

自动换样高纯锗 γ 能谱仪

一、产品介绍

自动换样高纯锗 γ 能谱仪是基于中智核安研制的国产品牌的 GammaLIN 型高纯锗伽马谱仪的整体解决方案。包括：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、自动换样装置等组成。



图 1 含自动换样装置的高纯锗 γ 谱仪整体解决方案

- 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。

二、产品功能

1. 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（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）；
- 具备实时监测探头温度功能，以准确判断探测器的工作状态(通过内部温度传感器监测探头温度数值)。



图 2 GCD-40190 高纯锗探测器

2. 冷却器及制冷装置

可选配杜瓦罐液氮制冷、电制冷或者液氮回凝制冷装置。

以选配北京中智核安科技有限公司生产的 LN-2 型液氮回凝制冷机为例，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。



图 3 LN-2 型液氮回凝制冷机

3. 屏蔽铅室

可接受定制，以选配 GammaShield-3 型低本底铅室为例，如图 4 所示，功能

如下：

- 型式：圆柱形，铅室门可同时顶开及侧开，侧开为卡扣式插销，带有配套支架和环形铅塞；
- 低本底材料；
- 铅室底部支架高度可调整；
- 铅室采用原厂铅室，采用专业一次成型浇筑，避免内部起泡，保证密度均匀，无屏蔽薄弱点；
- 铅室：漆面喷涂均匀、光滑，漆面附着牢固，漆面不易脱落；
- 铅室支架：漆面喷涂均匀、光滑，漆面附着牢固，漆面不易脱落；
- 铅室保证 5 年内不变形（包括铅室支架、铅室门）。



图 4 GammaShield-3 型低本底铅室

4. 多道脉冲幅度分析器及电子仪器

可接受定制，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，如图 5 所示，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，数字或下域电平甄别器，以道为单位设置，LLD 以下所有各道的计数被卡掉。



图 5 数字化多道分析器

5. γ 能谱分析软件

可接受定制，配置中智核安的型号 GammaSharp γ 能谱分析软件[简称：GammaSharp]V2.0 的 γ 能谱分析软件为例，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;
- 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。

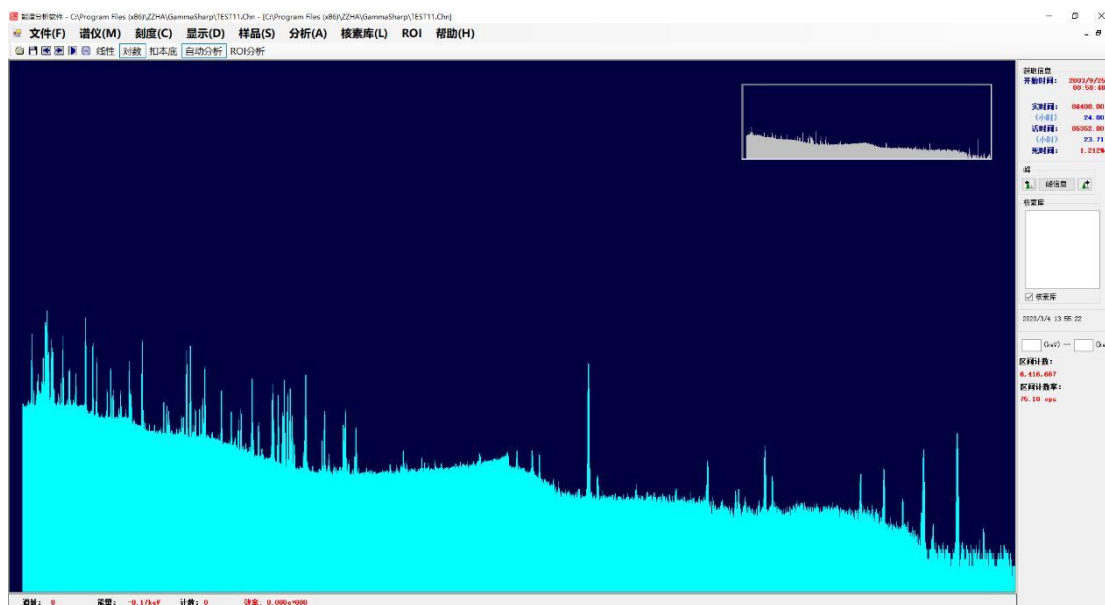


图 6 能谱分析软件主界面

6. 无源效率刻度软件

可接受定制，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。

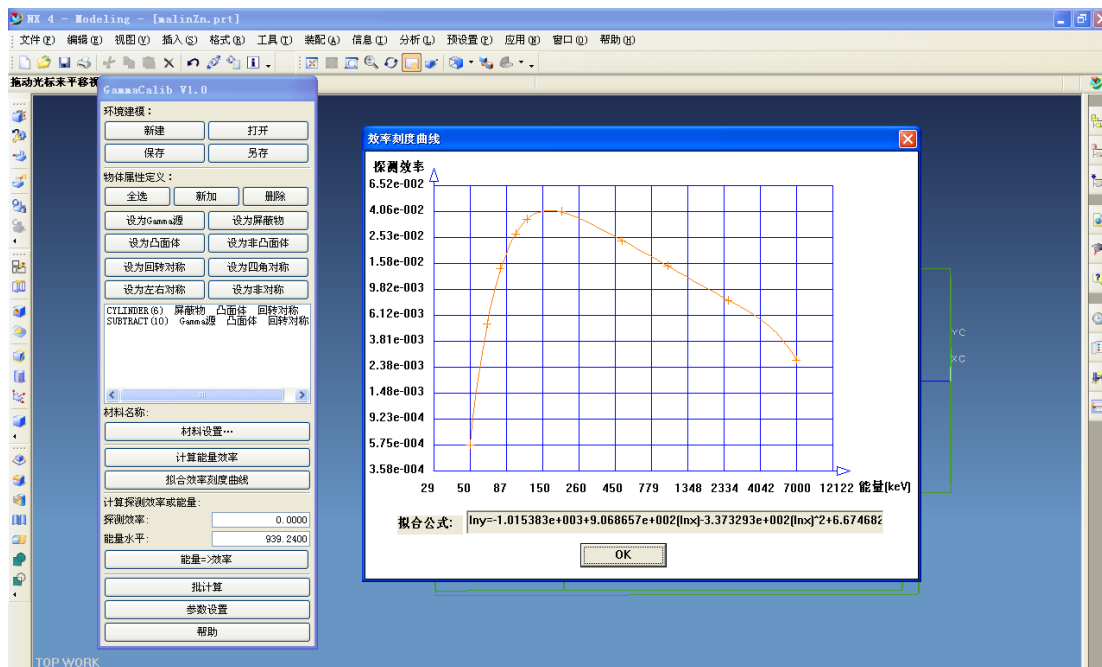


图 7 典型无源效率刻度曲线