

# 利用全覆盖ARGO-YBJ实验测量EAS的时间前锋面

报告人：田珍

合作者：王振，靳超，郭义庆，胡红波

IHEP

首届LHAASO合作组会议（南开大学）

2016.8.17

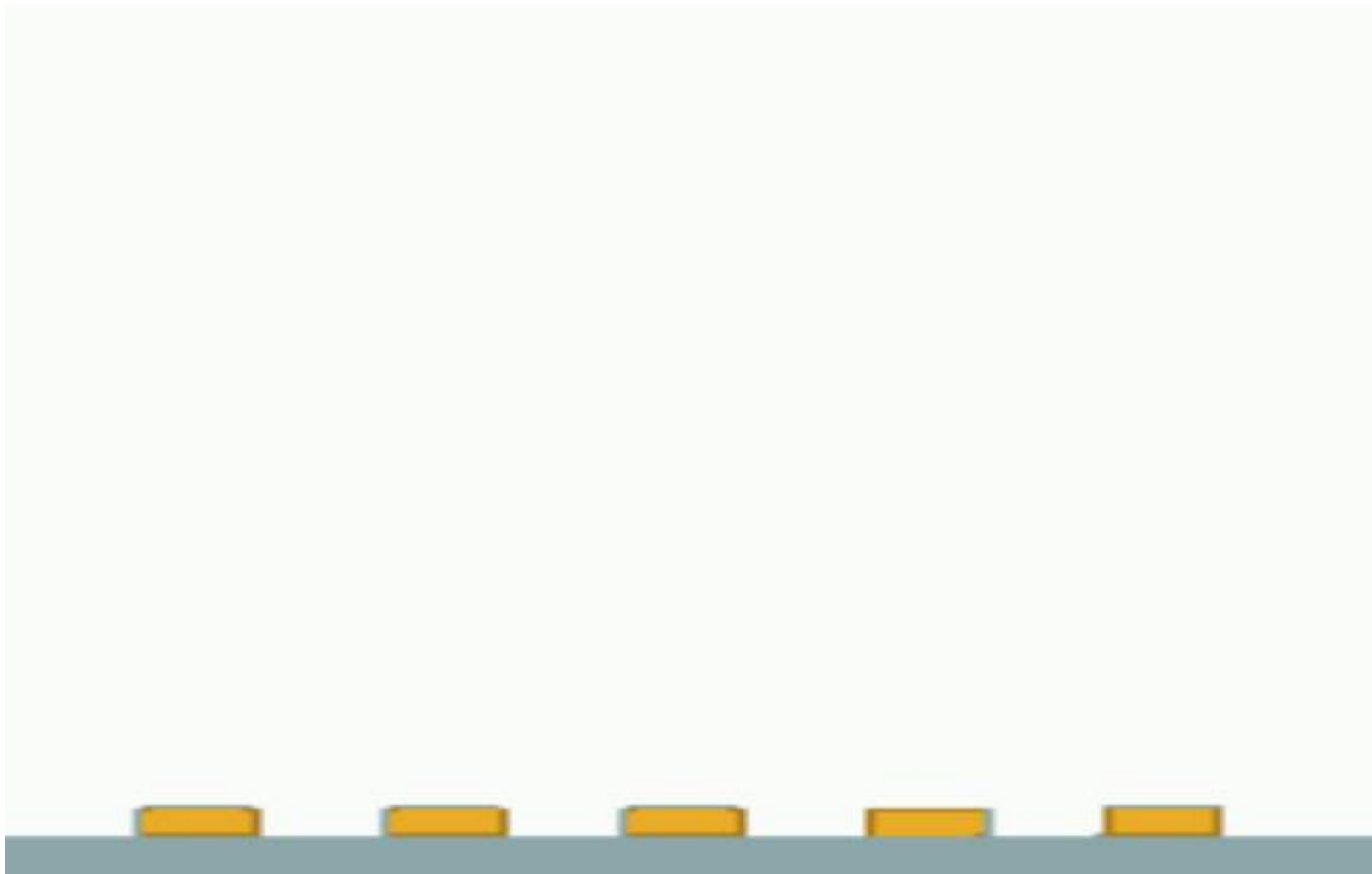


# 主要内容

- 前锋面介绍和研究目的
  - 时间分布对EAS实验重建的意义
  - ARGO-YBJ实验测量特点
- 宇宙线与伽马前锋面测量工作
  - 本征前锋面测量
  - 对Crab 源方向伽马的EAS测量
- 总结和展望



