

GammaLin-L40P 型自动换样高纯锗 γ 谱仪

一、产品介绍

1、GammaLin-L40P 型可自动换样的高纯锗伽马谱仪

GammaLin-L40P型可自动换样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、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。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-L40P 型自动换样高纯锗 γ 谱仪

1.1、高纯锗探测器

配置宽能 P 型同轴高纯锗探测器 GCDX-40190。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。

地址：北京市昌平区科技园区高新四街 6 号院 1 号楼 305

邮箱：zhongzhihean@163.com

电话：010-60603642

传真：010-60603642-17

网址：<http://www.zzhean.com>

- 探测器类型：宽能 P 型同轴高纯锗探测器；
- 能量范围：40keV ~ 10MeV ；
- 相对探测效率： $\geq 40\%$ ；
- 封装：低本底铝壳封装；
- 能量分辨率：
 - 对 122 keV 峰 (Co-57) : < 0.87 keV；
 - 对 1.332 MeV 峰 (Co-60) : < 1.8 keV；
- 峰康比： $\geq 65:1$ ；
- 峰形参数：
 - $FW0.1M/FWHM \leq 2.00$ ；
 - $FW0.02M/FWHM \leq 2.60$ ；
- 端窗测样无需保护盖，提高实际探测效率，探测器跟冷指可任意拆卸不影响各自真空密闭，方便维护。

1.2、数字化多道分析器

选配北京中智核安科技有限公司生产的 GammaSpectrum-1 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 $0.8\mu\text{s}$ 至 $23\mu\text{s}$ 可调，每步 $0.2\mu\text{s}$ ；平顶时间从 0.3 至 $2.4\mu\text{s}$ ，每步 $0.1\mu\text{s}$ ，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；
- 死时间不受电流信号干扰，无需额外接地线；
- 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；
- 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 $500\sim 5000\text{V}$ ；
- 工作温度： $-20\sim 50^\circ\text{C}$ 。



图 2 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-A 的专用伽马解谱分析软件, 该软件是

在中智核安的能谱分析软件 GammaSharp 上增加测量控制功能形成的 GammaSharp-A 型自动换样高纯锗谱仪专用能谱分析软件。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，具有谱仪控制、能量刻度、寻峰、能谱解析、核素库查询、数据管理、全自动出报告等功能。以下为功能的详细描述：

- 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；
- 效率计算：内置高度、密度效率修正功能；
- 内置级联符合相加效率刻度因子校正计算等功能；
- 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；
- 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：具有全自动定量分析功能，以 TXT、PDF、HTML 和 XML 等格式输出报告，用户可定制测量结果报告输出格式。

