

版本：V20241200



# GammaSense 谱获取与分析软件 用户手册

捷创核仪（北京）科技有限公司

2024 年 12 月

# 目 录

一、 简介.....	1
二、 软件安装.....	1
三、 软件主界面 .....	2
四、 菜单栏 .....	2
4.1 文件 .....	3
4.1.1 打开 .....	3
4.1.2 保存 .....	3
4.1.3 另存为.....	4
4.1.4 导出 .....	4
4.1.5 选择设备 .....	6
4.1.6 退出 .....	7
4.2 设置 .....	7
4.2.1 参数设置.....	7
4.2.2 峰形参数设置.....	14
4.2.3 开始采集.....	14
4.2.4 停止采集.....	14
4.2.5 清空 .....	14
4.3 刻度 .....	14
4.3.1 能量刻度.....	14
4.3.2 效率刻度 .....	17
4.4 显示 .....	20
4.4.1 全谱图.....	21
4.4.2 全能谱显示/局部放大显示 .....	21
4.4.3 X/Y 轴放大/缩小.....	22

4.4.4 线性/对数 .....	22
4.4.5 设计 .....	22
4.4.6 测量信息 .....	24
4.5 测量 .....	24
4.5.1 样品描述 .....	24
4.5.2 自动测量 .....	25
4.5.3 剂量测量 .....	26
4.6 分析 .....	27
4.6.1 比较 .....	27
4.6.2 本底谱扣除 .....	29
4.6.3 核素库 .....	29
4.6.4 衰变计算 .....	33
4.6.5 活度检测报告 .....	34
4.6.6 自动稳谱 .....	38
4.6.7 自动寻峰 .....	39
4.7 感兴趣区 .....	40
4.7.1 加载/保存感兴趣区 .....	40
4.7.2 标记/左边界左移/左边界右移/右边界左移/右边界右移 ..	40
4.7.3 框选/标记/清除/清除全部感兴趣区 .....	40
4.7.4 计数统计 .....	41
4.7.5 峰信息 .....	41
4.7.6 多重峰标记 .....	42
4.8 窗口 .....	42
4.8.1 窗口形式 .....	43
4.8.2 窗口风格 .....	44

4.8.3 截图 .....	44
4.9 帮助 .....	45
4.9.1 关于 GammaSense.....	45
4.9.2 语言 .....	45
4.9.3 日志 .....	46
4.10 用户 .....	46
<b>五、 工具栏 .....</b>	<b>47</b>
<b>六、 测量信息栏 .....</b>	<b>48</b>
<b>七、 能谱窗口区域.....</b>	<b>48</b>
7.1 能谱窗口 .....	48
7.2 ROI 信息框 .....	50
7.3 鼠标功能 .....	51
7.3.1 左键功能 .....	51
7.3.2 右键功能 .....	51
7.3.3 滚轮键功能 .....	53
<b>八、 状态栏 .....</b>	<b>53</b>
<b>九、 常用操作.....</b>	<b>53</b>
9.1 通讯连接 .....	53
9.1.1 串口通讯连接.....	53
9.1.2 USB 通讯连接.....	53
9.1.3 网络通讯连接.....	54
9.2 多道设置 .....	55
9.3 能谱缩放/移动 .....	56
9.4 感兴趣区 (ROI) 操作.....	57
9.4.1 标记感兴趣区 (ROI) .....	57

9.4.2 感兴趣区 (ROI) 边界调整 .....	57
9.4.3 清除感兴趣区 (ROI) .....	57
9.5 核素库 .....	57
9.5.1 核素信息检索 .....	57
9.5.2 建立/删除自定义库 .....	58
9.5.3 添加/删除核素 .....	58
9.5.4 编辑核素信息 .....	58
9.5.5 导入/导出核素库 .....	58
9.6 能量刻度 .....	59
9.6.1 手动能量刻度 .....	59
9.6.2 自动能量刻度 .....	59
9.7 效率刻度 .....	59
9.7.1 手动效率刻度 .....	59
9.7.2 自动效率刻度 .....	60
十、 键盘与鼠标操作汇总 .....	61

## 一、简介

GammaSense 是我公司开发的商用  $\gamma$  谱获取与分析软件，该软件适配本公司所有多道电子学和设备，集成谱仪控制、测量设置、能谱获取与显示、能谱缩放、感兴趣区操作、峰解析、能量刻度、效率刻度、核素库、活度计算与报告导出、用户管理等功能。

软件内置高性能谱分析算法，可支持各种  $\gamma$  谱学能谱分析及应用，内置多种谱分析引擎，适合 NaI、LaBr<sub>3</sub>、HPGe、CdZnTe 等  $\gamma$  谱仪的能谱分析。

## 二、软件安装

将软件安装压缩包解压后双击运行 setup.exe 程序，如下图 1 所示，点击“GammaSense”按钮，弹出如下图 2 所示的 GammaSense 安装界面，此界面可更改安装路径（安装路径最好选择添加/修改文件不需要管理员身份的路径，如果 PC 机已安装 GammaSense，会提示安装路径不可更改），点击开始安装按钮，在弹出图 3 所示的安装界面，点击下一步按钮，即可进行安装。若点击图 1 右上角“Language”可切换中文或英文显示。

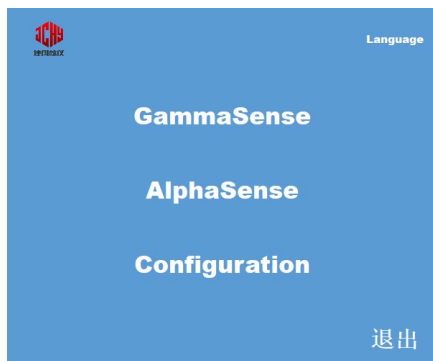


图 1 安装起始界面



图 2 GammaSense 安装界面



图 3 GammaSense 安装向导界面

若软件已安装，会弹出是否更新核素库的提示对话框，如下图 4 所示。点击

“否”会先自动卸载当前版本，卸载完成后，再弹出图 3 所示的安装界面。点击“是”，弹出是否备份核素库的提示，如下图 5 所示，点击“是”，将终止安装，此时用户可备份原核素库；点击“否”，会先自动卸载当前版本，卸载完成后，再弹出图 3 所示的安装界面。

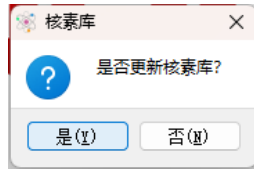


图 4 提示是否更新核素库



图 5 提示是否备份核素库

安装完成后，会在桌面生成一个“GammaSense”快捷方式，若图 2 右下角勾选了“安装完成后打开软件”，同时会自动打开软件主界面如下图 6 所示的界面。若没有勾选图 2 右下角的“安装完成后打开软件”，可双击运行软件。

### 三、软件主界面

GammaSense 谱获取与分析软件主界面如下图 6 所示：

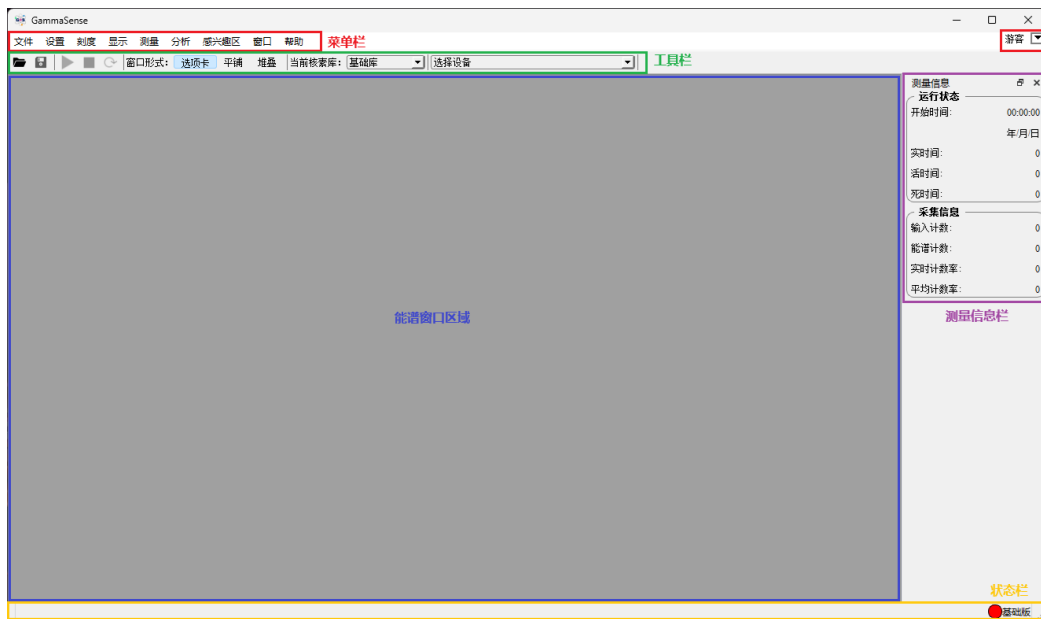


图 6 GammaSense 软件主界面

软件主界面主要有菜单栏、工具栏、能谱窗口区域、测量信息栏和状态栏。

### 四、菜单栏

菜单栏主要进行各项功能的设置，在菜单栏可以找到大多数需要的操作，如下图 7 所示。

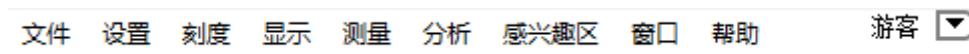


图 7 菜单栏

## 4.1 文件

文件菜单如下图所示:



图 8 文件菜单

### 4.1.1 打开

如下图 9 所示, 用于打开存储在硬盘中的谱文件包括 .Spe 格式、.mca 格式、.Chn 格式等格式, 可同时选中多个文件打开。

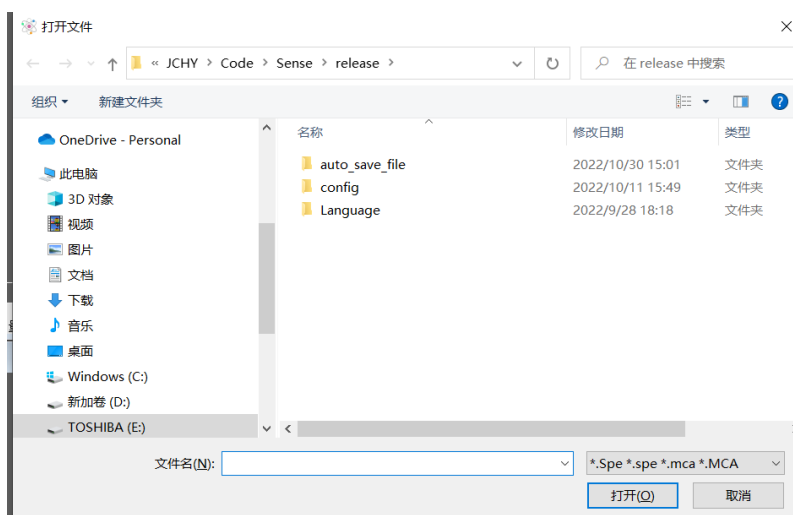


图 9 打开文件

### 4.1.2 保存

若当前显示的为打开的已存储的能谱, 点击“保存”按钮, 则会将能对谱修改的信息保存至打开的能谱文件。

若当前显示的为多道设备测量的能谱, 点击“保存”按钮, 会弹出如下图 10 所示的保存文件窗口, 选择保存路径、填写文件名并选择好保存类型后, 点击保存按钮即可完成保存。

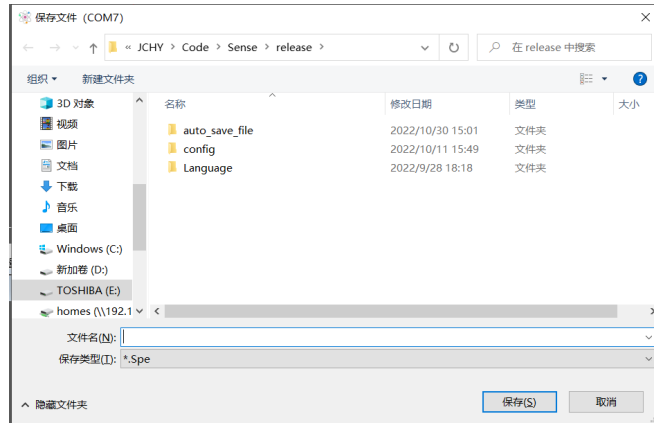


图 10 保存文件窗口

### 4.1.3 另存为

可将当前显示的谱信息（包含从硬盘中打开的能谱和多道设备测量的能谱）另存至其它路径文件夹中，也可选择保存为其它谱文件格式。

### 4.1.4 导出

点击导出按钮弹出如下图 11 所示的窗口。该功能可将当前显示的能谱及信息导出至打印、导出至 PDF 或导出为图片。

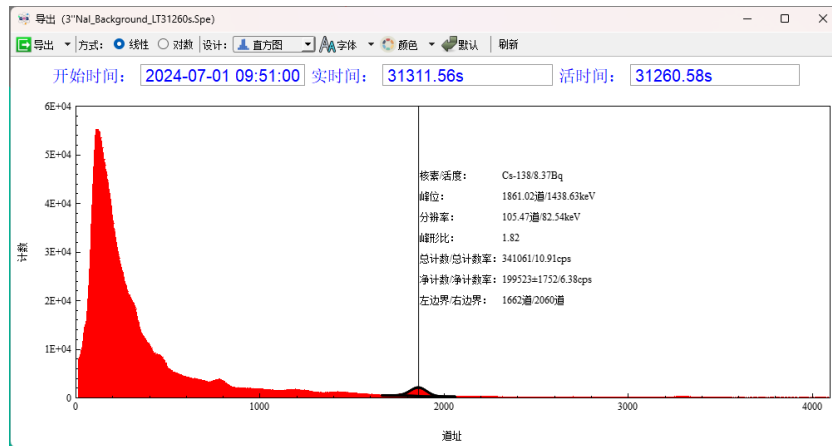


图 11 导出窗口

工具栏中各功能按钮:

#### 1. 导出: 该选项下分打印和图片选项;

- ① 打印——会弹出如下图 12 所示的预览窗口，点击打印会弹出如图 13 打印窗口；若连接打印机，可直接选择打印机打印出来；或可选择打印为 PDF(Print to PDF)，点击打印按钮会弹出如图 14 所示的保存路径窗口，设置好后点击保存即可保存为 PDF；
- ② 图片——会弹出如下图 15 所示的保存导出图片的路径窗口，可选择保存的图片格式、名称和路径；

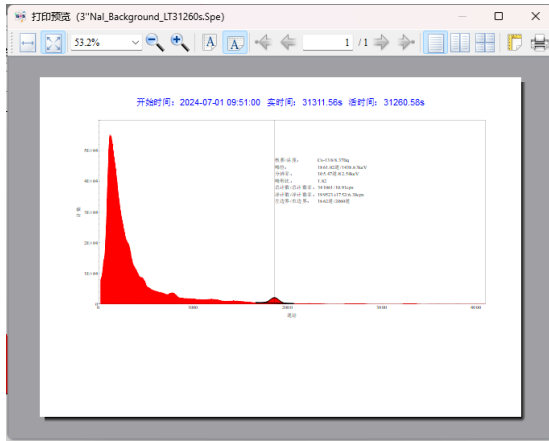


图 12 导出-打印预览窗口



图 13 打印窗口

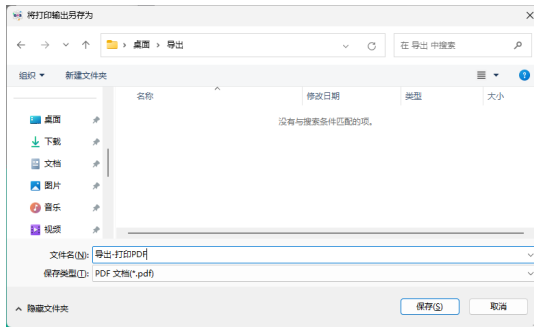


图 14 保存打印 PDF 的路径窗口

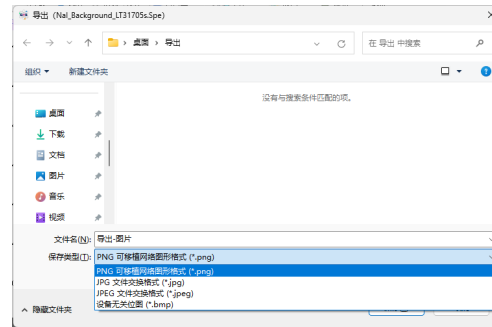


图 15 保存导出图片的路径窗口

2. 方式: 可选择能谱 Y 轴以线性模式或对数模式显示;
3. 设计:
  - ① 可选择能谱以直方图、散点图、折线图的方式显示;
  - ② 字体——可设置测量信息字体和能谱图字体, 包含字体格式、字体样式、大小、下划线、删除线、字体颜色等, 如下图 16 所示;
  - ③ 颜色——可设置能谱颜色、背景颜色和其它, 其它中能够设置能谱边框、标记线、拟合线等的画笔样式、笔宽、画笔颜色等, 如下图 17 所示;
  - ④ 默认——将设计恢复为默认;



图 16 字体设置界面



图 17 颜色-其它设置界面

4. 刷新: 刷新能谱信息;

