

GammaLin 型高纯锗 γ 谱仪

一、产品介绍

1、GammaLin 型高纯锗伽马谱仪

GammaLin型高纯锗伽马谱仪是中智核安研制的一款高性能高纯锗伽马谱仪,它由高纯锗探测器、液氮回凝制冷装置、数字化多道分析器、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。该产品集成了中智核安科技有限公司的多项专利技术,具有能量分辨率高、放射性活度分析自动化程度高、系统稳定性高、分析结果可靠、全中文操作等优点,可用于水质、食品、药品等样品中放射性元素的定性定量分析。

图1与图2是我司的高纯锗伽马能谱仪应用于用户现场的实物图示例。

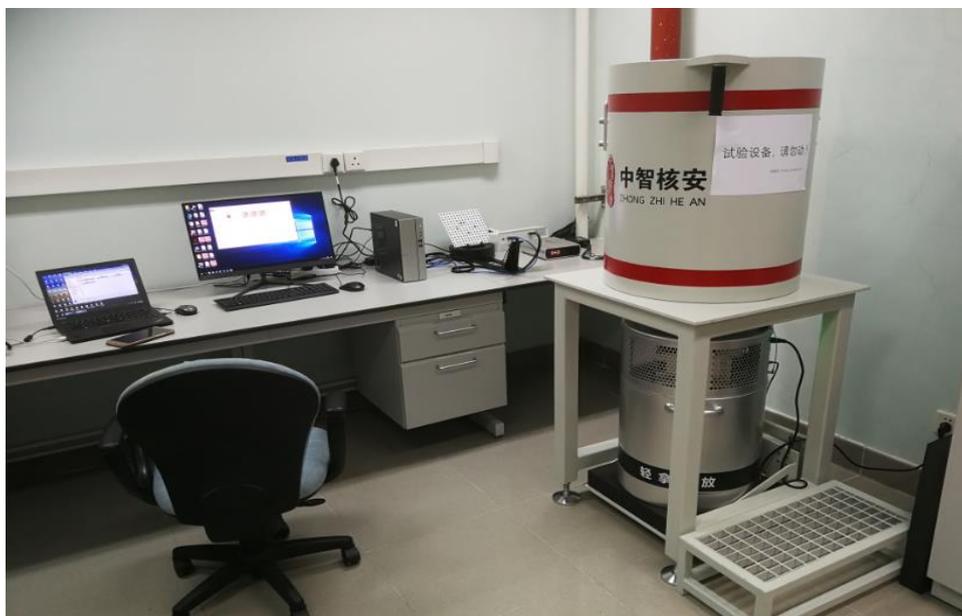


图1 GammaLin 型高纯锗 γ 谱仪现场应用照片



图 2 GammaLin 型高纯锗 γ 谱仪现场应用照片

1.1、高纯锗探测器

以选配型号为 GCDX-30185 的 P 型宽能型同轴高纯锗探测器为例，
GCDX-30185 型 P 型宽能型同轴高纯锗探测器的详细规格参数如下：

- 探测器类型：P 型宽能型同轴高纯锗探测器；
- 能量范围：3keV ~ 10MeV；
- 相对探测效率： $\geq 30\%$ ；
- 冷指：采用探测器与冷指可拆卸结构，探测器与冷指可任意拆卸、任意组装且不影响真空度的设计，方便现场灵活更换探测器或制冷方式及后期维护保养；
- 晶体尺寸：直径 $\geq 55\text{mm}$ ，长度 $\geq 62\text{mm}$ ；
- 能量分辨率：
 - 对 5.9keV 峰 (Fe-55)： $\leq 0.72\text{KeV}$ ；

- 对 122 keV 峰 (Co-57): ≤ 0.85 keV;
- 对 1.332 MeV 峰 (Co-60): ≤ 1.8 keV;
- 峰康比: $\geq 65:1$;
- 峰形参数:
 - $FW0.1M/FWHM \leq 1.90$;
 - $FW0.02M/FWHM \leq 2.60$;

1.2、数字化多道分析器

以选配北京中智核安科技有限公司生产的 GammaSpectrum-2 数字化多道分析器为例, 其详细性能参数如下:

