



ATLAS Forward Muon Tagger 进展报告

周意，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

LHC探测器升级科技部重点研发项目2017年度总结会

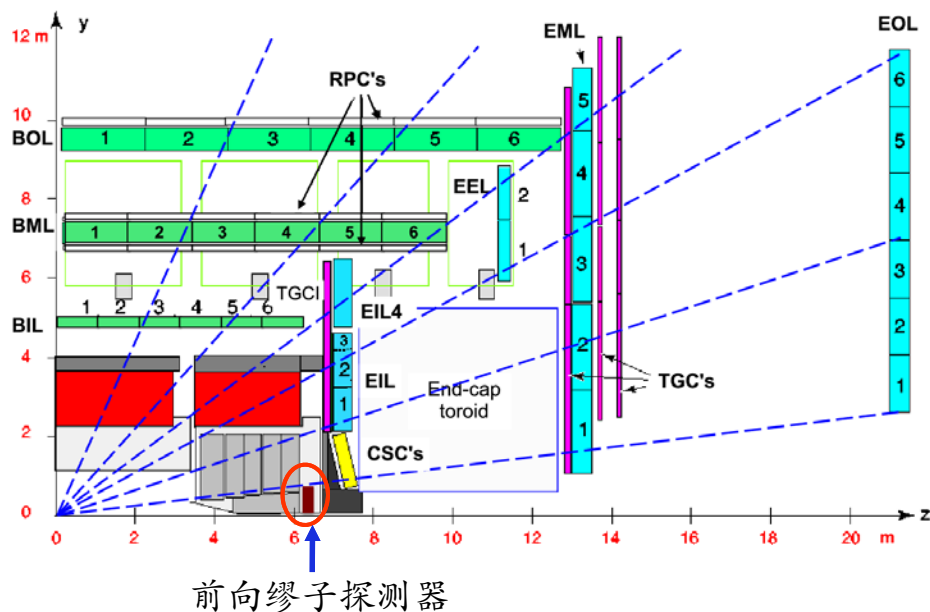
科大，安徽合肥

2017-10-31



课题背景

- 在ATLAS Phase2升级中，内部径迹探测器朝前向进行了大幅延伸，这使得前向区域的缪子探测和鉴别变得十分必要。
- 在端盖强子量能器和JD屏蔽体之间的 $2.7 < |\eta| < 4.0$ 区域，安装缪子探测器，联合内部径迹探测器进行前向缪子鉴别。



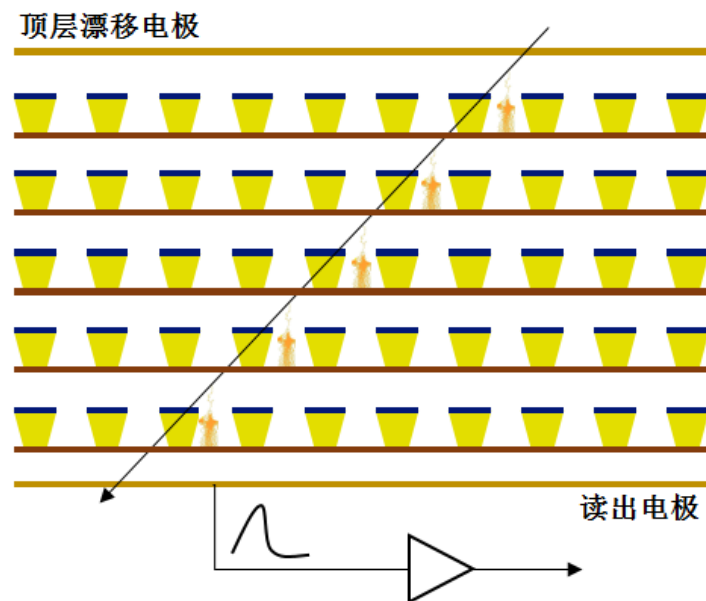
- 前向区域的特点
 - 辐照本底极大
 - 计数率极高
- 需要研制适合前向高本底环境的径迹探测器
 - 抗辐照、高计数率、良好的时间和位置分辨、足够多的探测平面。



