

实验室高纯锗 γ 能谱仪

1. 产品介绍

GammaLIN 是中智核安研制的国产品牌的高纯锗 γ 谱仪，由高纯锗探测器、制冷装置、数字化多道谱仪、低本底铅室、伽玛能谱获取与分析软件、无源效率刻度软件等组成。

高纯锗探测器可选配不同效率的 P 型同轴、宽能型、平面型、井型等探测器。

制冷装置可选配液氮杜瓦罐、液氮回凝制冷机或者电制冷机。

数字化多道谱仪可选配 16k、32k、64k 数字化多道。

可选配基于激光三维扫描建模的放射性样品非破坏性无源效率刻度软件。

铅室可选配超低本底铅室和反宇宙射线铅室，对于探测效率 50% 的宽能高纯锗探测器，配置超低本底铅室本底可小于 1CPS，配置反宇宙射线铅室，可在原来本底的基础上降低 0.5CPS。

2. 功能

- 具有各种规则、非规则样品 γ 放射性核素活度测量功能。
- 支持 4 种效率刻度方法，包括基于标准源的效率刻度、基于标准源修正的效率刻度、基于 CAD 建模的无源效率刻度、基于三维激光扫描建模的无源效率刻度，在此基础上实现任意形状体源、面源样品效率刻度因子计算。
- 具有含重峰解析的复杂能谱全自动定量分析功能；



图 1 GammaLIN 液氮回凝制冷高纯锗 γ 谱仪

左：配置低本底铅室（典型本底 1.8CPS）；右：配置超低本底铅室（典型本底 1.0CPS）

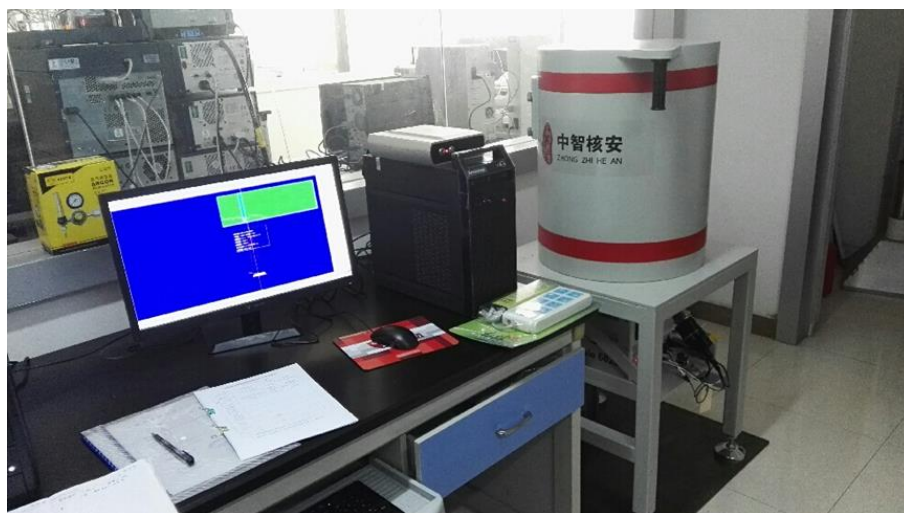


图 2 GammaLIN 电制冷高纯锗谱仪

3. 产品技术指标

(1) 高纯锗探测器

可选配 P 型同轴探测器、P 型宽能型同轴探测器、井型探测器、平板型探测

器等。对于 p 型和宽能型高纯锗探测器，探测效率从 10%到 175%可选。对于井型和平板型探测器，探测效率从 15%到 60%可选。

常用 P 型宽能型 40%效率高纯锗探头性能指标：

- 能量范围：3keV~10MeV ；
- 探测效率：≥40%；
- 前窗材质：碳窗；
- 能量分辨率：
 - 对 122 keV 峰（Co-57）：<0.85 keV；
 - 对 1.332 MeV 峰（Co-60）：<1.85keV；
- 峰康比：≥65:1；
- 峰形：
 - $FW0.1M/FWHM \leq 1.90$
 - $FW0.02M/FWHM \leq 2.65$