### 4.1.5 选择设备

当上位机连接多道设备，需要选择设备将其添加至已添加设备，这样才能打开多道设备能谱，然后对多道设备进行设置并采集能谱。

选择设备窗口如下图 18 所示：

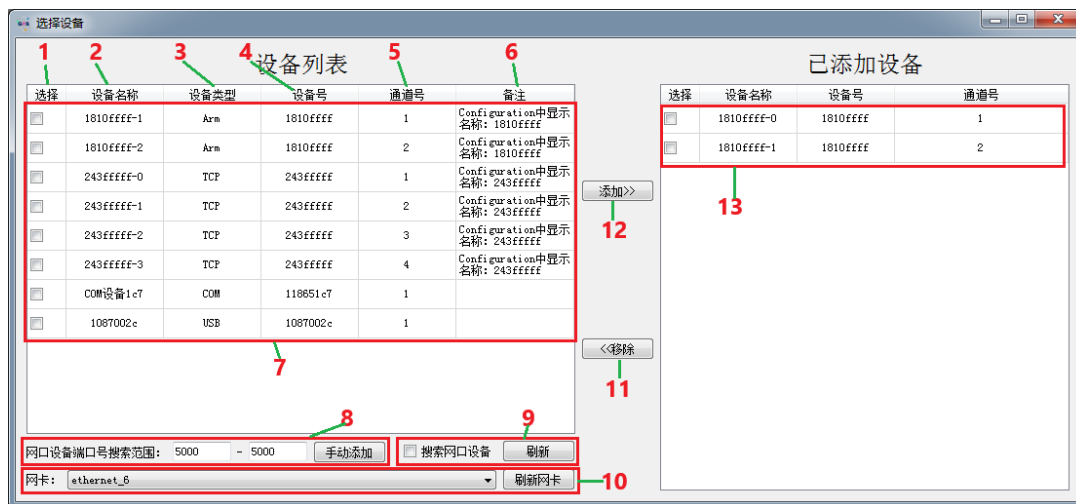


图 18 选择设备窗口

该界面描述如下：

- ① 选择：用于选中某个设备；
- ② 设备名称：显示设备名称；该设备名称可在 Configuration 软件中修改；对于我公司最新的多道设备，修改的名称会被写入多道设备，更换上位机电脑或重新安装软件，连接多道设备后显示的为上次修改后名称；
- ③ 设备类型：此处主要显示设备的通讯类型，主要有 COM、USB、TCP 和 Arm；COM 代表串口通讯设备（下面简称为串口设备），USB 代表 USB 通讯设备（下面简称为 USB 设备），TCP 代表网络通讯设备（下面简称为网络设备），Arm 代表含有嵌入式系统的多道设备，其为 USB 通讯；
- ④ 设备号：设备号为每个设备的序列号，该序列号出厂前已经固化到多道内部；
- ⑤ 通道号：若设备为单通道则为“1”；若设备为双通道则有“1”和“2”两个个通道；若设备为三通道则为“1”、“2”和“3”三个通道，以此类推；对含有 2 个及以上通道的设备修改设备名称时，会自动添加后缀“-1”、“-2”……。
- ⑥ 备注：主要提示设备的状态；当与 Configuration 里的设备名称不一致时，该备注里会有提示；

- ⑦ 显示已连接至该上位机的设备；
- ⑧ 根据设备网络信息，设置端口号；也可点击“手动添加”，输入对应的 IP 和端口，手动添加网口设备；
- ⑨ 刷新：当通讯中断但又连接至上位机，可点击“刷新”，使上位机重新识别并连接多道设备（包含串口设备、USB 设备）；可勾选“搜索网口设备”，刷新时可同时搜索网络设备；
- ⑩ 选择网络通讯时，需要选择对应的网卡；当网卡变动时，或下拉菜单里没有显示相应的网卡信息，可点击“刷新网卡”；
- ⑪ 移除：用于将已添加设备移除；
- ⑫ 添加：用于将设备添加至已添加设备列表里；
- ⑬ 显示已添加的设备；

#### 4.1.6 退出

退出软件。

### 4.2 设置

设置菜单如下图所示：



图 19 设置菜单

#### 4.2.1 参数设置

不同的多道设备型号，参数设置界面及参数会有所不同，具体的参数设置界面请参照相应的多道设备的用户手册。

典型的参数界面如下图所示 20 所示。参数设置会包含设备信息页、模式设置页、多道设置页、输入输出设置页、测量停止条件设置页、管理员参数设置页。注：不同的多道设备，参数设置页会有不同。

### 4.2.1.1 设备信息

设备信息页可对高压进行设置，并显示设备信息，包含设备型号、高压设定值、高压实际值、设备温度（若有温度监测模块）、最大道址、波特率等。

高压设置中，可选择正高压或负高压（有的多道设备无需选择，如 AVATAR 多道）、高压保护模式选择（仅针对 HPGe 设备）和高压修改。修改高压值，首先点击数字右侧的锁形“🔒”标识，呈开锁“🔓”状态，再在输入框中输入需要设置的电压值，然后按下键盘上的“回车”按钮，即可修改成功，再点击“开启”按钮即可开启高压。



图 20 参数设置-设备信息页(ARES-32T 数字化多道)

注：不同的多道设备，该界面的显示及设置会有所不同，详细的操作说明请参见相应的多道设备的用户手册。

### 4.2.1.2 模式设置

支持 List 模式的多道设备才会显示模式设置页，该页可选择能谱模式或 List 模式，能谱模式只包含粒子事件的幅度信息，用于采集能谱并分析；List 模式包含粒子事件的时间、幅度、探测器编号等信息，可用于信号的符合/反符合、波形甄别等应用；

当选择 List 模式，需要设置触发模式，有单次触发和连续触发；单次触发为上位机向多道设备发送指令后，多道设备才向上位机发送数据包；连续触发为多道设备连续向上位机发送数据包；还需设置单帧数据长度，范围一般在 0~8187 之间，输入要设置的长度数字，然后按下键盘上的“回车”键，即可设置成功。

有的多道设备的 List 模式中具备波形甄别（PSD）功能，除设置触发模式和数据长度外，还需设置长短门参数和 PSD/CFD 触发阈值。



a.具备 List 模式

b.具备 PSD 模式

图 21 参数设置-模式设置页

注：不同的多道设备，该界面的显示及设置会有所不同，详细的操作说明请参见相应的多道设备的用户手册。

#### 4.2.1.3 多道设置

多道设置页能够对多道一些重要参数进行设置，根据连接的多道设备，有的仅显示一页多道设置(如 AVATAR 系列多道)、有的显示两页多道设置(如 ARES-32T 多道和 ATLAS 多道)，还有的显示三页多道设置(2024 年 10 月之前的版本软件连接 ARES-32T 多道和 ATLAS 多道会显示三页，最新版本的软件整理了多道设置项，最多显示两页。)

第一页设置项一般有硬件时间的上升时间和平顶时间、反堆积状态 PUR、最大道址、GATE 模式(仅对于 ARES-32T 多道)、触发阈值的快道阈值和慢道阈值、粗/细增益、信号输入的极性调整、ADC 上/下阈值；第二页设置项一般有相位叠加、噪声抑制水平、基线恢复模式、前放类型及复位宽度(针对 TRP 前放类型)、高通过率模式及保护时间、极零设置。



a.多道设置 1

b.多道设置 2

图 22 参数设置-多道设置页(ATLAS 数字化多道)

注: 不同的多道设备, 该界面的显示及设置会有所不同, 详细的操作说明请参见相应的多道设备的用户手册。

#### 4.2.1.4 输入输出设置

多道集成输入输出接口且支持输入输出模式设置的会显示该页。

输入可设置为 START 模式、触发模式或关闭; START 模式为: 输入接口输入高电平信号开始采集, 再次输入高电平暂停; 触发模式为: 输入接口输入高电平信号设备开始采集, 后根据设定触发模式时间进行自动暂停;

输出可设置为 ICR 模式、SCA 模式、暂停输出 TTL 模式、符合脉冲输出模式或关闭; ICR 模式: 设定输出延迟展宽大于 0 后, 多道快成型触发输出 TTL 电平; SCA 模式: 设定输出延迟展宽大于 0 后, 多道根据 SCA 上下阈值范围内快成型触发输出 TTL 电平; 暂停输出 TTL 模式: 多道开启此模式后, 设备开始采集然后再暂停, 输出接口会输出 TTL 电平信号; 符合脉冲输出: 设定输出延迟展宽大于 0 后, 由符合脉冲触发输出 TTL 电平, 用于符合脉冲计数(该模式目前仅用于 ATLAS 数字化多道);



图 23 参数设置-输入输出设置页(AVATAR 系列数字化多道)

注: 不同的多道设备, 该界面的显示及设置会有所不同, 详细的操作说明请参见相应的多道设备的用户手册。

#### 4.2.1.5 符合设置

该页目前仅对 ATLAS 数字化多道开放。

在该界面中可设置能谱输出模式(包含原始谱、符合谱、反符合谱以及任意两种的组合)、GATE 延迟展宽、符合延迟展宽, 可查看输入口计数率和 GATE 口计数率。

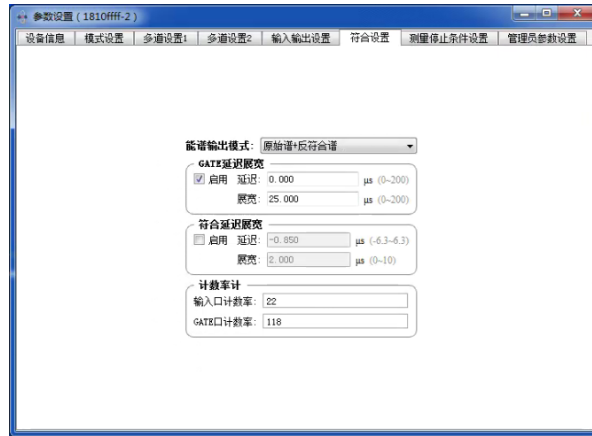


图 24 参数设置-符合设置页(ATLAS 数字化多道)

符合大致有两种方式：1、对符合/反符合探测器信号延迟展宽，与主探测器信号进行符合；2、对主探测器信号延迟展宽，与符合/反符合探测器信号进行符合；

当采用第 1 种符合方式时，仅勾选启用 GATE 延迟展宽即可，调节 GATE 延迟与展宽即为调节符合/反符合探测器信号的延迟与展宽，与主探测器信号进行符合。调节延迟与展宽时间并实时查看符合计数率(即输入计数率，且 ATLAS 该通道的输出接输入，输出模式配置为符合脉冲输出)，以找到最佳延迟与展宽时间。

当采用第 2 种符合方式时，需要同时勾选启用 GATE 延迟展宽和符合延迟展宽。调节符合延迟与展宽时间即为调节主探测器快成形信号的延迟与展宽，与符合/反符合探测器信号进行符合。当产生符合时，随即产生一个 GATE 信号，该 GATE 信号用于拾取主探测器快成形信号符合后随之而来的慢成形信号，由 GATE 拾取的这些慢成形信号用于成符合谱或反符合谱。所以 GATE 延迟与展宽根据主探测器慢成形信号成形时间(上升时间和平顶时间)设定，设定的 GATE 延迟与展宽能够完全包住慢成形的平顶即可。调节符合延迟与展宽时间并实时查看符合计数率(即输入计数率，且 ATLAS 该通道的输出接输入，输出模式配置为符合脉冲输出)，以找到最佳延迟与展宽时间。

#### 4.2.1.6 测量停止条件设置

该页可设置四种测量停止条件，包含实时间、活时间、ROI 峰计数和 ROI 总计数。适用于我公司所有数字化多道设备。

**实时间：**当系统实时间等于设置值时，系统停止测量。

**活时间：**当系统活时间等于设置值时，系统停止测量。

**ROI 峰计数:** 在 ROI 低道址和 ROI 高道址之间, 某一个道址的计数到达设置值时, 系统停止测量。

**ROI 总计数:** 在 ROI 低道址和 ROI 高道址之间, 所有道址的计数和到达设置值时, 系统停止测量。

修改时, 输入相应的数字, 然后按下“回车”键才能成功输入。若不设置测量停止条件, 请输入“0”, 然后按下键盘上的“回车”键。



图 25 参数设置-测量停止条件设置页

#### 4.2.1.7 管理员参数设置

在管理员参数设置页输入密码可进入管理员模式, 对设备出厂时的参数进行设定, 该模式不对用户开放。注: 制造商未授权的情况下, 操作人员擅自进入并修改参数导致系统错误或损坏的, 制造商将不负责其保修。若有问题请联系我公司。

根据连接的多道设备不同, 若多道设备支持虚拟示波器(如 AVATAR-HCT/LAN、ARES-23T、ATLAS)、支持状态监测(如 ATLAS), 则还会显示“虚拟示波器”和“状态界面”按钮。



图 26 参数设置-管理员参数设置页(ATLAS 数字化多道)

### 4.2.1.7.1 虚拟示波器

点击“虚拟示波器”按钮会显示如下图 27 所示的界面，图形显示区会看到有波形在实时刷新。右侧栏可对通道信号类型、基线偏置、采样频率、采样深度，触发信号源、触发阈值进行设置。还可勾选或不勾选单次触发，勾选单次触发则只有点击单次触发时图形显示区才会刷新波形，不勾选时则实时刷新波形。

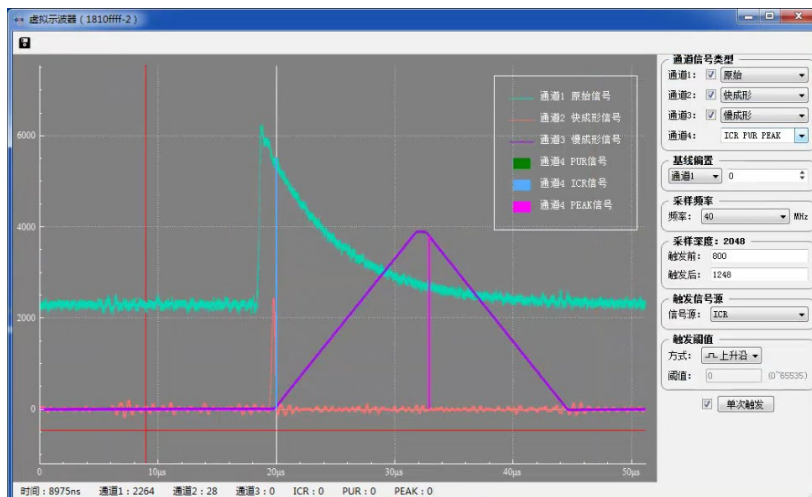


图 27 虚拟示波器界面(ATLAS 数字化多道)

图形显示区横坐标代表时间信息，纵坐标代表幅度信息。鼠标左键点击图形显示区会出现红色十字交叉线，可作为参考点。鼠标滚轮控制纵坐标的放大和缩小，Ctrl+鼠标滚轮控制纵坐标的放大和缩小。点击页面右上角 X 号，可关闭虚拟示波器。

若要保持单个脉冲显示，请勾选“单次触发”。点击“单次触发”按钮以刷新显示以查看下一个脉冲。通常在显示区中会显示一个或两个脉冲。如果“单次触发”被关闭，即使没有信号，显示区也被重新周期性的绘制。

### 4.2.1.7.2 状态界面

点击状态界面会显示如下图 28 所示的界面。实时监测低压供电( $\pm 12V$ 、 $\pm 24V$ )状态。



图 28 状态界面(ATLAS 数字化多道)

## 4.2.2 峰形参数设置

如下图 29 所示, 用于设置 1/X 高宽的 X 值, 默认为 10, 修改该值后, 按下回车键即可完成设置, 也可按确定按钮完成设置。该值用于计算峰形比, 即 1/X 高宽与半高宽之比。



图 29 峰形参数设置窗口

## 4.2.3 开始采集

向设备下发开始采集指令, 开始采集能谱。

## 4.2.4 停止采集

向设备下发停止采集指令, 停止采集能谱。

## 4.2.5 清空

向设备下发清空指令, 清空能谱数据。

注: 清空能谱时能谱数据会自动保存至“我的文档(具体路径依据使用电脑而定)\GammaSense\temp”中, 以防止误清空操作;

## 4.3 刻度

刻度菜单如下图 30 所示:



图 30 刻度菜单

### 4.3.1 能量刻度

能量刻度即将道址与能量按照特定的公式一一对应, 这样才能得到准确特征峰能量信息。初次使用多道设备采集能谱时以及分析能谱数据时需要正确的能量刻度。

点击菜单栏中“刻度→能量刻度”选项, 即可进入能量刻度界面, 如下图 31 所示。对于未能量刻度的能谱默认道址值等于能量值。支持线性能量刻度和多项式能量刻度, 刻度文件可存储或调用, 分别对应着“保存能量刻度系数”按钮和“读取能量刻度系数”按钮。



图 31 能量刻度界面

若列表中某行或某几行数据不想使用，选择需删除的行后（可按住 Ctrl 键，鼠标左键点击选中多行；可通过鼠标左键+Shift 键连续选中多行；可对某行按下鼠标左键并上/下拖动鼠标连续选中多行；），点击“删除”按钮即可。使用列表中剩余的数据拟合，需再次点击“拟合”按钮；

点击“读取能量刻度系数”按钮，读取离线的能量刻度系数文件，进行能量刻度。点击保存能量刻度系数按钮，将当前的能量刻度系数保存到离线文件。

除了读取能量刻度系数文件进行能量刻度外，还可通过手动方式进行能量刻度，或通过自动方式进行能量刻度。

#### 4.3.1.1 手动能量刻度

手动能量刻度主要步骤为：输入道址和对应能量，点击“添加”按钮，将道址和对应的能量添加到左侧列表中，逐个添加所需的“道址-能量”对后，点击“拟合”按钮，即可完成能量刻度；