- 道指: $\geq 64K$;
- 界面显示: 大尺寸彩色液晶触摸屏设计, 可实时显示谱图、增益/零点稳定性、实时间/活时间和计数率等相关信息;
- 具有低频噪声抑制、自动最优化、自动极零、零死时间校正、数字化自动基线恢复、虚拟示波器、高压保护等功能;
- 转换增益: 65536, 32768, 16384, 8192, 4096, 2048, 1024 或 512 道可选;
- 积分非线性: $\leq \pm 0.025\%$;
- 数据接口: USB2.0 以及以太网接口;
- 支持独立于操作系统的网页和 Web 服务界面运行;
- 信号输入: 支持 BNC 标准输入, 同时支持一体化集成信号输入;
- 具有脉冲高度分析 (PHA) 和列表 (LIST) 模式;

- 死时间小于0.5%。



图3 数字化多道分析器

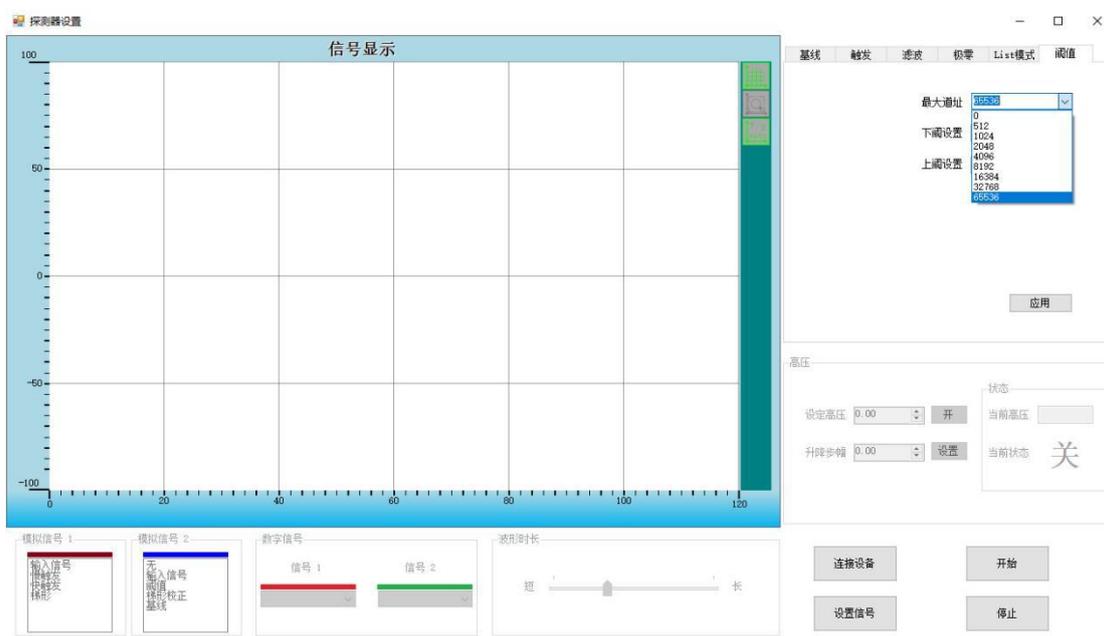


图4 转换增益软件界面截图

1.3、伽马解谱分析软件

配置中智核安的型号为 GammaSharp 的伽马解谱分析软件，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：

- 源代码多语言操作系统：含全中文操作系统界面，涵盖谱获取、控制、分析、报告与质保程序；

- 能够通过计算机控制软件进行数据谱采集、显示和谱数据分析等操作；
- 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；
- 可以进行能量刻度、效率刻度；具有自动寻峰、计算峰面积和扣除本底功能；具有重叠峰解谱功能；具有效率修正加权平均活度计算、母体-子体衰变修正、探测下限（MDA）计算、自动或者手工进行剥谱功能，以正确地对多核素间干扰进行校正；
- 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：软件提供三种功能，一是调用基于标准源实验测量得到的效率刻度曲线，二是采用无源效率刻度软件（CAD 建模或者三维激光扫描建模）的计算结果，三是采用基于标准源效率刻度因子修正的结果；
- 具有精确的级联符合相加校正功能；
- 峰拟合：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；
- 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；
- 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；
- 可以选定多种预置条件：指定 MDA、统计测量、活时间、实时间、峰面积及谱计数率等；
- 可以对峰核素加标识，以供操作员控制，求平均活度，选择性活度报告及 MDA 报告；
- 最小可探测限计算：内置 Currie MDA，KTA MDA，PISO MDA，Critical level 等分析方法供选择；
- 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。

