

# CGEM用于BESIII MDC内室改进的研究进展

董明义

On behalf of the IHEP and Italy collaboration group

核探测与核电子学国家重点实验室  
中科院高能物理研究所

2014.7.20

- 研究背景： **BESIII**漂移室内室问题及方案
- **CGEM** IT 设计
- **CGEM**作为漂移室内室模拟研究
- 总结



# BESIII漂移室内室问题

- 束流本底

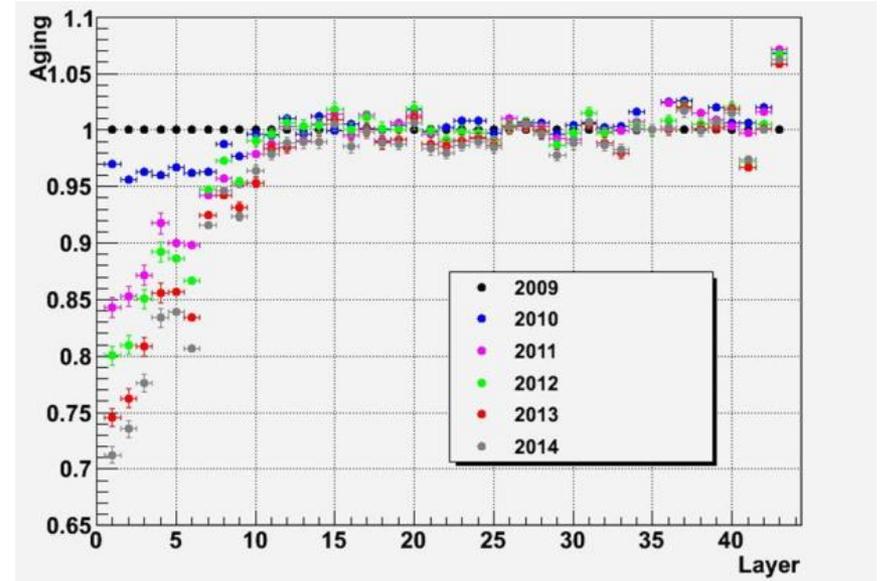
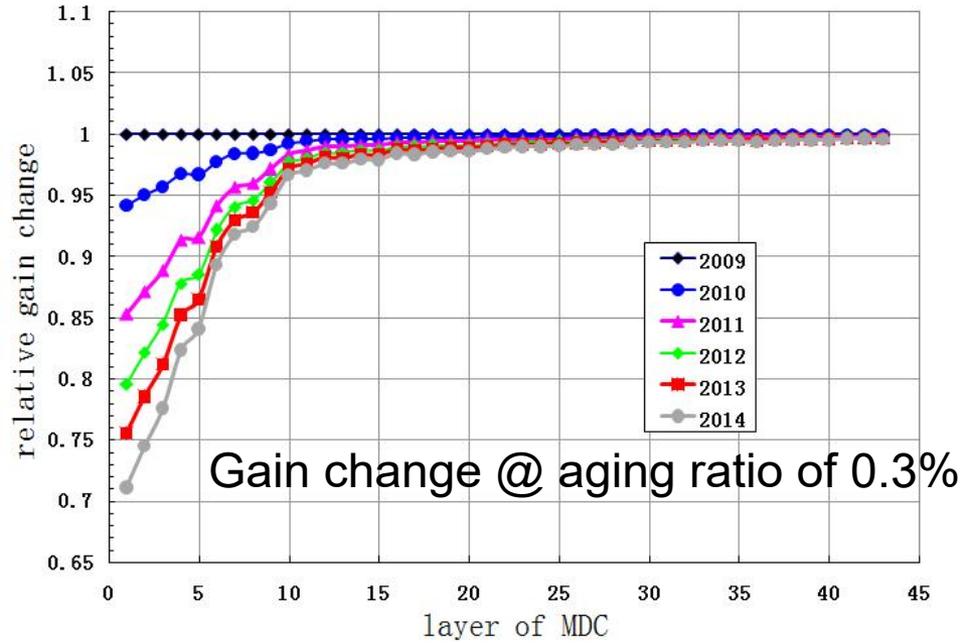
- 由于束流本底计数率高，内室前4层无法在正常高压下工作，降低工作高压（分别为正常高压的96%~99%），导致空间分辨和效率变差

- 老化问题:

- 信号丝老化：连续运行5年来，漂移室前10层已出现明显老化现象，其中第一层单丝累计电荷约为100mC/cm，丝单元增益下降约为29%，影响空间分辨及重建效率
- 场丝老化：Malter 效应（2012年1月出现），部分单元出现Malter放电，分别加CO<sub>2</sub>training和水蒸气解决放电问题，同时也使增益降低