课题概貌

- ATLAS Forward Muon Tagger属于课题2 — “ATLAS实验缪子探测器升级”下的一个子课题。

技术方案：多气隙阻性GEM



考核指标

多气隙阻性GEM探测器	<input type="checkbox"/> 新理论 <input type="checkbox"/> 新原理 <input type="checkbox"/> 新产品 <input type="checkbox"/> 新技术 <input type="checkbox"/> 新方法 <input type="checkbox"/> 关键部件 <input type="checkbox"/> 数据库 <input type="checkbox"/> 软件 <input type="checkbox"/> 应用解决方案 <input checked="" type="checkbox"/> 实验装置/系统 <input type="checkbox"/> 临床指南/规范 <input type="checkbox"/> 工程工艺 <input type="checkbox"/> 标准 <input type="checkbox"/> 论文 <input type="checkbox"/> 发明专利 <input type="checkbox"/> 其他	多气隙阻性 GEM 前向μ子探测器的计数率、时间分辨、位置分辨、探测效率	无	无	100kHz/cm ² <1ns <150μm >95%	性能指标通过宇宙线测试，由ATLAS合作组安排束流测试。
-------------	--	--------------------------------------	---	---	--	------------------------------

年度计划（第一年）

2. 前向μ子探测器设计；	2. 完成高计数率(100 kHz/cm ²)多气隙阻性GEM探测器原理设计；
---------------	---



多气隙阻性GEM探测器介绍

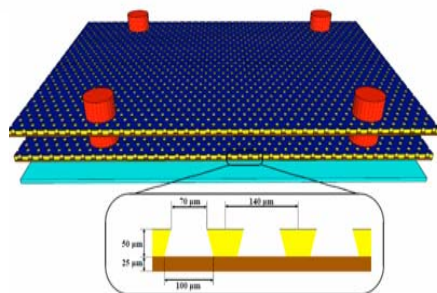
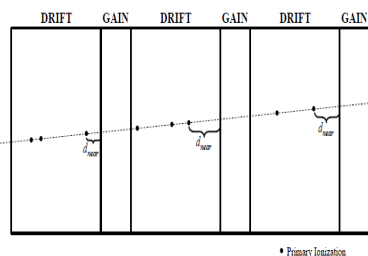
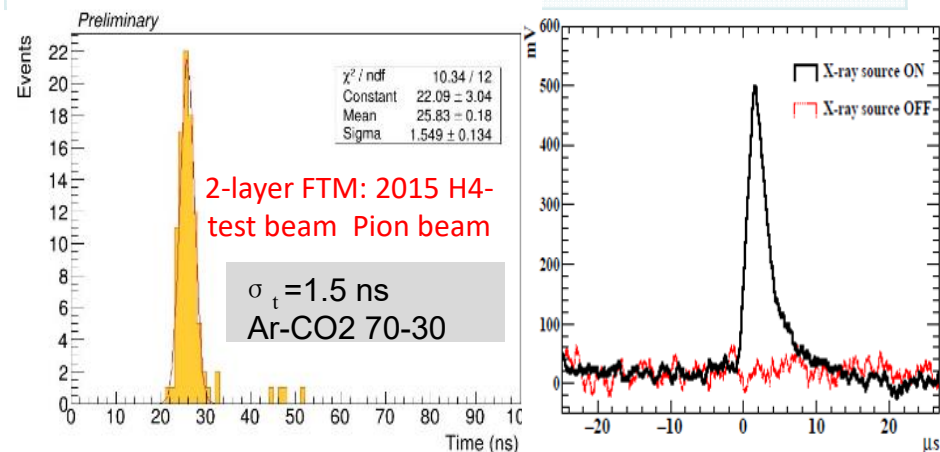
传统气体探测器的时间分辨能力

- 探测器漂移区长，原初电离的时间统计涨落大。
- 电子的漂移速度相对较小。

多气隙阻性GEM: 快时间分辨微结构气体探测器

- 多气隙结构能够有效的减小原初电离所带来的时间晃动
- 雪崩后的电子在电极上感应出快信号

Detector	Time resolution(MIP)
RPC	~1-5 ns(MIP)
GEM	~5-10 ns(MIP)
Micromegas	~5-10 ns(MIP)



[arXiv:1503.05330v1](https://arxiv.org/abs/1503.05330v1)