- 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, 然后进行高精密交互分析, 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, 方便使用者掌握使用;

- 报告输出: 以 TXT、PDF 等格式输出报告。

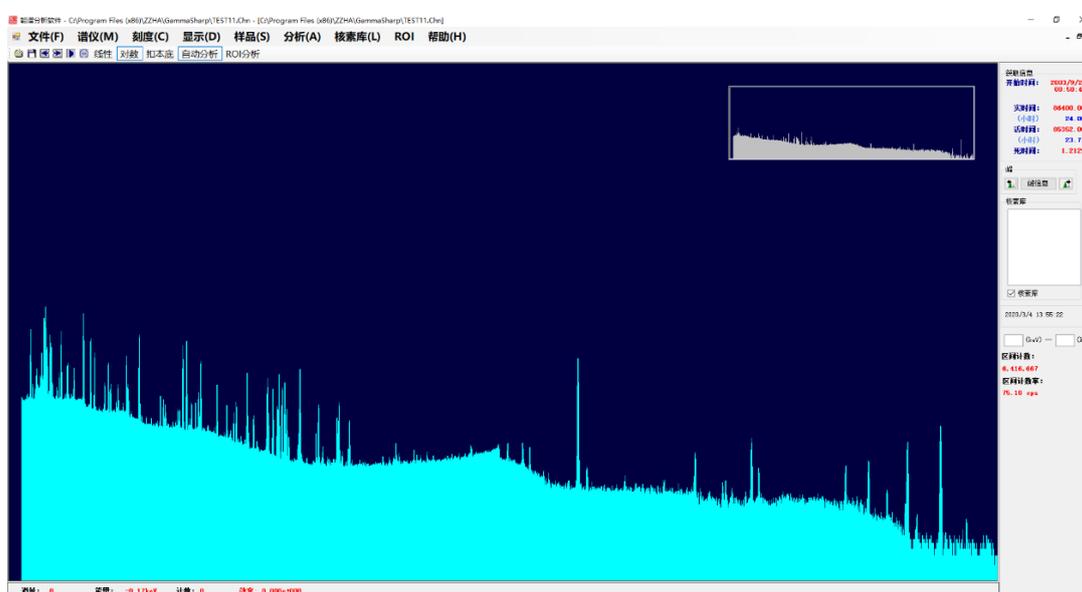


图 5 GammaSharp 能谱分析软件主界面

1.4、低本底铅室（选配）

可为用户定制低本底铅室, 对于 50%探测效率的高纯锗探测器, 50keV 到 2MeV 的积分本底计数率可以做到小于 1.8cps。

1.5、液氮回凝制冷装置（选配）

以选配 LN-2 型液氮回凝制冷机为例, 它是中智核安自主研发的一款高性能

的液氮回凝制冷机，LN-2 采用国内某研究所军工级斯特林制冷机，可以将蒸发的液氮进行冷凝回收，免去了频繁添加液氮的麻烦，具有制冷功率大、振动控制好等优点。

- 液氮罐容积：28L；
- 制冷方式：液氮与电一体混合制冷；
- 低噪音设计，实际工作期间在 1 米处噪音小于 60db；
- 功耗：启动时小于 350W，运行时小于 150W；
- 配备安全泄压阀，保证设备不会因突然断电而导致压力过高产生危险，液氮补充出入管均为金属管，避免出现非金属软管液氮补充堵塞现象；
- 具有制冷系统的远程报警功能；
- 断电工作情况：在实验室断电情况下液氮能连续维持探测器低温 7 天以上；
- 不断电工作情况：充满液氮连续通电运行情况下可连续为探测器制冷 12 个月以上无需补充液氮；
- 制冷压缩机平均无故障时间 > 20 万小时。



图 7 LN-2 型液氮回凝制冷机