##### 注意：

- 道址栏可手动输入道址值，也可自动填充道址值；
- 当鼠标左键点击能谱任意位置时，该位置会出现一条竖直的标记线，同时该位置处的道址值会自动填充至道址栏；
- 若在能谱上鼠标右键开启了“计数统计”或“峰信息”模式，然后鼠标左键点击已框选感兴趣区（ROI）的能峰，那么，该能峰的中心道址值

（若开启计数统计模式，中心道址为该 ROI 中最高计数处的道址值；若开启峰信息模式，中心道址为该 ROI 拟合峰最高点处的道址值；）会自动填充至道址栏。

#### 4.3.1.2 自动能量刻度

自动能量刻度功能能够省去人工判定“道址-能量”对、输入道址、能量，添加并拟合步骤，这些步骤完全由程序自动完成。

**注意：**

- 使用自动能量刻度前，需要对能谱中主要的峰标记 ROI（有多种标记 ROI 操作方式，见 9.4.1 标记感兴趣区（ROI））；
- 在能谱中需要至少选择两个 ROI 峰才能应用自动能量刻度功能，否则会出现“请至少标记两个 ROI”的提示，如下图 32 所示；

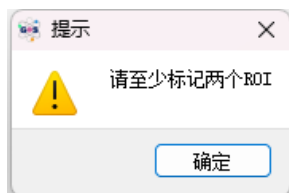


图 32 自动能量时若能谱中标记的 ROI 峰少于 2 个弹出提示

- 推荐能谱中标记的 ROI 峰数量至少为 3 个及以上，若标记 2 个 ROI 峰，也能够自动能量刻度，但自动程序可能会出现错误判定“道址-能量”对的现象；
- 自动能量刻度前可以选择自动，也可以下拉选择具体的探测器类型的能谱，如下图 33 所示；推荐选择具体探测器类型，因为软件并非那么智能，能够识别能谱为哪种探测器类型的能谱；

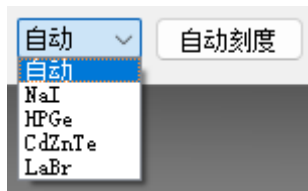


图 33 选择探测器类型下拉框

- 对于 HPGe 能谱，自动能量刻度适用于测量部分或全部 GB/T 16145-2022 附录 A 中推荐的刻度用单能和多能放射源、自然环境本底所生成的能谱，具体包含的放射性同位素包含：Pb-210、Am-241、Cd-109、Co-57、Ce-141、Cr-51、Cs-137、Mn-54、Na-22、Y-88、Co-60、Eu-152、K-40、以及 Th-232 衰变链中的主要核素和 Ra-226 衰变链中的主要核素；

- 对于非 HPGe 能谱，自动能量刻度适用于测量部分或全部的 Am-241、Cs-137、Co-60、Eu-152、K-40、自然环境本底中主要核素所生成的能谱；

### 4.3.2 效率刻度

采用标准源测试法或无源效率刻度法给出探测器在某特征能量下的探测效率，将探测效率和对应的特征能量输入效率刻度界面，并拟合，可得到探测器的效率刻度曲线，进而可以计算已测样品的放射性活度。

点击菜单栏中“刻度→效率刻度”选项，即可进入效率刻度界面，如下图 34 所示。对于未效率刻度的能谱默认效率为 1。刻度文件可存储或调用，分别对应着“读取效率刻度”按钮和“保存效率刻度”按钮；

注：该功能为升级版功能，需配合加密密钥一起使用。

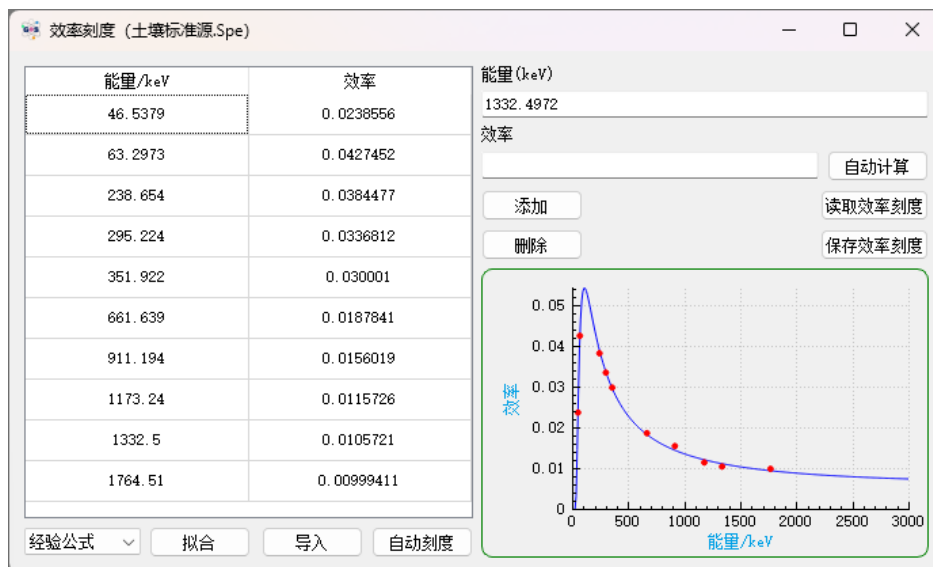


图 34 效率刻度界面

若列表中某行或某几行数据不想使用，选择需删除的行后（可按住 Ctrl 键，鼠标左键点击选中多行；可通过鼠标左键+Shift 键连续选中多行；可对某行按下鼠标左键并上/下拖动鼠标连续选中多行；），点击“删除”按钮即可，使用列表中剩余的数据拟合，需再次点击“拟合”按钮；

点击读取效率刻度系数按钮，读取离线的效率刻度文件，进行效率刻度；点击保存效率刻度系数按钮，将当前的效率刻度系数保存到离线文件。

除了读取效率刻度文件进行效率刻度外，还可通过手动方式进行效率刻度，或通过自动方式进行效率刻度。

### 4.3.2.1 手动效率刻度

手动效率刻度有两种方法:

**方法一:** 输入能量值和效率值, 点击“添加”按钮, 将能量和效率添加到左侧列表中, 逐个添加所需的“能量-效率”对后, 选择拟合公式(经验公式或二次项公式), 点击拟合按钮, 即可完成效率刻度;

可通过自动计算功能, 计算得到每个能峰的效率值。点击“自动计算”按钮, 进入如下图 35 所示的界面, 确定采集信息和核素识别信息后, 再填写校准源信息里的标定日期、标定时间以及标定活度, 然后点击“效率结果”按钮即可得到效率值, 点击“确定”按钮, 可将计算的效率值添加至效率栏。

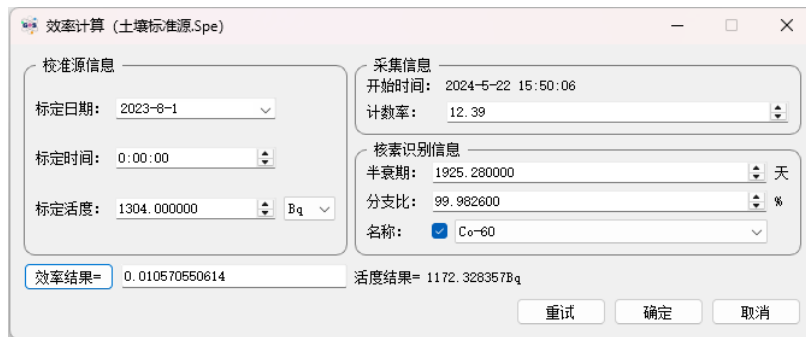


图 35 效率计算界面

#### 注意:

- 能量栏可手动输入能量值, 也可自动填充能量值;
- 当鼠标左键点击能谱任意位置时, 该位置会出现一条竖直的标记线, 同时该位置处的能量值会自动填充至能量栏;
- 若在能谱上鼠标右键开启了“计数统计”或“峰信息”模式, 然后鼠标左键点击已框选感兴趣区 (ROI) 的能峰, 那么, 该能峰的中心能量值 (若开启计数统计模式, 中心能量为该 ROI 中最高计数处的能量值; 若开启峰信息模式, 中心能量为该 ROI 拟合峰最高点处的能量值;) 会自动填充至能量栏。

**方法二:** 点击“导入”按钮, 添加已编辑好的.csv 文件 (里面有两列数据, 第一列为能量值, 第二列为效率值, 如下图 36 所示), 添加完成后, 选择拟合公式 (经验公式或二次项公式), 点击“拟合”按钮, 即可完成效率刻度;

	A	B
1	46.5378	0.023856
2	63.2972	0.042745
3	238.654	0.038448
4	295.223	0.033681
5	351.921	0.030001
6	661.638	0.018784
7	911.192	0.015602
8	1173.23	0.011573
9	1332.5	0.010572

图 36 效率刻度-导入 CSV 文件的数据示例

#### 4.3.2.2 自动效率刻度

点击图 34 中的“自动刻度按钮”，会弹出如下图 37 所示的界面。



图 37 自动效率刻度-校准信息界面

点击“添加”按钮，可添加一个空白行，双击空白行中某栏可输入相关信息(如核素、标定活度和标定日期)；

点击“移除”按钮，可删除选中的行；

点击“导入”按钮，可添加已编辑好的.csv 文件（里面有三列数据，第一列为核素名称，第二列为标定活度，第三列为标定日期如下图 38 所示），将 csv 文件中的数据导入至该校准信息列表；

	A	B	C
1	核素	标定活度/Bq	标定日期
2	Cs-137	260	2023/8/1
3	Co-60	1304	2023/8/1
4	Ra-226链	606	2023/8/1
5	Th-232链	523	2023/8/1
6	U-238链	2512	2023/8/1

图 38 自动效率刻度-校准信息界面导入 CSV 文件的数据示例

点击“开始刻度”，程序根据标准源活度信息自动计算每个已核素识别的 ROI

峰效率值并录入，自动根据经验公式拟合曲线完成效率刻度，如下图 39 所示。

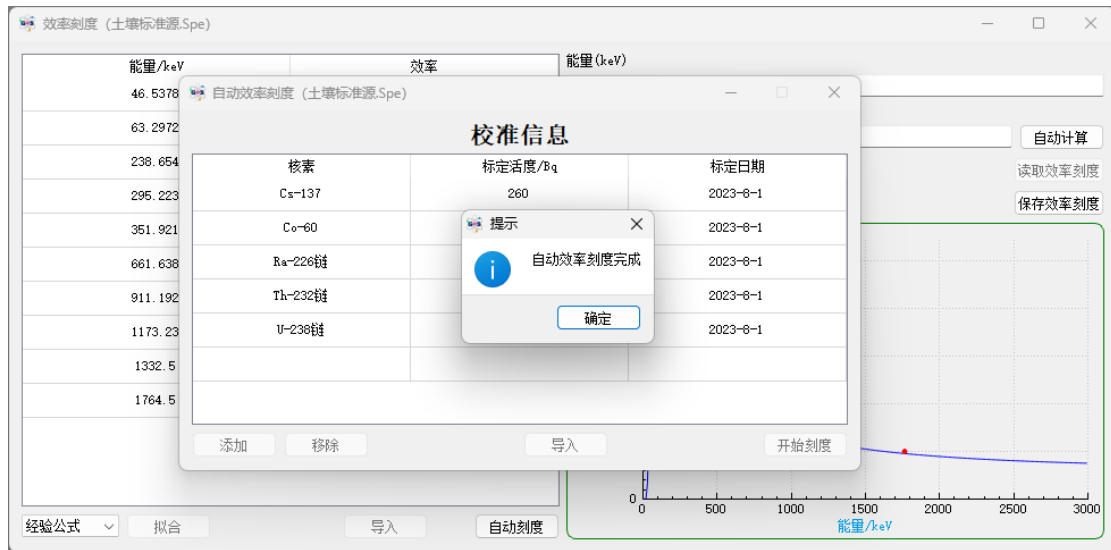


图 39 自动效率刻度完成

**注意:**

- 使用自动效率刻度功能时，需编辑适用核素库并应用；
- 校准信息界面中“核素”列名称应与应用核素库中核素名称一致；
- 应用的核素库需包含校准信息界面中输入/导入的所有核素；

当校准信息界面中“核素”列名称应与应用核素库中核素名称一致时，或应用的核素库未完全包含校准信息界面中输入/导入的所有核素时，点击“开始刻度”按钮会弹出如下图 40 所示的提示。需正确修改核素库或校准信息，否则自动效率刻度将无法进行。



图 40 点击“开始刻度”按钮可能会弹出的提示

### 4.4 显示

显示菜单如下图 41 所示:



图 41 显示菜单

#### 4.4.1 全谱图

用于控制在能谱窗口右上的位置是否显示能谱的缩略图，如下图 42 所示，默认不显示。

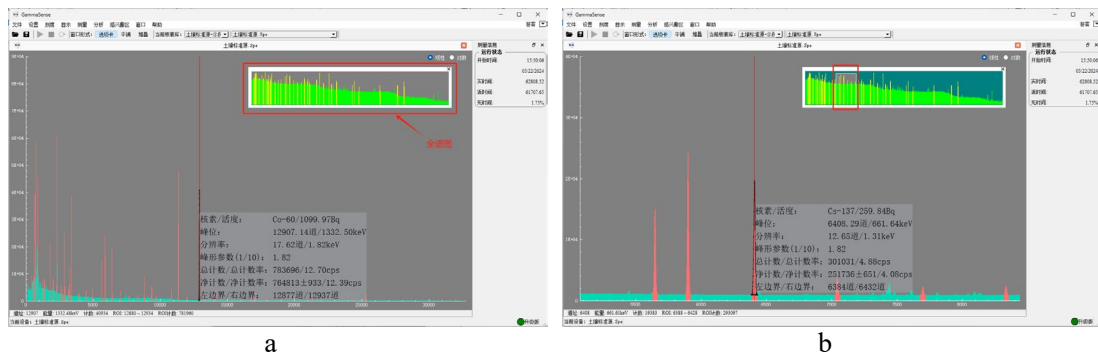



图 42 全谱图窗口

鼠标左键按住全谱图窗口上边缘可拖拽；

鼠标在全谱图边缘处再按住鼠标左键可缩放全谱图窗口；

鼠标左键点击全谱图窗口中能谱任意位置，能谱窗口中标记线会在能谱中相应的位置处出现；

能谱缩放时，能谱窗口显示的能谱区域同样会在全谱图中显示浅色框，框选相应的能谱区域，如图 42b；

鼠标点击全谱图右上角  按钮可关闭全谱图。

#### 4.4.2 全能谱显示/局部放大显示

**全能谱显示：**当前能谱窗口显示的能谱全部显示出来，快捷键为 F11。

**局部放大显示：**如果鼠标左键框选一个区域（通过鼠标左键按下+拖动+释放

即可完成框选)时,选择该选项能谱窗口放大显示框选区域的能谱图。

#### 4.4.3 X/Y 轴放大/缩小

**X 轴放大:** 以当前能谱窗口中竖直标记线为中心, X 轴显示范围放大(等同于键盘“→”键)。

**X 轴缩小:** 以当前能谱窗口中竖直标记线为中心, X 轴显示范围缩小(等同于键盘“←”键)。

**Y 轴放大:** 当前能谱窗口显示的能谱 Y 轴显示范围放大(等同于键盘“↑”键)。

**Y 轴缩小:** 当前能谱窗口显示的能谱 Y 轴显示范围缩小(等同于键盘“↓”键)。

除上述方法对能谱缩放外,还可通过滑动鼠标滚轮对能谱进行缩放。滑动滚轮时,将以光标为中心对能谱 X 轴进行缩放,同时 Y 轴将以能谱窗口高度自动比例缩放;按住 Ctrl 按键,滑动鼠标滚轮,可对能谱 Y 轴方向单独进行缩放。

#### 4.4.4 线性/对数

线性: 当前窗口能谱图采用线性坐标显示,快捷键为 Alt+F1;

对数: 当前窗口能谱图采用对数坐标显示,快捷键为 Alt+F2;

#### 4.4.5 设计

点击菜单栏中“显示-设计”选项,会打开如下图 43 所示的设计界面(即绘图区格式设置界面)。

该界面可设置图表类型、散点图和折线图的点尺寸、背景颜色、全谱图背景颜色、中心线颜色、ROI 颜色、拟合线颜色、全谱图 ROI 颜色、能谱颜色、全谱颜色、对比谱 1/2/3 颜色、字体和颜色。