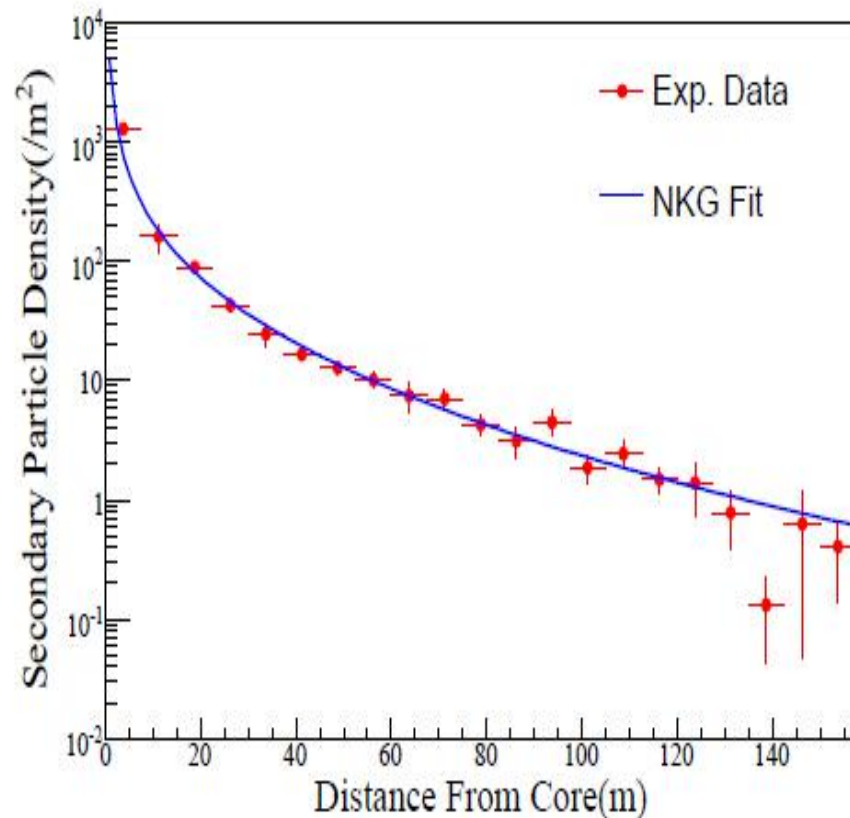
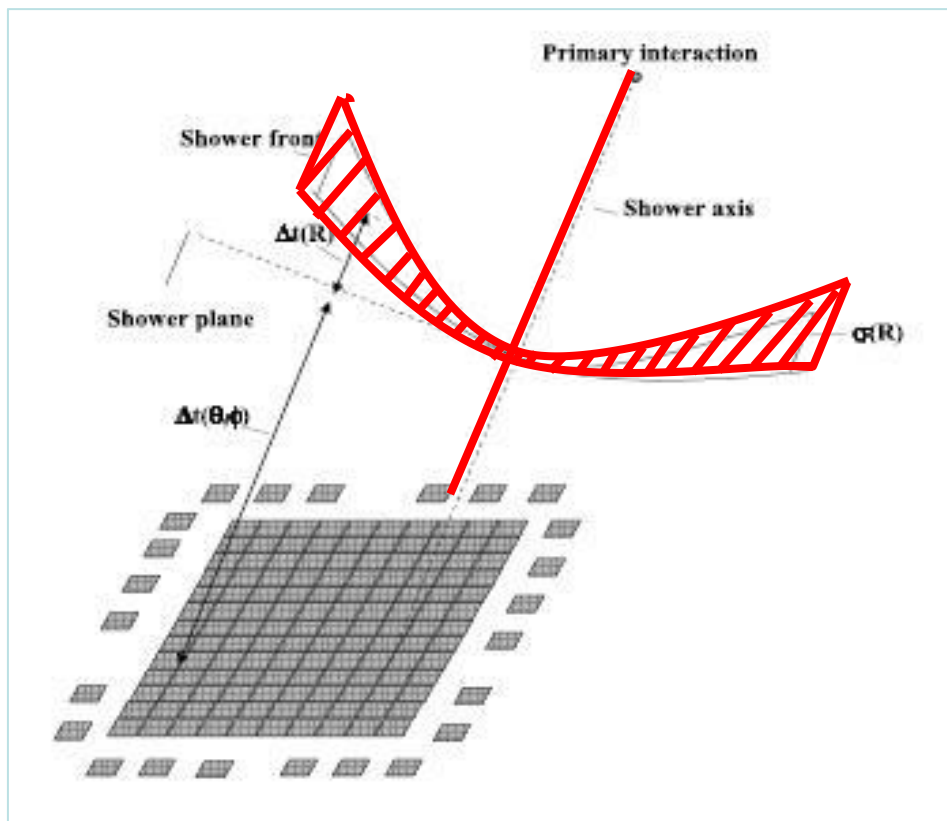
# 什么是前锋面





