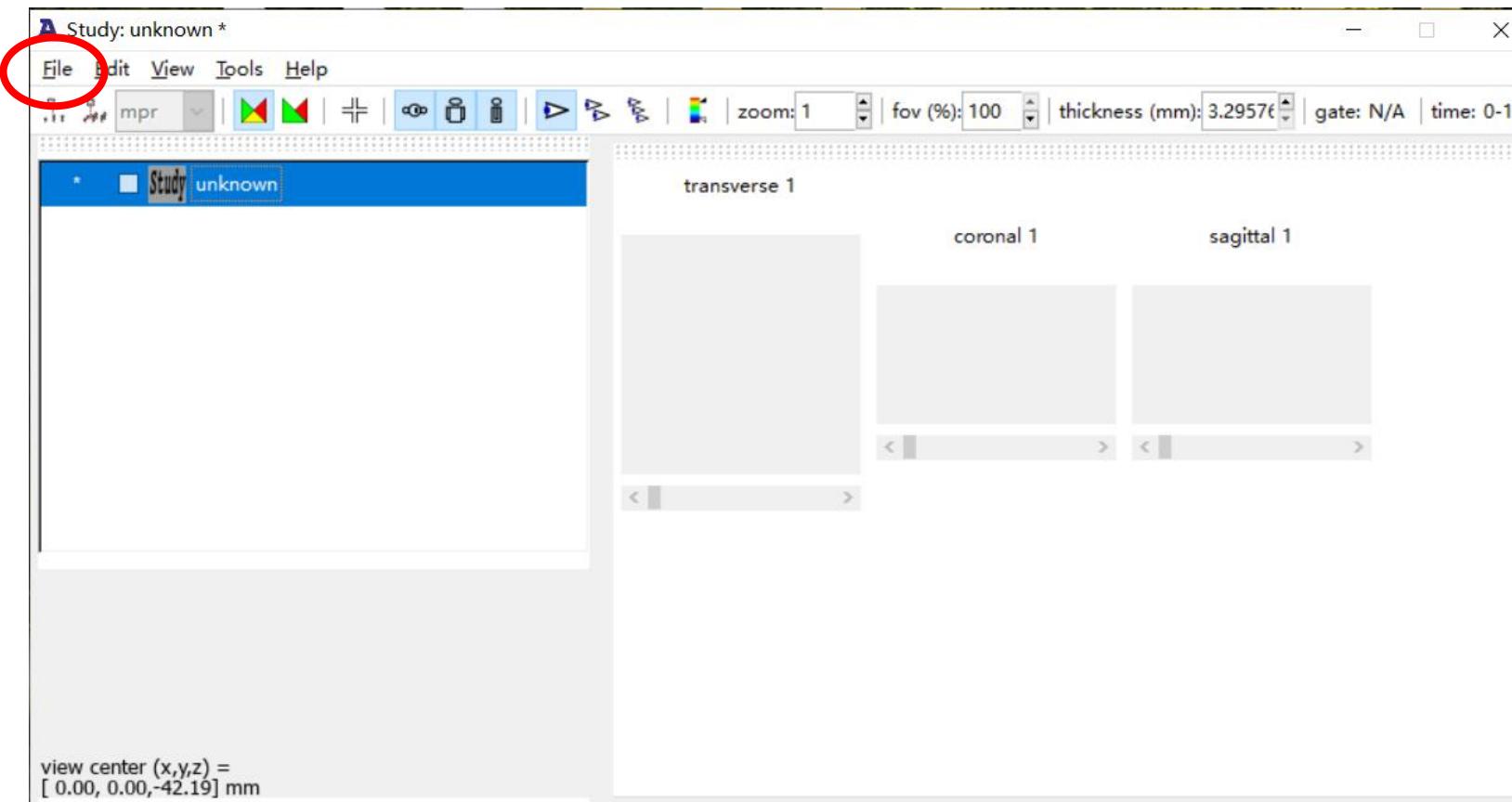
- c) 尝试不同的图像后处理算法对OSEM重建的结果进行后处理，并与经过高斯滤波的重建结果 Filtered.dat 对比。Filtered.dat 文件格式与 OSEMReconed.dat 相同。（10分）  
(Filtered.dat 后滤波参数：三维高斯滤波，FWHM10mm，卷积核7\*7\*7。)

### 4. 结果展示软件

投影数据和重建数据建议使用Amide软件显示和整理结果，Amide软件下载地址：  
<https://amide.sourceforge.net>。Amide简单导入示例如下：

## 4. 结果展示软件

File→Import File(Specify)→Raw Data→e.g. Choose Proj.dat→接下页



请注意Amide读取的文件路径中不能包含中文字符!