图表类型含义如下图 44 所示,当设置散点图或折线图类型时,可设定点尺寸大小,设置范围为 2 至 20。

各个颜色及字体所代表含义如下图 45 所示。

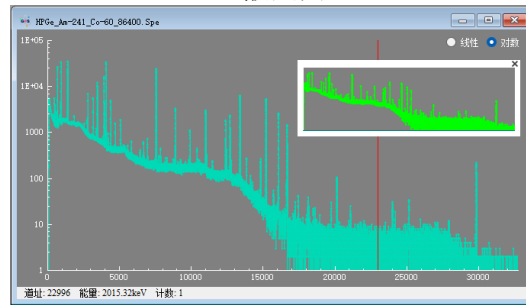
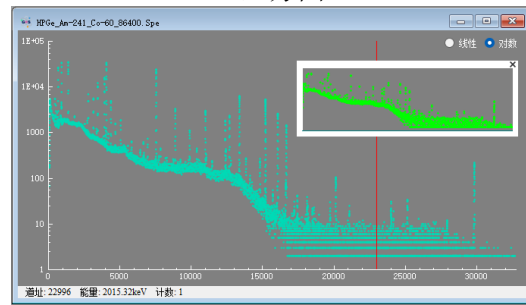
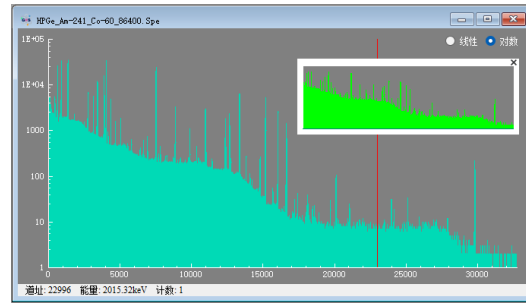
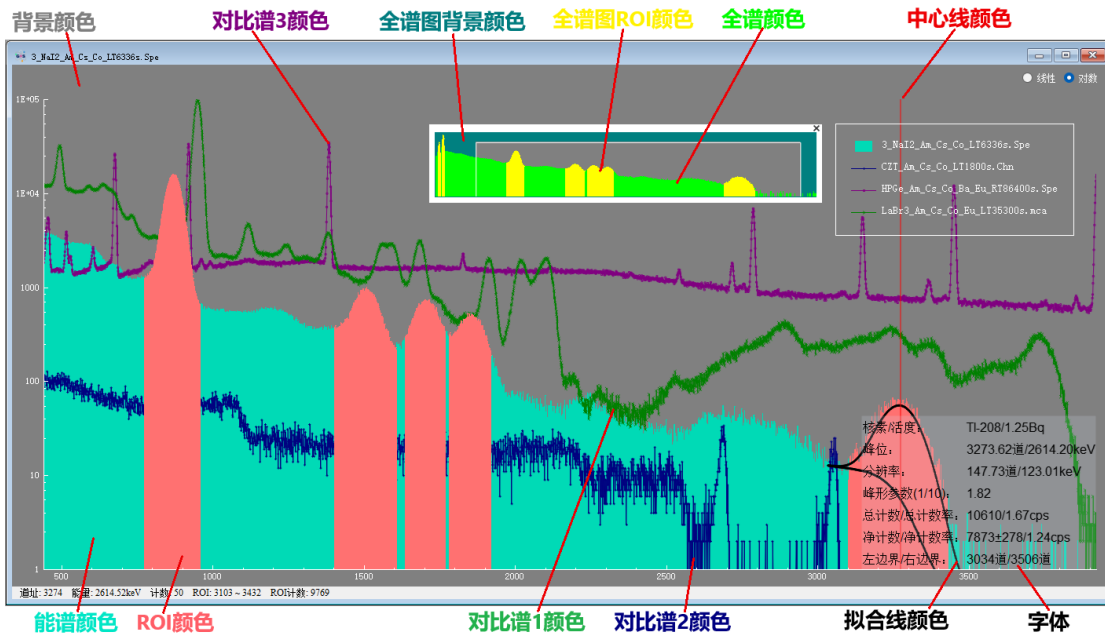


图 44 图表类型



#### 4.4.6 测量信息

该选项用于打开/关闭能谱窗口右侧的测量信息栏，如下图 46 所示。打开谱文件的测量信息栏与设备采集能谱过程中的测量信息栏相比会有不同，设备采集能谱过程中的测量信息栏多了采集信息，具体包含输入计数、能谱计数、实时计数率、平均计数率。当设备采集能谱过程中开启了剂量测量（详见 4.5.3 剂量测量），还会显示剂量特性，具体包含剂量率和累积剂量。



a. 打开的谱文件的测量信息栏

b. 设备采集能谱中的测量信息栏

c. 设备采集能谱中，且开启剂量测量时的测量信息栏

图 46 测量信息栏

### 4.5 测量

测量菜单如下图所示：



图 47 测量菜单



#### 4.5.1 样品描述

点击该选项，可打开如下图 48 所示的窗口。该窗口上部“( )”里的内容为设备名称或打开的谱文件名称。



图 48 样品描述窗口

该窗口中可显示或输入当前窗口显示的能谱（包含设备采集的能谱和打开的谱文件）的描述及备注。

点击“”可清空描述，点击“”可保存描述。样品描述可随谱文件一起保存。

## 4.5.2 自动测量

该选项界面包含了连续定时保存设置和单次定时保存设置。

### 4.5.2.1 连续定时保存

连续定时保存界面如下图所示：



图 49 连续定时保存

该界面需选择保存目录、填写保存文件名称、选择保存文件格式和时间标准，填写测量时间，选择每次保存后是否暂停一段时间，如选择是，还需填写暂停时间，选择每次保存后是否清空设备数据，参数设置完成后，点击自动保存状态栏下的“开启”按钮即可开启连续定时保存测量。

#### 注意：

- ① 保存文件名称不能包含“\/:\*?<>|”当中的任一字符，且不能为空；
- ② 自动保存的谱文件名称会根据填写保存文件名称为基础，自动在其后添加数字后缀，如“\_1”、“\_2”、“\_3”……；
- ③ 填写的测量时间需满足大于设备当前的实/活时间；
- ④ 如选择了保存后暂停测量，需填写暂停时间，且暂停时间必须大于0秒。

### 4.5.2.2 单次定时保存

单次定时保存界面如下图所示：



图 50 单次定时保存

该界面需选择保存目录、填写保存文件名称、选择保存文件格式和时间标准，填写测量时间，选择每次保存后是否停止采集，参数设置完成后，点击自动保存状态栏下的“开启”按钮即可开启单次定时保存测量。

**注意:**

- ① 保存文件名称不能包含“\/:\*?\*<>|”当中的任一字符，且不能为空；
- ② 自动保存的谱文件名称会根据填写保存文件名称为基础，自动在其后添加数字后缀，如“\_1”、“\_2”、“\_3”……；
- ③ 填写的测量时间需满足大于设备当前的实/活时间；

### 4.5.3 剂量测量

该选项界面如下图 51 所示。该界面可显示设备测量的剂量率信息，还可用于标定设备在标准剂量场下的 GE 函数值。

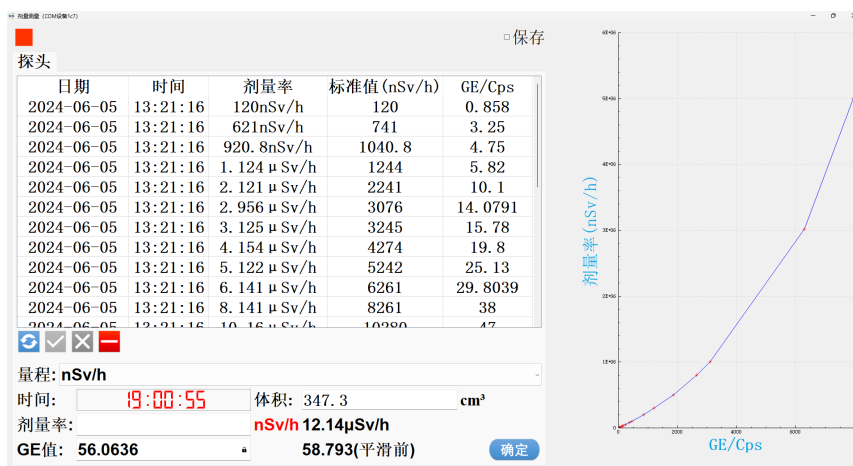











图 51 剂量测量界面

- ① 点击左上角▶/■按钮开启、停止剂量率测量，开始剂量测量时，测量信息栏显示剂量率和累积剂量（如图 46c 所示），当停止剂量率测量时，测量信息栏隐藏剂量特性信息；

- ② 填写剂量率、GE 值, 点击  按钮, 向剂量率列表中添加信息, 并重新拟合右侧“剂量率-GE 值”曲线, 由于设备在采集能谱状态下, 会不断刷新 GE 值输入框的值, 可先停止采集后, 输入或修改该输入框的值, 再按  按钮;
- ③ 设备每采集一次能谱, 会自动实时更新一次 GE 值和剂量率;
- ④ 点击 , 退回到上一次剂量率列表保存时的状态; 点击  按钮, 确认修改并保存剂量率列表; 点击  按钮, 取消修改, 退回到上一次剂量率列表保存时的状态; 点击  按钮, 删除剂量率列表选中行;
- ⑤ 可通过修改设备所连探测器体积值修正剂量率的计算, 默认体积值为  $347.3\text{cm}^3$ 。

注: 仅当设备在能谱模式下, 才可测量剂量率, 其他模式 (如 List 模式), 软件自动关闭剂量率测量, 同时测量信息栏隐藏剂量特性信息, 左上角按钮由  /  显示为 , 此时点击该按钮无法开启剂量率测量。








## 4.6 分析

分析菜单如下图 52 所示:



图 52 分析菜单

### 4.6.1 比较

为当前能谱添加比较能谱, 一同显示出来。如下图 53 所示。当添加比较能谱时在能谱窗口右上部位会显示主能谱及添加的比较能谱的文件名称, 主能谱文件名称在第一行显示; “”为主显示图标 (矩形方块形状, 其颜色也可为添加的比较能谱的颜色), “”、“”和“”为比较显示图标; 可点击“”或“”或“”将该比较能谱切换主显示能谱, 其图标将变为矩形方块, 图标颜色保持不变; 对主显示能谱可进行 ROI 操作、查看峰信息 (鼠标右键-计数统计或峰信息) 等操作;

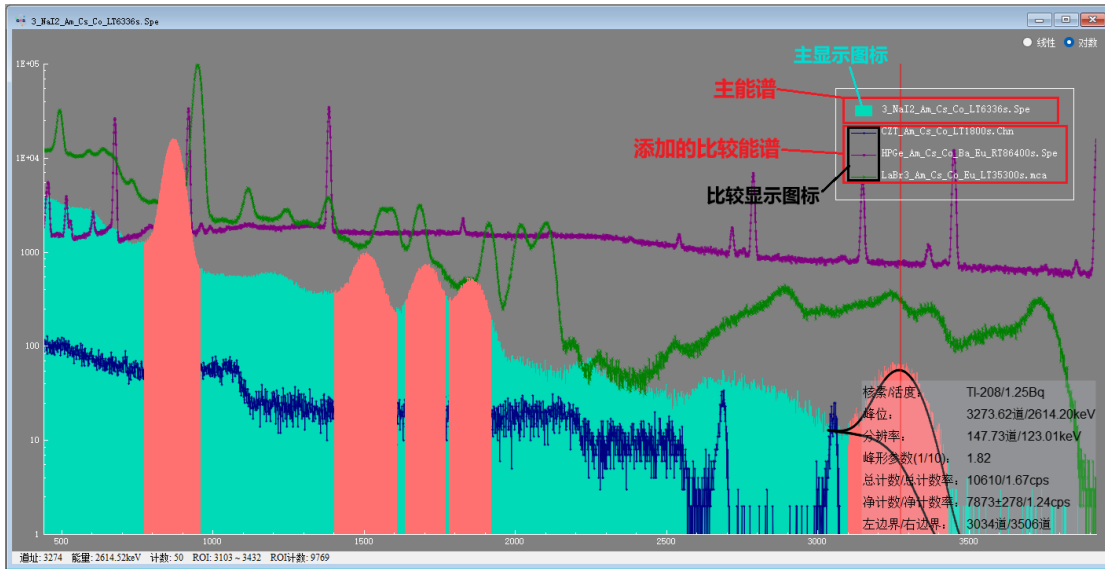


图 53 能谱比较

注意:

- 比较谱的道址数不得少于当前谱的道址数;
- 能量刻度系数与效率刻度系数均采用主能谱的刻度系数;
- 最多添加 3 个谱, 当已经添加 3 个后, 再次添加, 会弹出窗口, 询问是否替换掉其中一个谱;

添加比较能谱后, 鼠标右键菜单中会多出“图例位置”、“移除谱”和“显示/隐藏谱”选项, 如下图 54 所示。

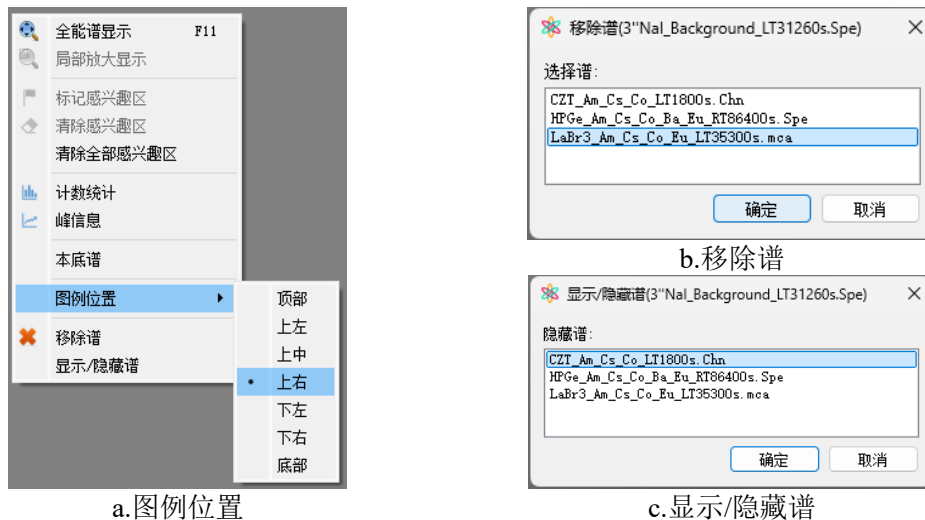


图 54 鼠标右键菜单

图例位置: 用于调整主能谱及添加的比较能谱的文件名称显示位置, 默认为能谱窗口的右上部位;

移除谱: 用于移除比较谱;

隐藏谱: 用于隐藏/显示比较谱;

### 4.6.2 本底谱扣除

点击该选项, 将打开一个窗口用于选择一个能谱作为本底谱使用。当选择并打开后将为当前能谱(从硬盘中打开的能谱或正在测量中的能谱)添加本底谱, 那么软件将显示的各道计数为:

$$\text{当前谱各道计数} - \frac{\text{本底谱对应通道计数}}{\text{本底谱活时间}} \times \text{当前谱的活时间}$$

该功能仅用于绘图显示, 不做后续分析计算处理。

注意: 本底谱的道址数不得少于当前谱的道址数。

### 4.6.3 核素库

核素库包含三种类型的库: 1、所有同位素库, 为内置核素库, 包含了所有已知放射性同位素发射的所有  $\alpha/\gamma$  能量信息, 不可编辑与删除; 2、基础库、天然库、工业库、医用库和用户库, 为内置核素库, 能对库中核素进行编辑、删除、导出与导入; 3、新建的库, 能对库及库中核素进行编辑、删除、导出与导入;

点击菜单栏中的“分析-核素库”选项将打开核素库界面, 首次打开核素库界面如下图所示:



序号	核素	能量/eV	分支比/%	分支比不确定度/%	半衰期	半衰期不确定度	衰变类型	衰变	衰变分支比/%
118	He-9	960	94	1	119.1ns	1.2ns	$\beta^-$	$He-9 \rightarrow Li-9$	100
119	He-7	477.6056	10.44	0.04	53.22d	0.06d	EC	$He-7 \rightarrow Li-7$	100
120	Be-11	477.6	0.39	0.05	13.76s	0.07s	$\beta^-   \alpha$	$Be-11 \rightarrow Li-7$	3.1
121	Be-14	3536	0.9	0.3	4.35ms	0.17ms	$\beta^-$	$Be-14 \rightarrow B-13$	81
122	B-8	511	200	0	770ms	3ms	EC   $\beta^+$	$B-8 \rightarrow He-8$	100
123	B-12	3216.9	0.00023	1e-05	20.20ms	0.02ms	$\beta^-$	$B-12 \rightarrow C-12$	100
124	B-12	4438.91	1.182	0.019	20.20ms	0.02ms	$\beta^-$	$B-12 \rightarrow C-12$	100
125	B-13	169.3	0.009	0	17.33ms	0.17ms	$\beta^-$	$B-13 \rightarrow C-13$	100
126	B-13	595.013	0.057	0.007	17.33ms	0.17ms	$\beta^-$	$B-13 \rightarrow C-13$	100
127	B-13	764.316	0.3	0	17.33ms	0.17ms	$\beta^-$	$B-13 \rightarrow C-13$	100
128	B-13	3089.049	0.7	0	17.33ms	0.17ms	$\beta^-$	$B-13 \rightarrow C-13$	100
129	B-13	3683.921	7.6	0.8	17.33ms	0.17ms	$\beta^-$	$B-13 \rightarrow C-13$	100
130	B-13	3853.17	0.5	0	17.33ms	0.17ms	$\beta^-$	$B-13 \rightarrow C-13$	100
131	B-13	4439	0.001	0.00013	17.33ms	0.17ms	$\beta^-$	$B-13 \rightarrow C-12$	0.286
132	B-13	7545	0.094	0.02	17.33ms	0.17ms	$\beta^-$	$B-13 \rightarrow C-13$	100
133	B-13	8667	0.16	0.03	17.33ms	0.17ms	$\beta^-$	$B-13 \rightarrow C-13$	100
134	B-13	9683	0.029	0.007	17.33ms	0.17ms	$\beta^-$	$B-13 \rightarrow C-13$	100

图 55 首次打开核素库的界面(所有同位素库界面)

核素库界面主要包含:

核素库选择项: 用于选择显示核素库, 也可新建库, 主要包含内置核素库和建立的自定义库;

检索栏: 可根据核素、能量、分支比和半衰期检索核素信息;

核素信息显示列表: 用于显示核素信息, 包含核素、能量、分支比及其不确定度、半衰期及其不确定度、衰变类型、衰变核素、衰变分支比;

编辑项: 用于编辑库及核素信息; 不同核素库该编辑项会有不同;

添加核素: 用于手动添加核素; 注: 所有同位素库界面不可见;

