

PandaX-III 实验高压 TPC 读出的低本底高分辨 Micromegas 探测器研制与升级

Friday, 10 May 2024 15:15 (15 minutes)

寻找无中微子双贝塔衰变 ($0\nu\beta\beta$) 事件是当前确定中微子是否是其自身的反粒子 (马约拉纳或狄拉克中微子) 的唯一可行实验方法。PandaX-III 实验采用基于微网格气体探测器 (Micromegas) 读出的高压氙 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 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 3.5% iC_4H_{10} 气体条件下, 增益高达 104, 能量分辨仍好于 20% (FWHM)。

在制作热压接 Micromegas 的各项材料中, 热熔胶膜贡献的本底占比最大。通过实验室研发的丝网印刷技术, 可以使用其它低本底材料替代热熔胶膜, 从而进一步降低探测器和整个 TPC 的本底水平, 进而提高 $0\nu\beta\beta$ 测量的灵敏度。丝网印刷技术的另一个优点是可以方便快捷地制作不同雪崩气隙厚度的 Micromegas。初步测试表明, 在一定范围内, 窄气隙 Micromegas 更少出现微放电和打火, 稳定性更高。宽气隙 Micromegas 拥有更高的增益和更优的能量分辨率。计划使用更低本底、最优雪崩气隙的丝网印刷 Micromegas 作为 PandaX-III 实验读出未来升级方案。

Collaboration (if any)

Primary author: 彭, 云志 (中国科学技术大学)

Presenter: 彭, 云志 (中国科学技术大学)

Session Classification: 04-4 - 无中微子双贝塔衰变实验

Track Classification: 04 - 中微子实验: 04-4 - 无中微子双贝塔衰变实验