（2）数字化多道

- 最大数据通过率：大于 100kcps；
- 粗调增益：1、2、4、8、16、32、64 可选；
- 细调增益：0.45 到 1；
- 最大道址：16384；
- 成形时间常数：上升时间从 0.8 至 26us 可调，每步 0.2us；平顶时间从 0.5 至 2.0us，每步 0.1us；
- 线性：积分非线性≤±0.025%；微分非线性≤±1%；
- 温度系数：增益<35ppm/℃；零点<3ppm/℃；
- 信号处理：具有数字化稳谱、自动极零、数字化门控基线恢复等功能；
- 数据存储器：16384 道不丢失数据存储器，每道容量为 $2^{31}-1$ 计数；
- 自动数字化极零调节；
- 通讯接口：USB；

- 提供 0~5kV 输出接口，输出电流 0-100uA；
- 支持远程开启或关闭；
- 高可靠性防止探测器内部场效应管的损坏；
- 输出极性可选正或负；
- 自动过载保护。



图3-数字化多道

(3) GammaSharp 谱仪控制与能谱分析软件

GammaSharp γ 能谱分析软件集成硬件控制、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，具有以下主要功能：

- 谱仪控制：增益粗调、细调、启动数字化稳谱、调节高压、显示实时间/活时间、设置上下甄别阈等；
- 能量刻度：通过单峰拟合精确定位峰位，用户根据预先了解的知识确定峰位对应的能量，软件提供核素峰信息实时查询功能；
- 寻峰：采用一阶导数、二阶导数方法寻找孤立峰，在峰形拟合的基础上，采用 Mariscotti 方法寻峰进行二次寻峰，以确定重峰峰位；
- 效率刻度：软件提供五种效率刻度因子计算功能，一是调用实验测量得到的效率刻度曲线；二是采用能谱分析软件自带的无源效率刻度模块计算效率刻度因子；三是调用无源效率刻度软件的计算结果；四是调用基于激光三维扫描建

模的放射源非破坏性测量软件的计算结果；五是采用能谱分析软件自带的标准源效率刻度功能。能谱分析软件自带级联符合相加效率刻度因子校正计算功能。能谱分析软件自带基于标准源的材料密度、几何参数差异导致的效率刻度因子修正功能；

- 具有精确的级联符合相加校正功能；
- 具有重峰解析功能，采用拟牛顿方法和蒙特卡罗方法等数值计算方法，可以精确解析至少 20 重峰。采用非线性本底扣除方式，自动适应能谱的变化趋势。峰形采用高斯函数或者高斯函数加前后指数函数拖尾拟合峰形，对于畸变的峰形有优秀的拟合能力；

- 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。在活度计算过程中同时考虑采样、制样以及测量过程的核素衰减；

- 活度修正：具有采样时间修正，放置时间修正，测量时间活度修正功能；
- 效率计算：内置高度、密度效率修正功能；
- 最小可探测限计算：内置 Currie MDA, KTA MDA, PISO MDA, Critical level 等分析方法；

- 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；

- 分析用核素库：来自 ENSF (Evaluated nuclear structure data file)，有 3000 多种放射性同位素的谱线系，用户在使用过程中可以实时查询谱线信息。

- 界面：全中文界面；

- 用户能够直观看到拟合结果与原始数据的比较。分析流程：首先全自动分析，用户根据全自动分析的结果，选择关注的核素和能峰，然后进行高精度交互分析，然后输出报告。一般情况下全自动分析的功能已经满足用户需求。交互分析功能中，允许用户为样品添加注释、删除谱中的伪峰、加入自动处理过程未被检出的峰，改变拟合峰形等；