#### 4.6.3.1 所有同位素库界面

该界面如图 55 所示。

所有同位素库: 为内置核素库, 该库不可删除, 库名称不可编辑, 核素信息不可编辑, 该库包含了 IAEA 核数据库中所有已知放射性同位素(3000 多种)发射的所有  $\alpha/\gamma$  能量信息;

检索栏: 默认检索类型为“核素”, 通过“核素”后的下三角标可切换为能量/keV 类型, 如下图 56 所示; 当切换为能量时, 检索栏会增加能量窗口半衰期检索条件, 如下图 57 所示;

可对核素单独进行搜索; 可对核素和分支比进行组合搜索; 可对能量±搜索窗口单独进行搜索; 可对能量±窗口、分支比、半衰期进行组合搜索;

点击“检索”按钮, 对设置的搜索条件进行检索并在核素信息显示列表中显示; 点击“显示所有”按钮, 忽略搜索条件, 核素信息显示列表显示该库中所有核素信息;



图 56 检索类型切换选择

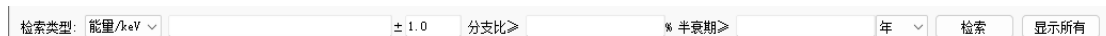


图 57 检索类型为能量时的检索栏

核素信息显示列表: 包含核素、能量、分支比及其不确定度、半衰期及其不确定度、衰变类型、衰变核素和衰变分支比信息; 鼠标左键双击某行核素信息时, 能谱窗口中竖直标记线会根据该核素的能量值定位到能谱中相应的能量处(前提为该核素能量值在能谱能量范围内); 在其它核素库界面双击某行核素的某格, 标记线会定位到能谱中相应的能量处, 同时该格进入编辑状态, 可进行修改; 所以使用双击使标记线到相应能量位置时, 建议对序号列进行双击操作;

添加到: 为编辑项, 切换其它核素库界面时会出现更多编辑项; 该按钮用于将选中的核素添加至其它核素库, 具体操作为: 选中某行或多行(按住 Ctrl 键, 鼠标左键点击选中多行; 通过鼠标左键+Shift 键连续选中多行; 对某行按下鼠标左键并上/下拖动鼠标连续选中多行;) 核素信息, 点击该按钮, 将弹出如下图 58 所示的窗口, 选择库并点击“确定”可将选中的核素信息添加至其它核素库;

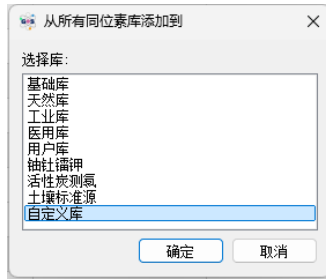


图 58 用于选择将核素信息添加至其它库的窗口

#### 4.6.3.2 基础库、天然库、工业库、医用库和用户库的界面

基础库、天然库、工业库、医用库和用户库的界面与所有同位素库界面不同，主要在核素信息显示列表下部增加了一些编辑项和添加核素，如下图 59 所示(以基础库界面为例)。基础库、天然库、工业库、医用库和用户库不可删除和重命名，但是其库中核素可编辑。



图 59 基础库、天然库、工业库、医用库和用户库的界面（以基础库界面为例）

**基础库:** 为内置核素库，软件默认应用该库，该库不可删除，库名称不可编辑，核素信息可编辑，该库为天然库、工业库和医用库的集合；

**天然库:** 为内置核素库，该库不可删除，库名称不可编辑，核素信息可编辑，该库包含了自然界中大部分的天然放射性同位素信息；

**工业库:** 为内置核素库，该库不可删除，库名称不可编辑，核素信息可编辑，该库包含了大部分常用的人工放射性同位素信息；

**医用库:** 为内置核素库，该库不可删除，库名称不可编辑，核素信息可编辑，该库包含了大部分常用的医用放射性同位素信息；

**用户库:** 为内置核素库，该库不可删除，库名称不可编辑，核素信息可编辑，该库默认为空；

**核素信息显示列表:** 其显示、功能与所有同位素库界面中该列表一致。增加双击某格（非序号列）进入编辑状态，以修改某行核素信息，点击列表下方右侧

的“提交”确认修改，“还原”取消修改；因双击进入编辑状态，在使用双击对能谱中标记线定位的功能时，建议对序号列进行双击操作；

编辑项：除“添加到”按钮外，增加一些其它编辑项，如“导出”、“导入”、“提交”、“还原”和“删除”按钮；

添加到：见上一节说明；

导出：可将该库核素信息导出为.lib 文件，可供其它电脑上的 GammaSense 软件调用；

导入：导入.lib 文件，快速导入核素信息；

提交：确认对核素列表中信息的修改；

还原：取消对核素列表中信息的修改；

删除：用于删除列表中选中的核素信息（按住 Ctrl 键，鼠标左键点击选中多行；通过鼠标左键+Shift 键连续选中多行；对某行按下鼠标左键并上/下拖动鼠标连续选中多行；）；

添加核素：用于添加所有同位素库中没有的核素信息，需要输入核素名称、能量、分支比及其不确定度、半衰期及其不确定度、衰变类型、衰变核素、衰变分支比（注：加粗为必填项）；其中衰变核素栏中只需输入子核素，添加时会自动添加“母核素名称→”；

### 4.6.3.3 建立的自定义库界面

点击任意一个建立的自定义库，其界面如下图 60 所示，以铀钍镭钾库为例。该界面与基础库、天然库、工业库、医用库和用户库的界面大体相同，只是在编辑项中添加两个编辑按钮——“删除库”和“重命名”，并调整了“添加到”按钮位置。可对建立的自定义库及库中核素进行编辑。



图 60 建立的自定义库界面(以铀钍镭钾库为例)

核素信息显示列表: 显示内容及功能同基础库、天然库、工业库、医用库和用户库的该列表, 见上一节相关内容; 因双击进入编辑状态, 在使用双击对能谱中标记线定位的功能时, 建议对序号列进行双击操作;

编辑项中增加了“删除库”和“重命名”按钮, 并调整了“添加到”按钮位置;

删除库: 删除当前显示的核素库;

重命名: 对当前显示的核素库重命名;

导出、导入、添加到、提交、还原、删除的操作及含义见上一节相关内容;

#### 4.6.3.4 新建库

新建库用于新建自定义核素库, 点击该选项可弹出如下图 61 所示的窗口, 用于输入核素库名称, 点击“确定”后将建立一个空白的自定义核素库。

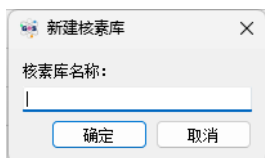


图 61 新建核素库-输入核素库名称界面

#### 4.6.4 衰变计算

点击该选项, 会打开如下图 62 所示的对话框。



a. 计算终止时间活度



b. 计算时间间隔

图 62 衰变计算

在衰变计算界面, 用户可根据输入的起始日期时间、终止日期时间、核素及半衰期、起始时间活度, 计算终止时间的活度; 也可根据起始时间活度、终止时间活度、核素及半衰期, 计算衰变的时间间隔。

在核素输入栏中, 用户可手动输入核素名称。当手动输入核素名称时, 软件会自动搜索并显示相关核素, 此时可从下拉菜单中选择输入, 或采用手动输入的核素名称。

半衰期输入栏中, 当用户输入的核素名称, 存在于核素库中, 则半衰期信息会自动填入, 否则需要手动输入。

时间单位和活度单位都可进行选择设置。

#### 4.6.5 活度检测报告

选择该选项, 将打开如下图 63 所示的界面。可进行修正、给出已标记 ROI 的解谱信息活度值, 并可导出至其它格式的文件。





图 63 活度检测报告界面


在该界面菜单栏中可应用本底扣除、衰变修正、自修收修正、符合相加修正, 并可查看活度计算说明。


该界面中间有 3 个列表, 分别给出了寻峰结果、核素识别结果、活度计算结果。

底部操作按钮包含如下:

: 根据当前应用的核素库、本底扣除及修正信息, 对能谱中已标记的 ROI 进行解谱和活度计算;


: 清空列表;

: 导出列表信息到其它文件, 包含.txt、.xlsx、.xls 和.pdf 四种格式。

自动寻峰: 若勾选, 当点击“/”时, 会对全谱自动寻峰, 然后进行解谱和活度计算; 该功能介绍见“4.6.7 自动寻峰”;

注: 该功能为升级版功能, 需配合加密秘钥一起使用。

#### 4.6.5.1 本底扣除

本底扣除即峰本底修正。点击本底扣除右侧的“”, 可打开下拉菜单, 如下图 64 所示:

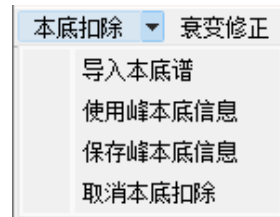




图 64 本底扣除下拉菜单

导入本底谱: 将打开一个对话框, 用于选择本底谱, 对样品谱做峰本底修正;


注: 需为同一探测器, 同一状态条件下 (如同样的屏蔽环境、测样品与测本底都采用同样的基质、同样的粗细增益等) 测量的本底谱; 点击“/”分析时, 采用与被分析样品谱同样的核素库、ROI 和能量刻度系数, 对本底谱中每个 ROI 寻峰, 判定为有峰且核素识别后会建立峰本底信息, 包含: 核素、能量、净计数、活时间、不确定度; 同时, 在计算活度时, 峰净计数率会减去峰本底净计数率, 来进行峰本底修正, 计算其活度。

使用峰本底信息: 将打开一个对话框, 用于选择保存在硬盘中的峰本底信息;

保存峰本底信息: 需要先导入本底谱, 且点击“/”进行分析后, 才会激活改按钮; 上述过程, 软件会建立峰本底信息, 并将峰本底信息保存至硬盘; 峰本底信息包含: 核素、能量、净计数、活时间、不确定度。

取消本底扣除: 当导入本底谱或使用峰本底信息时, 会激活该按钮, 用于取消本底扣除修正;

#### 4.6.5.2 衰变修正

点击衰变修正右侧的“”, 可打开下拉菜单, 如下图 65 所示:

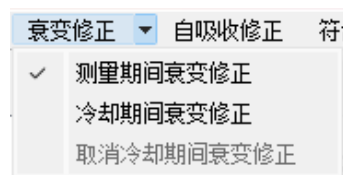


图 65 衰变修正下拉菜单

测量期间的衰变修正: 默认启用该修正。为短寿命核素在测量期间的衰变修正, 如果被分析的核素半衰期与样品测量的时间相比大于 100, 该修正因子可取为 1。该修正因子公式为:  $\frac{\lambda T_c}{1 - e^{-\lambda T_c}}$ ;

冷却期间衰变修正: 样品冷却期间的衰变修正系数, 即从采样开始(样品产生)时间到样品开始测量时间之间的时间间隔的衰变修正。该修正系数公式为:  $e^{-\lambda \Delta t}$ 。点击该选项, 将弹出如下图 66 所示的对话框, 用于设置采样开始时间及日期。设置好时间及日期后代表已启用冷却期间衰变修正。



图 66 设置采样开始时间及日期对话框

取消冷却期间衰变修正: 当启用冷却期间衰变修正时才会激活该选项, 用于取消该修正;

#### 4.6.5.3 自吸收修正

自吸收修正即样品相对于效率刻度标准源自吸收修正系数, 如果样品密度和效率刻度标准源的密度相同或相近, 自吸收修正系数可取 1, 该系数的计算见 GB/T 16145-2022 《环境及生物样品中放射性核素的  $\gamma$  能谱分析方法》附录 C;

点击该选项, 会弹出如下图 67 所示的对话框。

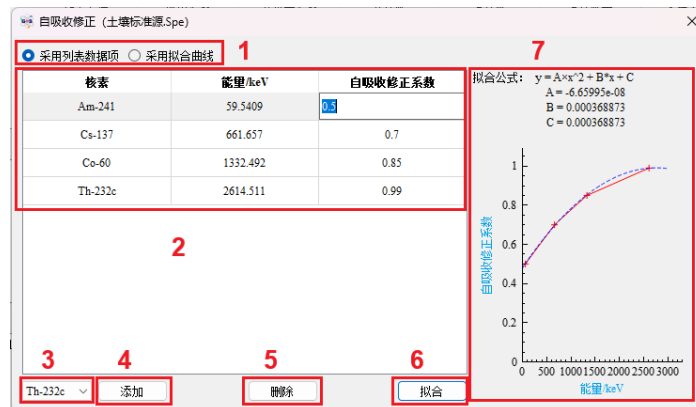


图 67 自吸收修正

- ① 用户可选择采用列表数据项进行自吸收修正, 或采用拟合曲线进行自吸收修正; 无论采用哪种方式都需要输入核素、能量和相应的自吸收修正系数信息;
- ② 用于显示需要自吸收修正的核素信息, 包含核素、能量和相应的自吸收

修正系数；其中鼠标双击自吸收修正系数列可进入编辑状态，用于填写自吸收修正系数；

- ③ 用于选择当前应用核素库中的核素及能量；
- ④ 添加：将选择的核素及能量添加至列表中；
- ⑤ 删除：用于删除在列表中选中的核素信息；
- ⑥ 拟合：可根据列表中信息，依据二次多项式拟合曲线公式；
- ⑦ 显示拟合的二次多项式公式及曲线；

#### 4.6.5.4 符合相加修正

对发射单能射线核素，或估计被分析射线的相应修正系数不大时，该修正系数可取为 1，否则应估算符合相加修正系数，该系数的计算见 GB/T 16145-2022 《环境及生物样品中放射性核素的  $\gamma$  能谱分析方法》附录 D；

点击该选项，会弹出如下图 68 所示的对话框。

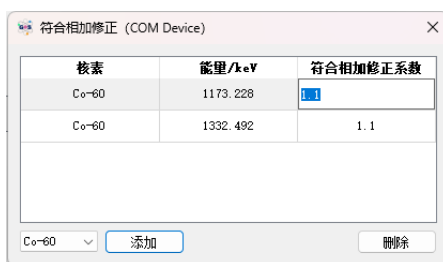


图 68 符合相加修正

该界面中间列表显示了需要符合相加修正的核素信息，包含：核素、能量和相应的符合相加修正系数；

- 左下角用于选择当前应用核素库中的核素及能量；
- 添加：将选择的核素及能量添加至列表中；
- 删除：用于删除在列表中选中的核素信息；

#### 4.6.5.5 活度计算说明

点击该选项，会弹出如下图 69 所示活度计算说明。

活度计算公式:

$$A = \frac{(N_s/T_s - N_b/T_b) \times F_{\text{测量}} \times F_{\text{符合相加}}}{F_{\text{自吸收}} \times \varepsilon \times P \times F_{\text{冷却}}}$$

上式中:

$A$  样品中核素活度, 单位为贝克勒尔, 简称贝克(Bq);

$N_s$  样品测量的全能峰净面积计数;

$T_s$  样品测量活时间, 单位为秒(s);

$N_b$  本底峰净面积计数;

$T_b$  本底测量活时间, 单位为秒(s);

$F_{\text{测量}}$  短寿命核素在测量期间的衰变修正因子, 如果被分析的核素半衰期与样品测量的时间相比大于 100,  $F_{\text{测量}}$  可取为 1;  $F_{\text{测量}} = \frac{\lambda T_c}{1 - e^{-\lambda T_c}}$

$F_{\text{符合相加}}$  符合相加修正系数, 对发射单能射线核素, 或估计被分析射线的相应修正系数不大时, 可取  $F_{\text{符合相加}}$  为 1, 否则应估算  $F_{\text{符合相加}}$ ,  $F_{\text{符合相加}}$  的计算见 GB/T 16145-2022 《环境及生物样品中放射性核素的  $\gamma$  能谱分析方法》附录 D;

$F_{\text{自吸收}}$  样品相对于效率刻度标准源自吸收修正系数, 如果样品密度和效率刻度标准源的密度相同或相近,  $F_{\text{自吸收}}$  可取 1,  $F_{\text{自吸收}}$  的计算见 GB/T 16145-2022 《环境及生物样品中放射性核素的  $\gamma$  能谱分析方法》附录 C;

$\varepsilon$  相应能量  $\gamma$  射线全能峰探测效率;

$P$  相应能量  $\gamma$  射线发射分支比;

$F_{\text{冷却}}$  样品冷却期间的衰变修正系数, 即从采样开始 (样品产生) 时间到样品开始测量时间之间的时间间隔的衰变修正;  $F_{\text{冷却}} = e^{-\lambda \Delta t}$ ;

$F_{\text{测量}}$  与  $F_{\text{冷却}}$  计算公式中:

$\lambda$  放射性核素衰变常数, 单位为每秒( $s^{-1}$ );  $\lambda = \frac{\ln 2}{T_{1/2}}$ ;  $T_{1/2}$  为核素半衰期, 单位为秒(s);

$T_c$  为样品测量的实时间, 单位为秒(s);

$\Delta t$  为核素衰变时间, 即从采样开始 (样品产生) 时间到样品开始测量时间之间的时间间隔, 单位为秒(s);

$e$  自然常数。

图 69 活度计算说明

#### 4.6.6 自动稳谱

点击该选项, 可显示如下图 70 所示的自动稳谱设置窗口。



图 70 自动稳谱设置窗口

道址：将峰中心位置稳定在某个道址处；

道址不确定度：因软件无法将峰中心位置完全稳定在某个道址值处，需要有个窗口范围，将峰中心位置稳定在该道址±窗口范围内，该窗口范围为道址不确定度；

ROI 偏移范围(±)：该处设定值范围为 10~200，即将设定的道址±该设定值范围为感兴趣区 ROI；

稳谱间隔时间：最低可设定 30s，即每隔设定的时间，软件会自动调节细增益进行一次稳谱；

如上图 70 所示的参数设定，点击“确定”并“开启”稳谱，软件会自动将道址范围 900±100 列为感兴趣区 ROI，自动识别该 ROI 内的峰中心道址，将识别的峰中心道址稳定在 900±1 的道址范围内，每隔 30s 调节细增益进行一次稳谱。