# BESIII 漂移室内室老化

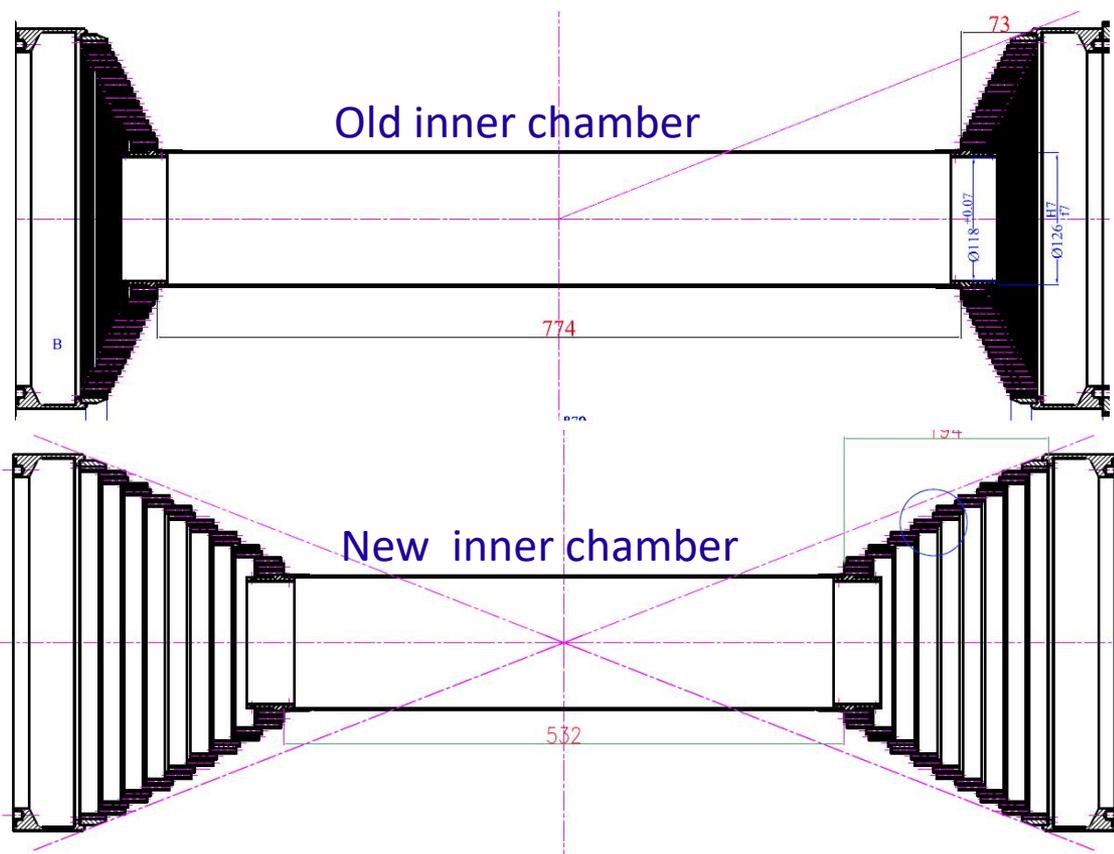


- 累积电荷法和Bhabha事例重建法得到一致的结果



# 漂移室新内室

- 重建一个台阶端板结构的漂移室内室，缩短灵敏区外的丝长，减小单丝漏电流
- 已完成定位子研制测试、机械结构设计加工和其他准备工作，本月底开始正式拉丝，预计11月份完成)





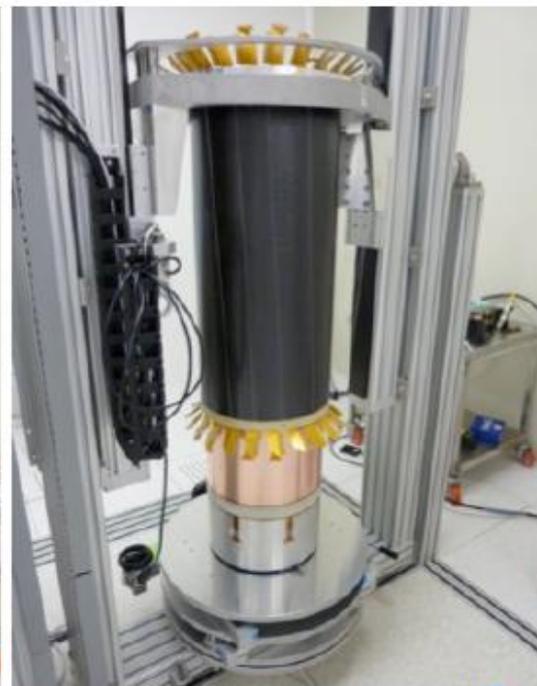
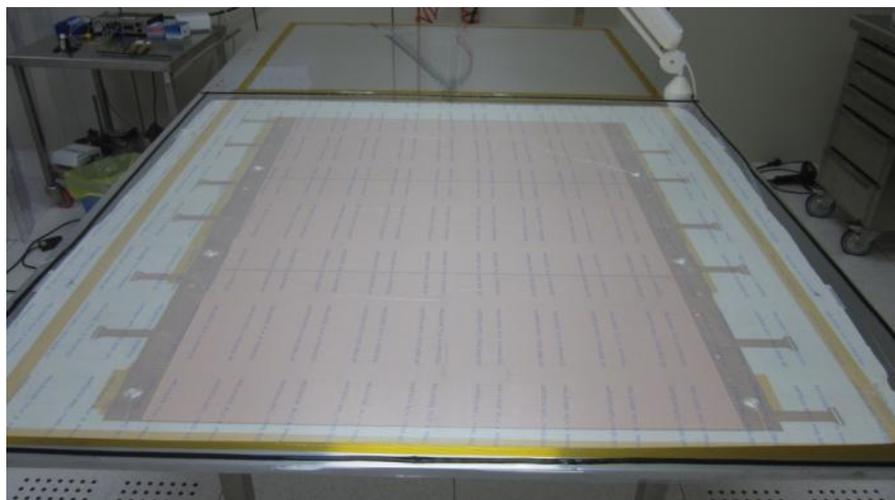
# 漂移室内室升级CGEM方案

内室升级要求:

