极高时间分辨Micromegas 探测器研究进展

刘建北 核探测与核电子学国家重点实验室 中国科学技术大学

核探测与核电子学国家重点实验室年会 2018-4-25

1

前言

- 高亮度强子对撞机实验面临的一个严峻挑战是如何应对强烈的 堆积效应(尤其在前向区域)
 - 堆积效应能使来自不同对撞的末态粒子在探测器中随机组合,干扰真 实信号的测量或者形成假信号。
- •必须要有实验手段减轻甚至消除堆积效应的影响



去除堆积效应的方法

• 束团纵向展宽较大 → 对撞时刻有较大分散 → 在时间维度上可以
 区分空间中重叠的对撞顶点。



高计数率环境中(~1MHz/cm²)的快速定时(~30ps)技术是关键!

高计数率快速定时:皮秒Micromegas概念

- Micromegas: 抗辐照, 高计数率
- ・时间分辨制约因素:原初电离位置统计涨落 $\rightarrow \sigma_t = \lambda/\nu$ ~几个ns



契伦科夫+光阴极+MM → 消除原初电离位置涨落的影响

单通道原理样机的设计



探测器有效面积约1 cm²

光阴极制作

• MgF + Cr + Csl



MgF₂晶体镀Cr (科大微纳中心)









Put 3mm quartz (5.5nm Cr) in peek base



Put 3 50µm-spacers in



Put bulk Micromegas in



Put 50µm-drift HV support in



Put MM part into inox body

Put the O-ring in





Seal the detector

Assemble the peek support cover and put spring contactors in





7

激光测试

•采用Ar/CO2(70/30),观测到了清晰的信号。







- µ子束 @ CERN SPS H4, 定时: MCP-PMT, 定位: GEM
- •读出:高带宽前放+高带宽示波器波形采样





测试内容

- •测试不同工作气体,最终选定Ne/CF₄/C₂H₆(80/10/10)
- •工作电压扫描,研究工作电压配置对时间分辨的影响
- •测试不同光阴极下的时间分辨性能



定时方法

- •对信号前沿采用Sigmoid函数进行拟合,然后采用20%的恒比甄别 定时。
- •仍然存在时幅关联(不是定时效应,而是某种探测器效应)
 →进行时幅修正



时间分辨

- 在相同有效增益下,漂移电场越强,时间分辨越好。
- •在适当高压配置下,时间分辨可以好于50ps。



Time Resolution of USTC psMM detector(5.5nm Cr +18nm Csl)



•采用Polya分布对信号电子部分的幅度谱进行拟合



总结及展望

- Micromegas结合契伦科夫技术可以实现高计数率下的精确定时
- 完成了这一探测器概念的初步原理验证
- 接下来要研究的主要课题
 - 稳定可靠性
 - 可扩展性
 - 光阴极
- •还有非常重要的:高精度时间测量电子学!

感谢重点实验室对本工作的大力支持!