

一、全自动分析高纯锕 γ 能谱仪



图 1 GammaLIN 高纯锕测量系统

一、产品简介

GammaLIN 是国产品牌的国际领先的高纯锕 γ 谱仪，由高纯锕探测器、液氮回凝制冷机、数字化多道谱仪、低本底铅室、全自动伽玛能谱获取与分析软件、无源效率刻度软件（含激光三维扫描建模）等组成，是一套完整的解决方案。GammaLIN 集成了中智核安科技有限公司的多项专利技术，在系统稳定性、性能指标等方面媲美国际同类产品，在如下两方面具备国际上其他高纯锕谱仪不具备的功能：

- 含重峰解析的复杂能谱全自动定量分析能力，特别适合于裂变产物放射性测量；
- 基于激光三维扫描，实现任意形状面源、体源非破坏性活度测量功能。

这些功能极大地拓展了高纯锕谱仪的全自动、非破坏、快速测量能力。

二、应用领域

可应用于工业、科研、环保、检验检疫、疾病预防与控制以及高校等的专业实验室进行各种形状、各种基质材料样品的放射性活度测量，如食品放射性活度测量、金属放射性活度测量、建材放射性活度测量、生物样品放射性测量、气溶胶采样测量、核科学研究领域的测量等领域。

三、GammaLIN 典型性能指标

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、井型探测器等。对于宽能型高纯锗探测器，探测效率从 10% 到 160% 可选。对于井型探测器，探测效率从 15% 到 60% 可选。典型探测器指标见表 1、2、3。

表 1 GammaLIN 配置的典型的 P 型同轴（宽能）高纯锗探测器指标

| 型号 | 相对效率 (%) | 能量分辨率 (keV) | | 峰/康比 | 峰形 (半高宽/keV) | |
|--------------|----------|-------------|---------|------|--------------|---------|
| | | 122keV | 1.33MeV | | FW.01M | FW.02M. |
| ZPD - 10175 | 10 | 0.825 | 1.75 | 41:1 | 1.9 | 2.65 |
| ZPD - 15180 | 15 | 0.825 | 1.80 | 46:1 | 1.9 | 2.65 |
| ZPD - 20180 | 20 | 0.850 | 1.80 | 51:1 | 1.9 | 2.65 |
| ZPD - 25185 | 25 | 0.875 | 1.85 | 55:1 | 1.9 | 2.65 |
| ZPD - 30185 | 30 | 0.895 | 1.85 | 58:1 | 1.9 | 2.65 |
| ZPD - 35190 | 35 | 0.895 | 1.90 | 60:1 | 1.9 | 2.65 |
| ZPD - 40190 | 40 | 1.0 | 1.90 | 62:1 | 1.9 | 2.65 |
| ZPD - 50190 | 50 | 1.0 | 1.90 | 64:1 | 1.9 | 2.65 |
| ZPD - 60200 | 60 | 1.0 | 2.0 | 68:1 | 2.0 | 3.00 |
| ZPD - 70200 | 70 | 1.0 | 2.0 | 73:1 | 2.0 | 3.00 |
| ZPD - 80210 | 80 | 1.0 | 2.1 | 77:1 | 2.0 | 3.00 |
| ZPD - 100220 | 100 | 1.0 | 2.2 | 81:1 | 2.0 | 3.00 |
| ZPD - 120220 | 120 | 1.0 | 2.2 | 83:1 | 2.0 | 3.00 |
| ZPD - 140220 | 140 | 1.0 | 2.2 | 86:1 | 2.0 | 3.00 |
| ZPD - 160220 | 160 | 1.0 | 2.2 | 88:1 | 2.0 | 3.00 |

表 2 GammaLIN 配置的典型的井型高纯锗探测器指标

| 型号 | 相对效率 (%) | 能量分辨率 (keV) | | 井直径 | 体积 (CC) |
|------------|----------|-------------|---------|-----|---------|
| | | 122keV | 1.33MeV | | |
| ZWD - 1520 | 15 | 1.1 | 2.0 | 10 | 90 |
| ZWD - 1522 | 15 | 1.3 | 2.2 | 16 | 100 |
| ZWD - 2020 | 20 | 1.1 | 2.0 | 10 | 110 |
| ZWD - 2022 | 20 | 1.3 | 2.2 | 16 | 120 |
| ZWD - 2522 | 25 | 1.1 | 2.2 | 10 | 130 |
| ZWD - 2523 | 25 | 1.3 | 2.3 | 16 | 140 |
| ZWD - 3022 | 30 | 1.2 | 2.2 | 10 | 150 |
| ZWD - 3023 | 30 | 1.4 | 2.3 | 16 | 160 |
| ZWD - 3522 | 35 | 1.2 | 2.2 | 10 | 170 |
| ZWD - 3523 | 35 | 1.4 | 2.3 | 16 | 180 |
| ZWD - 4022 | 40 | 1.2 | 2.2 | 10 | 190 |
| ZWD - 4023 | 40 | 1.4 | 2.3 | 16 | 200 |
| ZWD - 6023 | 60 | 1.3 | 2.3 | 10 | 280 |