# 前锋面空间结构

PROCEEDINGS OF THE 31<sup>st</sup> ICRC, ŁÓDŹ 2009

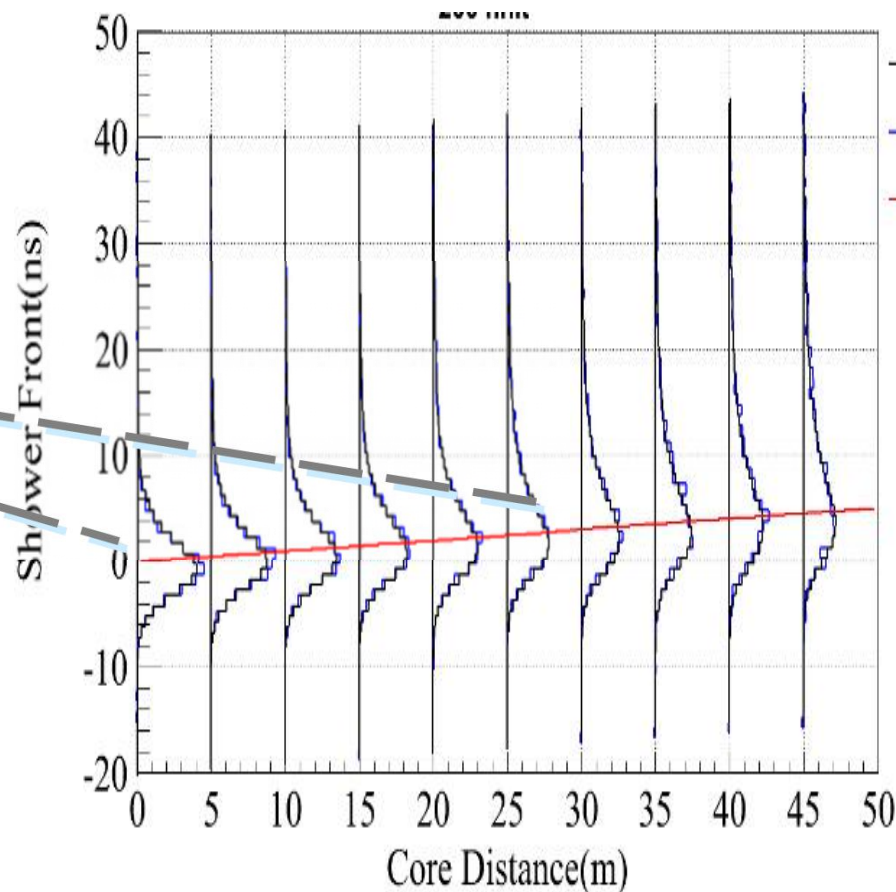
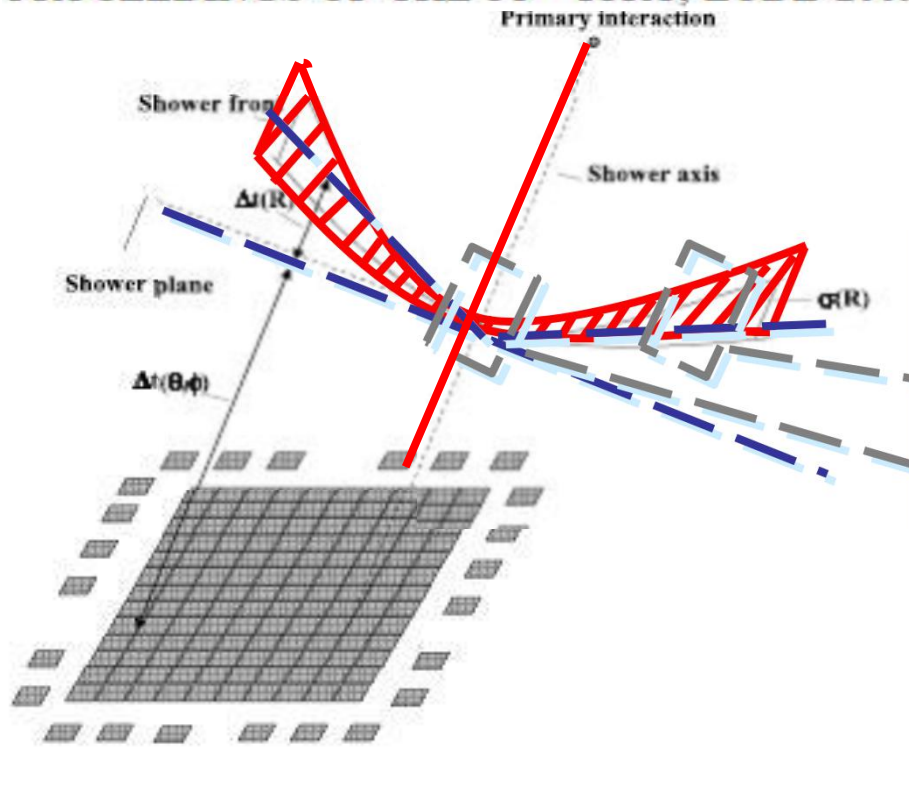