- 计数能力:  $\sim 10^4$  Hz/cm<sup>2</sup>
  - 空间分辨:  $\sigma_{xy} = \sim 100\mu\text{m}$ ,  $\sigma_z < 1\text{mm}$
  - 动量分辨:  $\sigma_{Pt/Pt} = \sim 0.5\%$  @1GeV
  - Efficiency =  $\sim 98\%$
  - 物质质量:  $< 1.5\%$  all layers
  - 覆盖立体角:  $93\%$   $4\pi$
- 升级预研方案: **CGEM (Cylindrical Gas Electron Multiplier)**
    - 高计数率:  $> 50\text{MHz/cm}^2$
    - 较少的物质质量:  $< 0.5X_0$ /层探测器
    - 较高的空间分辨:  $< 100\mu\text{m}$  (模拟读出)
    - 意大利KLOE2 inner tracker 研制经验

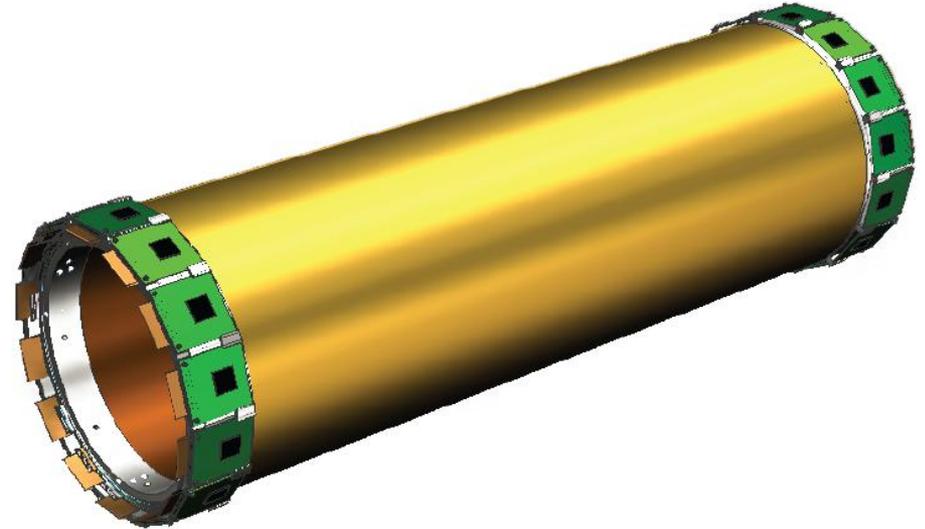
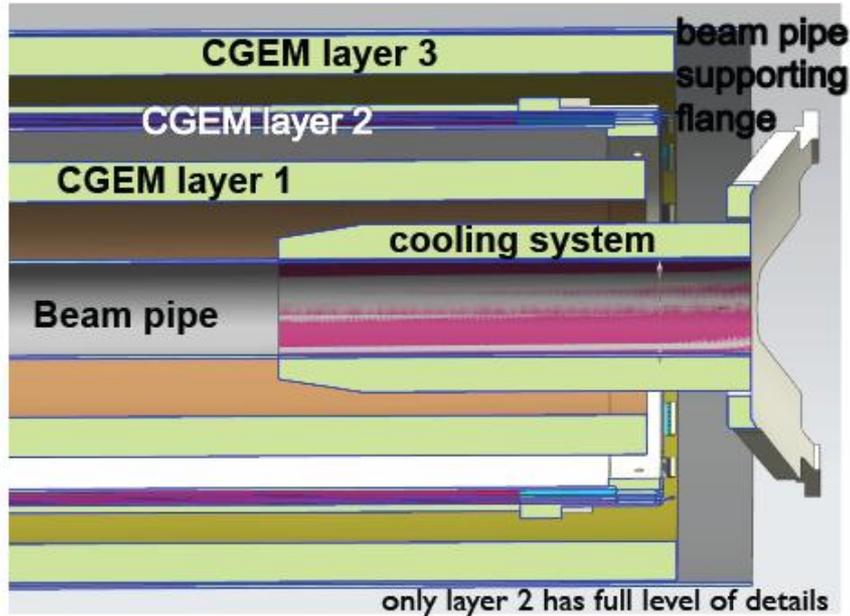


# CGEM探测器的制作

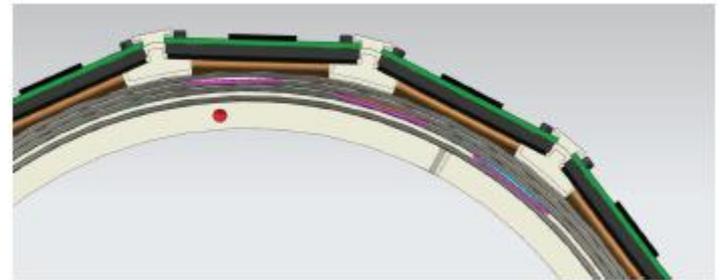




# CGEM IT 初步设计



- 计划采用3层CGEM探测器替换漂移室内室
- 第二层探测器可以直接使用KLOE2的mold, 建造从第二层开始





# 探测器Layout

	unit	Layer 1	Layer 2	Layer 3
# of foils per plane		1	2	2
radius of the anode	mm	87.5	132.5	175
active area length (z)	mm	532	690	847
plane width	mm	549.8	832.5	1099.6
foil width	mm	549.8	416.3	549.8
stereo ang	deg	45.94	-31.10	32.99
pitch	mm	0.65	0.65	0.65
N ch phi channels		846	1281	1692
N ch v channels		1176	2193	2838
<b>Tot Ch LI</b>		<b>2022</b>	<b>3474</b>	<b>4529</b>