#### 4.6.7 自动寻峰

自动寻峰界面如下图 71 所示，确定灵敏度后，可进行全谱寻峰，并将寻到的峰自动标记 ROI。



图 71 自动寻峰界面

注：该功能为升级版功能，需配合加密秘钥一起使用。

灵敏度数值越小，小峰会被寻出，即寻峰越灵敏，但可能会出现误识别为峰的现象；灵敏度数值越大，则相反。

对于能量分辨率高、几乎无重峰、峰无拖尾的能谱，自动寻峰效果会很好，否则自动寻峰效果会很差；如：对于 HPGe 能谱，自动寻峰效果较好；对于 NaI 能谱，自动寻峰效果较差；

即使设置的寻峰灵敏度很高（即数值小），也会存在峰不被寻出的现象，那么该峰不满足寻峰条件判定，如半高宽判定；

## 4.7 感兴趣区

感兴趣区菜单如下图 72 所示：



图 72 感兴趣区菜单

### 4.7.1 加载/保存感兴趣区

加载感兴趣区：从硬盘中加载感兴趣区（即.R 文件）到当前设备或能谱；

保存感兴趣区：将当前感兴趣区保存到硬盘，保存格式为.R 文件；

### 4.7.2 标记/左边界左移/左边界右移/右边界左移/右边界右移

标记：用于 ROI 调整/道址移动之间切换；

左边界左移/左边界右移/右边界左移/右边界右移：当选中标记时，左边界左移/左边界右移/右边界左移/右边界右移 1 个道址，用于调整 ROI，当取消选中时，左边界左移/左边界右移/右边界左移/右边界右移变为道址左移 10/道址右移 1/道址左移 1/道址右移 10，用于左右移动垂直中心线。

可使用快捷键 F7~F10 快速标记 ROI 或移动能谱中垂直标记线。

### 4.7.3 框选/标记/清除/清除全部感兴趣区

框选感兴趣区：点击该选项会弹出如下图 73 所示的对话框，填写左边界道址值和右边界道址值后点击“确定”按钮，即可对相应的道址范围框选 ROI；

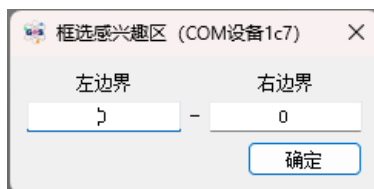


图 73 框选感兴趣区对话框

标记感兴趣区：鼠标左键在当前能谱窗口框选一个区域时，点击该选项可将该区域标记为感兴趣区；

清除感兴趣区：鼠标左键在当前能谱窗口框选一个区域时，点击该选项可清除感兴趣区。

清除全部感兴趣区：点击该选项清除当前设备或能谱的全部感兴趣区。

#### 4.7.4 计数统计

点击该选项可开启/关闭 ROI 的计数统计信息。

当开启时，能谱中竖直标记线位于某个 ROI 内（通过鼠标左键可选择竖直中心线的位置），会显示该 ROI 的计数统计信息，如下图 74 所示。否则，将不会显示。

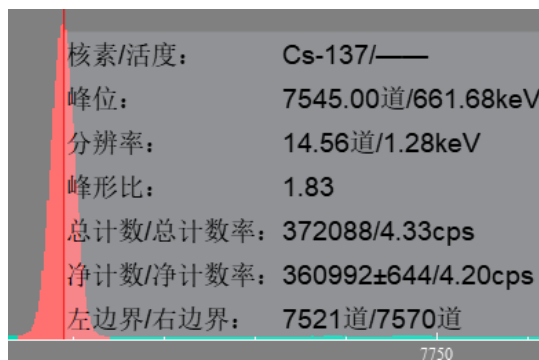


图 74 计数统计信息

#### 4.7.5 峰信息

点击该选项可开启/关闭 ROI 的峰信息。

当开启时，能谱中竖直标记线位于某个 ROI 内（通过鼠标左键可选择竖直中心线的位置），会显示该 ROI 的峰拟合信息，如下图 75 所示。否则，将不会显示。

本软件在谱分析计算时，采用峰信息的净计数信息。

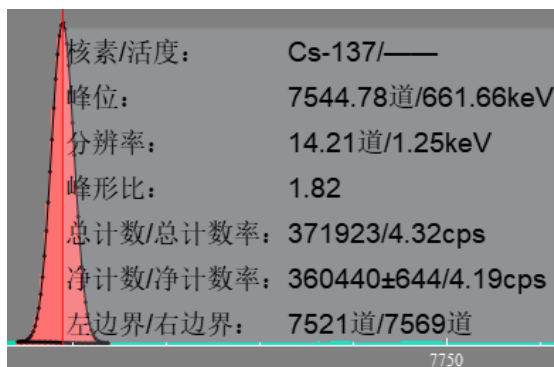


图 75 峰拟合信息

#### 4.7.6 多重峰标记

当能谱中竖直标记线位于某个 ROI 内才会显示该选项，目前点击该选项可将该 ROI 标记为重峰，三重峰及更多重峰正在开发中。将某个 ROI 标记为重峰后，程序会按照峰信息模式自动将该 ROI 当做重峰来拟合，如下图 76 所示。

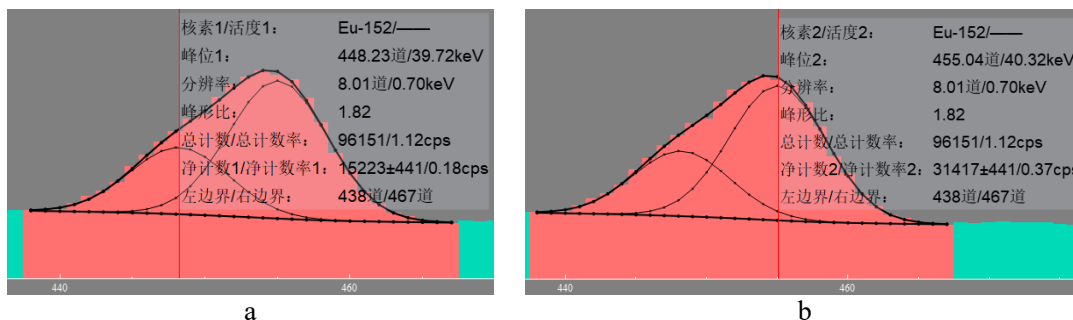


图 76 重峰拟合 (峰信息模式)

### 4.8 窗口

窗口菜单如下图 77 所示:



a.未连接任何设备且未打开硬盘中的能谱  
b.连接了设备且打开了硬盘中的能谱  
c.连接了具有 PSD 功能的设备，且打开了硬盘中的能谱

图 77 窗口菜单

当软件连接了多道设备或打开了硬盘中的能谱，在“窗口”菜单中会增加设备名称或能谱名称的选项，如上图 77b 所示。当连接了具有 PSD 功能的设备会增加能谱/PSD-能量二维谱/PSD 谱选项，如上图 77c 所示。其中“•”代表当前能谱显示区域显示的为该设备或能谱的窗口；“√”代表打开相应的谱。

### 4.8.1 窗口形式

该选项又分为“平铺”、“选项卡”和“堆叠”三个子选项，如下图 78 所示。

“•”代表应用窗口形式。该菜单选项同工具栏中的窗口形式。



图 78 窗口形式

平铺：使主界面各能谱窗口以平铺的形式显示，如下图 79 所示：

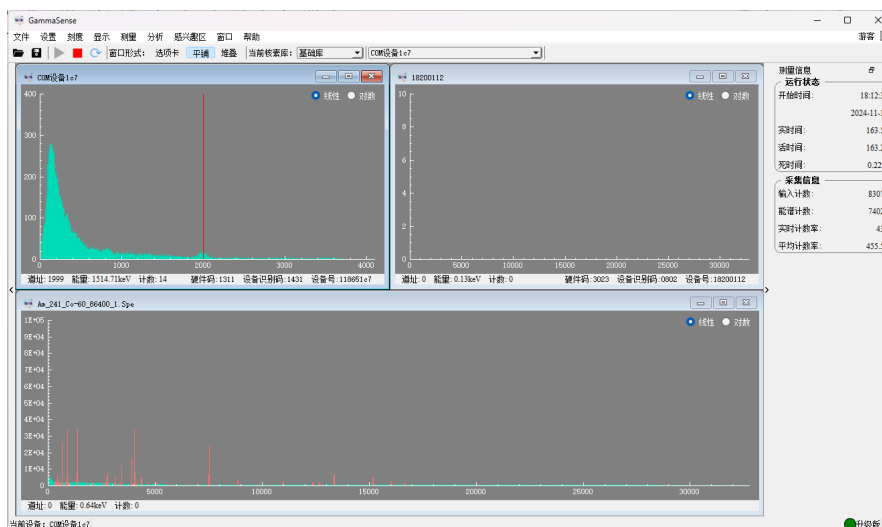


图 79 窗口形式-平铺

选项卡：使主界面各能谱窗口以选项卡的形式显示，如下图 80 所示：

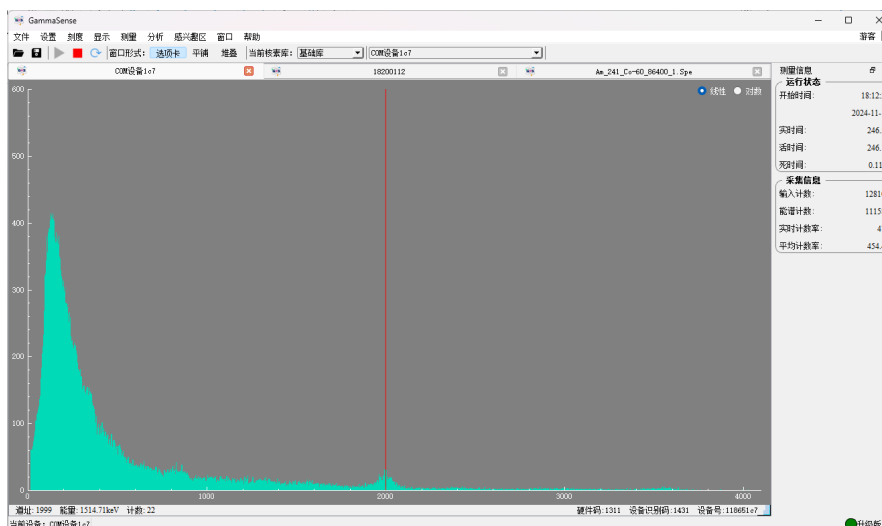


图 80 窗口形式-选项卡

堆叠：使主界面各能谱窗口以堆叠的形式显示，如下图 81 所示：

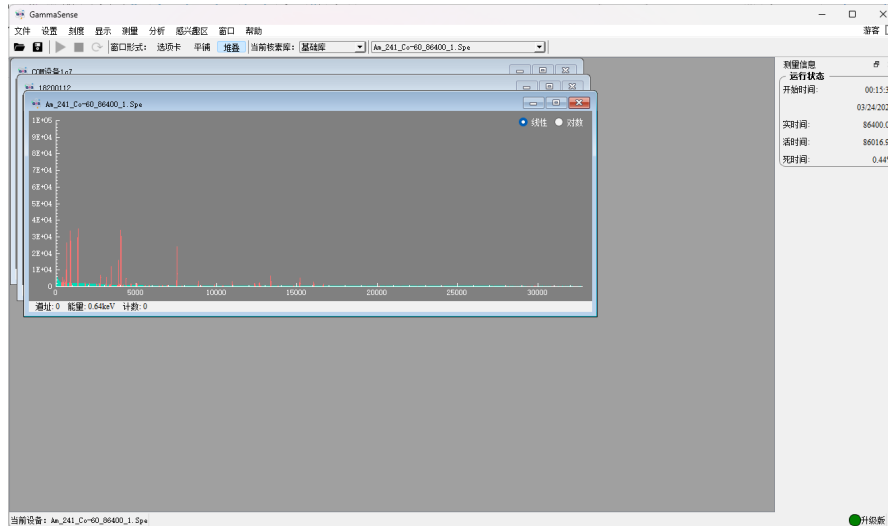


图 81 窗口形式-堆叠

### 4.8.2 窗口风格





该选项又分为“windowsvista”、“Windows”和“Fusion”三个子选项，如下图所示。“•”代表应用窗口形式。



图 82 窗口风格

可切换窗口显示风格（具体支持多少风格与使用的 PC 机有关），每次切换后，立即生效；注意：如需切换窗口风格，建议在软件打开后立马进行切换，因为在后续打开的窗口越多，切换所需时间越长（具体时长根据所使用的 PC 机而定），可能会造成软件卡顿。

### 4.8.3 截图

点击该选项当前屏幕将不刷新显示，鼠标左键可拖选一个想要截图的区域，如下图所示。点击该区域右下的“”，可对画一个红色矩形框；点击“”可将截图保存至硬盘；点击“”，取消截图；点击“”确认对该区域截图，并将截图暂存在剪切板。该功能快捷键为 Ctrl+Alt+S。

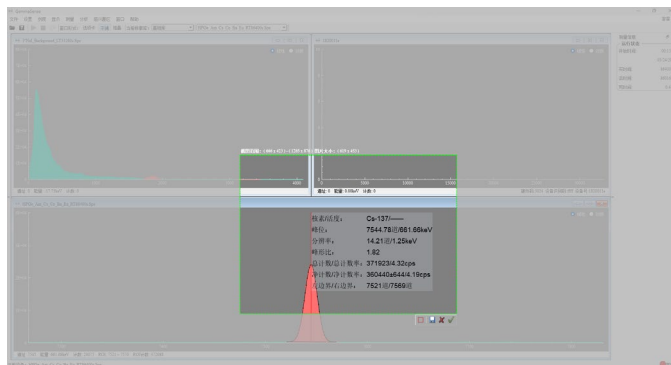


图 83 截图

## 4.9 帮助

帮助菜单如下图所示:



图 84 帮助菜单

### 4.9.1 关于 GammaSense

选择该选项, 会弹出一个对话框, 显示软件的版本号、发布日期、公司名称及网址等信息, 如下图 85 所示:



图 85 关于 GammaSense 对话框

### 4.9.2 语言

改选项下包含“中文(简体)”和“英语[English]”, 如下图 86 所示:

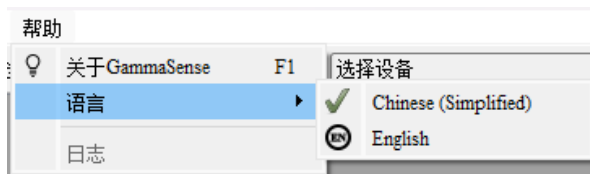


图 86 语言选项

当切换语言时, 会弹出提示: 请重新启动程序, 以便更新语言。如下图 87 所示:

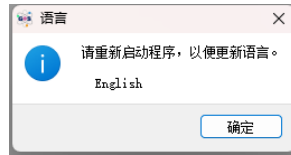


图 87 语言提示窗口

### 4.9.3 日志

日志用于记录在软件使用过程中，用户的一系列操作。管理员用户和审计员用户才能打开日志界面并查看，日志界面如下图 88 所示：



图 88 日志界面

该界面右上部位的日期栏用于选择年月日，确定日期后，界面显示该日期的操作记录；点击“全部”按钮，将显示所有的日志；点击“导出”可将日志导出到 PDF 文件或 Excel 表文件。

### 4.10 用户

在菜单栏最右侧（软件界面右上角）显示当前登录用户，软件打开时，默认为游客登录。用户权限有以下三个级别：

管理员用户：可查看日志，可添加用户（包括普通用户和审计员用户），可修改用户权限，可删除用户；

审计员用户：可查看日志，不可添加用户，不可修改用户权限，不可删除用户；

普通用户：不可查看日志，不可添加用户，不可修改用户权限，不可删除用户；游客属于普通用户；

用户菜单如下图 89 所示：

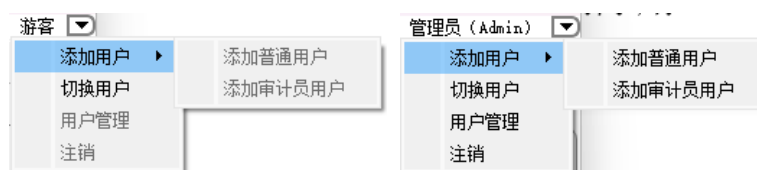


图 89 用户菜单

添加用户：可添加普通用户和审计员用户，仅管理员用户可用；点击“添加普通用户”或“添加审计员用户”时可弹出一个对话框，用于输入用户名和密码，如下图 90 所示：

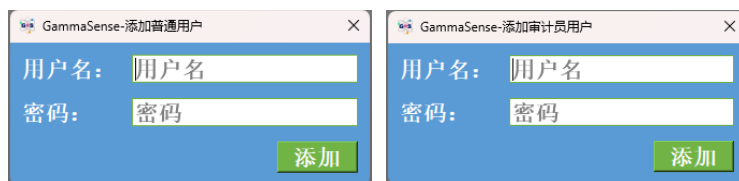


图 90 添加用户对话框

切换用户：用于登录管理员用户或已添加的用户；点击该选项将弹出如下图 91 所示的对话框；管理员用户名和密码默认为 Admin，若要修改密码请联系我方技术支持；

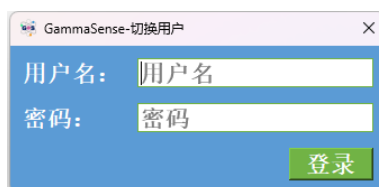


图 91 切换用户对话框

用户管理：用于修改用户权限（仅管理员用户可用），点击该选项弹出如下图 92 所示的对话框；点击“修改权限”，可对选定的用户修改为“审计员用户”权限或“普通用户”权限；点击“删除用户”，可删除选定的用户；



