

基于时间投影室的低本底 β 辐射探测器研究

Wednesday, 17 July 2024 11:10 (20 minutes)

β 辐射探测在日常的生产生活中有着重要的广泛的应用，包括对于核电站周边的环境监控，对食品和水源中的放射性含量检测，对一些材料的放射性水平测量等。这些应用场景下，待测样品的放射性活度往往很低，因此这就要求探测设备具有良好的本底抑制能力。而现有的商用 β 探测设备通常通过施加大量屏蔽来达到降低本底水平的目的，这大幅增加了探测装置的体积、重量和复杂度，限制了应用的灵活性。为此，我们提出一种基于时间投影室 (TPC) 的 β 探测方案，利用 TPC 对于粒子进行径迹、能量进行同时测量的能力，进行低本底的 β 测量。我们使用 Geant4 软件对 TPC 的响应进行了详细地模拟，并使用多变量分析方法对 β 与本底进行区分，验证了该方案的可行性。在模拟结果的基础上，我们设计并迭代了多版低本底 β 探测 TPC，当前版本的 TPC 灵敏体积为 6.5cm12cm12cm，有效样品窗直径为 7cm。我们使用由模拟数据训练得到的分类模型，对 Sr90 测试数据与本底数据进行区分，在不施加额外屏蔽的情况下，能够在保留 55% 的 β 信号事例的条件下，将本底计数率降低至 9.6cpm (5cm 直径区域)。此外，我们还通过在不同条件下的测试，对本底的来源进行了研究，结果表明除周围环境 γ 放射性本底贡献之外，主要的本底来自于场笼和读出板的材料放射性，这一结果为进一步优化 TPC 设计，实现更低的本底水平提供了依据。

Primary author: 张, 睿洋 (中国科学技术大学)

Co-author: 张, 志永

Presenter: 张, 睿洋 (中国科学技术大学)

Session Classification: 第十二届全国先进气体探测器研讨会 (CAGD6)

Track Classification: 气体探测器