

前沿物理实验无触发波形数字化与高带宽读出架构研究

Thursday, 10 August 2023 17:26 (12 minutes)

暗物质探测、中微子搜寻等前沿物理实验对读出电子学提出了新的要求。随着半导体技术的发展,使得对所有通道进行“无触发”读出成为了可能。本文提出了一种新的读出电子学架构,包括波形数字化系统、触发及时钟分发系统和 PCIe 数据处理存储系统。16 块波形数字化系统板卡、1 块触发及时钟分发板卡和一块 25 Gbps 高速背板位于同一机箱内。波形数字化系统板卡基于 Xilinx Kintex Ultrascale KU060, 触发及时钟分发板卡基于 Xilinx Vertex Ultrascale+ VU37P。波形数字化板卡前面板设计有两个 FMC 接插件,可为不同物理实验设计不同采样率及分辨率的 ADC。不同于传统的读出电子学,前端 ADC 通道取消了本地硬件触发,所有通道数据将会经过简单的压缩编码后以无触发的方式汇总到触发及时钟分发板卡上。波形数字化板卡和触发及时钟分发板卡之间设计有 4 对高速串行收发器互联,数据传输的理论带宽为 64 Gbps。多机箱之间的互联架构基于环形融合 (Torus Fusion) 互联拓扑,通过单根光纤进行连接,以不断升级系统的采样通道数。触发及时钟分发板卡并行处理本机箱内的所有通道波形,并同其他机箱完成高速信息交互而直接进行更高级别的、以物理为中心的触发。完成触发后,所有数据将会通过 PCIe 数据处理存储板卡传输到服务器。新的读出架构为更复杂的、更高效的触发算法的实现带来了可能。

Primary authors: Prof. 刘,以农 (清华大学工程物理系); Mr 姜,林 (清华大学工程物理系); Mr 文,敬君 (清华大学工程物理系); Prof. 李,荐民 (清华大学工程物理系); Mr 杨,昊彦 (清华大学工程物理系); Mr 潘,秋彤 (清华大学工程物理系); Prof. 薛,涛 (清华大学工程物理系); Mr 郭,晓伟 (清华大学工程物理系); Mr 韦,亮军 (同方威视技术股份有限公司)

Presenter: Mr 姜,林 (清华大学工程物理系)

Session Classification: 第二分会场 (RBS4)

Track Classification: 核电子学及其应用的研究成果