- EAS在二维观测平面上的空间分布：经验公式NKG



# 前锋面时间分布

PROCEEDINGS OF THE 31<sup>st</sup> ICRC, ŁÓDŹ 2009

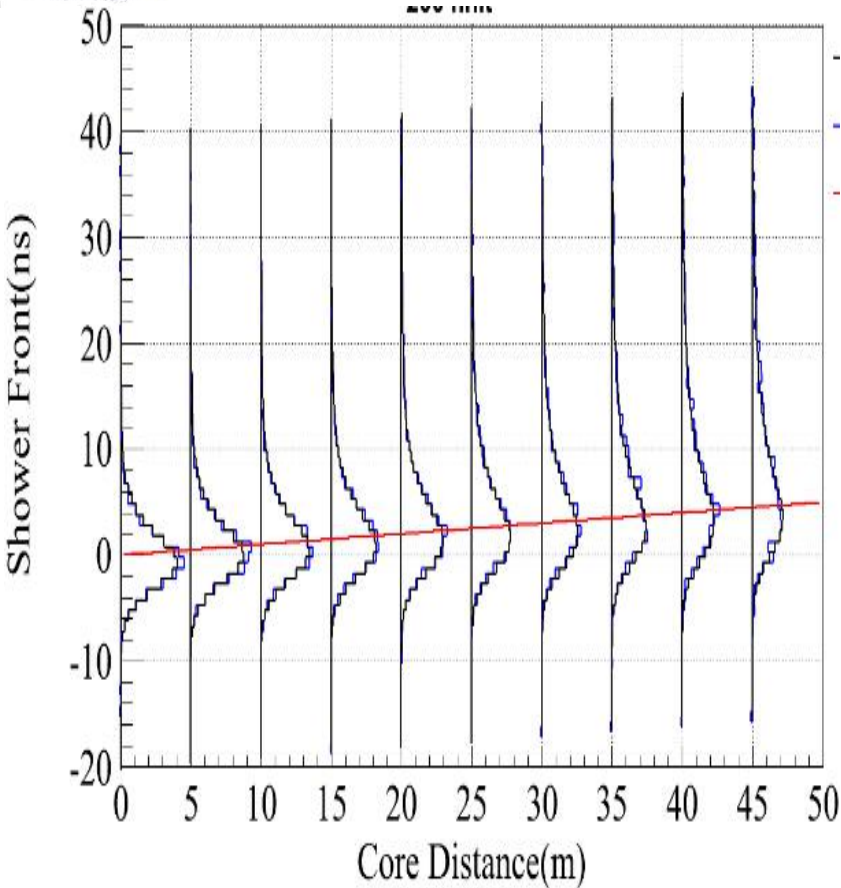