表 3 GammaLIN 配置的典型的 N 型高纯锗探测器指标

| 型号 | 相对效率(%) | 能量分辨率 (keV) | | 峰/康比 | 峰形 (半高宽/keV) |
|---------|---------|-------------|---------|-------|--------------|
| | | 122keV | 1.33MeV | | FW.01M |
| ZN10180 | 10 | 0.665 | 1.80 | 40: 1 | 1.9 |
| ZN15185 | 15 | 0.675 | 1.85 | 44: 1 | 1.9 |
| ZN20190 | 20 | 0.690 | 1.90 | 48: 1 | 1.9 |
| ZN25190 | 25 | 0.690 | 1.90 | 50: 1 | 1.9 |
| ZN30190 | 30 | 0.715 | 1.90 | 44: 1 | 1.9 |
| ZN35200 | 35 | 0.775 | 2.00 | 55: 1 | 2.0 |
| ZN40200 | 40 | 0.800 | 2.00 | 57: 1 | 2.0 |
| ZN45210 | 45 | 0.850 | 2.10 | 58: 1 | 2.0 |
| ZN50220 | 50 | 0.900 | 2.20 | 58: 1 | 2.0 |
| ZN55220 | 55 | 1.000 | 2.20 | 60: 1 | 2.0 |
| ZN60220 | 60 | 1.100 | 2.20 | 60: 1 | 2.0 |

2、数字化多道



图 2 GammaSpectrum-1 数字化多道

GammaLIN 配置北京中智核安科技有限公司研制的最大 16384 道数字化多道 GammaSpectrum-1, 该多道全部采用军用级电子元器件, 性能稳定可靠。GammaSpectrum-1 多道外观如图 2, 性能指标如下:

- 最大数据通过率: 大于 100kcps;
- 最大道址: 16384;
- 线性: 积分非线性 $\leq \pm 0.025\%$; 微分非线性 $\leq \pm 1\%$;
- 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: 16384 道不丢失数据存储器, 每道容量为 $2^{31}-1$ 计数;
- 存储器分段 (系统变换增益): 由计算机选择为 16384, 8192, 4096, 2048, 1024 或 512 道;
- 数字化稳谱: 由计算机控制并稳定增益和零点;
- 通讯接口: 支持 USB 等接口;
- 单路或双路: 提供单个 MCA 和双路 MCA 选择;
- 重量: 不大于 1kg;
- 工作温度: $-10\sim 50^{\circ}\text{C}$;

3、谱仪控制与能谱分析软件

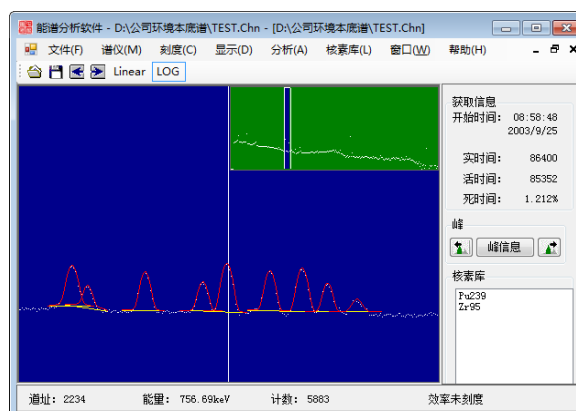


图3 GammaSharp 能谱分析软件典型界面

GammaSharp 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，可以同时获取 10 个能谱数据，与 Windows7、Windows8 和 Windows XP 良好兼容。该软件集成当今国际上主要的高纯锗 γ 能谱分析软件的几乎所有功能，同时还具有如下三个特点：（1）全自动一次全谱解析；（2）重峰解析，最大可解析 20 重峰；（3）显示剥谱结果与原始数据的差异，用户对解谱精度有直观了解。GammaSharp 是目前国际上唯一能够对重峰进行精确解析的商用能谱分析软件。其他功能特点如下：

