

---

# 所创新基金总结汇报 — TPC部分

祁辉荣

December, 26<sup>th</sup>, 2018, IHEP

# Outline

- 任务书验收指标
- 目标完成情况
- 主要结果及发表文章

# 任务书验收指标

- 1、完成一套完整的有效面积 $100\text{mm}^2$ 的**MicroMEGAS**或者**GEM**探测器读出单元模块，包括读出单元板和读出接插头以及探测器本身的物质质量 $<1\%X_0$ 。设计模块组装和拼接方案，为将来大批量应用提供设计基础和工艺储备。
  - 完成，有实现具体指标，实现**GEM+MM**三套探测器安装
- 2、利用已有的测试电子学，测量探测器增益、能量分辨率和位置分辨率等性能指标。期望达到 $\sim 5000$ 的增益，能量分辨率 $<20\%$ ，均匀性在95%以上。
  - 完成，实现具体指标，测量了正离子反馈 ( $G*IBF<5$ ) 和紫外性能测量
- 3、与**ILC**的**LP1**探测器原型模块进行比较，满足或不低于**ILC**现有的**TPC**端盖读出物质质量和性能指标要求。
  - 完成，实现了复合结构探测器模块径迹性能研究

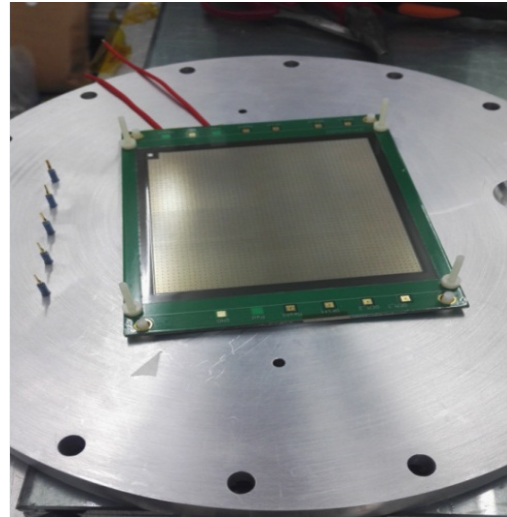
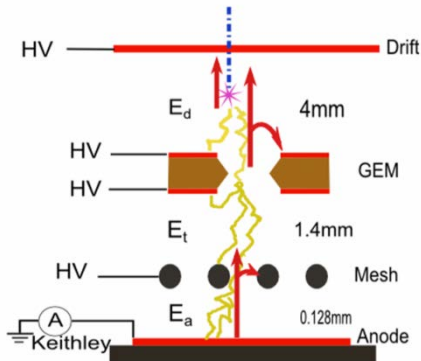
# 目标1

## 探测器制作

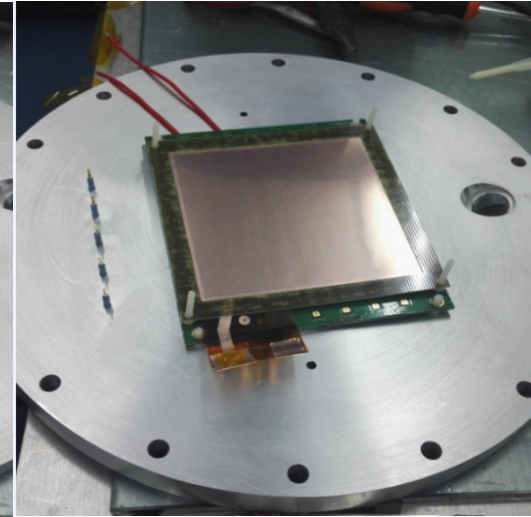
- 完成一套完整的有效面积 $100\text{mm}^2$ 的**MicroMEGAS**或者**GEM**探测器读出单元模块，包括读出单元板和读出接插头以及探测器本身的质量 $<1\%X_0$ 。设计模块组装和拼接方案，为将来大批量应用提供设计基础和工艺储备。
- **完成度：100%**
- 完成有效面积 $100\text{mm}^2$ 的**GEM+Micromegas**三套探测器安装与制作，并且可以实现面向**CEPC**环形对撞，连续束流时间结构下的正离子反馈抑制的需求

# 探测器模块1安装

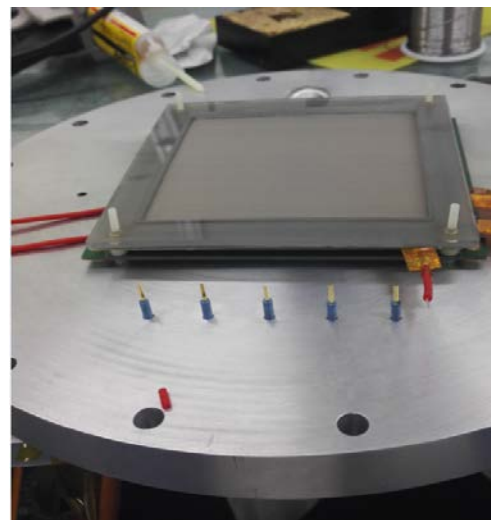
- Test with GEM-MM module
  - New assembled module
  - Active area: 100mm×100mm
  - X-tube ray and 55Fe source
  - Bulk-Micromegas from Saclay
  - Standard GEM from CERN
  - Additional UV light device
  - Avalanche gap of MM:128 $\mu$ m
  - Transfer gap: 2mm
  - Drift length:2mm~200mm
  - Mesh: 400LPI