## 4. 结果展示软件

### 选择数据类型与组织格式

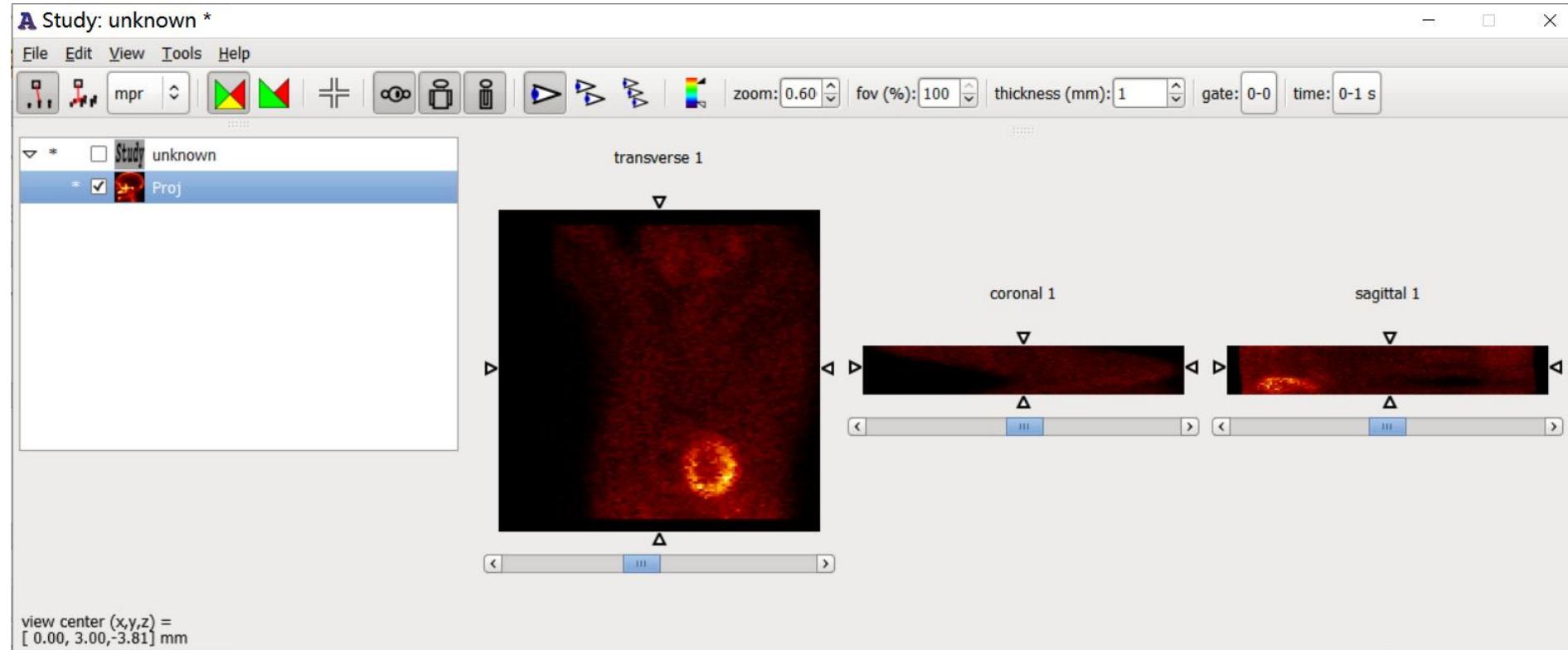
**A amide: Raw Data Import Dialog**

name:	<input type="text" value="Proj"/>				
modality:	<input type="text" value="spect"/> 				
data format:	<input type="text" value="Float, Little Endian (32 bit)"/> 		file size (bytes):	4194304	
read offset (bytes):	<input type="text" value="0"/>		total bytes to read through: 4194304		
x                          y                          z                          gates                          frames					
dimensions (# voxels)	<input type="text" value="128"/>	<input type="text" value="128"/>	<input type="text" value="64"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="1"/>
voxel size (mm)	<input type="text" value="3.3"/>	<input type="text" value="3.3"/>	<input type="text" value="1"/>		
scale factor	<input type="text" value="1.000"/>				

 确定(O)     取消(C)

## 4. 结果展示软件

展示并保存结果为.xif文件



File→Save study as