

PandaX-III 实验读出 Micromegas 在高气压下稳定性的改善

Tuesday, 16 July 2024 09:30 (20 minutes)

PandaX-III 实验采用基于微网格气体探测器 (Micromegas) 读出的高气压氙 TPC 方案, 将在中国锦屏地下实验室搜寻 ^{136}Xe 的 $0\nu\beta\beta$ 稀有衰变。其中, 研制具有高粒度、高能量分辨率、低放射性本底, 以及长期稳定运行的 Micromegas 是实现这一科学观测的关键。通过采用中科大研发的热压接和丝网印刷两种 Micromegas 制作方法, 开展原型 Micromegas 研制, 先后进行了多个探测器版本迭代, 逐一突破了极窄非灵敏区支撑边框、低放射性本底材料和高能量分辨等关键技术难点, 攻克柔性基材、增益均匀性、高气压稳定性等多项挑战, 最终实现了具有极限性能指标的 Micromegas 原型探测器的研制: 在 1bar 的常压条件下, 最高增益达到 105, 能量分辨优于 13% (FWHM) 的原理极限水平, 增益均匀性好于 5%; 在 10 bar 气压的 Ar 和 2.5% $i\text{C}_4\text{H}_{10}$ 气体条件下, 增益高达 104, 能量分辨仍好于 20% (FWHM)。在各项技术难题中, 高气压下长时间运行稳定性是最具挑战性的。使用热压接工艺制作 Micromegas 时, 部分探测器在 10 bar Ar/Iso(97.5/2.5) 气体下运行时会出现无法自行恢复的百 nA 级漏电流, 无法长期稳定运行。出现这种现象有可能的两个原因是丝网和阳极板之间的介质绝缘性不足以及部分区域气隙太窄导致容易出现打火和不稳定。而针对性的改进则受到热熔胶这种固定材料的限制难以进一步实施, 因此换用丝网印刷工艺, 材料的选择更加多样化。通过选用绝缘性更佳的胶水, 不断地改进制作工艺以优化气隙, 探测器在 10bar 气压下的稳定性得到了大幅提升, 避免了无法自行恢复的异常状态出现, 满足了 PandaX-III 实验需求。

Primary author: 彭, 云志 (University of Science and Technology of China)

Presenter: 彭, 云志 (University of Science and Technology of China)

Session Classification: 第十二届全国先进气体探测器研讨会 (CAGD1)

Track Classification: 气体探测器