- 整个探测器共10025读出通道，采用模拟读出芯片
  - Phi向：3819，V向：6207



# 物质质量

**Table 3.1:** Material budget calculation for the CGEM-IT cathodes.

material	thickness ( $\mu\text{m}$ )	fill factor	Radiation length (%)
kapton	12.5	1	0.004375
rohacel	1000	1	0.007
kapton	12.5	1	0.004375
rohacel	1000	1	0.007
kapton	12.5	1	0.004375
kapton	50	1	0.0175
copper	3	1	0.021
Total			0.065625

**Table 3.3:** Material budget calculation for the CGEM-IT anodes.

copper	3	1	0.021
kapton	50	1	0.0175
rohacel	2000	1	0.014
kapton	12.5	1	0.004375
rohacel	2000	1	0.014
kapton	50	1	0.0175
copper	3.5	0.87	0.021315
kapton	50	0.2	0.0035
copper	3.5	0.2	0.0049
Total			0.11809

**Table 3.2:** Material budget calculation for the CGEM.

copper	3	0.8	0.0168
kapton	50	0.8	0.014
copper	3	0.8	0.0168
Total			0.0476

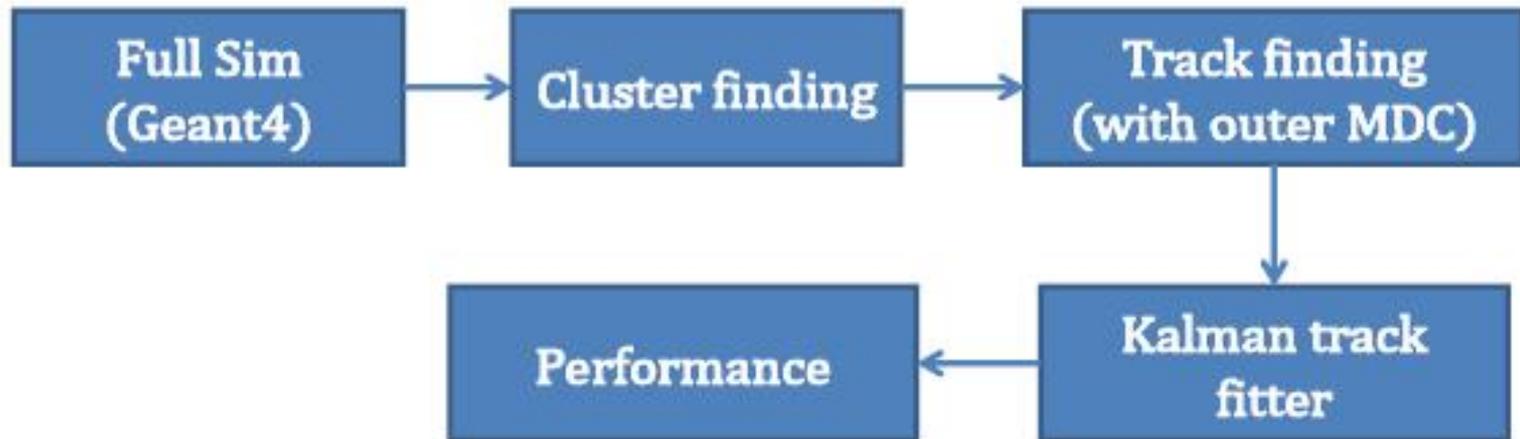
- 约0.33%  $X_0$ /层 CGEM 探测器
- 总共约1% $X_0$



# CGEM Geant4 模拟进展

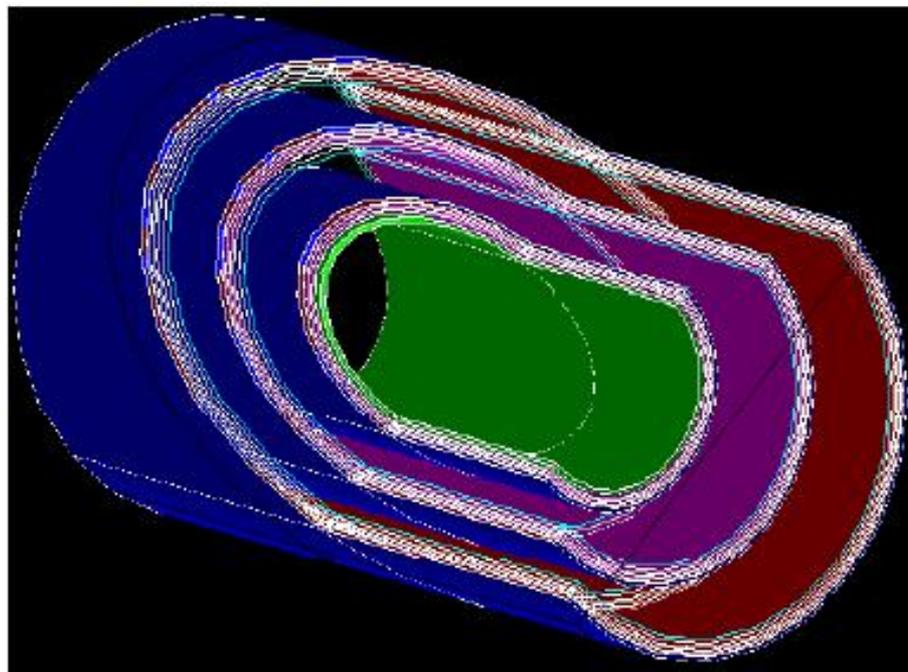
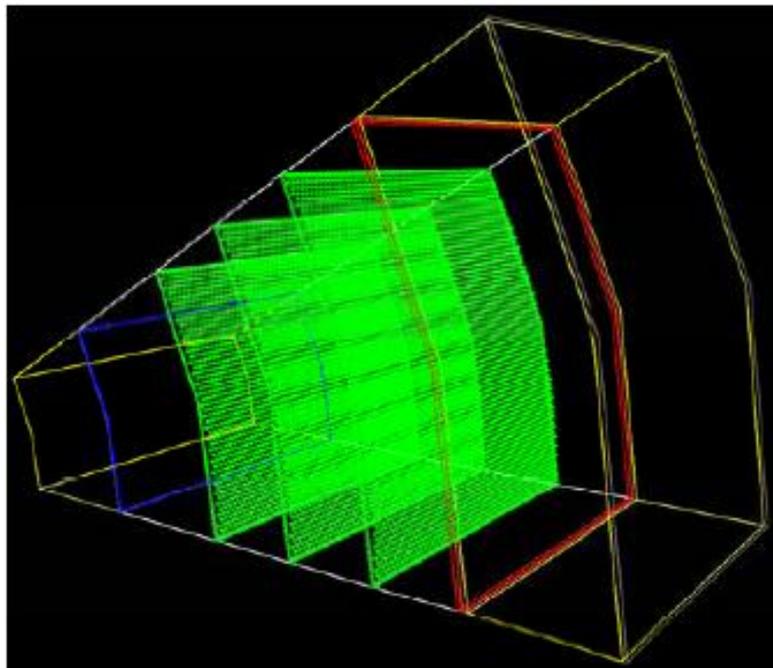
Fast simulation—>full simulation

