

高对撞亮度 CEPC 的像素型读出 TPC 探测技术优化研究

Thursday, 10 August 2023 10:26 (12 minutes)

近年来高能物理领域对味物理、Z 物理和 Higgs 物理需求的提高，CEPC 和 FCCee 概念设计中对撞亮度也不断提高，达到 $10^{34} \text{cm}^{-2} \text{s}^{-1}$ 。因此，对主径迹探测器的位置分辨、计数率和粒子鉴别能力 (dE/dx) 等性能均提出了更高需求，在“米级”长径迹上位置分辨需要达到 $\sim 100 \mu\text{m}$ ，粒子鉴别分辨率好于 3%。具有低物质质量、高占空比、三维高精度长径迹重建和良好粒子鉴别能力的像素型时间投影室技术 (Pixelated TPC) 是目前国际合作组 ECFA 和 LCTPC 的重要技术研发方向。传统大尺寸 Pad 型读出采用毫米级 (如: $1 \text{mm} \times 6 \text{mm}$)，像素型读出单元则采用亚毫米级 (如: $55 \mu\text{m} \times 55 \mu\text{m}$)，结合 Cluster Counting 数据分析实现对粒子鉴别的有效提升，同时也需要考虑读出通道数和总功耗提高的问题。针对该研究热点，本研究组通过模拟和实验研究，主要解决以下两个问题：一是对像素型读出技术的粒子分辨能力及 Cluster Counting 数据分析验证，二是在保证物理目标的前提下实像素尺寸单元的优化。报告首先介绍基于 Garfield++ 和 Geant4 搭建 CEPC-Pixelated TPC 模拟软件框架，主要分为数字化和数据重建两大部分。数字化部分完成整个 TPC 内原初电离、漂移、扩散、倍增到读出平面等过程的参数化，数据重建部分完成事例寻找、径迹重建，实现 Cluster Counting 和粒子鉴别等探测器性能研究。模拟实现不同入射粒子在 T2K 气体下的原初电离分布，分析不同动量入射粒子沿径迹方向 Cluster 分布范围，优化模拟不同像素尺寸单元 ($300 \mu\text{m} \sim 500 \mu\text{m}$) 对性能的影响，研究结果对于像素型时间投影室探测器提供了设计参数，本研究组已设计、实现 $500 \mu\text{m} \times 500 \mu\text{m}$ 像素尺寸单元的探测器小样机，并对电子学读出功耗有效控制，报告将给出测试和分析结果。

Primary authors: Ms 常悦 (南开大学); 祁辉荣 (中国科学院高能物理研究所); 余信 (中国科学院高能物理研究所); 张建 (中国科学院高能物理研究所); 邓智 (清华大学); 伍灵慧 (中国科学院高能物理研究所); 赵光 (中国科学院高能物理研究所); 李刚 (中国科学院高能物理研究所); 阮曼奇 (中国科学院高能物理研究所); 喻纯旭 (南开大学); 王建春 (中国科学院高能物理研究所)

Presenter: Ms 常悦 (南开大学)

Session Classification: 第一分会场 (RAS2)

Track Classification: 核探测器及其应用的研究成果