Archana Sharma, Status of CMS GEM Projects, RD51 Mini week, Dec7-9, 2015

Brian DORNEY, R&D on a Novel Fast Timing Micropattern (FTM) Gaseous Detector

D. Abbaneo, et al., Nuclear Instruments & Methods in Physics Research A (2016),

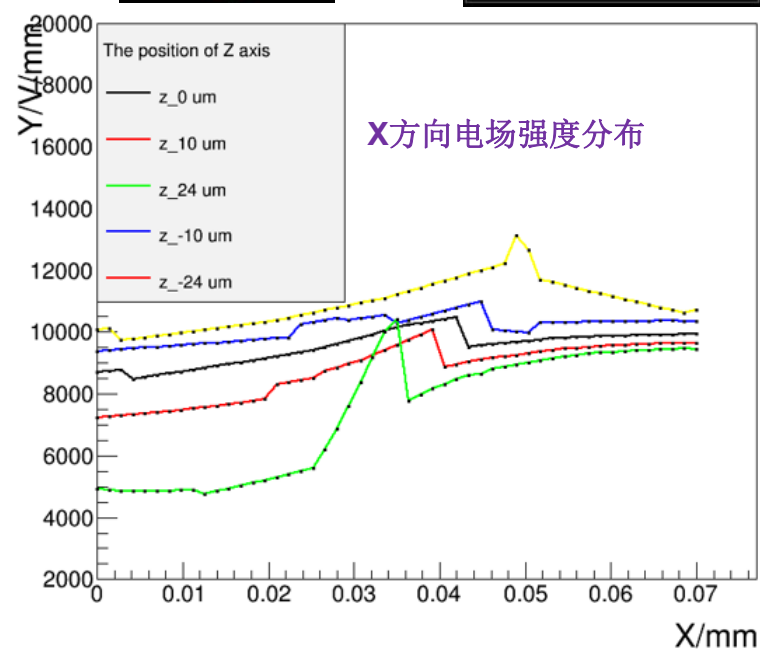
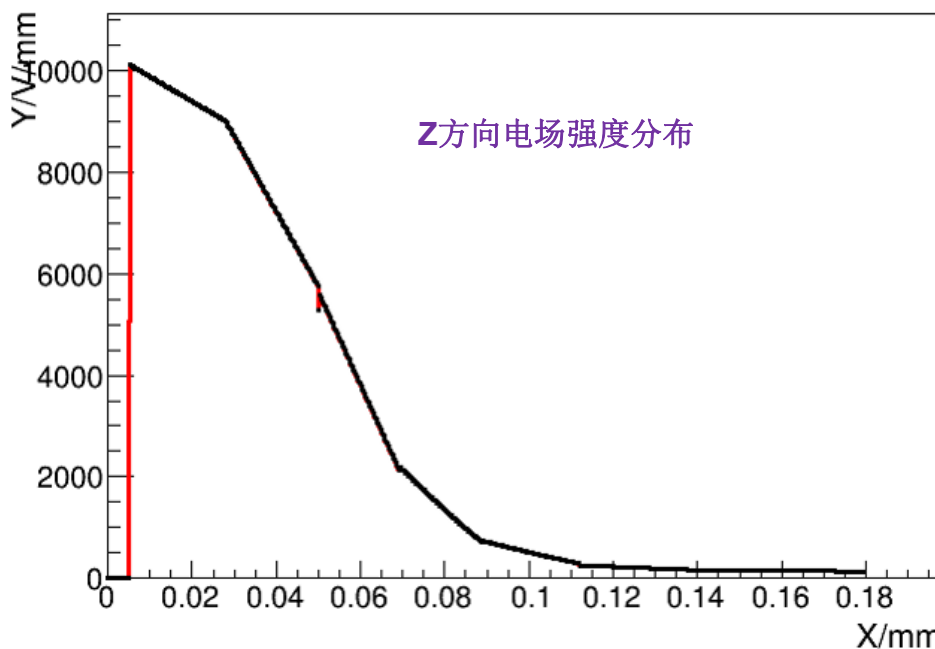
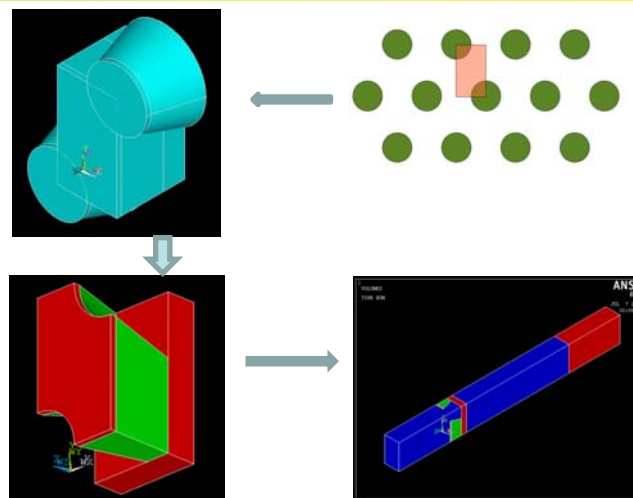
Ilaria Vai. R&D of a new type of micropattern gaseous detector: the Fast Timing Micropattern detector. Vienna Conference on Instrumentation 2016



探测器模拟：几何和电场

构建几何，求解电场分布

- 用有限元方法构建探测器的几何结构，并求解电场分布。
- 探测器的几何参数都是标准的参数。
- 膜间电压：**500V**，漂移区场强**1kV/cm**
- 气隙：**0.25mm** 感应区：**0.5mm**

