Contribution ID: **12** Type: **not specified**

面向 PGNAA 应用的高计数率数据采集系统

摘要：瞬发 γ 射线中子活化分析（简称 PGNAA）技术利用中子和 γ 射线穿透能力极强的特点，可以实现对较大厚度物体的内部的全元素信息进行探测，是一种被广泛应用到工业物料成分分析中的检测技术。本文提出的高通过率、高信噪比电子学系统，利用先进的电子学技术，可以实现在 PGNAA 应用中，对移动中的工业物的料成分及含量进行实时、准确和快速的监测分析，达到单次测量的时间为 120s，脉冲信号的平均计数率达到 500kc/s 的设计目标。
关键字：检测技术；瞬发 γ 射线；电子学系统
文章分类：硬件与信息化基础设施

1 引言
PGNAA（即 Prompt Gamma-ray Neutron Activation Analysis）技术利用中子源产生的中子与被测物料中核素发生辐射俘获、非弹性散射等反应，发射出瞬时特征 γ 射线，通过检测特征 γ 射线的能谱来辨别物料中元素的种类并确定其含量。在实际检测过程中，需要在短时间内完成对测量能谱的累积，要求电子学系统有较高的精度和计数率。
2 系统结构
探测器系统由闪烁晶体 γ 探测器及其与之匹配的高计数率读出电子学系统两部分组成。高计数率读出电子学系统负责将探测器输出的大量脉冲信号进行电子学的分析处理，并将处理得到的事件信息交由后端信息一体化系统分析处理，对工业物料成分及含量进行实时、准确和快速的监测分析。
3 数据采集和处理方案
3.1 信号成形和采集
由于中子诱发的 γ 在时间上具有随机性，其信号出现的概率服从泊松分布。要达到 500kc/s 以上的计数率，在保证计数损失不大于 10% 的前提下，要求探测系统的最高计数率应达到 5mc/s 以上。
系统采用多级 CR-RC(m) 滤波电路，将信号成型为底宽较小，顶部相对平坦的脉冲波形，并采用采样率为 250MHz 的 14 位高速 ADC 对信号高速采样。采样后的信号，在 FPGA 内实现快速寻峰算法和能谱累积，并通过双缓冲总线传输将数据上传到上位机，测量过程的读出电子学系统并不增加额外的测量死时间。
3.2 减小测量误差的方法
由于 FADC 的微分非线性较差，还需要对能谱进行修正。通过高精度的滑移脉冲发生器 (Sliding Pulse Generator)，对多道进行全幅度的累积；通过数学变换可以得到多道系统的修正函数，并对多道测量值进行修正，以达到非线性修正的目的。对于采用 14 位高速 ADC 的多道测量系统，修正后系统的非线性指标将可能会提高约一个量级。
4 结束语
面向 PGNAA 应用的读出电子学系统的设计，采用当前先进的电子学技术，研究满足 PGNAA 高计数率能谱测量需求的全新测量方法。本系统采用许多特殊的处理方法来解决高计数率带来的关键问题，如信号堆积、死时间、数据读出与保存、在线快速分析等，以满足 PGNAA 测量达到 500kc/s 以上计数率的要求。

Primary author: Mr LIU, Yuzhe (USTC)

Presenter: Mr LIU, Yuzhe (USTC)