

## 反康普顿射线高纯锗 $\gamma$ 能谱仪

### 一、产品介绍

ACR-HPGe 反康普顿射线高纯锗 $\gamma$ 谱仪由超低本底宽能高纯锗探测器、反康普顿环探测器、低本底铅室、反康塞探测器、反符合电子学模块、多道分析器、探测器组件自动升降平台、液氮回凝制冷机、能谱分析软件、无源效率刻度软件和基于三维激光扫描的无源效率刻度软件等组成，如图 1。主要用于降低低能段能谱的本底，降低低能段核素的探测下限。



图 1 ACR-HPGe 反康普顿射线高纯锗 $\gamma$  谱仪

## 二、产品功能

- 伽玛放射性核素活度定量测量；
- 自动升降装置，便于样品更换；
- 采用前放分离型低本底高纯锗探测器，样品有效高度大于 8cm；
- 定制化 NaI 反康环探测器，能量分辨率高，采用低本底材料封装，降低自身本底；
- 具有反符合测量模式、符合测量模式、无符合测量模式可选；
- 可设置单次测量时间，进行循环测量；
- 内置 3000 种核素伽玛衰变信息，可自定义核素库，自编辑核素放射性衰变信息；
- 集数据获取与分析于一体的数据处理系统；
- 低功耗液氮回凝制冷装置，对探测器性能无影响。

### 1. 宽能型超低本底高纯锗探测器

- 相对效率：50% 到 170% 可选；
- 封装：铍窗、碳窗、铝窗可选，前置放大器与探测器晶体分离。

### 2. 反康环探测器

- NaI 环探测器；
- 带 4 个光电倍增管及分压、高压电路，并与探测器晶体一体化封装。

### 3. 反康塞探测器

- NaI 环探测器；
- 光电倍增管带高压、分压模块，并与探测器晶体一体化封装；

## 4. 反符合电子学模块

- 支持 7 路反符合输入；
- 保留符合与反符合输出两种接口模式；
- 提供 7 路高压输出，电压 0V 到 1200V 可调；
- 提供 7 路低噪声低压电源输出，输出低压为 12V；
- 内置基线恢复模块，确保在高计数率下基线的稳定性。

## 5. 探测器组件自动升降平台

- 支撑液氮回凝制冷机和探测器；
- 自动升降控制电路。

## 6. 冷却器及制冷装置

可选配北京中智核安科技有限公司生产的 LN-2 型液氮回凝制冷机，部分功能如下：

- 冷却类型：带电制冷装置的液氮回凝制冷；
- 能指示液氮液位及气压信息并产生报警，具有 RS485 或 USB 接口；
- 在无电情况下液氮能支持探测系统连续运行七天以上；
- 连续供电情况下，液氮能支持探测系统连续运行两年以上；
- 制冷过程中仪器的能量分辨率保持稳定；
- 制冷过程中不会产生低能端噪声。

## 7. 屏蔽铅室

- 低本底铅一体浇筑。

## 8. 多道脉冲幅度分析器及电子仪器

以选配北京中智核安科技有限公司生产的 GammaSpectrum-1 数字化多道分  
地址：北京市昌平区科技园区高新四街 6 号院 1 号楼 305 邮箱：[zhongzhihean@163.com](mailto:zhongzhihean@163.com)  
电话：010-60603642 传真：010-60603642-17 网址：<http://www.zzhean.com>

析器为例，功能如下：

- 晶体温度监测及高压保护功能（通过探测器内部温度传感器的指示判断关断高压）、稳谱功能、自动升高压功能；
- 自动极零、数字化门控基线恢复功能；
- 具有脉冲抗堆积功能；
- 具有下域电平甄别（LLD）功能。

## 9. $\gamma$ 能谱分析软件

可选配中智核安的型号 GammaSharp  $\gamma$  能谱分析软件 [简称：GammaSharp]V2.0 的  $\gamma$  能谱分析软件，该软件集成硬件控制、能谱获取、数据分析、报告生成和质量控制于一体，以全自动分析为导航，在选择性精密交互分析的基础上输出分析结果，能在任何版本 Windows 操作系统上正常运行。