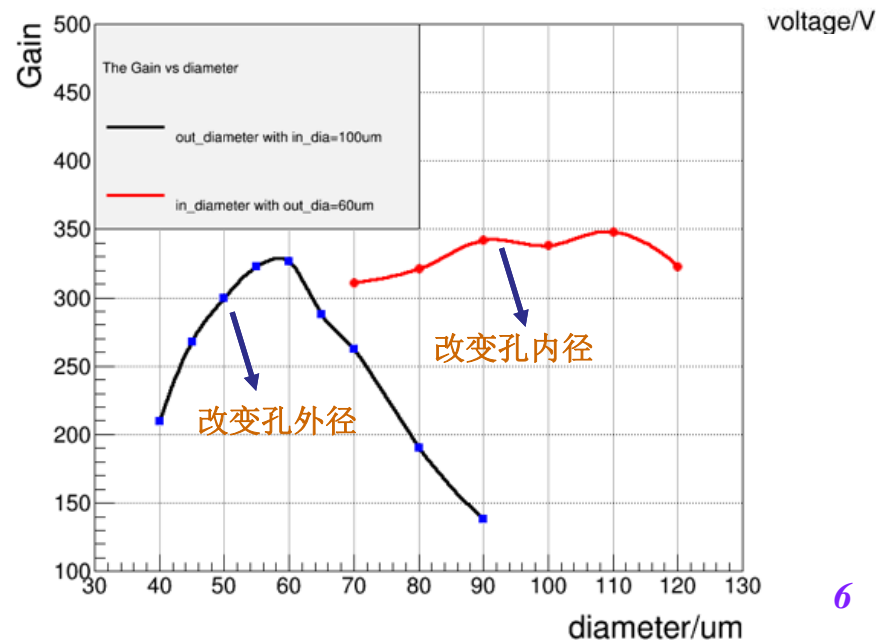
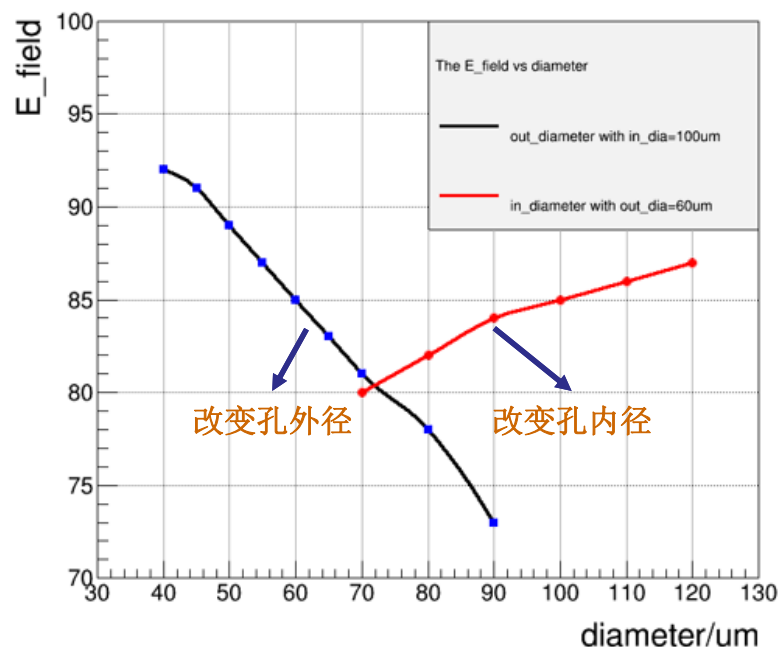
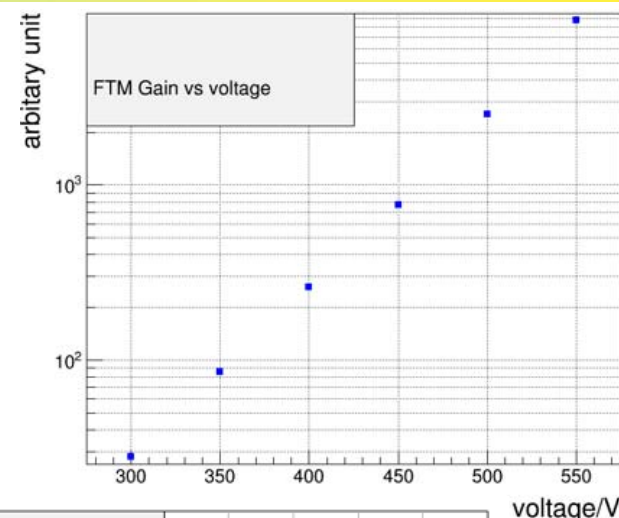