- 谱仪控制：可实现的参数设置包括：增益细调、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；

4、无源效率刻度软件

Gammacalib 是用于半导体、闪烁体 γ 射线探测器无源效率刻度的专利产品。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。主要功能如下：

- 采用功能强大的 CAD 软件建模，实现对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；
- 刻度的能量范围 45keV 到 7MeV；
- 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，在 45keV 到 80 keV 一般不大于 10%，80keV 到 7MeV 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；
- 中、英文界面可选。

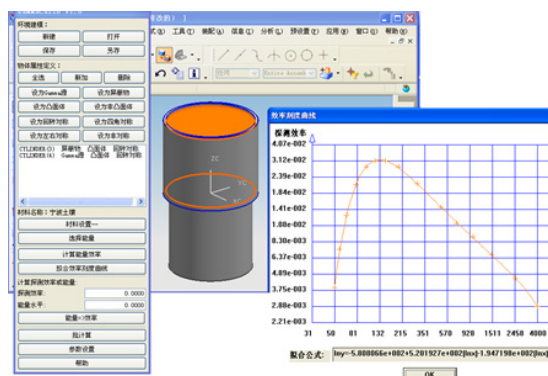


图4 无源效率刻度软件 Gammacalib 的典型界面

5、铅室

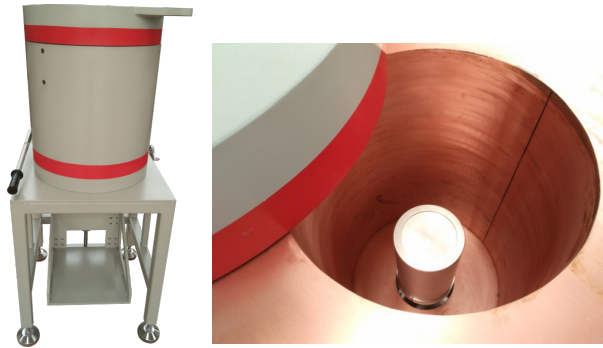


图 5 GammaShield 铅室

GammaShield 为压杆式顶部平移设计的一体式铅屏蔽室，如图 5，对于 50% 探测效率高纯锗探测器，50keV 到 2MeV 的积分本底计数率小于 2CPS。可定制铅室结构，定制本底计数率。

- 占地面积：65cm x 65cm；
- 内腔尺寸：Φ307mm x 404mm；
- 重量：1.1 吨。

6、制冷装置

可选配杜瓦罐液氮制冷、电制冷或者回凝制冷装置。

7、基于激光三维扫描的无源效率刻度软件

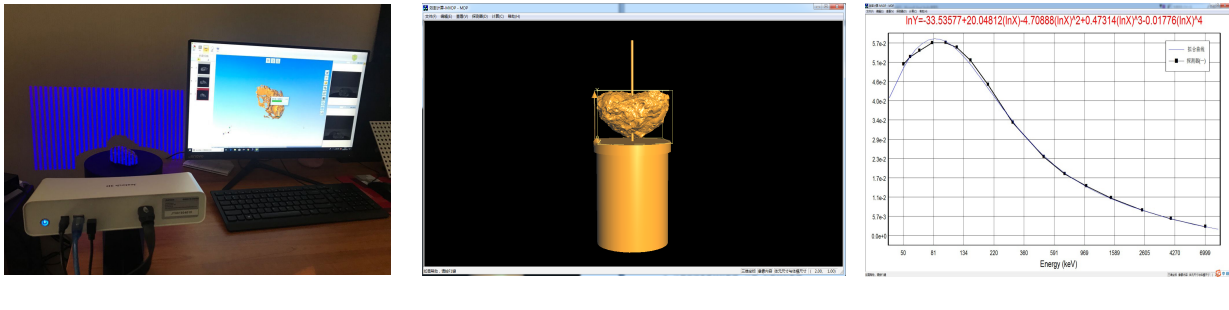


图 6 基于三维激光扫描的无源效率刻度软件

- 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%。

四、GammaLIN 技术特点

- 多道、高压模块等电子学系统采用军用级器件，并进行了专门的温度稳定性设计，系统具有优异的长时间稳定性；
- 强大的重峰分析能力强，可解析 20 重峰；
- 自动化分析能力强，可定制自动能量刻度功能，可全自动解析能谱，可按用户要求自动生成测量结果报告；
- 对任意形状体源、面源可计算效率刻度曲线，并进行非破坏性测量。