具有以下主要功能：

- 谱仪控制：可实现的参数设置包括，增益细调、调节高压、显示实时间/活时间、设置上下甄别阈等；
- 具有参数设定等功能，具有能量刻度、效率刻度、核素识别、谱分析功能（寻峰、峰面积计算）、自动衰变校正和 MDA 计算、质控功能（本底扣除、效率修正加权平均活度计算、效率质控图、母体-子体衰变修正、级联符合相加校正等）、自动或手工操作进行剥谱等功能；
- 效率刻度：能够自动计算含粉尘等的滤膜样品的效率刻度曲线，也可直接调用无源效率刻度软件的计算结果；
- 峰拟合：具有重峰解析功能；
- 活度计算：具有全自动活度计算功能；
- 具有全自动分析功能，具有寻峰功能；

- 实时分析：侧边栏实时拟合选定峰位，实时核素识别、峰面积计算；
- 能量刻度：支持人工刻度与核素库全自动刻度；
- 核素识别：给出核素识别结果并计算活度，给出核素能峰干涉结果；
- 活度计算：对于同一核素的不同的 $\gamma$ 峰，同时考虑分支比、效率刻度因子，通过加权平均计算活度。对于高出探测限的核素，给出标记。活度计算可对核素库中所有核素给出活度结果及相关信息；
- 探测限：内置 CurrieMDA, KTAMDA, PISOMDA, Criticallevel 等分析方法供选择，每种核素均给出探测限；
- 质控：支持核素活度质控和峰位漂移质控；
- 信息跟随：所有分析结果及分析参数均保存在谱线文件中；
- 核素库编辑：来自 ENSF (Evaluated nuclear structure datafile)，有 3000 多种放射性同位素的谱线系，可设置常用 100 种核素库及扩展核素库，软件包含核素库与相应的伽马射线能量数据，用户可在此基础上进一步编辑并生成自定义子库，软件核素库支持对核素名称、质量、能量的查询，支持对母子核的编辑，用户在使用过程中可以定位峰位查询核素信息；
- 软件操作界面为中文界面；
- 能谱获取与显示：具有多路谱图同步获取功能；全自动定量解析，可对奇变峰形进行交互分析，可定量解析重峰，最大可解析 20 重峰；
- 软件具有精确的级联符合相加校正功能；
- 能设置测量结果报警阈值；
- 不确定度分析：综合计算探测效率不确定度、计数率不确定度给出能谱测量结果的不确定度；

- 权限控制功能：用户分类，不同类型用户权限分层管理；
- 报告输出：以 TXT、PDF、HTML 和 Excel 等格式输出报告，可定制报告输出格式。

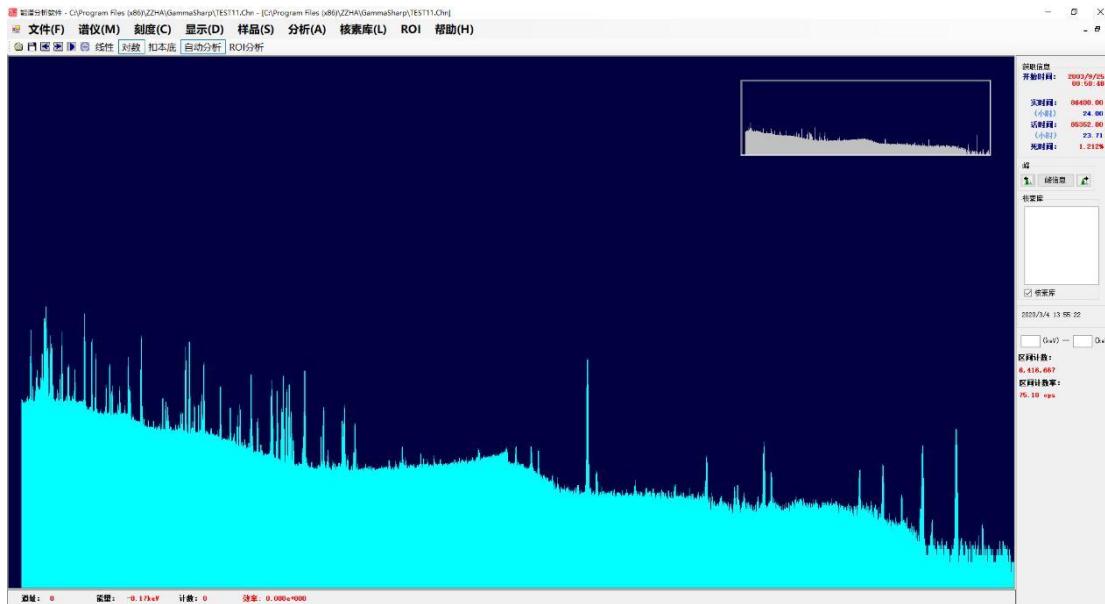


图 2 能谱分析软件主界面

## 10. 无源效率刻度软件

可选配由北京中智核安科技有限公司研发生产的 Gammacalib 探测器无源效率刻度软件[简称：Gammacalib]V4.0，该软件可输入测量样品特性参数（包括几何参数、材料参数和密度参数等），可设置样品和探测器之间的相对位置参数，以及设置周围屏蔽材料的几何和材料参数，该软件经过 200 个体源的验证，功能如下：