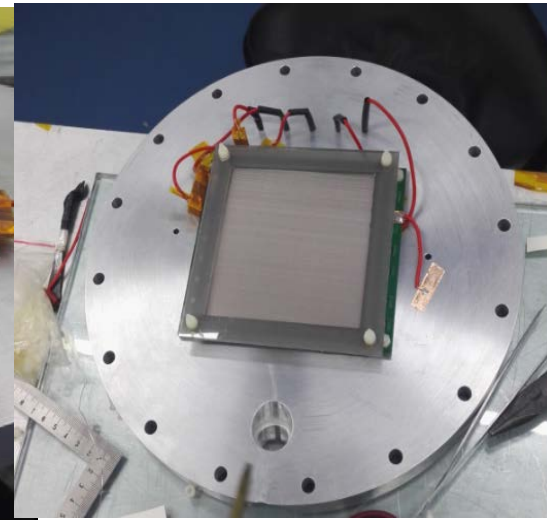
Micromegas(Saclay)



GEM(CERN)



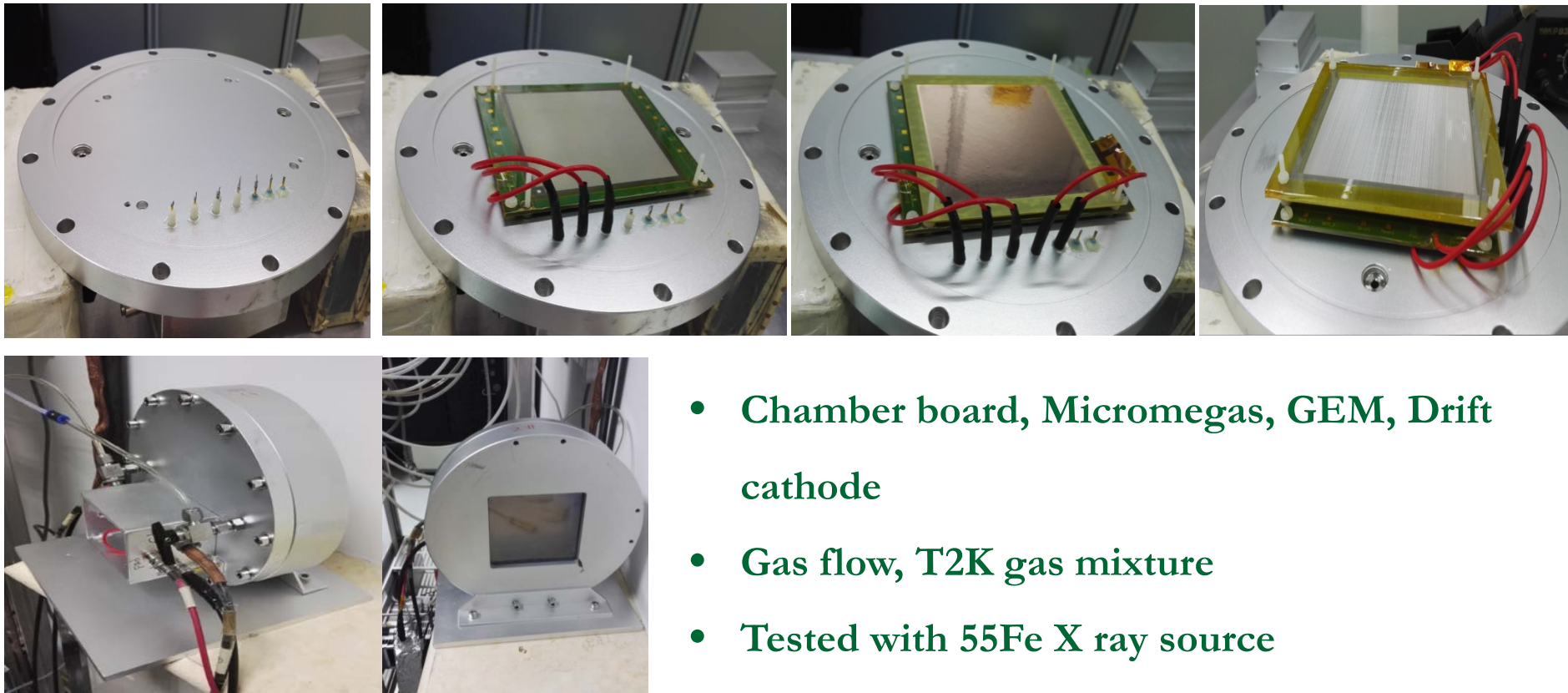
Cathode with mesh



GEM-MM Detector

# 探测器模块2安装

- Detector Assembly
- New GEM foil and Micromegas module



- Chamber board, Micromegas, GEM, Drift cathode
- Gas flow, T2K gas mixture
- Tested with  $^{55}\text{Fe}$  X ray source