- 重建中常用：平面拟合或锥面拟合



# 前锋面的特征

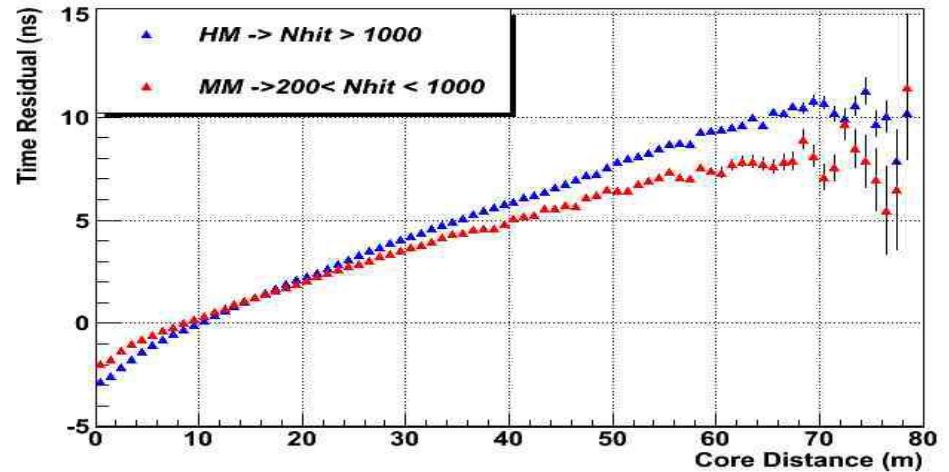
Marsella' report on 2014年ARGO 国际合作组年会



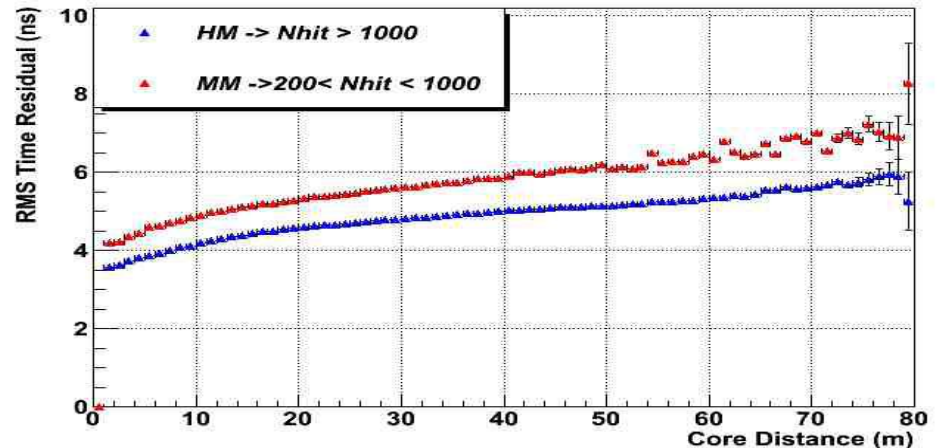