探测器模拟：增益

探测器几何结构参数对增益的影响

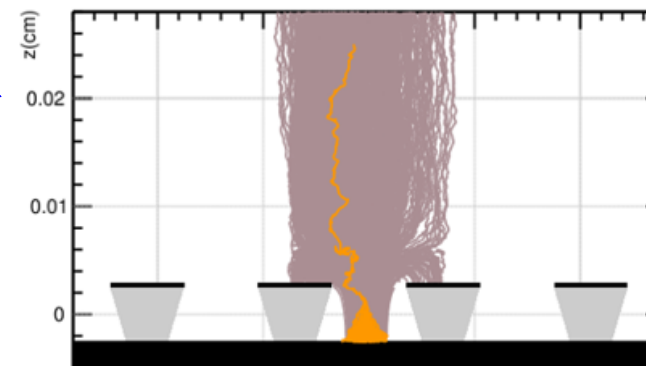
- 将有限元方法构造的探测器的几何结构以及电场分布导入**Garfield**进行计算。
- 物理过程：单电子从漂移区向下漂移至放大区产生雪崩放大。
- **Kapton**膜孔内中心场强以及增益随孔径变化



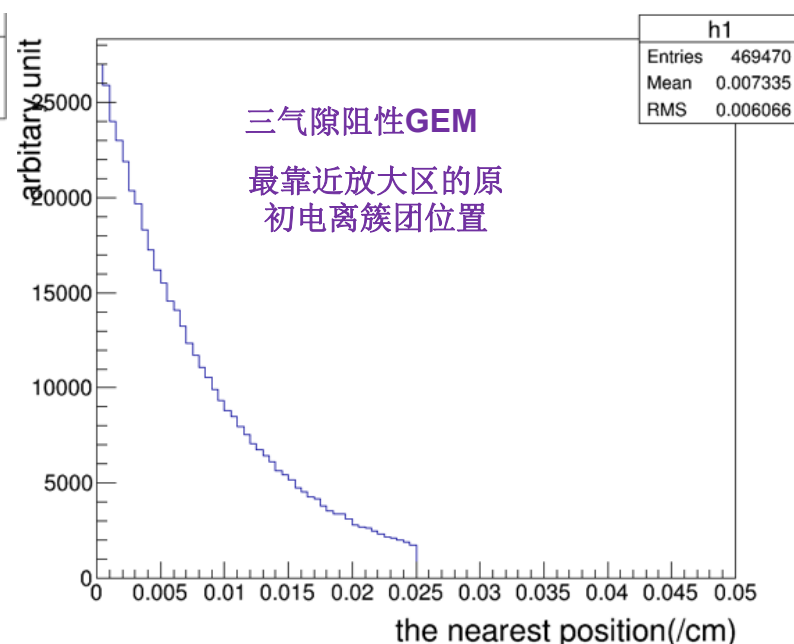
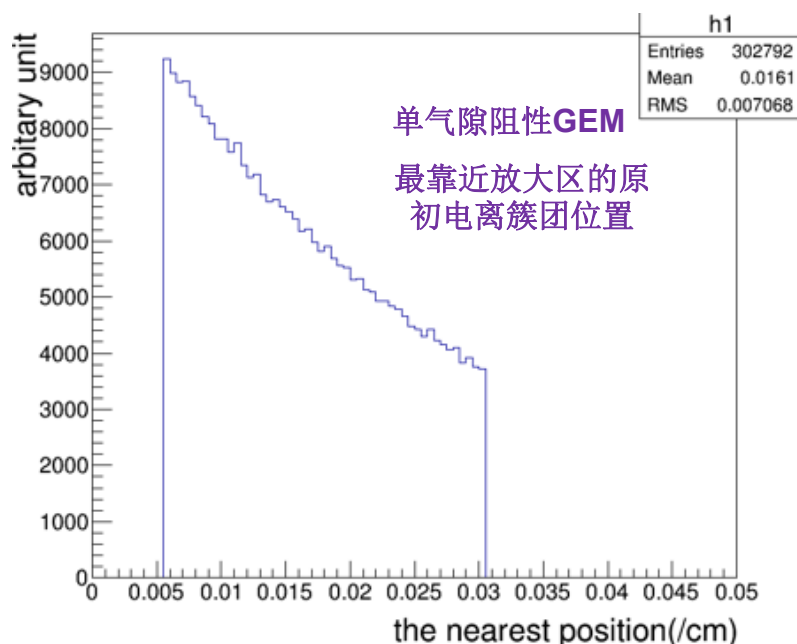


探测器模拟：原初电离

- 物理过程：**1GeV**的muon从探测器漂移区垂直射入探测器，在漂移区发生原初电离。
- 原初电离簇团数的分布以及最靠近雪崩区的原初电离的簇团位置。
- 膜间电压：**500V**，漂移区场强**1kV/cm**