# 探测器模块自身物质质量（不含腔体支撑件）

Detector module only w.o frame 探测器模块自身	Thickness/mm 厚度	% of Rad. Length 物质质量
1 GEM	0.060	0.087
Kapton	0.050	0.017
Copper	0.010	0.070
S.T Mesh	0.001	0.002
S.T	0.001	0.002
Pillar	0.012	0.003
Mylar	0.012	0.003
Readout foil	0.020	0.027
Connect foil	0.015	0.019
FR4	1.000	0.652
<b>Total</b>		<b>0.882</b>

# 目标2

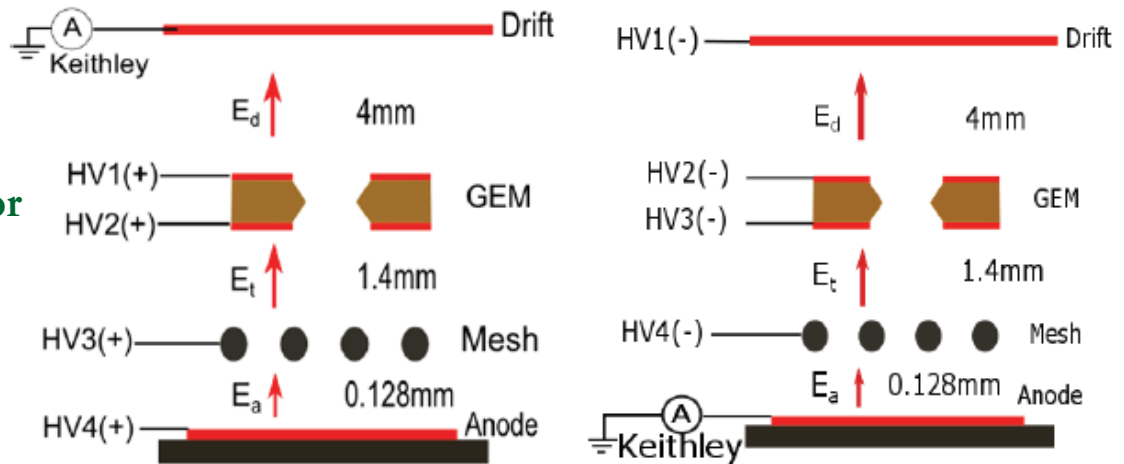
## 探测器性能测量

- 利用已有的测试电子学，测量探测器增益、能量分辨率和位置分辨率等性能指标。期望达到~**5000**的增益，能量分辨率**<20%**，均匀性在**95%**以上。
- **完成度：>100%**
- 实现具体指标测试，完成测量了正离子反馈测量：**Gain\*IBF<5**