图 92 用户管理列表


注销：注销当前登陆的用户，变为“游客”登陆软件；


## 五、工具栏

软件工具栏如下图 93 所示：



图 93 工具栏

：打开文件；

：保存能谱文件；

▶: 开始采集能谱;

■: 停止采集

🔄: 清空当前能谱; 注: 清空能谱时能谱数据会自动保存至“我的文档(具体路径依据使用电脑而定)\GammaSense\temp”中, 以防止误清空操作;

窗口形式: 以选项卡、平铺、堆叠方式显示能谱窗口, 同菜单栏中“窗口-窗口形式”详见“4.8.1 窗口形式”章节内容;

当前核素库: 选择当前能谱进行核素识别时参照的核素库;

选择设备: 切换连接设备的能谱窗口或打开的能谱文件。

## 六、测量信息栏

测量信息栏默认位于软件界面的右侧, 是一个可拖动的窗口, 可在能谱窗口前显示, 如下图 94 所示。打开谱文件的测量信息栏与设备采集能谱过程中的测量信息栏相比会有不同, 设备采集能谱过程中的测量信息栏多了采集信息, 具体包含输入计数、能谱计数、实时计数率、平均计数率。当设备采集能谱过程中开启了剂量测量(详见 4.5.3 剂量测量), 还会显示剂量特性, 具体包含剂量率和累积剂量。



a. 谱文件的测量信息栏

b. 设备采集能谱中的测量信息栏

c. 设备采集能谱中, 且开启剂量测量时的测量信息栏

图 94 测量信息栏


## 七、能谱窗口区域

能谱窗口区域用于显示能谱窗口。本章将介绍能谱窗口、ROI 信息框及鼠标功能。

### 7.1 能谱窗口

能谱窗口主要用于能谱显示(包含连接设备在测量过程中的能谱实时刷新显

示、), 能谱关键信息的获取, 以及提供对能谱的各种操作。

能谱窗口能够以选项卡、平铺、堆叠的方式显示在能谱窗口区域。鼠标放置能谱窗口区域和测量信息栏中间, 鼠标样式变为  时, 按住鼠标左键左右拖动, 可调整主窗口和信息栏的显示宽度。每个能谱窗口可切换线性/对数显示; 每个能谱的全谱图、ROI 信息可在能谱上显示。

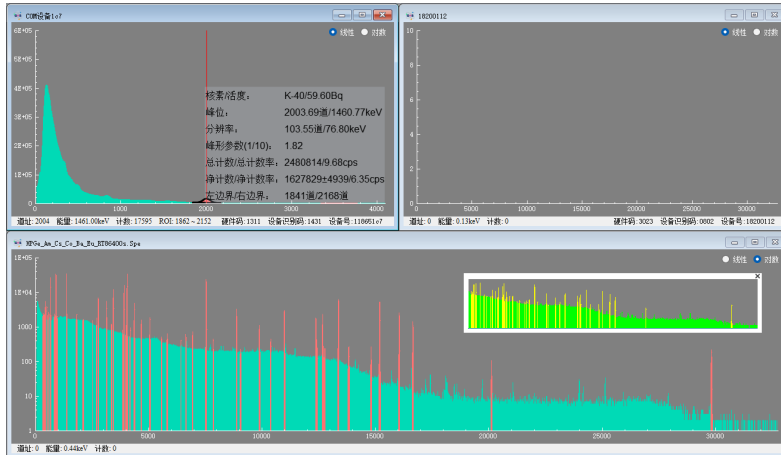



图 95 三个能谱窗口平铺形式显示

当启用双谱模式时 (在 “4.2.1.5 符合设置” 能谱输出模式设置), 能谱窗口还会显示两种谱模式, 如下图 96 所示。鼠标放置在中间样式变为  时, 鼠标左键上下拖动可调整双谱的高度。

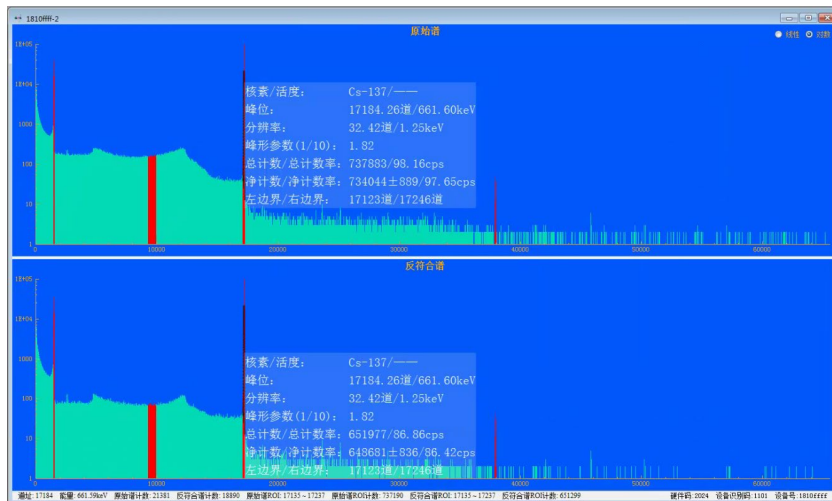



图 96 双谱模式的能谱窗口 (原始谱+反符合谱)

每个能谱窗口底部信息栏可显示竖直标记线所在道址的信息、能量信息、计数信息、ROI 左右边界信息、ROI 计数信息; 若为连接的设备的能谱窗口, 还可显示设备的硬件码、设备识别码、设备号; 如图 95、图 96 所示。

若连接的多道设备具备能谱模式/List 模式, 那么在工具栏最右侧会显示应用的模式, 如能谱模式 (如图 93) 或 List 模式 (如下图 97)。



图 97 工具栏最右侧显示 List 模式

有些数字化多道设备会具备波形甄别（即 PSD）功能，那么在窗口菜单中会增加能谱、PSD-能量二维谱图、PSD 谱选项，如图 77c 所示。通过点击“能谱/PSD-能量二维谱/PSD 谱”按钮，选择是否显示相应的谱图，如下图 98 所示。鼠标放置任意两个图中间，样式变为  时，按住鼠标左键左右拖动，可调整这两个图的显示宽度。

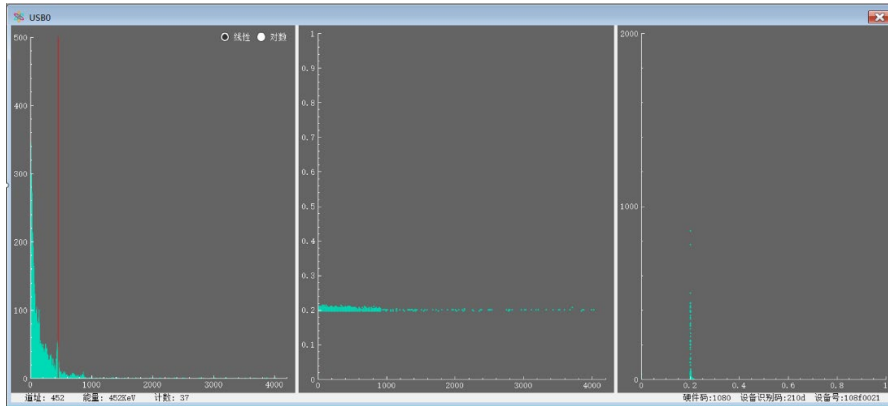


图 98 具备 PSD 功能的能谱窗口（从左至右：能谱、PSD-能量二维谱图、PSD 谱）

## 7.2 ROI 信息框

当开启计数统计或峰信息时，鼠标左键点击某个 ROI，数值标记线将自动定位至该 ROI 最大计数道址处或拟合的最大计数道址处，同时在紧邻的竖直标记线右侧显示 ROI 信息框，如下图 99 所示：

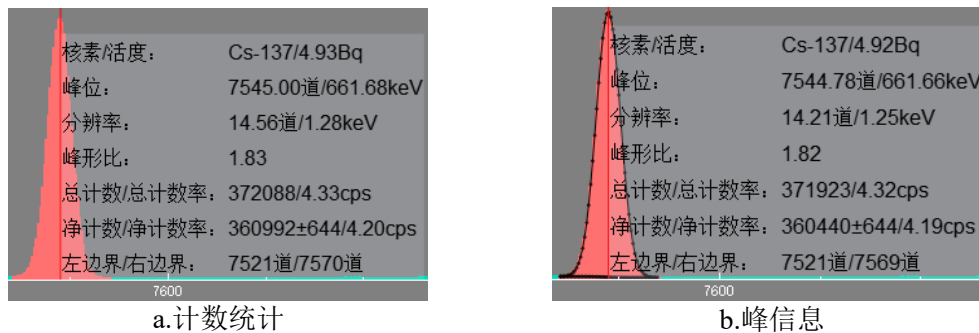


图 99 同一 ROI 峰的 ROI 信息框

**核素/活度：**显示该 ROI 峰已识别的核素以及计算的该峰活度值；注：升级版软件才能显示计算的活度值，基础版软件显示“——”；若没有识别任何核素时将显示“——”；

**峰位：**显示该 ROI 峰最大计数处的道址值/能量值，或峰拟合后的最大计数处的道址值/能量值；

**峰形比：**根据“4.2.2 峰形参数设置”中设置的 1/X，若为 1/10，则显示

FWTM/FWHM 值（十分之一高宽/半高宽）；若为 1/50，则显示 FWFM/FWHM 值（五十分之一高宽/半高宽）；

总计数/总计数率：显示 ROI 的总计数/总计数率（计数统计）；或拟合峰的总计数/总计数率（峰信息）；

净计数/净计数率：自动本底扣除；显示 ROI 的净计数/净计数率（计数统计）；或拟合峰的净计数/净计数率（峰信息）；

左边界/右边界：显示 ROI 的左边界/右边界（计数统计）；或拟合峰的左边界/右边界（峰信息）；

**注：软件采用“峰信息”模式下的计数参与活度分析与计算。**

## 7.3 鼠标功能

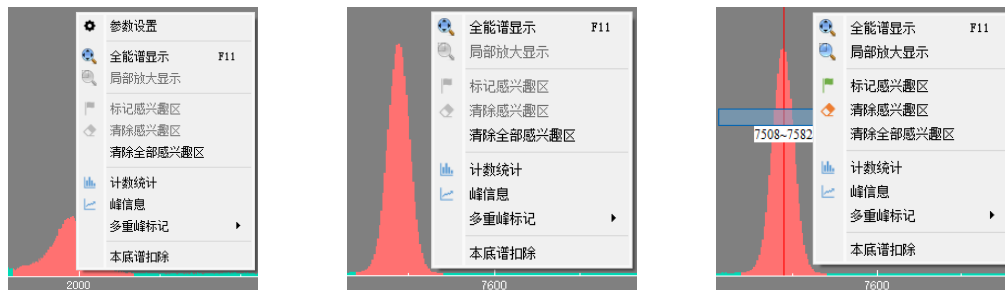
### 7.3.1 左键功能

单击：用于点击选择；在能谱中左键单击可将竖直标记线移动至鼠标所在位置；在能谱中按住鼠标左键并左右拖动鼠标，可拖取一个矩形框，用于 ROI 操作；

双击：在窗口上边栏处双击，可放大/还原窗口；当鼠标在能谱中某个能峰上双击时，会自动寻单峰并框选 ROI；

### 7.3.2 右键功能

鼠标右键可打开右键菜单，不同情况下右键菜单会有区别，如下图 100 所示：



a. 打开连接设备能谱窗口，且对 ROI 处的右键菜单

b. 打开硬盘中能谱，对 ROI 处的右键菜单

c. 打开硬盘中能谱，对鼠标左键拖取矩形窗口的右键菜单

图 100 右键菜单

**参数设置：**可对已连接设备进行参数设置，详见“4.2.1 参数设置”节内容。只有连接设备时，才会激活并显示该菜单，如图 100a 所示；

**全能谱显示：**将该能谱缩放至最小（X 轴）；

**局部放大显示：**将鼠标左键拖取的矩形方框内的能谱范围放大至最大显示；

只有鼠标左键拖取后才能激活该菜单，如图 100c 所示：

**标记感兴趣区：**在能谱显示区域按住鼠标左键不放，拖出一个矩形窗口后松开鼠标左键，此时切换鼠标右键，在弹出的对话框选择“标记感兴趣区”，此时被选中的感兴趣区域会被填涂为红色（默认颜色，可在菜单栏显示-设计中更改），如果需要选择多个感兴趣区请依次重复上述动作进行选择。

**清除感兴趣区：**按住鼠标左键不放，拖出一个矩形窗口后松掉鼠标左键，此时切换鼠标右键，在弹出的对话框选择“清楚感兴趣区”，可清除当前框中的感兴趣区，如图 100c 所示；

**清除全部感兴趣区：**一键清除能谱中所有已标记的感兴趣区；

**计数统计：**鼠标左键选择标记的感兴趣区，在标记的感兴趣区上右键并选择“计数统计”，此时会在标记线右侧弹出 ROI 信息框；

**峰信息：**鼠标左键选择标记的感兴趣区，在标记的感兴趣区上右键并选择“峰信息”，此时软件会自动对该感兴趣区进行拟合，并在标记线右侧弹出 ROI 信息框；

**多重峰标记：**当能谱中竖直标记线位于某个 ROI 内才会显示该选项，目前点击该选项可将该 ROI 标记为重峰，三重峰及更多重峰正在开发中。将某个 ROI 标记为重峰后，程序会按照峰信息模式自动将该 ROI 当做重峰来拟合，如下图 101 所示。

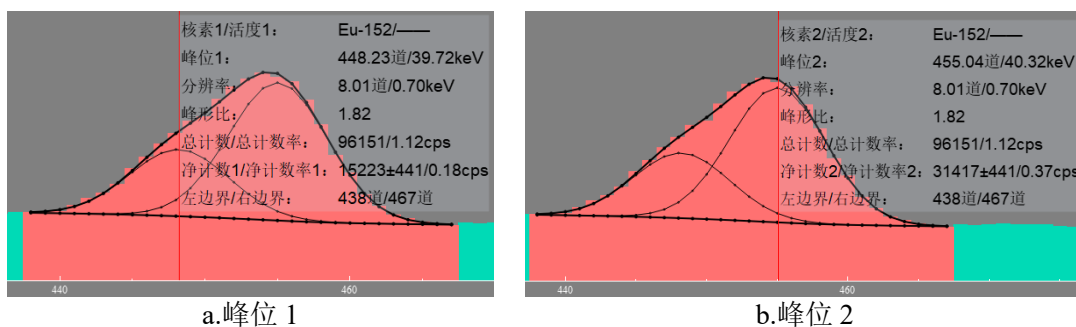


图 101 重峰拟合分析重合峰

**本底谱扣除：**点击该选项，将打开一个窗口用于选择一个能谱作为本底谱使用。当选择并打开后将为当前能谱（从硬盘中打开的能谱或正在测量中的能谱）添加本底谱，那么软件将显示的各道计数为：

$$\text{当前谱各道计数} - \frac{\text{本底谱对应通道计数}}{\text{本底谱活时间}} \times \text{当前谱的活时间}$$

该功能仅用于绘图显示，不做后续分析计算处理。

注意：本底谱的道址数不得少于当前谱的道址数。

### 7.3.3 滚轮键功能

滚动滚轮键，以鼠标位置为基准，对能谱沿 X 进行缩放，Y 轴相应的自动比例缩放。

Ctrl+滚动滚轮键，对能谱沿 Y 轴方向放大/缩小。

按下滚轮键，左右移动鼠标，则对能谱沿 X 轴方向平移。

## 八、状态栏

状态栏位于软件界面最底部，如下图 102 所示。左侧显示当前设备名称或打开能谱名称，右侧基础版/升级版，升级版需配合加密秘钥一起使用。

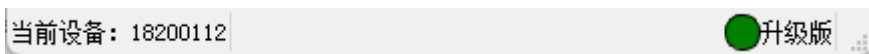


图 102 状态栏

## 九、常用操作

### 9.1 通讯连接

数字化多道设备采用了串口通讯、USB 通讯或网口通讯，只有在 GammaSense 软件中添加多道设备后才能对其进行设置并采集能谱。

#### 9.1.1 串口通讯连接

适用于串口通讯多道，操作主要步骤为：①硬件连接，数字化多道通过通讯线缆连接至上位机；②打开 Configuration 软件，点击工具栏中“搜索串口设备”（当接入串口设备时，会自动触发改按钮功能，一般无需点击），软件界面列表中出现 COM 设备时，代表通讯成功，并且备注栏里备注设备可用状态；③打开 GammaSense 软件，点击“文件-选择设备”，在该界面中将 COM 设备添加至已添加设备列表。

注：若通讯线缆意外拔出又连接，一般只需等待一小段时间后会自动连接，即自动打开多道设备的能谱窗口；若没有自动连接，需要重复步骤②和③，若还是无法正常通讯或备注栏里显示“设备不可用”，则需要重启 Configuration 软件或排查线缆连接。

