

GammaLin-L50P 型高纯锗 γ 谱仪

一、产品介绍

1、GammaLin-L50P 型高纯锗伽马谱仪

GammaLin-L50P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、数字化多道谱仪、低本底铅室、伽玛能谱获取与分析软件等组成。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。



图 1 GammaLIN-L50P 型液氮回凝制冷高纯锗 γ 谱仪

1.1、高纯锗探测器

配置 P 型同轴高纯锗探测器 GCD-50190(含低本底垂直冷指及冷指延长棒)。同时探测器与冷指可现场拆卸与安装,以便应急更换探测器或制冷方式以及后期的维护与保养。

- 探测器类型：P 型同轴高纯锗探测器；
- 能量范围：40keV ~ 10MeV ；
- 相对探测效率： $\geq 50\%$ ；
- 封装： 低本底高纯铝壳封装；
- 窗口直径： $\leq 85\text{mm}$ ；
- 能量分辨率：
 - 对 122 keV 峰 (Co-57)： $< 0.9 \text{ keV}$ ；
 - 对 1.332 MeV 峰 (Co-60)： $< 1.9\text{keV}$ ；
- 峰康比： $\geq 65:1$ ；
- 峰形参数：
 - $\text{FW0.1M/FWHM} \leq 1.90$ ；
 - $\text{FW0.02M/FWHM} \leq 2.60$ ；

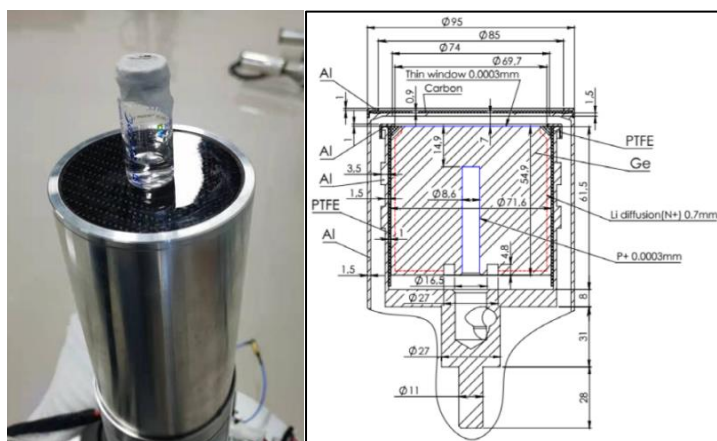


图 2 高纯锗探头和晶体尺寸信息

1.2、数字化多道

选配北京中智核安科技有限公司生产的 GammaSpectrum-2 数字化多道,

具有高的数据通过率、数字化稳谱、自动极零、自动最优化、死时间校正、

脉冲高度分析、低频噪声抑制、列表模式、内置虚拟示波器和数字化门控基线恢复等功能。

- 最大数据通过率：大于 100kcps；
- 粗调增益：1，2，4，8，16、32 或 64 可选；
- 细调增益：0.25~1 可调；
- 最大道址：65536 (64k)；
- 成形时间常数：上升时间从 0.8 μ s 至 23 μ s 可调，每步 0.2 μ s；平顶时间从 0.3 至 2.4 μ s，每步 0.1 μ s，由计算机选择（在自动最优化功能下自动调整）；
- 系统转换增益（存储器分段）：256 道-64K 道；
- 大屏幕彩色液晶可连续显示状态和实时谱图信息；
- 通讯接口：USB 和 以太网接口；
- 线性：积分非线性 $\leq 0.025\%$ ；微分非线性 $\leq 1\%$ ；
- 温度系数：增益 $< 35\text{ppm}/^{\circ}\text{C}$ ；零点 $< 3\text{ppm}/^{\circ}\text{C}$ ；
- 信号处理：具有低频噪声抑制、自动最优化、自动极零、零死时间校正、脉冲高度分析、列表模式 和虚拟示波器等功能；
- 脉冲抗堆积：自动设定域值，脉冲对分辨率为 $\leq 500\text{ns}$ ；
- 数字化稳谱器：由计算机控制并稳定增益和零点；
- 数据存储器：65536 道不丢失数据存储器，每道容量为 $2^{31}-1$ 计数；
- 高压包：高压设置范围 500~5000V；
- 工作温度：-20~50 $^{\circ}\text{C}$ 。



图 3 数字化多道

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:

