

中国散裂中子源中子探测器读出电子学研制进展报告

Wednesday, 10 August 2022 17:10 (15 minutes)

散裂中子源由于其提供的中子束脉冲时间结构好，强度高，能谱宽，成为中子散射研究和应用的先进工具。中国散裂中子源是我国第一台散裂中子源，填补了我国在此类大科学装置领域的空白。中国散裂中子源共设计预留了 20 条中子通道，可建设 20 台左右的中子谱仪，一期工程已建成并对用户开放 3 台，现正与粤港澳大湾区的高校、研究机构积极开展合作，共同建设 8 台合作谱仪。中子谱仪探测器读出电子学是中子谱仪的重要组成部分，用于对中子探测器产生的信号进行放大、成形后进行时间、位置和能量等测量，并将这些测量得到的数据送往后端数据获取系统进行相应的中子击中位置和飞行时间信息重建。

中国散裂中子源的中子谱仪探测器主要采用了基于位置灵敏 3He 管探测器的大面积 3He 管阵列中子探测器和基于闪烁体探测器 + 波移光纤 + SiPM 的大面积闪烁体中子探测器两种方案，而相应的读出电子学也是针对两种探测器的要求与特征进行了研制与工程化实施。针对 3He 管阵列中子探测器，读出电子学采用电荷灵敏前放对 3He 管两端进行电荷积分以及成形，通过高速 ADC 对成形后的信号进行数字化并进行数字寻峰并使用电荷分配法获取中子击中 3He 管的具体位置。针对需要将探测器以及电子学放置于真空中这一特殊要求，中国散裂中子源探测器电子学团队正在积极从低功耗自研前放 ASIC 以及低功耗数字化电子学两方面着手开展相关研究。针对闪烁体型中子探测器，由于其通道数多，通过使用高集成度多通道自研前端 ASIC 芯片对 SiPM 输出的信号进行放大与甄别，输出的甄别信号被高速 FPGA 接收进行计数。飞行时间测量则通过测量全局打靶 T0 信号和中子信号过阈时间之间的时间差实现，通过飞行时间可以获取击中中子的能量信息。

Summary

中国散裂中子源的探测器与电子学团队完成了一期工程及合作谱仪中的 6 台中子谱仪读出电子学的研制和工程化实施，现正在承担 5 台中子谱仪探测器读出电子学的建设工作。目前针对 3He 管类探测器，读出电子学系统已经能实现 7.5 毫米（针对 1 米标准 3He 管）的位置分辨能力，与国际先进水平相当。并且在真空中直接工作的读出电子学方向研制成功了多款前放 ASIC 芯片，并在低功耗数字化电子学部分取得了重要进展。针对闪烁体类型中子探测器，已经研制成功一款多通道前放 ASIC 芯片与成熟的全链路读出电子学方案，有能力对万通道量级的闪烁体探测器进行读出，并达到中子谱仪对计数率和时间测量精度等其它性能参数的要求。

Primary author: Dr 刘, 洪斌 (高能物理研究所)

Co-authors: Prof. 孙, 志嘉 (高能物理研究所); Prof. 赵, 豫斌 (高能物理研究所)

Presenter: Dr 刘, 洪斌 (高能物理研究所)

Session Classification: Parallel Session VI (5): Particle Detector Technology

Track Classification: 粒子物理实验技术