

适用于微结构气体探测器的多通道通用读出电子学研究

Tuesday, 16 July 2024 16:45 (15 minutes)

微结构气体 (Micromegas) 探测器作为一种气体探测器, 以其高位置分辨率、高计数率和高增益等优点, 在超低本底 α 、 β 测量、宇宙线 μ 子成像和中子测量等多种辐射监测领域显示出巨大的应用潜力。Micromegas 探测器的高位置分辨率得益于其精密的微结构设计, 使其能够精确测量粒子的径迹和能量沉积。高计数率的特点使其能够在高粒子流环境中有效运行, 而高增益则确保了对弱信号的可靠探测。为了充分发挥 Micromegas 这类探测器的优点, 作者团队专注于多通道、高动态范围和高性能数据读出电子学的设计与研制。通过开发一套 128 通道通用电子学结构, 团队实现了高效的数据收集和处理。该系统通过 128 路分离器件电荷灵敏前置放大器和全差分运算放大器, 将信号送入 12bit 多通道高速模拟数字转换器 (ADC) 进行波形数字化。接着, 数字信号通过 JESD204B 高速串行接口送入现场可编程门阵列 (FPGA) 进行进一步处理, 包括数字滤波、触发判选、阈值压缩和数据上传等操作。这套读出电子学系统的设计目标是实现 200fC 至 5pC 的量程, 同时保持小于 0.2fC 的噪声水平, 以确保高灵敏度和低噪声的探测能力。通过实验验证, 该系统在满足高计数率需求方面表现优异, 能够在 FPGA 中进行时间和幅度的提取, 并对数据进行进一步压缩, 实测结果显示其计数率可以达到较高水平。

此外, 该系统在高动态范围内保持了稳定的性能, 适用于多种复杂辐射环境中的探测任务。这种多通道、高速率的读出电子学系统, 不仅可以应用于 Micromegas 探测器, 还适用于其他类型的探测器, 如微通道板 (MCP) 等。通过这种通用的读出电子学系统, 各类探测器能够更有效地进行高精度测量和数据分析, 显著提升整体性能。

未来, 随着不断的优化和改进, 这类高性能读出电子学系统将继续在核辐射监测、宇宙线研究以及其他相关科学领域发挥重要作用, 为基础研究和实际应用提供有力支持。

Primary authors: 汤, 松松 (University of Science and Technology of China); 封, 常青 (University of Science and Technology of China); 刘, 树彬 (University of Science and Technology of China)

Co-authors: 黄, 增轩 (中国科学技术大学核探测与核电子学国家重点实验室); 张, 睿洋 (中国科学技术大学); 张, 志永

Presenter: 汤, 松松 (University of Science and Technology of China)

Session Classification: 第二分会场 (RBS4)

Track Classification: 电子学