■ 特征量：

- 中位值  $Value_{mean}$  和 宽度  $Value_{\sigma}$

Res vs R

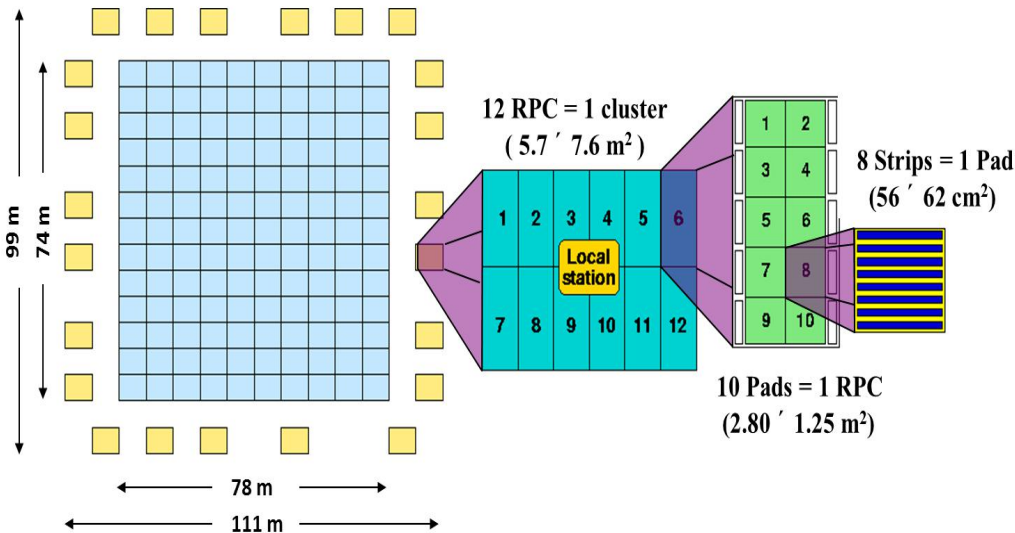
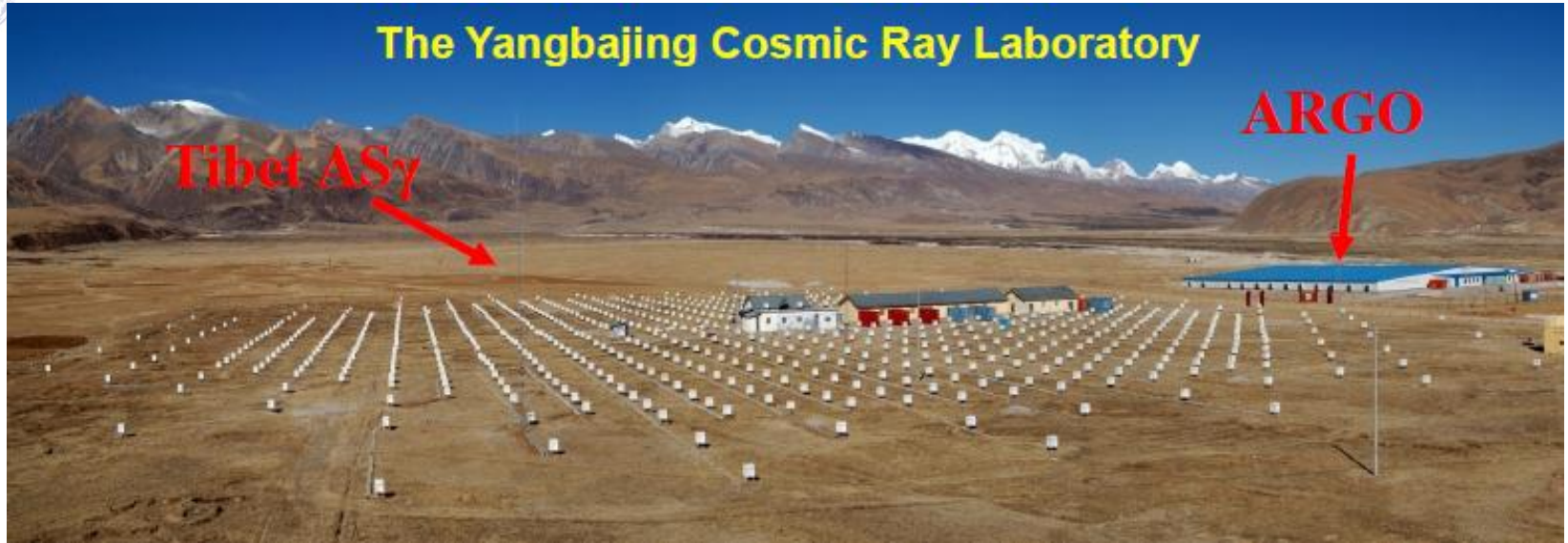