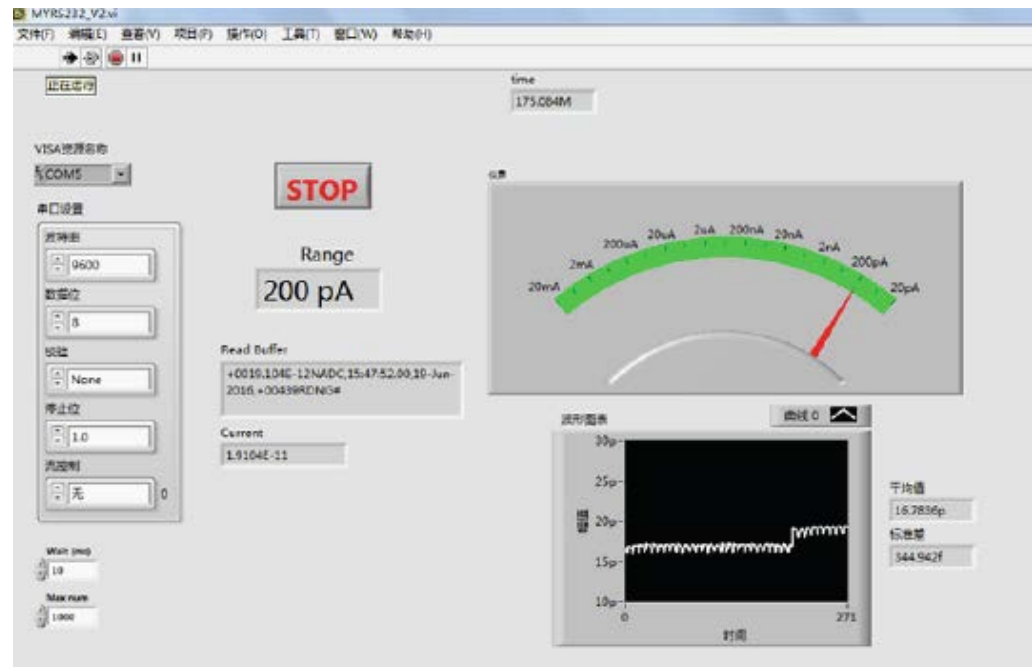


# GEM-MM反馈电流模式性能测量

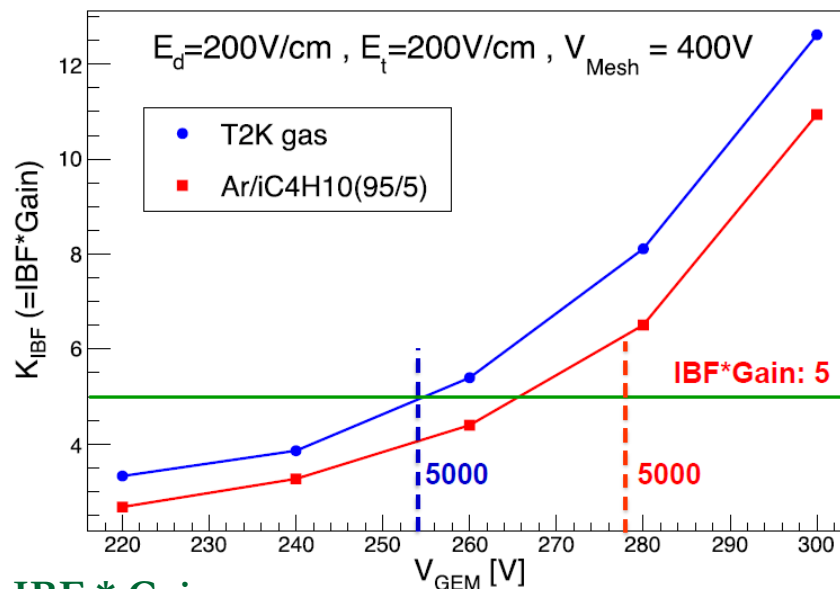
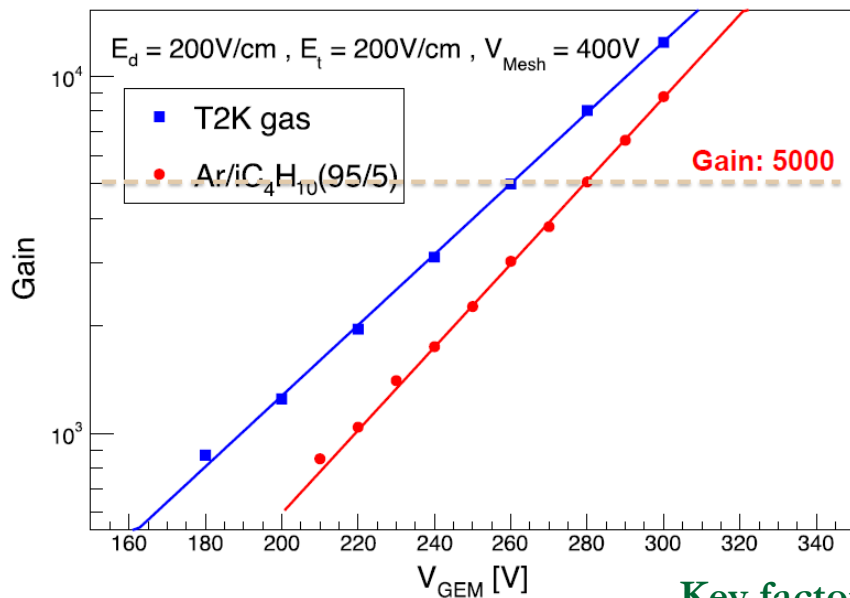
- Test with GEM-MM module
  - Keithley Electrometers for Ultra-Low Current Measurements: pA~mA
  - Keithley: 6517B
  - Test of cathode of the module
  - Test of readout anode of the module
  - Labview interface of the low current to make the record file automatically