单电子雪崩放大

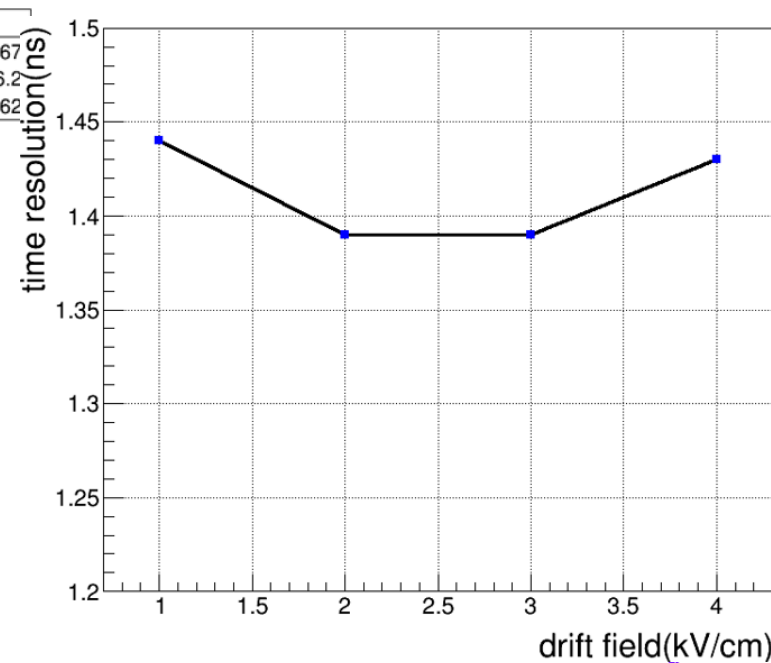
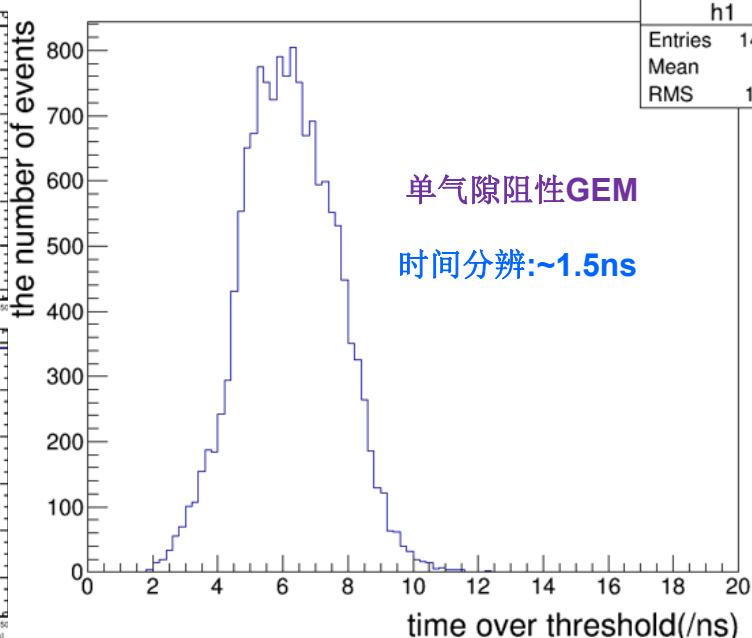
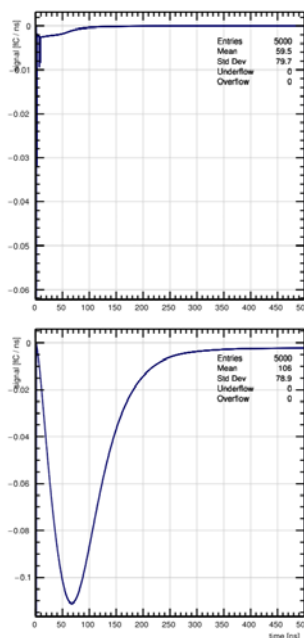
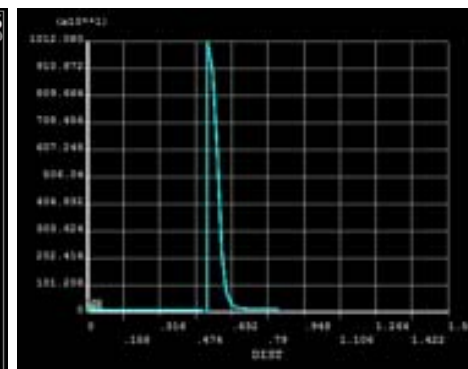
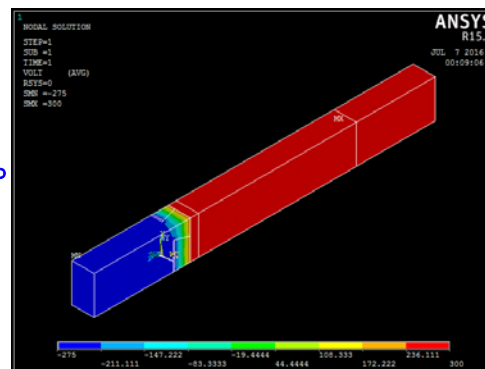




