

## 低质量双面型硅像素探测模块的性能研究

Thursday, 10 August 2023 17:38 (12 minutes)

未来高能物理实验，如环形正负电子对撞机 (CEPC) 的核心任务是精确测量 Higgs 粒子的各项性质，需要实现重味夸克和  $\tau$  轻子的高效率鉴别，因此要求其顶点探测器必须具有高精度的顶点分辨能力和对带电粒子动量的精确测量能力。CEPC baseline 设计中，其顶点探测器最内层空间分辨率好于  $3\mu\text{m}$ ，每层探测器物质质量小于  $0.15\%X_0$ 。

本研究立足于 CEPC 顶点探测器的关键技术要求，开展了基于单片型硅像素芯片 (MAPS) 的低质量双面型探测模块的研制和性能研究，即在一层支撑结构的两侧各安装一层硅像素芯片，以减小探测模块的物质的量。双面型探测模块由两层  $50\mu\text{m}$  厚的 MAPS 芯片，两层柔性电缆和一层  $1.80\text{mm}$  厚的碳纤维支撑结构组成，每层物质质量约为  $0.24\%X_0$ ，相比单层探测模块减少了约 35%。未来可通过采用镀铝柔性电缆，进一步优化支撑结构材料和厚度，最终可实现每层物质质量小于  $0.15\%X_0$ 。通过搭建电子学系统和数据获取系统，对探测模块的噪声水平和放射源响应进行了相关测试。

为了研究探测模块具体性能参数，搭建了 4 层单面型探测模块组成的束流望远镜系统，以及一层双面型探测模块作为待测模块 (DUT)，并进行了电子束流实验。分析结果表明，在电子能量约为  $1.3\text{GeV}$ ，DUT 阈值为  $5.5-6\sigma$  时，双面型探测模块的单层测量空间分辨率分别为  $7.649\pm 0.071\mu\text{m}$  和  $7.851\pm 0.075\mu\text{m}$ ，同时采用前后两层击中信息的 MiniVector 测量空间分辨率可达  $7.250\pm 0.070\mu\text{m}$ ，探测效率可达 99.8% 以上。由于电子束流能量较低，且能散较大，通过最小卡方矩阵算法和 Kalman 滤波算法，可以减小多次库仑散射对测量精度的影响。考虑多次库仑散射和能散的影响，实验结果与模拟结果基本一致。

本研究验证了双面型探测模块的技术工艺，通过束流实验测试了模块的具体性能参数，对束流实验数据的离线分析算法进行研究和优化，为低质量高空间分辨率的双面型像素探测器的研制、测试方法和束流实验离线分析算法等方面积累了技术经验。

通讯作者：董明义，中国科学院高能物理研究所，13522736878 Email: dongmy@ihep.ac.cn

**Primary author:** Mr 李, 岚坤 (中国科学院高能物理研究所)

**Co-authors:** 董, 明义; 高, 泽; 董, 静 (高能所); 周, 扬 (Institute of High Energy Physics); Mrs 章, 红宇; Mr 江, 晓山; Mr 欧阳, 群

**Presenter:** Mr 李, 岚坤 (中国科学院高能物理研究所)

**Session Classification:** 第一分会场 (RAS4)

**Track Classification:** 核探测器及其应用的研究成果