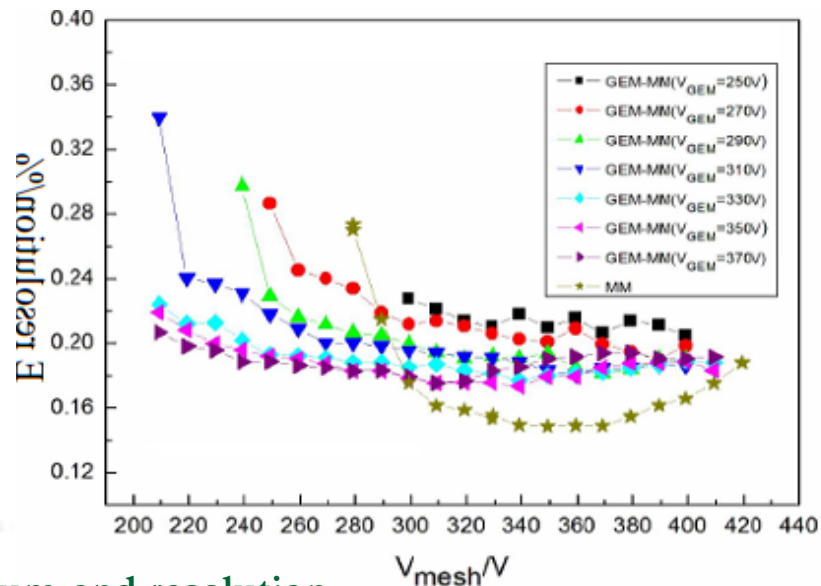
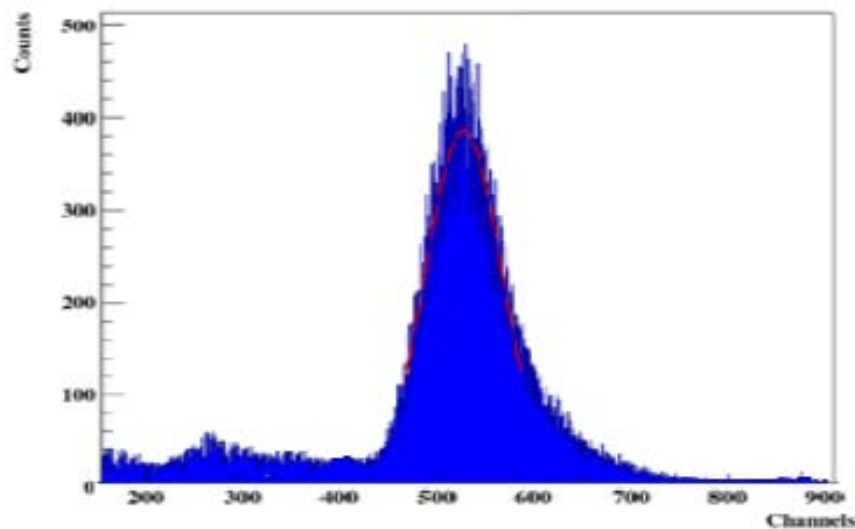
Measurement of the low current



# 增益与正离子反馈测试结果

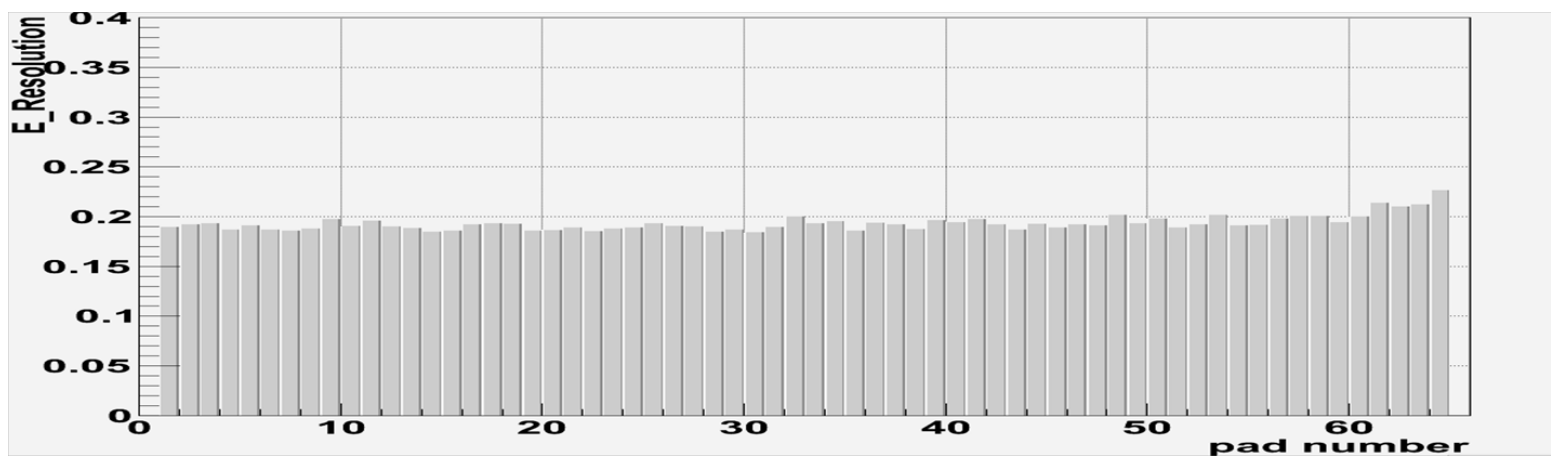
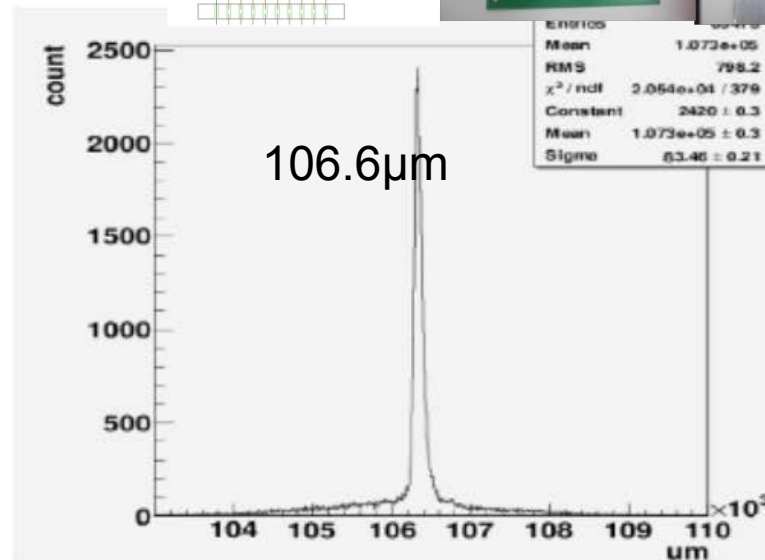
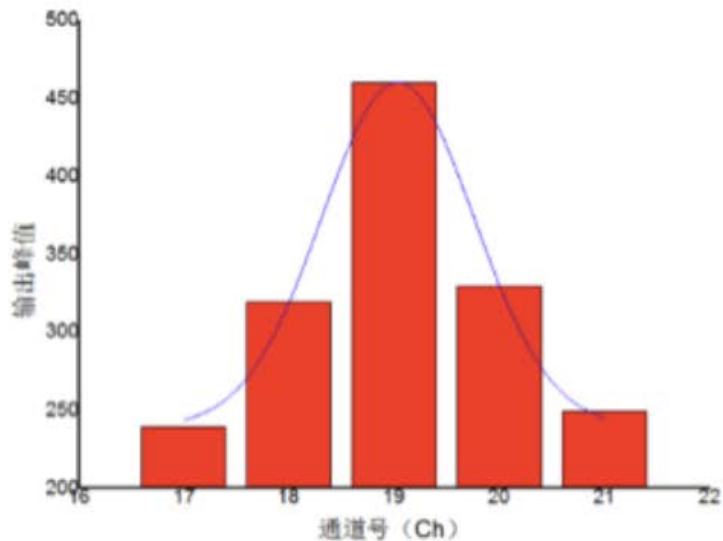
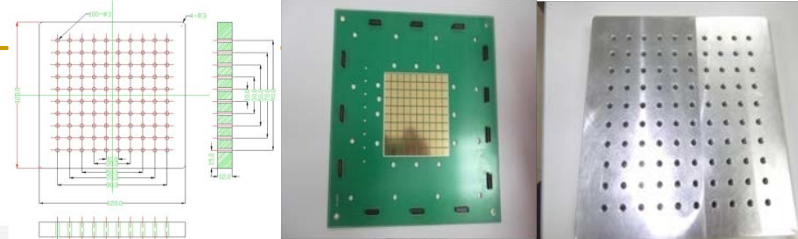