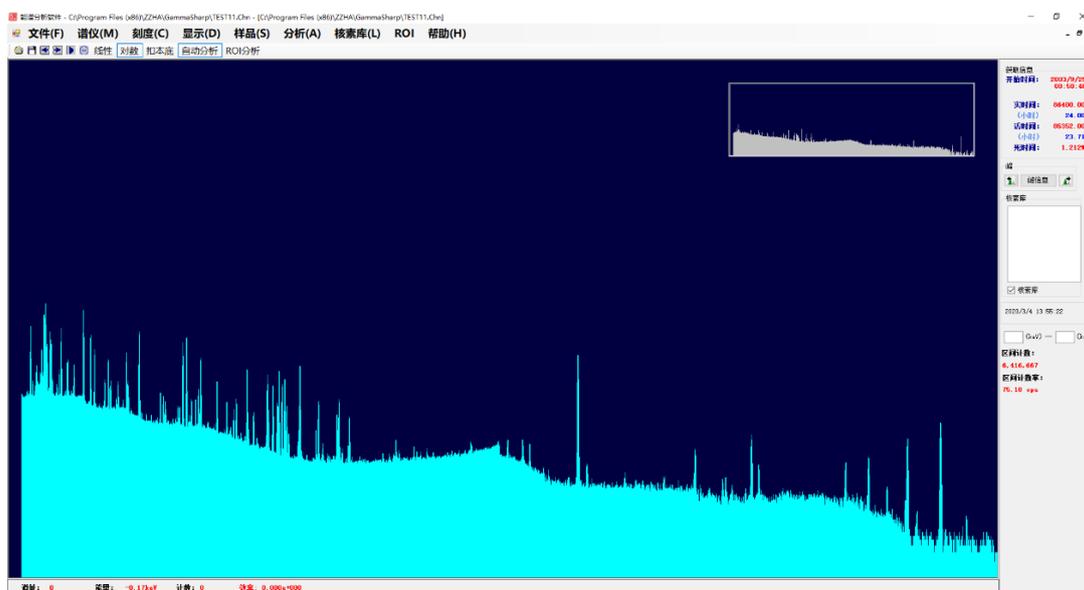


图 3 GammaSharp 能谱分析软件主界面

1.4、无源效率刻度软件

无源效率刻度软件 Gammacalib 是中智核安自主研发的一款用于半导体 γ 射线探测器无源效率刻度的专利产品。它的核心算法是基于数值积分的方法，对于复杂形状或体积较大的物体，其计算速度比蒙特卡洛模拟要快很多。它基于三维建模软件开发而成，可对任意形状和结构的样品进行探测效率模拟计算。软件几何和材料建模能力强大，计算精度高，速度快，界面简单，使用方便。其核心算法的正确性经过了 200 多块不同形状和能量体源的实验测量结果检验。

- 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；
- 刻度的能量范围 10keV 到 10MeV；
- 计算方向：任意角度， 4π 立体角；
- 积分控制精度可以人为调节，软件默认值为 3%。200 块体源实验结果的相对误差，小于 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。

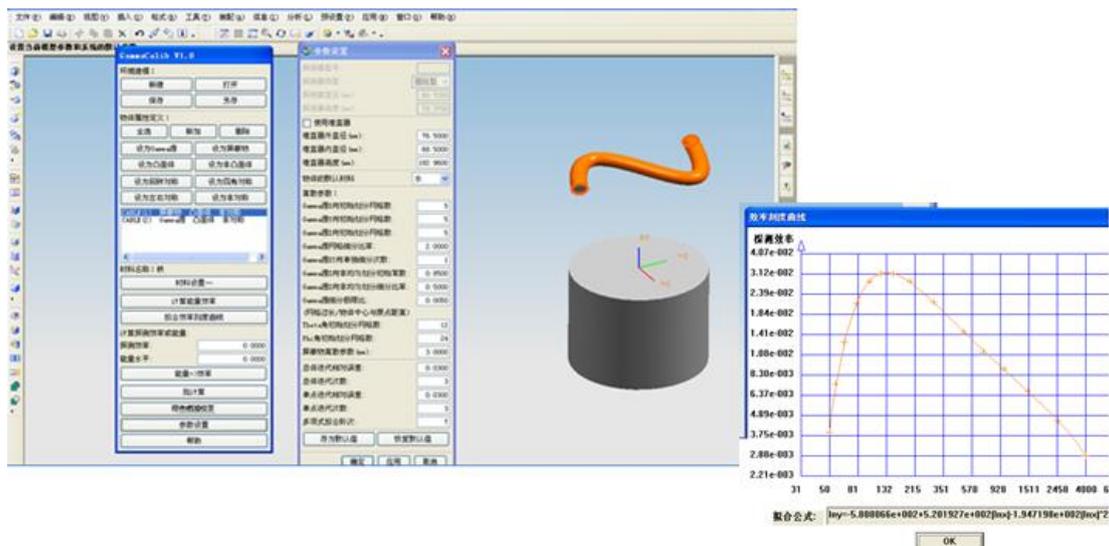


图 4 无源效率刻度软件典型界面

1.5、低本底铅室

配置中智核安生产的 GammaShield-10-A 型专用低本底铅室。其详细技术指标如下：

- 外观：一体化铸造；
- 50keV 到 2MeV 全谱范围下的积分本底计数率 <math>< 2.0\text{CPS}</math>;
- 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；
- 屏蔽方向： 4π 。



图 5 GammaShield-10-A 型专用低本底铅室

1.6、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、低振动，低电子学噪声，低能耗，不影响谱分辨率等优点。

- 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；
- 制冷压缩机平均无故障时间 > 20 万小时；
- 低噪音设计，实际工作期间在 1 米处噪音小于 60db；
- 对死时间影响小于 1%，对 59.5keV 特征射线的能量分辨率影响小于 10eV；
- 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；

- 具有工作状态异常报警功能；
- 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；
- 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

1.7、自动进样装置

- 具有可以实现无人值守，全自动测量的机械系统和电子控制系统。
- 支撑人工测量模式和全自动测量模式，可对细口瓶、马林杯等进行换样，



中智核安
ZHONG ZHI HE AN

北京中智核安科技有限公司

——放射性能谱分析专家

一次性可以连续测量不小于 60 个样品；

- 外形尺寸：≤200x100x290 cm。

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>