#### 9.1.2 USB 通讯连接

适用于 USB 通讯多道，操作主要步骤为：①硬件连接，数字化多道通过通

讯线缆连接至上位机；②打开 Configuration 软件，点击工具栏中“搜索 USB 设备”（当接入 USB 设备时，会自动触发改按钮功能，一般无需点击），软件界面列表中出现 USB 设备时，代表通讯成功，并且备注栏里备注设备可用状态；③打开 GammaSense 软件，点击“文件-选择设备”，在该界面中将该 USB 设备添加至已添加设备列表。

注：若通讯线缆意外拔出又连接，一般只需等待一小段时间后会自动连接，即自动打开多道设备的能谱窗口；若没有自动连接，需要重复步骤②和③，若还是无法正常通讯或备注栏里显示“设备不可用”，则需要重启 Configuration 软件或排查线缆连接。

### 9.1.3 网络通讯连接

#### 9.1.3.1 有线网络通讯连接

使用有线网络通讯时，数字化多道设备与上位机电脑连接方式主要有两种：①设备与上位机电脑使用网线直接连接；②设备通过局域网与上位机电脑连接，IP 自动/手动获取。

注：若网络通讯意外中断后又连接，需要在 GammaSense 软件中“文件-选择设备”界面中确认使用的网卡，再次点击“刷新”按钮就会重新连接多道。若没有成功，则需排查通讯线缆连接或重启软件。

##### 9.1.3.1.1 通过网线直接连接

主要操作步骤为：①操作上位机，打开以太网状态界面，点击“属性”按钮；②双击打开 Internet 协议版本 4 (TCP/IPv4)，选择“使用下面的 IP 地址”，根据数字化多道 IP 段，设置 IP 地址，使其处于同一 IP 号段内，子网掩码默认即可然后点击“确定”-“确定”；④在 GammaSense 软件中“文件-选择设备”界面中填入设备端口号，勾选“搜索网口设备”，确认所使用的网卡，点击“刷新”就会看到所连接的网口设备。

##### 9.1.3.1.2 通过局域网连接

主要操作步骤为：①连接前需要确认局域网的 IP 号段，如 192.168.1.XXX 号段；②通过网线将数字化多道接入局域网，并开机；③若数字化多道可设置 IP 地址，则需要设置 IP，若数字化多道采用固定 IP 地址，则无需设置 IP 直接跳至下一步；④上位机通过有线或无线方式连接至该局域网，其上位机的 IPV4 自动获

取即可，不需要单独设置。或在局域网内申请一个固定 IP 地址，将该 IP 地址设置到上位机 IPV4 中；⑤在 GammaSense 软件中“文件-选择设备”界面中填入设备端口号，勾选“搜索网口设备”，确认所使用的网卡，点击“刷新”就会看到所连接的网口设备。



### 9.1.3.2 WiFi 网络通讯连接

目前 WiFi 网络通讯仅适用于具有 WiFi 版本的 ATLAS 数字化多道，主要操作步骤为：①ATLAS 设备开机，操作 ATLAS 嵌入式系统屏幕，点击嵌入式 GammaSense 主界面中的设置，再点击右下角的 WiFi 图标，进入 WiFi 连接界面；②在该界面中操作连接至 WiFi 网络，然后返回至设置界面；③上位机通过有线或 WiFi 连接至同一个 WiFi 网络（局域网），上位机 IPV4 自动获取即可，不需要单独设置。或在局域网内申请一个固定 IP 地址，将该 IP 地址设置到上位机 IPV4 中；④在 GammaSense 软件中“文件-选择设备”界面中填入设备端口号（端口见嵌入式系统设置界面中），勾选“搜索网口设备”，确认所使用的网卡，点击“刷新”就会看到所连接的网口设备。

## 9.2 多道设置

数字化多道被添加至上位机软件后，就可对多道进行设置，这些都在“设置-参数设置”中进行设置。对于闪烁体探测器设置一般包含高压设置、硬件时间设置、反堆积状态设置、能谱最大道址选择设置、触发阈值设置、硬件增益设置。对于半导体探测器设置一般包含高压设置、硬件时间设置、反堆积状态设置、能谱最大道址选择设置、触发阈值设置、硬件增益设置、信号输入的极性选择设置、前放类型设置、极零设置等。

**注：不同多道，设置项会有不同。**

**高压设置：**确认并选择高压类型，根据探测器推荐高压值或范围，在高压修改栏中输入并设定高压值。修改高压值，首先点击数字右侧的锁形“”标识，呈开锁“”状态，再在输入框中输入需要设置的电压值，然后按下键盘上的“回车”按钮，即可修改高压设定值。点击开启按钮即可开启高压，开启高压后就可以控制多道采集能谱了。

**硬件时间：**即慢成形时间，分为上升时间和平顶时间。根据探测器信号衰减特性设定合适的上升与平顶时间，如对于 HPGe 探测器一般设定上升 12  $\mu$ s，平

顶  $0.8 \mu\text{s}$ 。当计数率很低时可增大上升时间, 可得到较好的分辨, 计数率较大时可减少上升时间, 可增大通过率, 但分辨率会变差。

**反堆积状态:** 电路检测到堆积脉冲信号, 是否抑制堆积的脉冲, 可选择开启或关闭。当作定量测量时建议开启。

**最大道址:** 可选择设置能谱最大道址。建议选择较高的道址, 这样采集的能谱细节会更多。

**触发阈值:** 可设置快道阈值和慢道阈值。对于没有自动触发阈值功能的多道, 首先需要设置尽可能小的慢道阈值, 使采集的能谱最左端无明显的噪声计数, 然后调节快道阈值, 使“测量信息-采集信息”中输入计数大于能谱计数约 10% 以内, 越接近好。对于有自动触发阈值功能的多道, 选择“自动”并点击开始按钮。若设置了较小快道阈值, 会增大系统死时间, 导致能谱计数不准确。

**硬件增益:** 可设置粗增益和细增益, 用于调节能谱显示预期的能量范围。通常能谱显示的能量范围为 0-3MeV。使用刻度源采集一个能谱, 调节粗/细增益的组合, 使其特征峰中心道址处在 C 道址处, C 计算公式如下:

$$C = \frac{\text{最大道址}}{\text{能谱最大能量}} \times \text{特征峰能量}$$

**信号输入:** 根据信号类型选择设置, 包含正指数衰减信号和负指数衰减信号。

**前放类型:** 根据探测器前放类型选择设置, 包含晶体管复位前放 TRP 和电阻反馈前放 RC。

**极零设置:** 推荐自动极零, 点击“开始”按钮会自动计算, 过一段时间会自动完成极零设置。能谱实时计数率至少约 900cps 时才能激活自动极零功能, 否则“开始”为灰色状态, 此时需要手动输入并按下“回车”键完成设置。如果改变了上升/平顶时间, 必须再次极零设置。

所有这些设置保存在多道系统中, GammaSense 启动时会从连接的多道中重新加载这些设置参数。

完成设置后就可以采集样品能谱了, 刻度并分析谱数据。

### 9.3 能谱缩放/移动

可通过鼠标滚轮对能谱缩放, 也可通过键盘快捷键对能谱缩放。

滚动滚轮键, 以鼠标位置为基准, 对能谱沿 X 进行缩放, Y 轴相应的自动比例缩放; Ctrl+滚动滚轮键, 对能谱沿 Y 轴方向放大/缩小。

按下键盘←/→键，以竖直标记线为基准，对能谱沿 X 进行缩小/放大，Y 轴相应的自动比例缩放；按下键盘↑/↓键，对能谱沿 Y 轴方向放大/缩小。

按下滚轮键，左右移动鼠标，则对能谱沿 X 轴方向平移。

## 9.4 感兴趣区 (ROI) 操作

### 9.4.1 标记感兴趣区 (ROI)

软件提供 4 中标记 ROI 的方式：

- ① 鼠标左键拖取一个矩形框，然后鼠标右键标记 ROI；
- ② 对能谱中的能峰双击鼠标左键，程序自动寻单峰并框选 ROI（需能量刻度后才可用该功能）；
- ③ 点击菜单栏中“感兴趣区-框选感兴趣区”，弹出框选感兴趣区对话框，分别输入左右边界的道址值，点击确定，根据输入的道址范围标记 ROI；  
注：可根据鼠标左键控制定位竖直标记线确认具体道址值；
- ④ 点击菜单栏中“分析-自动寻峰”，程序自动对全谱寻峰并标记 ROI；  
注：该功能为升级版功能，需配合加密秘钥一起使用。

### 9.4.2 感兴趣区 (ROI) 边界调整

软件提供两种调整 ROI 边界的方式：

- ① 在 ROI 边界附近，鼠标左键拖取一个矩形框，然后鼠标右键标记/清除 ROI；
- ② 确认菜单栏中“感兴趣区-标记”已启用，使用 F7（左边界左移 1 个道址）、F8（左边界右移 1 个道址）、F9（右边界左移 1 个道址）和 F10（右边界右移 1 个道址）快捷键快速调整 ROI 边界；

### 9.4.3 清除感兴趣区 (ROI)

鼠标左键拖取一个矩形框，然后鼠标右键清除 ROI，将清除矩形框包含的 ROI。

直接鼠标右键清除全部 ROI，将清除能谱中全部 ROI。

## 9.5 核素库

### 9.5.1 核素信息检索

检索核素信息的操作步骤为：①点击所有同位素库中的检索类型栏，确认按

照“核素”检索还是按照“能量”检索,并输入要检索的核素或能量;②确认是否应用分支比和半衰期检索条件,并输入相关值;③点击“检索”按钮,核素信息列表中将列出满足检索条件的核素信息。若要显示该库中全部核素信息,则点击“显示所有”按钮。

### 9.5.2 建立/删除自定义库

建立自定义库操作步骤为:①点击菜单栏中“分析-核素库”,打开核素库界面;②点击“新建库”,输入名称,点击确定。此时建立一个空白的自定义核素库;

删除自定义库操作步骤为:①点击要删除的核素库;②点击核素信息列表下方的“删除库”按钮,再点击确认。

### 9.5.3 添加/删除核素

提供两种往自定义库中添加核素信息的方式:

选择所有同位素库中的核素信息将其添加至自定义库,主要操作步骤为:①点击“所有同位素库”,使用搜索栏找到需要的核素,单击选中;②点击核素信息列表下方“添加到”按钮;③选择需要添加到的核素库,并点击确认。

通过自定义库下方的“添加核素”输入栏,添加核素:①输入**核素名称、能量、分支比及其不确定度、半衰期及其不确定度、衰变核素、衰变分支比和衰变类型(注:加粗为必填项)**;②点击“添加”按钮。

删除核素信息的操作步骤为:①点击要删除的核素;②点击核素信息列表下方的“删除”按钮,再点击确认。

### 9.5.4 编辑核素信息

编辑核素信息的操作步骤为:①双击要修改的单元格,变为可编辑状态;②输入新值;③点击核素信息列表下方的“提交”按钮,完成核素信息修改。若取消修改则点击“还原”按钮。

### 9.5.5 导入/导出核素库

导入核素库的操作步骤为:①点击核素信息列表下方的“导入”按钮,弹出选择核素库文件(.lib)的窗口;②选择要导入的核素库文件,点击打开。

导出核素库的操作步骤为:①点击核素信息列表下方的“导出”按钮,弹出保存路径窗口;②输入“文件名”,点击保存,即可保存为.lib文件。

## 9.6 能量刻度

软件提供手动能量刻度和自动能量刻度。

### 9.6.1 手动能量刻度

手动能量刻度操作步骤如下：

- ① 人工确认能谱中的能峰及对应的能量；
- ② 对能谱中的已知能量的峰标记 ROI；
- ③ 开启计数统计模式或峰信息模式（推荐峰信息模式）；
- ④ 点击菜单栏中“刻度-能量刻度”打开能量刻度对话框；
- ⑤ 点击道址输入栏，再点击能谱中的 ROI，则该 ROI 拟合峰的中心道址自动填充至道址输入栏；
- ⑥ 点击能量输入栏，输入对应的能量后，点击添加；
- ⑦ 重复步骤⑤、⑥，直至添加所有所需要的“道址-能量”对；
- ⑧ 点击“拟合”，完成能量刻度；

### 9.6.2 自动能量刻度

自动能量刻度操作步骤如下：

- ① 对能谱中主要的峰框选 ROI；
- ② 点击菜单栏中“刻度-能量刻度”打开能量刻度对话框；
- ③ 点击“自动刻度”左侧的下拉菜单，选择对应探测器的能谱；
- ④ 点击“自动刻度”，等待完成能量刻度；

关于自动能量刻度的使用注意事详见“4.3.1.2 自动能量刻度”。

## 9.7 效率刻度

注：该功能为升级版功能，需配合加密秘钥一起使用。

软件提供手动效率刻度和自动效率刻度。

### 9.7.1 手动效率刻度

软件提供两种方式的手动效率刻度，第一种手动效率刻度方式操作步骤如下：

- ① 编辑适用核素库并应用；
- ② 打开应用效率刻度的能谱，并对应用效率计算的峰标记 ROI；
- ③ 开启计数统计模式或峰信息模式（推荐峰信息模式）；
- ④ 点击菜单栏中“刻度-效率刻度”打开效率刻度对话框；

- ⑤ 点击能量输入栏, 再点击能谱中的 ROI, 则该 ROI 拟合峰的中心能量值自动填充至能量输入栏;
- ⑥ 点击效率输入栏, 输入对应的效率值, 并添加; 若不知道效率值可应用“自动计算功能”, 使用“自动计算”计算效率的步骤如下:
  - a) 点击“自动计算”按钮, 打开“效率计算对话框”;
  - b) 确认核素识别信息, 采集信息中的计数率信息; 若不正确可对应修改;
  - c) 输入刻度源的标定日期、时间及标定活度;
  - d) 点击“效率计算”按钮将显示效率值, 再点击确定, 则自动将效率值填充至效率输入栏;
- ⑦ 重复步骤⑤、⑥, 直至添加所有所需要的“能量-效率”对;
- ⑧ 确认公式类型, 点击“拟合”, 完成效率刻度;

第二种手动效率刻度方式步骤如下:

- ① 点击菜单栏中“刻度-效率刻度”打开效率刻度对话框;
- ② 点击“导入”按钮添加已编辑好的.csv 文件 (里面有两列数据, 第一列为能量值, 第二列为效率值, 如图 36 所示);
- ③ 确认公式类型, 点击“拟合”, 完成效率刻度;

### 9.7.2 自动效率刻度

自动效率刻度操作步骤如下:

- ① 编辑适用核素库并应用;
- ② 打开应用效率刻度的能谱, 并对应用效率计算的峰标记 ROI;
- ③ 开启计数统计模式或峰信息模式 (推荐峰信息模式);
- ④ 点击菜单栏中“刻度-效率刻度”打开效率刻度对话框;
- ⑤ 点击“自动刻度”按钮, 弹出“自动效率刻度对话框”, 点击“添加”会添加空白列表, 双击单元格进入编辑状态, 输入相应的标准源校准信息, 包含核素、标定活度和标定日期。也可导入已编辑好的.csv 文件 (里面有三列数据, 第一列为核素名称, 第二列为标定活度, 第三列为标定日期如图 38 所示)
- ⑥ 点击“开始刻度”按钮, 完成自动效率刻度。

注: 关于自动效率刻度使用及注意事项见“4.3.2.2 自动效率刻度”。

## 十、键盘与鼠标操作汇总

键鼠操作汇总如下表 1 所示:

表 1 键鼠操作汇总

鼠标	左键单击	①点击、选择; ②控制定位竖直标记线; ③按住左键拖取矩形框, 在能谱上可用于 ROI 操作; 在截图功能下用于选择截图区域; ④在列表窗口中, 按住左键上下拖动鼠标, 可连续选中多行; ⑤Ctrl+左键单击用于多选; ⑥Shift+左键单击, 可连续选中多行;
	左键双击	①在谱中峰上双击, 自动寻单峰并框选 ROI (需能量刻度后才可用该功能); ②在窗口上边栏双击, 最大化/还原窗口;
	滚轮	①滚动滚轮, 以鼠标位置为基准将能谱沿 X 轴放大/缩小; ②Ctrl+滚轮, 对能谱沿 Y 轴方向放大/缩小; ③按下滚轮键, 可平移能谱 (沿 X 轴方向);
键盘	F1	打开关于 GammaSense 对话框
	F7	启用标记, ROI 左边界左移 1 个道址 / 不启用标记, 竖直标记线左移 10 个道址
	F8	启用标记, ROI 左边界右移 1 个道址 / 不启用标记, 竖直标记线右移 1 个道址
	F9	启用标记, ROI 右边界左移 1 个道址 / 不启用标记, 竖直标记线左移 1 个道址
	F10	启用标记, ROI 右边界右移 1 个道址 / 不启用标记, 竖直标记线右移 10 个道址
	F11	全能谱显示
	+或=	竖直标记线右移 1 个道址
	-	竖直标记线左移 1 个道址
	←	以竖直标记线为基准, 对能谱沿 X 进行缩小, Y 轴相应的自动比例缩放
	→	以竖直标记线为基准, 对能谱沿 X 进行放大, Y 轴相应的自动比例缩放
	↑	对能谱沿 Y 轴方向放大
	↓	对能谱沿 Y 轴方向缩小
	Alt+F1	线性显示
	Alt+F2	对数显示
	Alt+S	打开选择设备
	Ctrl+F4	退出软件
Ctrl+O	打开能谱	
Ctrl+P	导出能谱	
Ctrl+S	保存能谱	
Ctrl+Alt+S	打开截图功能	



**捷创核仪**



捷创核仪（北京）科技有限公司  
地址：北京昌平信息产业基地集智达科研楼  
电话：010-82916709  
网址：[www.jiechuangheyi.com](http://www.jiechuangheyi.com)