- BESIII软件框架下开发了Geant4模拟包
  - CgemBoss- 0.0.1 , CgemBoss- 0.0.2, CgemBoss- 0.0.3
- 研究预期性能
- 探测器设计优化

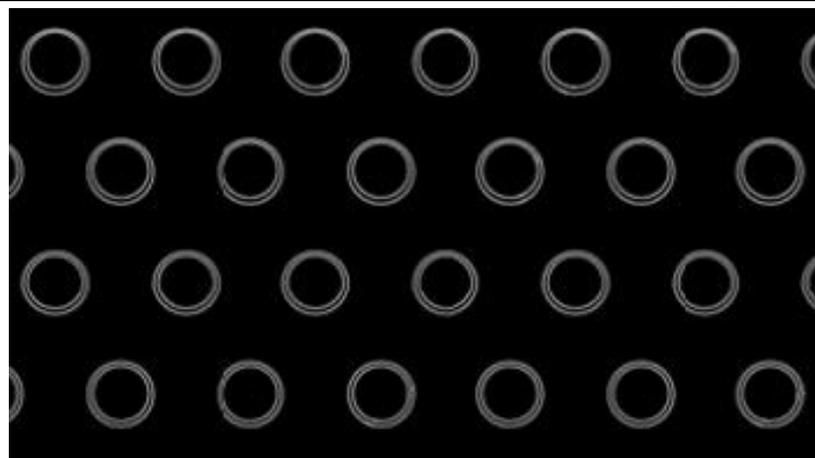




# CGEM 模拟

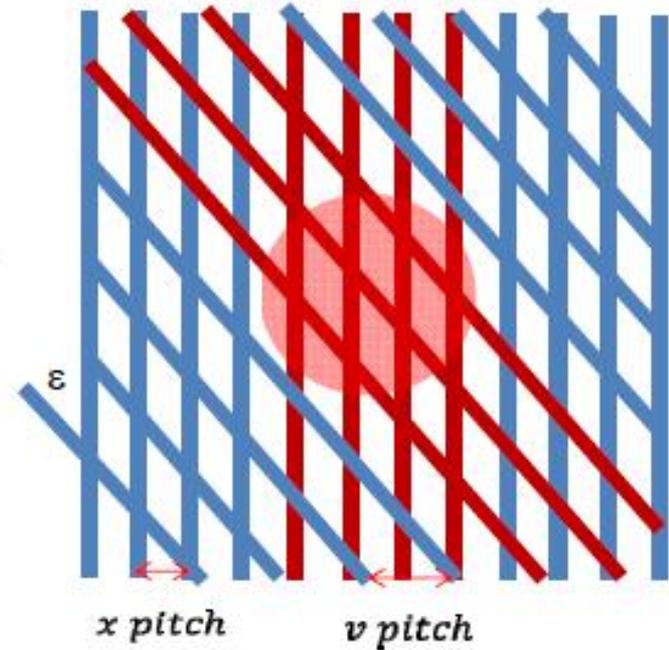
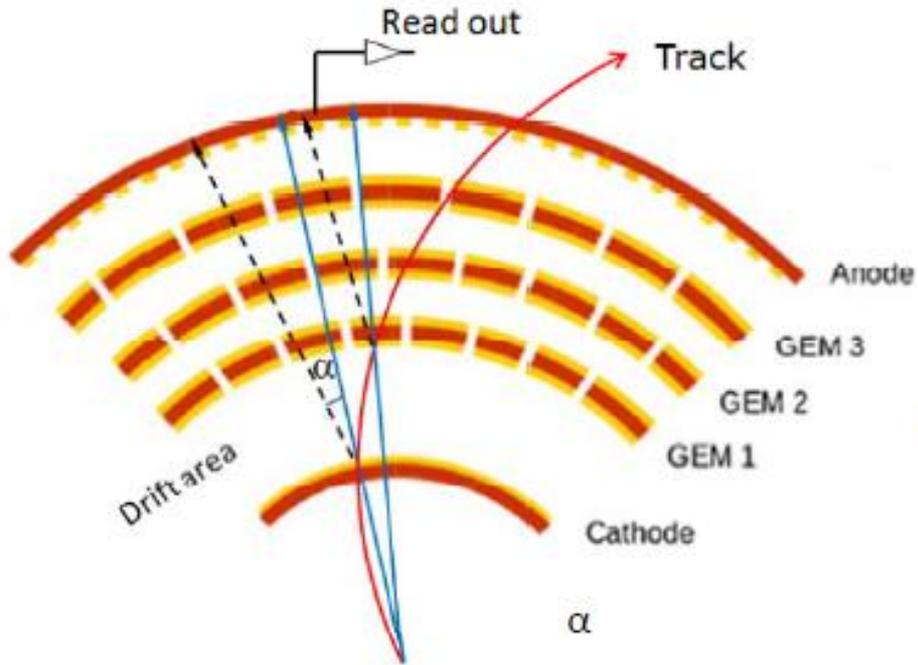