- 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；
- 可以进行寻峰、峰面积计算、本底扣除、效率修正加权平均活度计算、母体-子体衰变修正、自动衰变校正，探测下限（MDA）计算、级联符合相加校正、自动或手动操作进行剥谱，以正确地对多核素间干扰进行校正， $MDA = 4.65 \times [(B)1/2/LT]$ ；
- 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。
- 界面：内置源代码多语言操作系统，可选全中文界面；
- 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。

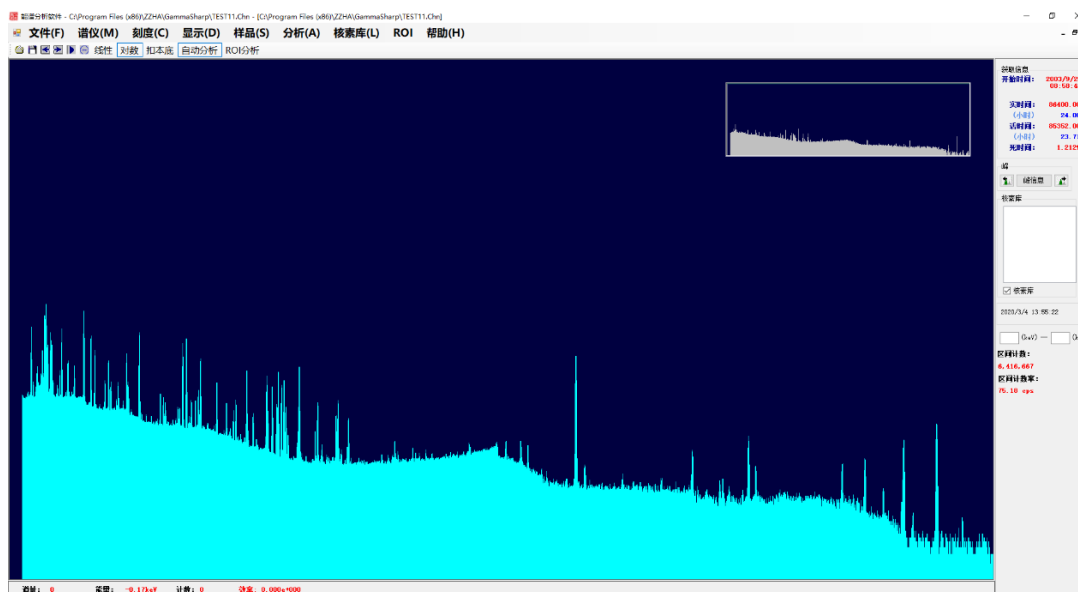


图 4 GammaSharp 能谱分析软件主界面

1.4、低本底铅室

配置中智核安生产的 GammaShield-1 型低本底铅室, 超低本底铅室的作用是屏蔽外界射线干扰、保持测量环境的稳定、减少样品对测试人员的辐射。

其详细技术指标如下:

- 外观: 侧开门, 一体化浇筑, 高温喷塑处理, 易于清洗和去污和具有高防锈功能;
- 外层材料: 1cm 低碳钢;
- 中层材料: 10cm 低本底铅 (含 25mm 超低本底铅室老铅);
- 内层材料: 2 mm 低本底无氧铜, 吸收 X 射线;
- 对于 40%探测效率高纯锗探测器, 50keV 到 2MeV 的积分本底计数率 $\leq$ 2.0CPS;
- 屏蔽方向: 4π ;
- 内腔尺寸: $\geq \Phi 280\text{mm} \times 410\text{mm}$;

- 重量：1.2 吨。



图 5 GammaShield-1 型屏蔽铅室外观

1.5、液氮回凝制冷装置

配置 LN-2 型液氮回凝制冷机，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：采用军用级的元器件，军用斯特林制冷机；
- 可匹配垂直或水平冷指；
- 低噪音设计，实际工作期间在 1 米处噪音小于 60db；
- 空罐平均功耗小于 90w，安装高纯锗探测器后平均功耗 120W；
- 配备安全阀，保证设备不会因突然断电而导致压力过高产生危险；

- 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；
- 配备实时监控软件，可实时显示制冷状态：是否在液氮循环状态、液位状态、内部工作压强、冷头温度、运行功率等；
- 制冷压缩机平均无故障时间 > 20 万小时；
- 性能安全。



① 电源开关	⑥ 远程报警
② 液位输入	⑦ 防尘棉
③ 工作指示灯	⑧ 安全阀
④ 液位显示	⑨ 液位计
⑤ 通讯	⑩ 排气/进液口

图 6 LN-2 型液氮回凝制冷机