探测器模拟：时间分辨

单气隙结构感应信号及时间分辨

- 气隙: **0.25mm** 膜间电压: **500V**。
- 漂移区电场: **1kV/cm**
- 信号阈值: **5%*信号幅度**
- 时间分辨: **1.5ns**

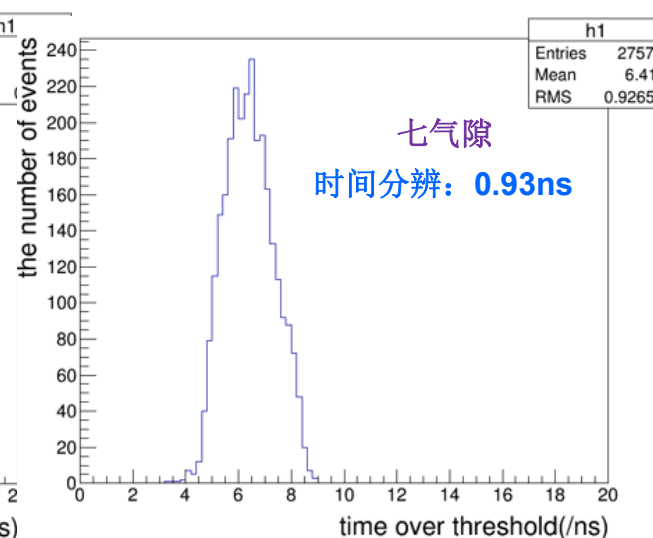
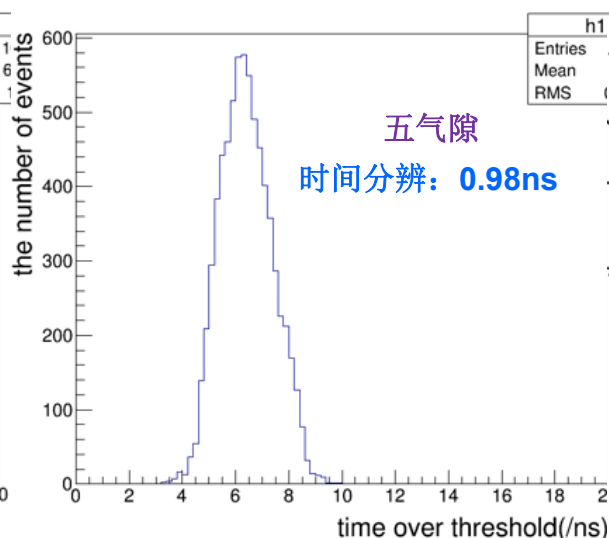
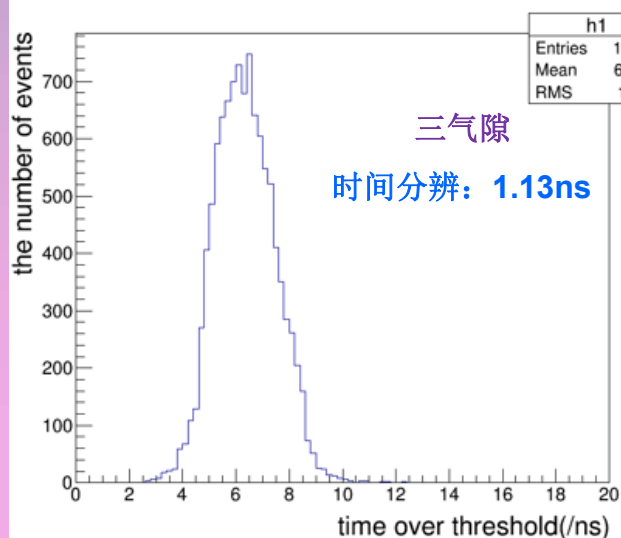
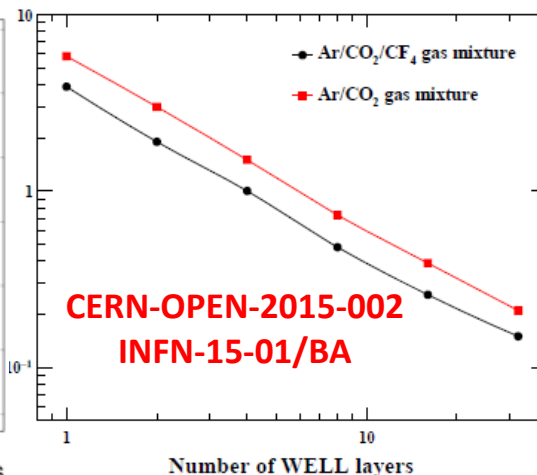
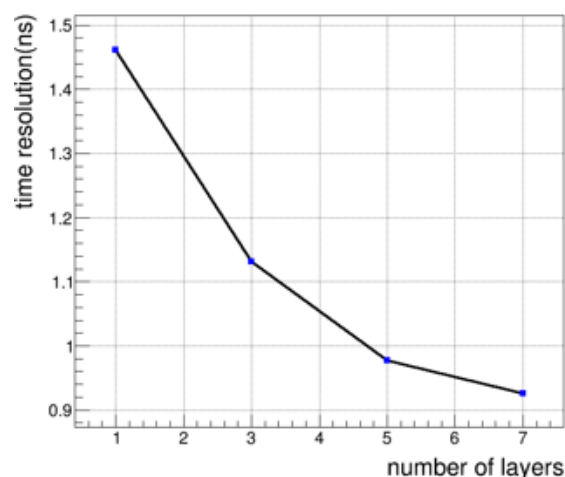