- 3层CGEM探测器
- 一个CGEM探测器包括
  - 1 cathode
  - 3 GEM foils
  - 1 Anode
  - 1 carbon fiber shield





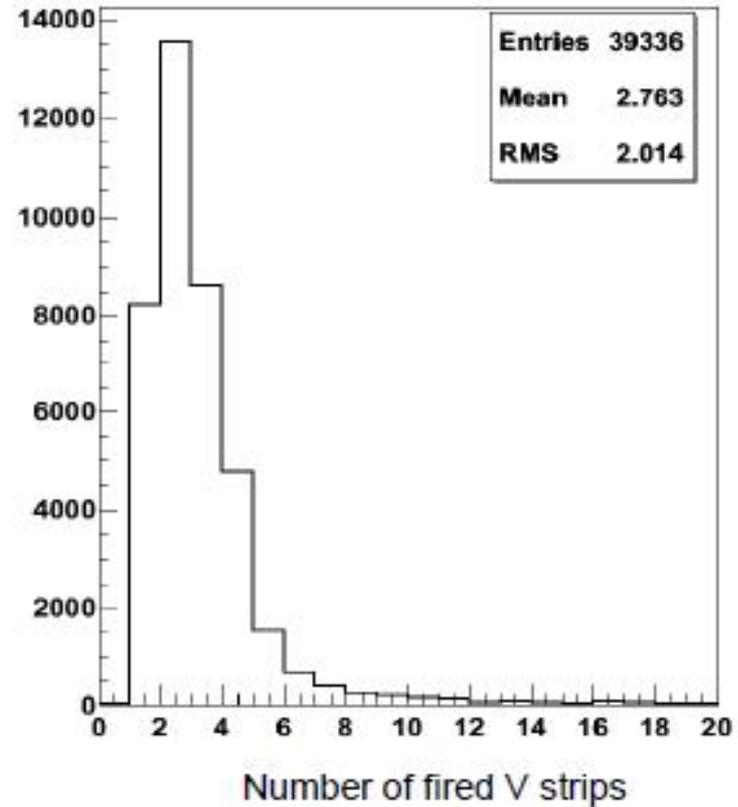
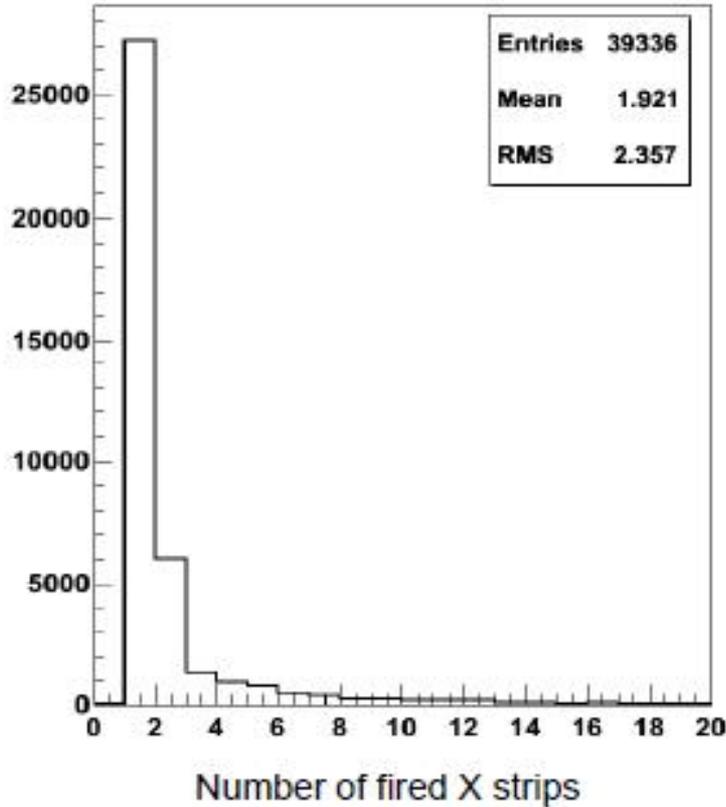
# 数字化





