

面向正负电子对撞机物理的时间投影室径迹探测技术 (TPC) 研究进展

Wednesday, 10 August 2022 11:25 (15 minutes)

研究基本粒子性质及相互作用是当今物理学发展的前沿领域之一。近年来，国际上提出直线对撞及环形对撞等多种方案，如 ILC (Internationale Linear Collider), FCC-ee (Future Circular Collider-ee) 等正负电子对撞机项目。国内高能物理界提出可研究 Higgs 物理和 Z 物理的环形正负电子对撞机 (Circular Electron Positron Collider, CEPC) 概念设计，物理目标对径迹探测器的设计和优化提出了严格的要求，不断提高的物理需求对径迹探测器性能提出更高的技术需求，时间投影室 (Time Projection Chamber, TPC) 是核心径迹探测器的一个重要选项。目前国内外已经开展了面向 100 微米 (σ) 精度需求的探测器模块相关研究，在解决高分辨及正离子反馈问题的同时，需要实现相关参量的原型机实验研究，基于以上物理问题，通过时间投影室模块、原型机的实验研究，分析解决关键的技术和物理问题。

本报告面向正负电子对撞机物理的时间投影室径迹探测技术 (TPC) 研究进展，以目前时间投影室研究中的热点问题为切入点，对正离子反馈引起的空间电荷效应、空间位置畸变、长径迹动学空间下的粒子鉴别能力、探测器畸变校正等问题进行了研究。研究首先利用了 Mokka 和 Comsol 分析研究了在不同亮度和反馈离子数下，空间电荷效应对空间位置的影响。结合相关的实验研究，得出读出模块保证正离子反馈的定量关系。为了实现正负电子对撞机物理的时间投影室径迹探测物理目标，研究利用 266nm 激光研究了实验投影室原型机的激光径迹重建、空间点及径迹位置分辨率，分析了电离能损分辨率和漂移速度测量及电场畸变修正方法。并通过全尺寸 TPC 电离能损分析测试结果得出：对应于一个最小电离粒子测量，该 220 个空间点的全尺寸时间投影室的 σ/σ_0 分辨率可以达到 3.6%，并且位置分辨率可以达到 $O(<100\mu\text{m})$ (2T)；为面向更高对撞亮度的物理需求，以及粒子鉴别 (Particle Identification Detection, PID) 的物理需求，同时与 LCTPC (International Linear Collider Time Projection Chamber Collaboration) 国际合作组，本报告也给出像素型读出时间投影室径迹探测技术 (TPC) 实验研究进展现状。

Summary

Primary authors: Dr QI, Huirong (Institute of High Energy Physics, CAS); 喻丽雯; 常悦

Co-authors: Dr DAIHL, Hongliang (高能所); ZHANG, Hongyu (EPC, IHEP, CAS, China); Mr SHE, Xin (IHEP, CAS); 原, 之洋 (高能物理研究所); Mrs 张, 建 (高能所)

Presenter: 常悦

Session Classification: Parallel Session IV (5): Particle Detector Technology

Track Classification: 粒子物理实验技术