Key factor: IBF \* Gain



Energy spectrum and resolution

# 位置分辨率及一致性



位置分辨率及能量分辨100个测试点的均匀性~96%

# 目标3

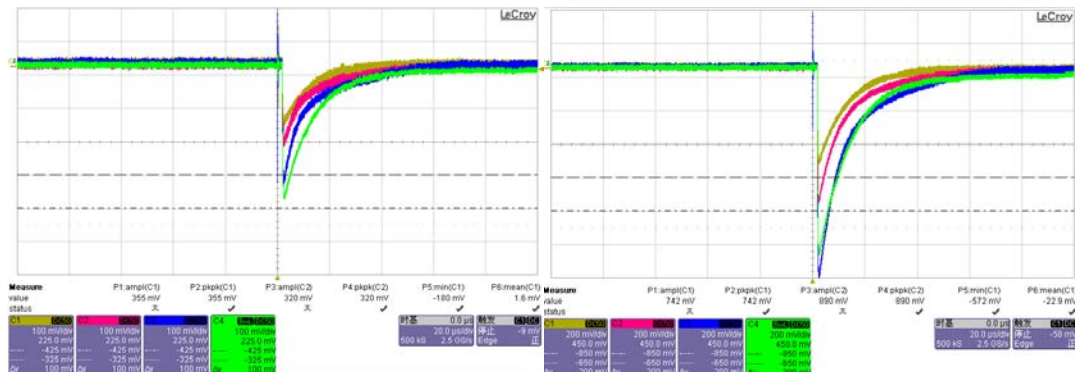
## 探测器对比性能测量

- 与ILC的LP1探测器原型模块进行比较，满足或不低于ILC现有的TPC端盖读出物质量和性能指标要求。
- **完成度：100%**
- 主要完成了模块增益、正离子反馈等基本性能，实现了模块径迹性能研究