- 具有全自动分析功能和全自动出报告功能；

- 配备谱分析所需的数据处理和输出系统。

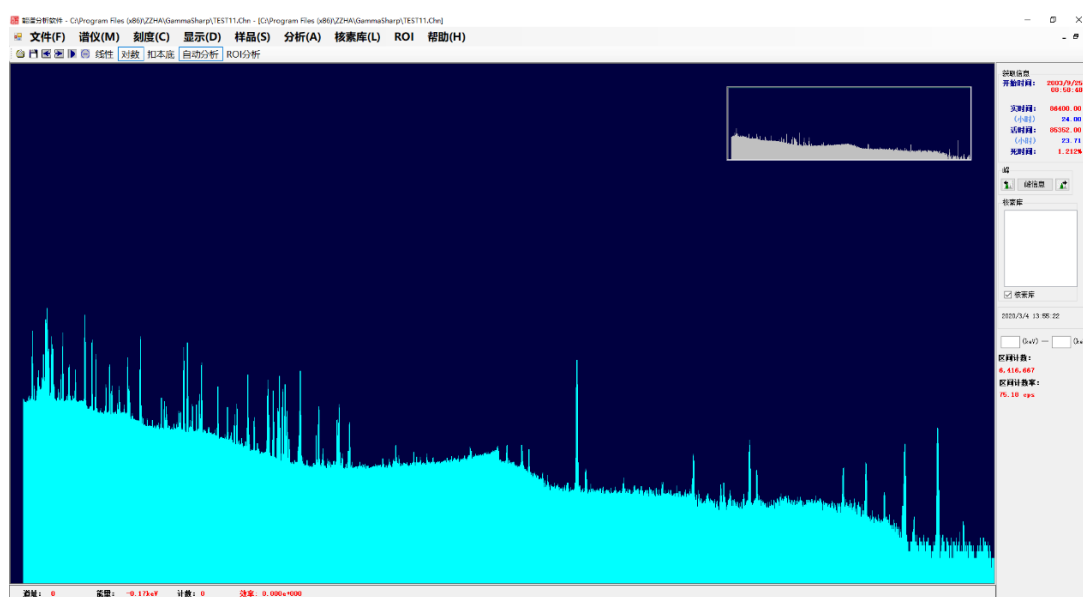


图 4 GammaSharp 能谱分析软件主界面

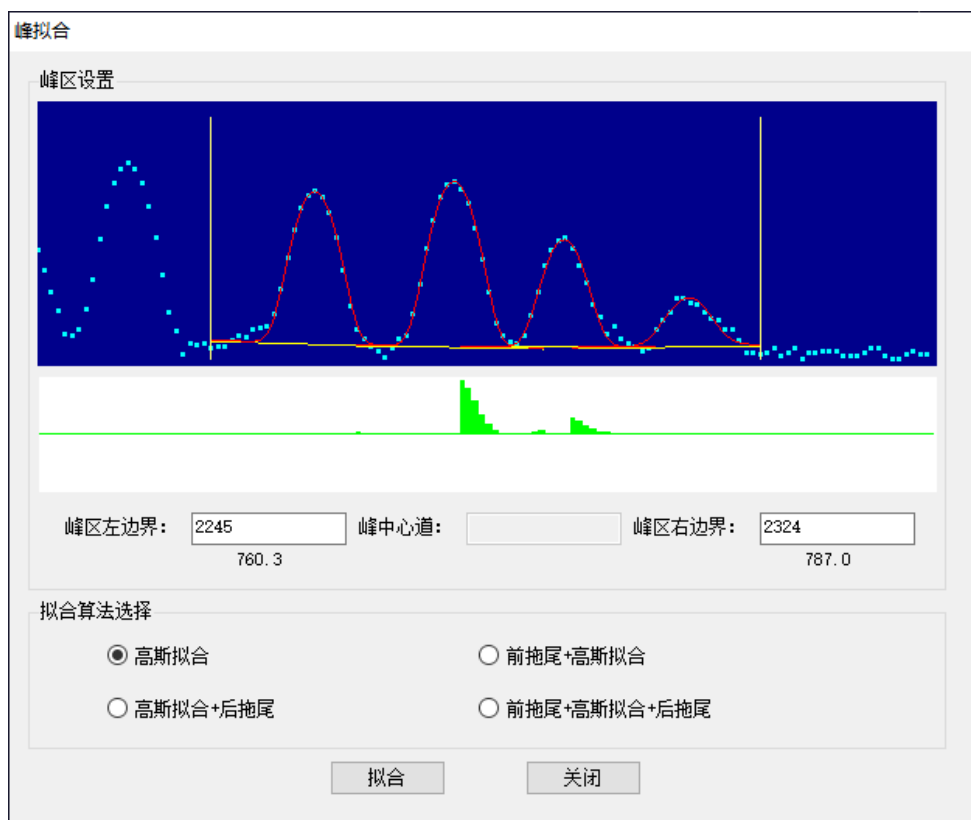


图 5GammaSharp 能谱分析软件交互分析界面

(4) Gammacalib 无源效率刻度软件

地址: 北京市昌平区科技园区高新四街 6 号院 1 号楼 305
电话: 010-60603642 传真: 010-60603642-17

邮箱: zhongzhihean@163.com
网址: <http://www.zzhean.com>

- 全中文界面；
- 采用功能强大的 CAD 软件建模, 实现对任意组合几何形状的体源的三维可视化快速建模, 包括但不限于点源、柱体状、体源、平面源、马林杯、以及三通管、螺帽、螺栓等, 由软件计算其效率刻度曲线；
- 计算能量范围 3keV 到 10MeV；
- 提供国家一级计量站完成探测器表征；
- 计算误差: 在 45keV 到 80 keV 一般不大于 10%, 80keV 到 10MeV 不大于 5%；
- 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；