# 单次事例读出条着火数

single muon MC sample 1.0 GeV  $|\cos\theta| < 0.93$

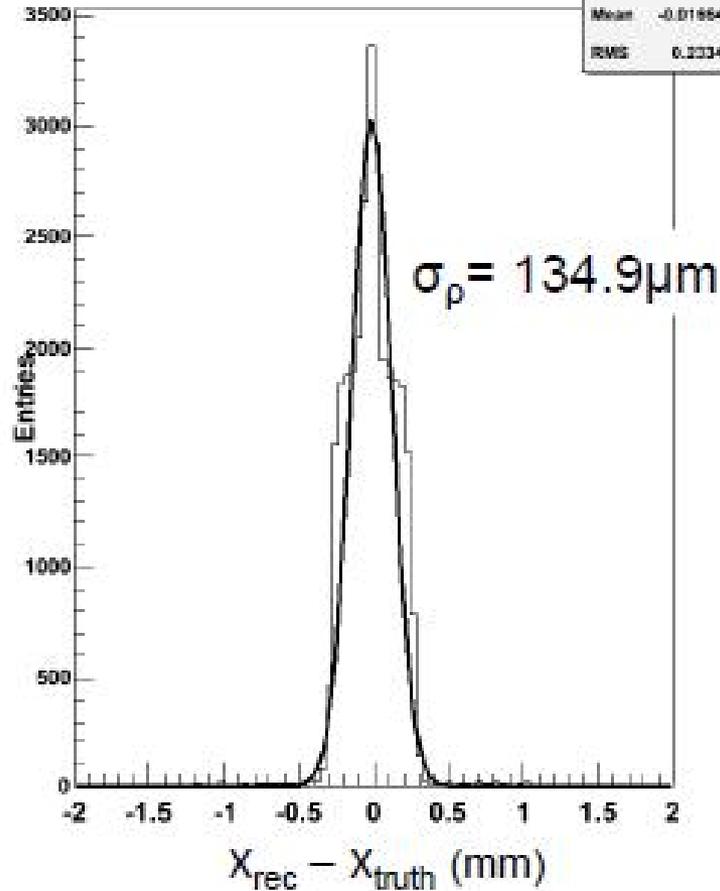


- X读出条平均2~3个，V读出条平均2~4个

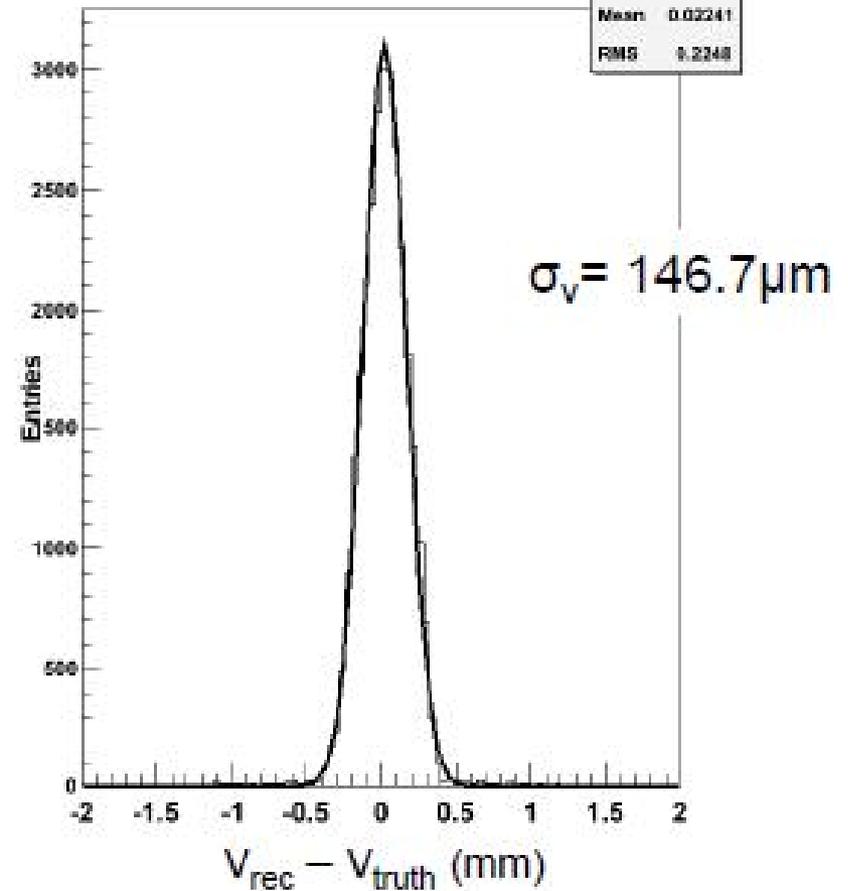


# 空间分辨初步结果

rho resolution

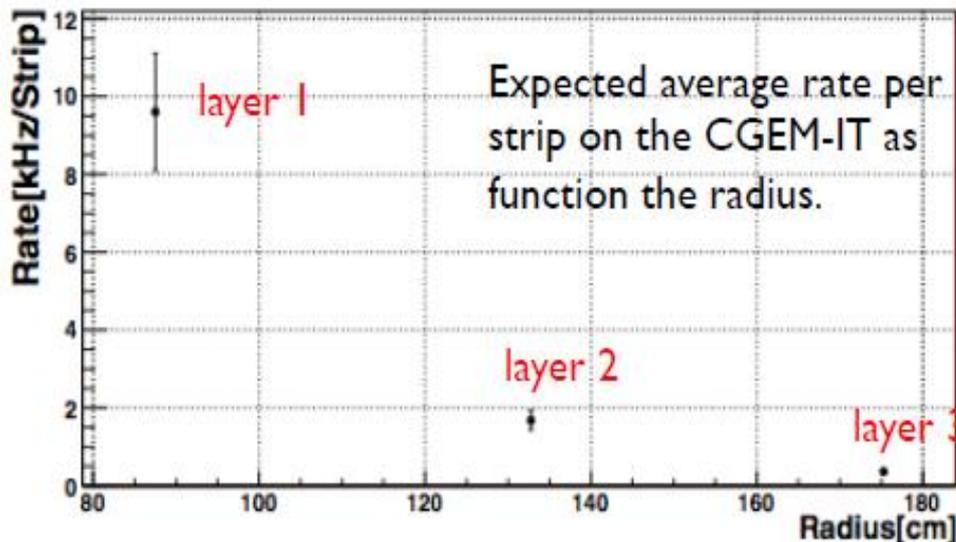
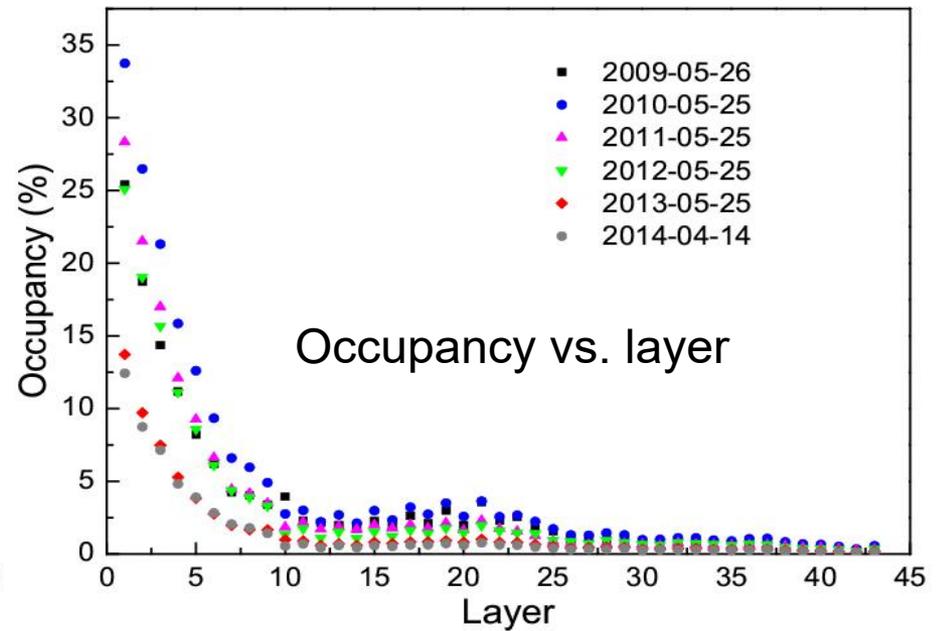
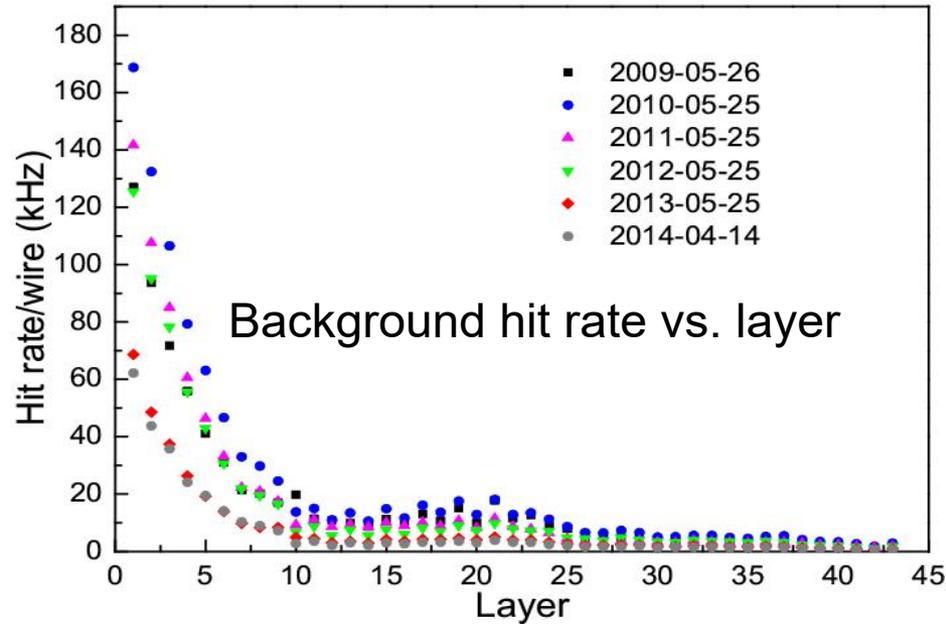


v resolution





# 本底计数率



- 考虑最大本底的情况，并考虑安全系数，CGEM 第一层的最大计数为60kHz/strip
- 假设CGEM电子学时间窗为 $1\mu\text{s}$ ，其着火率为6%



# 费用预算

---

- 已获中意合作项目支持，2013~2015，360K€（1层CGEM prototype）
- 整个探测器需要约1M€
- 今年6月已发布CDR，希望获取BES合作组支持，意方继续申请经费



# 研制计划

---

- 今年9月开始建造第一个探测器（第二层）
- 2016年底在LNF完成所有探测器的研制（不包括最终的模拟读出电子学）
- 2017年初运至高能所
- 2017年在高能所完成最终模拟读出电子学的安装和测试
- 2018年更换内室？



# 总结

---

- 与意大利方合作，进行了漂移室内室升级的**CGEM**探测器方案的初步设计
- 进行了**CGEM IT**的模拟研究
- 基本完成第二层**CGEM**探测器研制准备工作
- 初步制定了工作计划

谢 谢！