

超低本底反康反宇宙射线高纯锗 γ 能谱仪

一、产品介绍

ACACR-HPGe型超低本底反康反宇高纯锗 γ 能谱仪由宽能型超低本底高纯锗探测器、反康普顿环探测器、反康塞探测器、反宇宙射线探测器、反符合电子学系统、环境伽马屏蔽体（铅、铜、镅片等）、数字化多道谱仪、探测器组件自动升降平台、液氮回凝制冷机、能谱分析软件、无源效率刻度软件等组成。



图 1 ACACR-HPGe 型超低本底反康反宇高纯锗 γ 能谱仪

二、产品功能

反康谱仪和反宇宙射线谱仪分别有不同的应用场景，反康是在高能射线比较强的时候，压低康普顿坪，使得低能段的特征峰能够显露出来，有效降低低能段

特征 γ 射线的探测限；反宇宙射线是为了降低宇宙射线等对本底的贡献，适合极低水平放射性活度测量。ACACR-HPGe在一台谱仪上同时实现了反康和反宇宙射线功能，极大地提高了HPGe谱仪的综合性能。

1. 宽能型超低本底高纯锗探测器

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

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. 反宇宙射线探测器

- 大面积塑料闪烁体探测器，与光电倍增管一体化封装，覆盖铅室侧面和顶面。

5. 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。

6. 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。

7. 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。

8. 屏蔽铅室

- 低本底铅一体浇筑；

9. 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。

10. γ 能谱分析软件

可选配中智核安的型号 GammaSharp γ 能谱分析软件[简称: GammaSharp]V2.0 的 γ 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, 以全自动分析为导向, 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 γ 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 structured data file)，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。

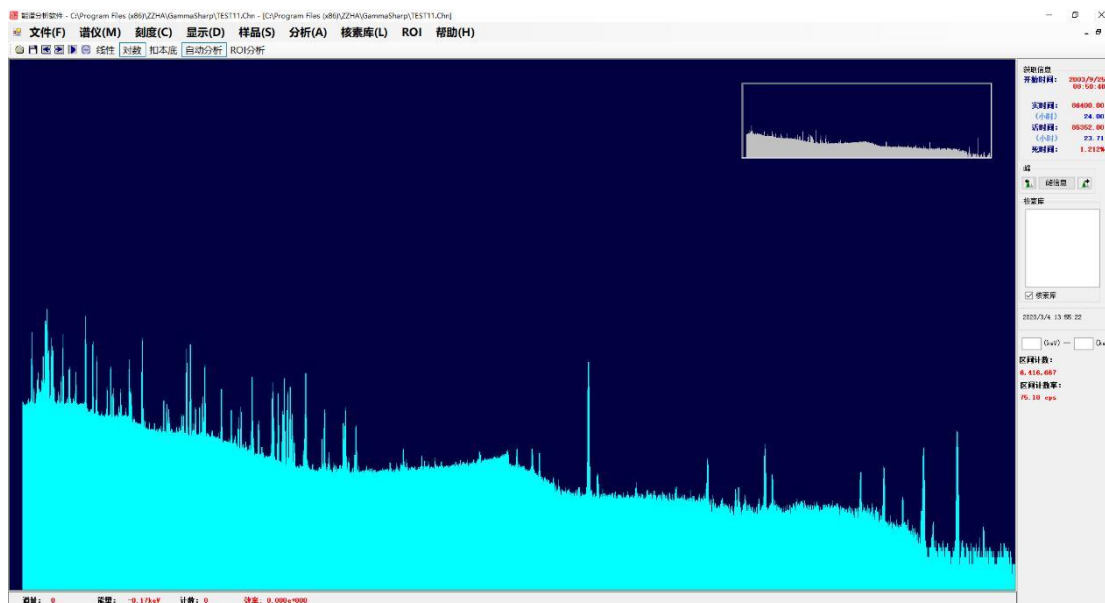


图 2 能谱分析软件主界面

11. 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、锆、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。

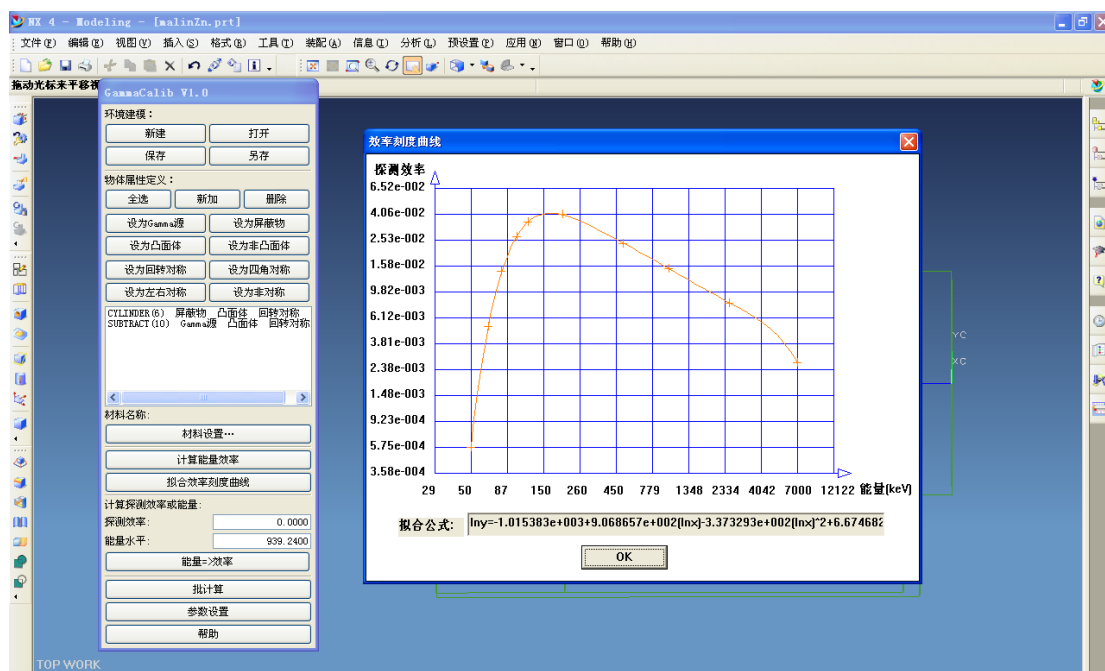


图 3 典型无源效率刻度曲线