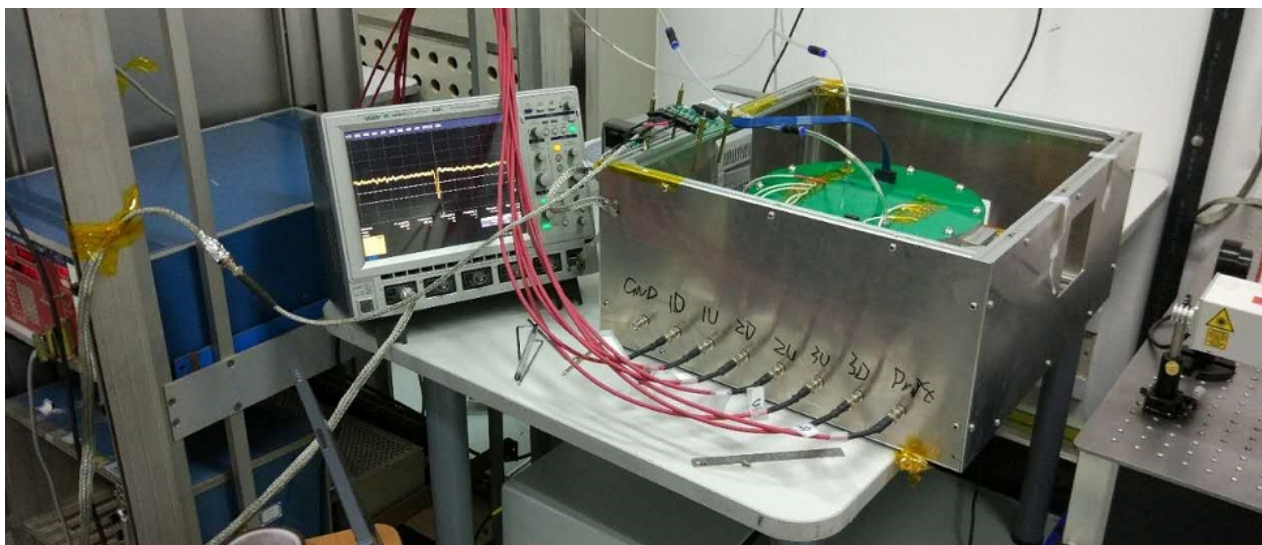
# 完成信号测量

## 实验条件:

- ❑ 气体: Ar:CO<sub>2</sub>=70:30
- ❑ 源: Fe-55 or 266nm激光
- ❑ 前放: IHEP研制前放板
- ❑ 主放: ORTEC 572A
- ❑ 放大倍数10, 成形时间: 0.5us
- ❑ 3层GEM, 每层GEM压差300V
- ❑ 激光器出射能量: 20uJ~40uJ

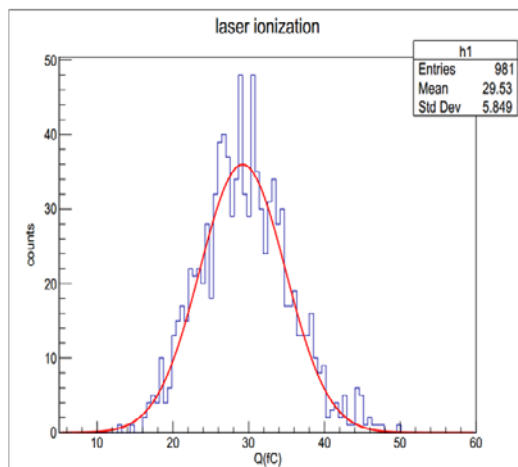
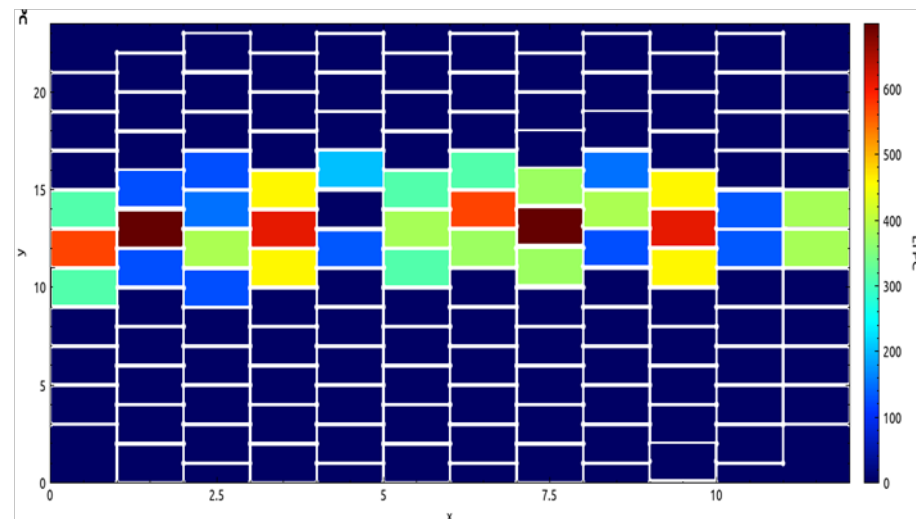
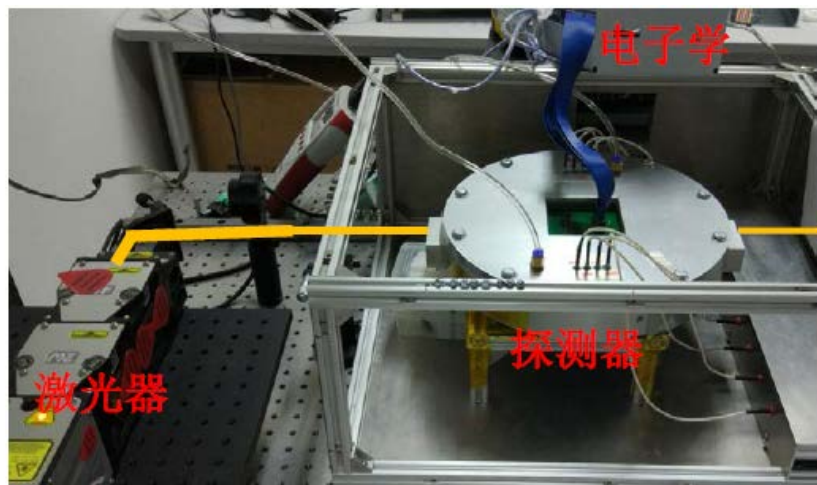


