

## 环形正负电子对撞机高粒度读出 TPC 探测器研究进展

Wednesday, 17 July 2024 08:50 (20 minutes)

未来环形正负电子对撞机物理和探测器技术设计报告 (CEPC physics & detector TDR) 将在 2025 年发布。高粒度读出的气体时间投影室 (TPC, Time Projection Chamber) 将是主径迹探测器的重要选项。面对 CEPC Z-pole 运行模式下高亮度 ( $10^{36} \text{ cm}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ), 高事例率的环境, 对 TPC 提出了更高的物理和性能需求, 比如粒子鉴别能力好于 3% ( $dE/dx+dN/dx$ ), 空间位置分辨达到  $\mathcal{O}(100\mu\text{m})$ 。本研究小组基于 CEPC TDR 中更新的径迹探测器几何尺寸, 开展了一系列 TPC 关键技术和高亮度下 TPC 灵敏体积内击中率的研究, 包括 TPC 束流本底, 不同大小读出像素的击中率和占空比, 以及不同本底水平下 TPC 的空间畸变。为 CEPC 整个探测器设计优化提供了重要参考。

通过对 TPC 中事例的不同来源的分析和研究, 课题组首先基于 CEPC 已有软件框架, 实现对本底的全模拟, 给出新几何尺寸下, Z-pole 运行模式下 TPC 读出像素沿半径方向的击中率和占空比。模拟结果表明, 对于  $500 \mu\text{m} \times 500 \mu\text{m}$  大小的读出像素, 最内层 (半径 60 cm 处) 单个读出像素单元的击中率约 31.5 khits/s, 占空比约为 0.63% (200 ns 时间窗, 40 MHz 采样率)。同时, 通过与实际物理事例的模拟结果分析和对比, 给出了不同本底水平下的击中率和占空比。结果表明: 像素型读出 TPC 的占空比非常低, 可满足探测和物理需求。课题组进一步计算得到了 TPC 中的空间电荷密度分布, 并基于格林函数方法 (Green's function), 通过数值求解泊松方程和朗之万方程, 得到了不同本底水平下整个 TPC 内的电场畸变和空间畸变。计算结果表明, 对于 100 倍物理事例下空间电荷密度, 漂移距离 2.9 m, TPC 最内层空间畸变约  $400 \mu\text{m}$ 。给出了机械探测器接口 (MDI, Machine Detector Interface) 优化设计本底的范围。

**Primary author:** SHE, Xin (IHEP,CAS)

**Co-authors:** LI, Gang (高能所); SHI, Haoyu (IHEP); QI, Huirong (Institute of High Energy Physics, CAS); Ms ZHANG, Jian (Institute of High Energy Physics,CAS); Prof. WANG, Jianchun (IHEP); ZHANG, Jinxian; YU, Liwen; RUAN, Manqi (IHEP); ZHAO, Mingrui (China Institute of Atomic Energy); XU, Wei (高能所); CHANG, Yue (Nankai University)

**Presenter:** SHE, Xin (IHEP,CAS)

**Session Classification:** 第十二届全国先进气体探测器研讨会 (CAGD5)

**Track Classification:** 气体探测器