Contribution ID: **14** Type: **not specified**

基于可重构技术的大学物理 X 射线能谱测量实验系统

Tuesday, 18 August 2015 11:20 (15 minutes)

摘要：X 射线特征谱测量及 X 射线的吸收是大学物理核与粒子实验教学中的经典实验，在培养核与粒子方向的人才上有重要的意义。针对老式实验测量系统技术落后，体积巨大，使用不便等问题，本文介绍了一中新型 X 射线能谱测量实验系统，采用可重构技术，通过调用各个功能模块，构造多道分析仪，实现了 X 射线能谱测量，具有体积小，性能好的特点；同时使用 Labview 软件编写了配套软件系统，界面优美，功能强大。该系统经过可重构配置可以适用多种于大学物理实验, 可以完全取代老式实验教学仪器，大幅提升教学效能。

关键字：X 射线能谱；可重构；多道分析仪；大学核物理实验

0 引言

X 射线能谱测量实验作为大学核物理实验教学的重要内容，对培养核与粒子方向的人才具有重要的作用，而现有的教学仪器大多还是基于几十年前的 NIM 系统，不能反映当前粒子探测及数据处理技术的最新趋势，并且系统复杂、体积巨大、操作繁琐。为了方便实验教学，展示最新技术成果，需要对实验设备进行更新换代，以提高教学效能。

1 系统结构与功能

本套实验系统基于可重构技术设计，通过软硬件的可重构配置，构成整套测量系统，可以实现实验数据采集、显示、处理和得到实验报告的全部过程。

1.1 硬件结构与功能

在 X 射线能谱测量实验中，使用正比计数器探测不同金属片受到 238Pu 放射源照射后释放的特征 X 射线，经过电荷灵敏前放转为对应的幅度脉冲信号。

本实验系统硬件部分主要包括前端模拟信号调理部分，AD 转换部分和 FPGA 寻峰及能谱累计部分。前端模拟信号调理部分的功能是对电荷灵敏放大器输出的脉冲信号进行滤波成形放大，以提高信噪比并匹配 AD 转换模块的动态范围；AD 转换部分的功能是用 ADC 对信号进行采样，将模拟信号转为数字信号，以供 FPGA 进行数字处理；FPGA 寻峰及能谱累计部分的功能就是对 ADC 输出的数字信号进行快速寻峰并且按照幅度进行多道累积计数。能谱数据使用双缓冲结构通过 USB 与上位机相连。

1.2 软件结构与功能

基于 NI-Labview 软件，我们编写了图形化用户界面，状态机事件结构的使用保证了软件执行的流畅。该软件不仅可以实时读取能谱数据，来进行数据分析和处理，同时针对 FADC 微分非线性较差的问题，我们还增加了使用修正数据（有精密滑移脉冲发生器测量得到）对能谱数据进行修正的功能。

Summary

本套系统经过实验室脉冲发生器和实际放射源信号的测试通过后，在中国科学技术大学本科 X 射线实验教学中被长期使用，被证明在具有界面友好、功能强大、测量精度高通用性强等优点外，还同时满足了学生实验仪器操作简单、故障率低的要求，教学效能相较于老式 NIM 仪器有质的提升，附图中附有本实验系统的学生实验的测量结果。同时本实验系统由于通用性强，也被投入到半导体 α 谱仪及 α 粒子能量损失、验证高速运动的电子动量与能量的关系、卢瑟福 α 粒子散射、γ 能谱测量等实验教学中，结果进一步证明了本系统的通用性与可靠性。同时本套大学物理 X 射线能谱测量实验系统基于可重构的设计方法，通过对其软硬件的可重构设计和配置，我们可以实现多种实验测量功能，如定标器、脉冲符合、示波器、时间多道、脉冲发生等。我们接下来的工作就是构造一个更加系统的大学核物理实验平台，一方面，可以利用脉冲发生功能产生符合放射源与探测器规律统计的脉冲序列代替存在安全隐患的放射源与昂贵的探测器；另一方面增加仪器模块，通过可重构配置的仪器，实现更多功能的多种实验测量；并且通过网络实现实验教学的一体化。

Primary author: Mr 殷, 伟刚 (中国科学技术大学)

Co-author: Prof. 金, 革 (中国科学技术大学)

Presenter: Mr 殷, 伟刚 (中国科学技术大学)

Session Classification: 电子学与数据获取 (I)