

基于低温晶体的中微子相干散射探测关键技术研究

Thursday, 10 August 2023 14:06 (12 minutes)

中微子相干散射的反应截面比反 β 衰变大几十到几百倍，将是研究中微子性质与核物理的有效方法，对非标准中微子相互作用、中微子电磁性质、弱混合角的约束以及原子核结构的研究都具有重要意义。但由于相干散射过程中只有亚 keV 至几十 keV 量级的能量传递，这就对探测器的阈值和本底提出了巨大挑战。

为此我们设计了一个探测方案，在低温环境下采用 CsI 作为发光晶体，SiPM 阵列作为光电读出器件，通过双端符合读出的方法对相干散射信号进行探测，在外部加以伽马、中子屏蔽层，可以实现对单光子量级信号的探测。硅光电倍增管 (SiPM) 在低温下具有更高的量子效率，更低的暗噪声，且相比于 PMT 具有更高的单光子分辨能力，可以有效的压低探测器阈值。纯 CsI 晶体在超低温环境下可以获得更高的光产额，相比常温环境发光效率提升约三倍，对于 5.9keV-59.5keV 的 x 射线和 γ 射线，该探测器每 keV 能量沉积可以产生 52.1 个光电子，且具有较好的能量分辨率。

这种探测方法具有高精度和高灵敏度的优点，可以用来研究中微子的质量、振荡、产生机制等基本物理问题，也可以用于天文学、核物理学和粒子物理学等领域的研究。在中微子探测器的小型化方向具有巨大潜力，对 SiPM 在低温场景的应用具有指导意义。目前这种方法仍存 SiPM 自身的光学串扰、后脉冲等干扰的影响，可以通过遮光环境下 SiPM 单光子信号的测量对探测器整体光产额的高估进行估算，扣除干扰影响后，该探测器每 keV 能量沉积实际产生的光电子数约为 35 个。该探测器在 SiPM 和光学耦合剂的型号选择、光学界面和误差算法的优化、屏蔽以及反符合系统的设计等方面仍有较大提升空间。

Primary authors: 李, 冠达 (中国科学院高能物理研究所); 孙, 希磊 (IHEP)

Presenter: 李, 冠达 (中国科学院高能物理研究所)

Session Classification: 第一分会场 (RAS3)

Track Classification: 核探测器及其应用的研究成果