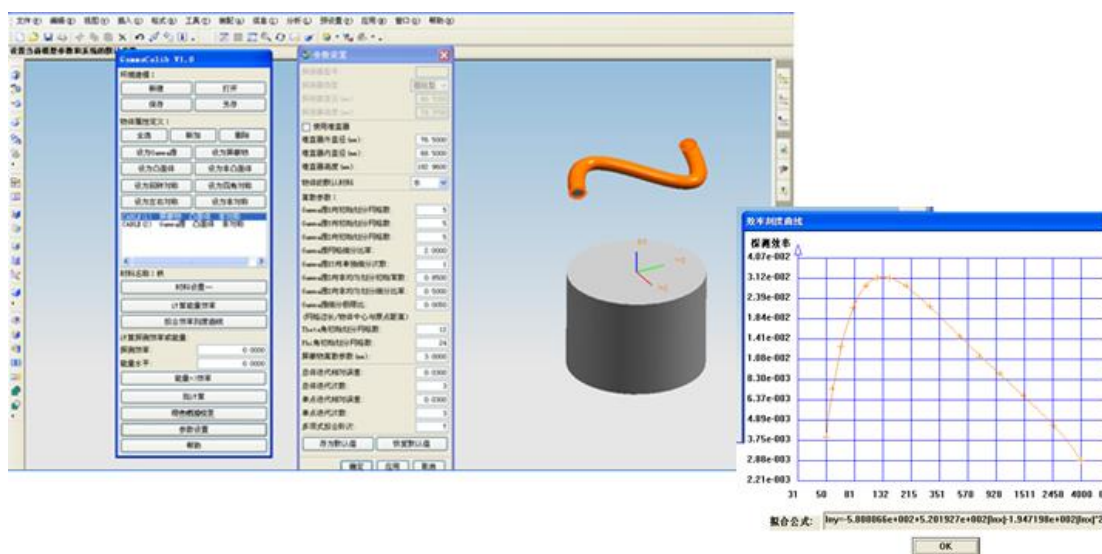


图 6 无源效率刻度软件 Gammacalib 的典型界面

(5) 低本底铅室

为压杆式顶部平移设计的一体式铅屏蔽室, 对于 40%探测效率高纯锗探测器, 50keV 到 2MeV 的积分本底计数率不大于 2.5CPS。

为用户定制超低本底铅室, 对于 40%探测效率高纯锗探测器, 50keV 到 2MeV 的积分本底计数率不大于 1CPS。

为用户定制反宇宙射线铅室, 可在原来本底基础上降低 0.5CPS。

(6) 制冷装置

可选配杜瓦罐液氮制冷、电制冷或者液氮回凝制冷装置。

(7) 基于激光三维扫描的无源效率刻度软件

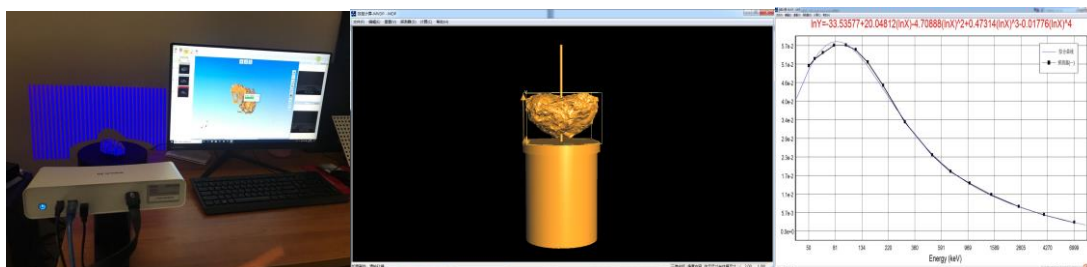


图 8 基于三维激光扫描的无源效率刻度软件

- 对任意形状、材质体源, 通过三维激光扫描建模;
- 计算扫描模型表面源的效率刻度因子;
- 计算扫描模型体源的效率刻度因子;
- 计算能量范围: 3KeV 到 10MeV;
- 误差: 小于 10%。