不同宽度读出条上信号的对比

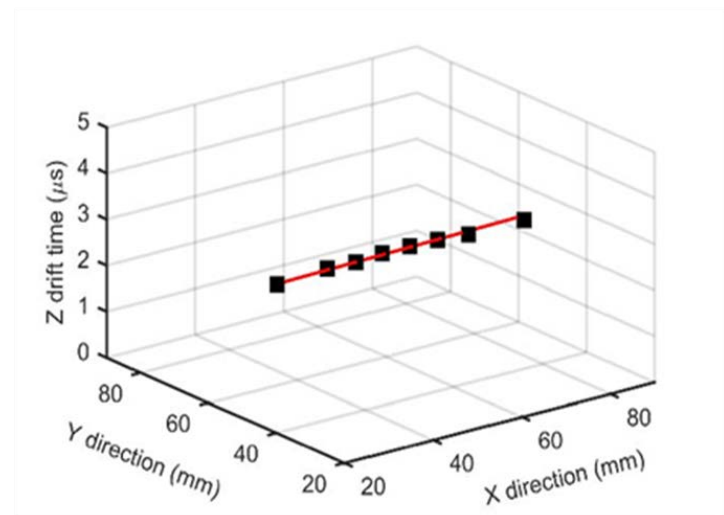
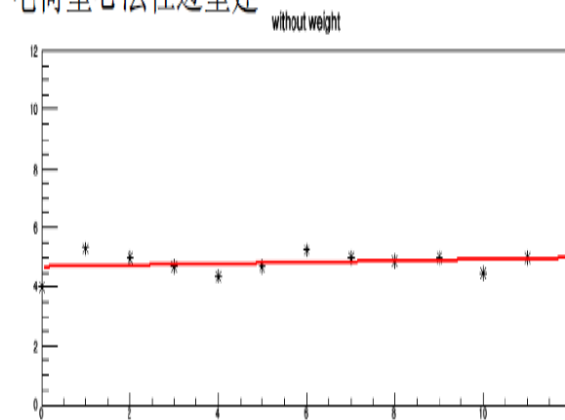


测试实物图

# 径迹性能研究



## 电荷重心法径迹重建



设计了12层Pad的测试探测器模型，利用激光束测量得到了径迹曲线，单点位置分辨  $<72\mu\text{m}@σ$ ，径迹重建位置分散  $126\mu\text{m}@σ$

# 主要结果及发表文章

- 基于所创新基金支持获得相关基金
  - 国家自然科学基金委重点基金一项（与清华联合申请，2015；基金号11535007）
  - 国家面上基金两项（2016，2017 基金号：11675197 11775242）
- 发表文章情况和国际会议报告
  - SCI文章5篇,国际会议报告~10次
  - DOI: 10.1088/1748-0221/13/04/T04008, JINST, 2018.13(04)
  - DOI: 10.7498/aps.67.20172618 Acta Phys. Sin. 2018,67(7)
  - DOI: 10.7498/aps.66.142901, Acta Phys. Sin. 2017,66(14)
  - DOI: 10.7498/aps.66.072901 Acta Phys. Sin. 2017,66(7)
  - DOI: 10.1088/1748-0221/12/04/P0401, JINST, 2017.4
  - DOI: [10.1088/1674-1137/41/5/056003](https://doi.org/10.1088/1674-1137/41/5/056003), CPC,2016.11
  - Wang Haiyun, Qi Huirong, etc., 微结构气体探测器中紫外激光束的信号和指向精度实验研究.物理学报（待发表）
  - Haiyun Wang, QiHuirong, etc., Design and study of the TPC detector module and prototype for CEPC, International Journal of Modern Physics A (待发表)
- 培养研究生情况及国际合作情况
  - 博士生两名（已毕业：张余炼）；硕士生壹名
  - 加入LCTPC国际合作组，参加束流合作测试2次，
  - 与CEA-Saclay建立合作研究，CSC博士研究生合作交流6个月

---

谢谢！