探测器模拟：时间分辨

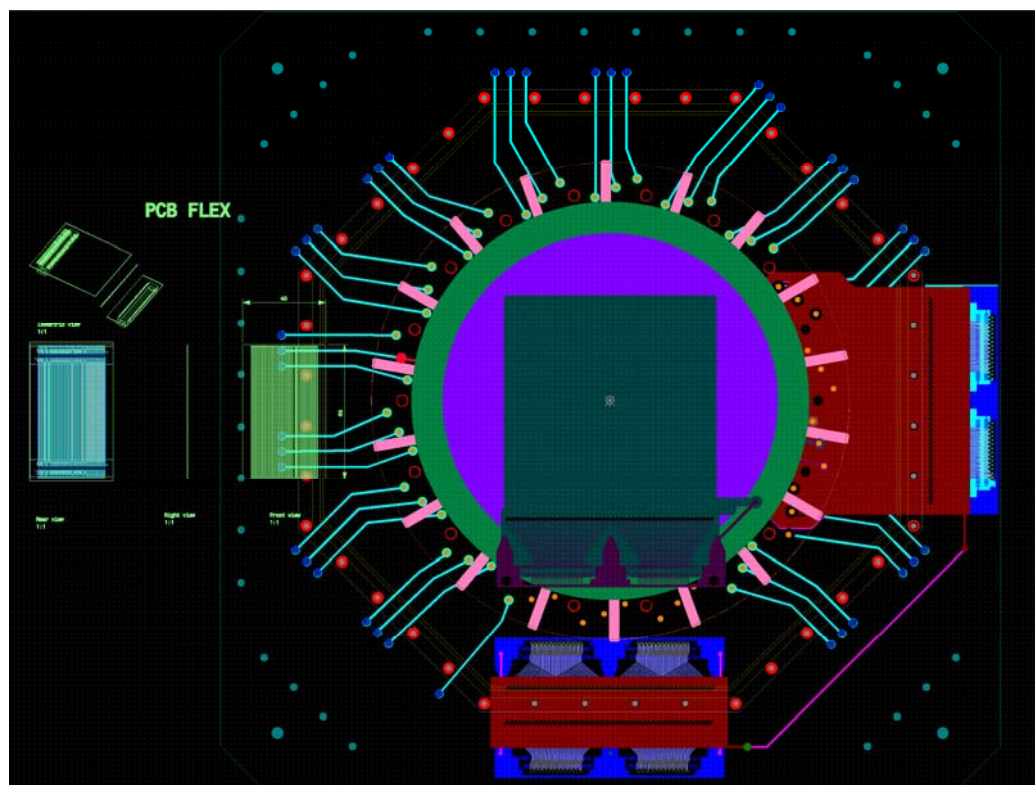
多气隙结构的时间分辨性能

- 气隙：0.25mm
- 膜间电压：500V。
- 漂移区电场：1kV/cm
- 信号阈值：5%*信号幅度





探测器的初步设计



已完成了四气隙结构的探测器设计，设计方案具有层数可扩展能力。

下一步工作



1. 根据目前完成的设计方案，制作出四气隙探测器原型。
2. 测试探测器的各项性能。
3. 探测器设计和制作的改进与优化