- 样品建模：采用功能强大的 CAD 软件建模，实现对圆柱体（同轴、非同轴）、马林杯、球体、管道、圆台等任意形状的体源的三维可视化快速建模；
- 放射源到探测器的距离可以为 0 到无穷远、任何入射角度均可建模且结果精确；
- 积分控制精度可以人为调节，软件默认值为 3%；

- 内置从 H 到 Pu 的光子微观界面数据库，包含金、铝、锗、铜、黄铜、镁、碳纤维、聚酯薄膜、氧化铝、氧化镁、硅、塑料、玻璃、铝、水、碳酸钙、空气、酒精、纤维素、水泥、环氧树脂、粉煤灰（褐煤燃烧产生）、花岗岩矿物油、有机玻璃、聚乙烯、聚氯乙烯、河流沉积物、沙子（二氧化硅）、海水（盐度 3.5%）、土壤（干燥）、木材等，可定义任意组分的材质，并允许手动添加；
- 效率刻度曲线计算时间：对于形状对称的体源（如环境样品源），计算时间小于 20 秒。对于形状非对称的体源，计算时间一般少于 10 分钟；
- 权限控制功能：用户分类，不同类型用户权限分层管理；
- 数据输出软件功能：支持数据的 Excel、TXT、PDF 等格式输出、具有与 LIMS 连接功能；
- 中文界面。

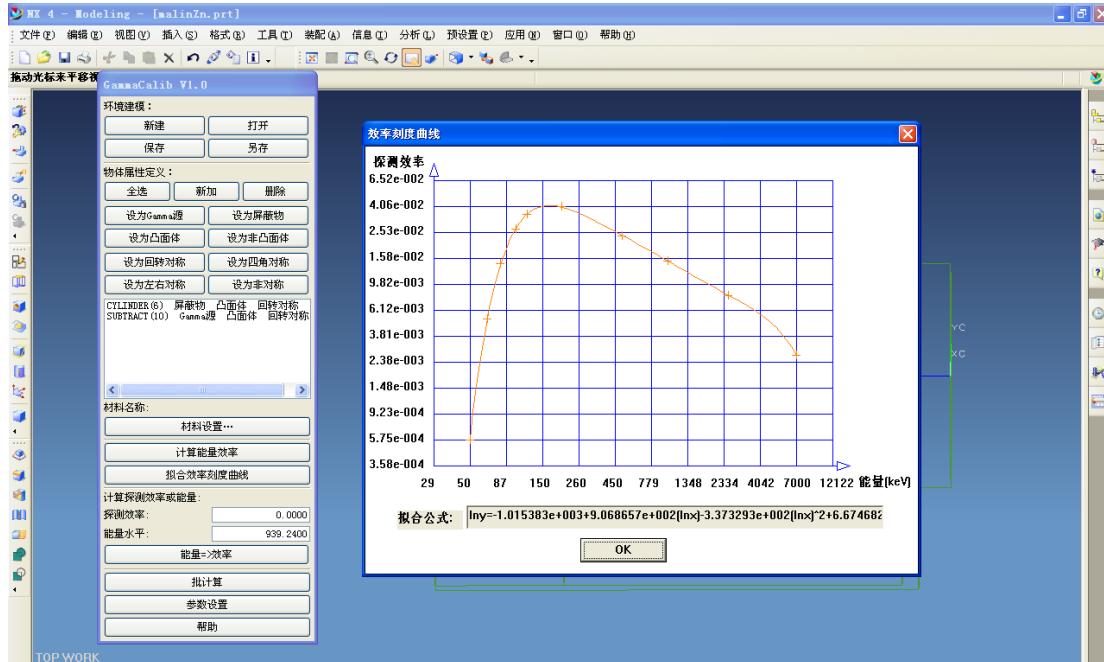


图 3 典型无源效率刻度曲线