RMS conical fit





# ARGO-YBJ实验



## ➤ 优点：

- 地毯式全覆盖阵列覆盖
- RPC时间分辨~1.8ns
- 探测单元面积小(0.33m<sup>2</sup>/pad)
- 数字读出计数

## ➤ 缺点：

- RPC时间分辨有限，只能测量最早到达的粒子时间；
- RPC只能计数8个次级粒子数。

➤ **ARGO-YBJ实验具有独特的优势，能够提供精细测量先锋面结构！**



# 宇宙线先锋面测量



# 数据样本

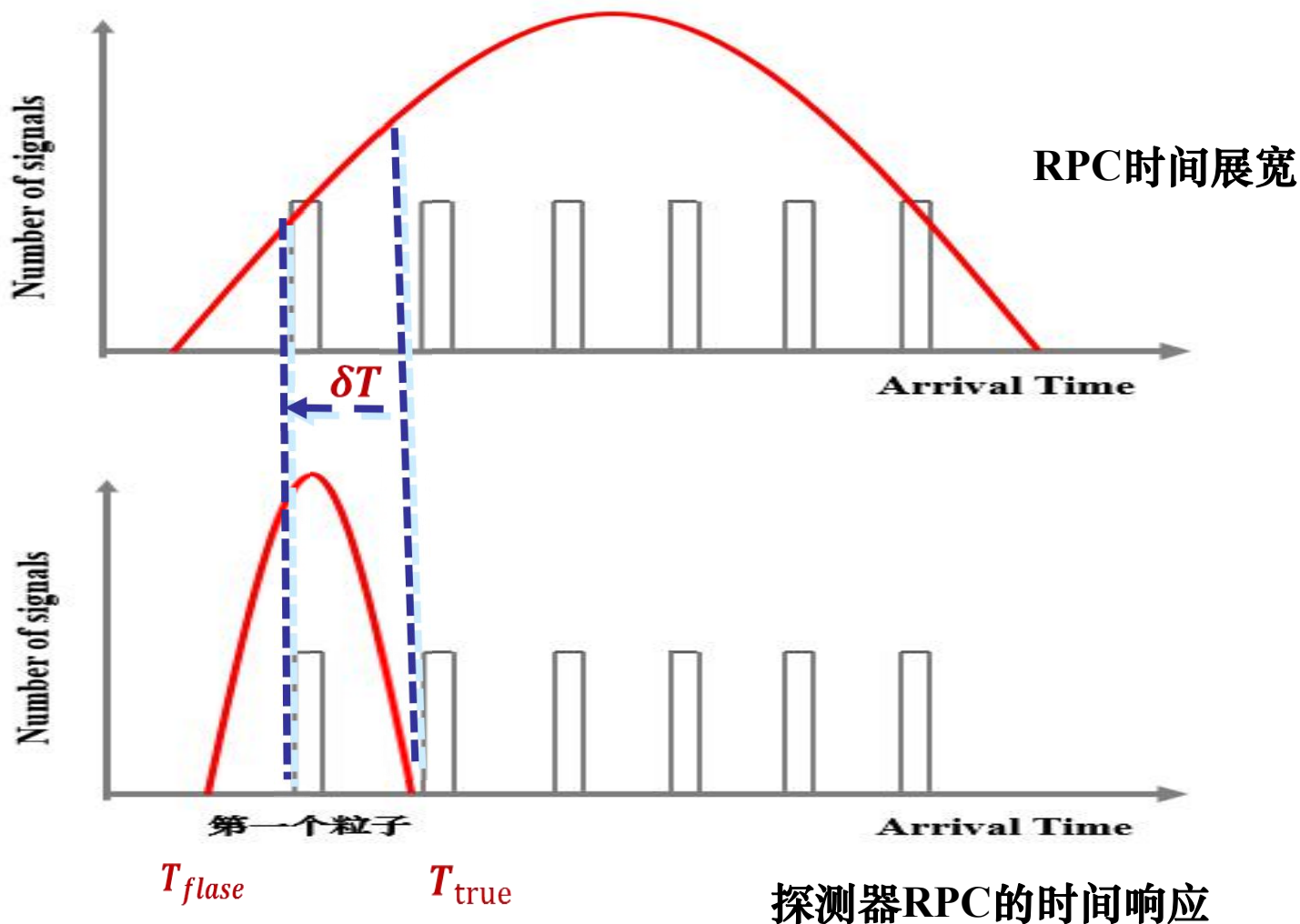
- ARGO-YBJ: 200801-201210
- Crab nebula 轨迹上周围临近的等大均匀分布的窗口：
  - $N_{hit} \geq 200$ ;
  - $\theta < 50deg$ ;
  - 窗口角距离  $\leq 1.5deg$
  - $\chi^2 \leq 80$
  - 芯位重建  $\leq 40m$

**CRs**

$N_{hit}$	Core	Angle distance (deg)	Non	Noff (8)	$N_{\gamma} (Non - Noff / 8.0)$	$\sigma (N_{\gamma} / (1/8.0 * Noff)^{0.5})$
200	40m	0.65	425311	3351364	6390	9.87
500	40m	0.45	75316	585712	2102	7.77
1000	40m	0.35	19719	152445	663	4.80



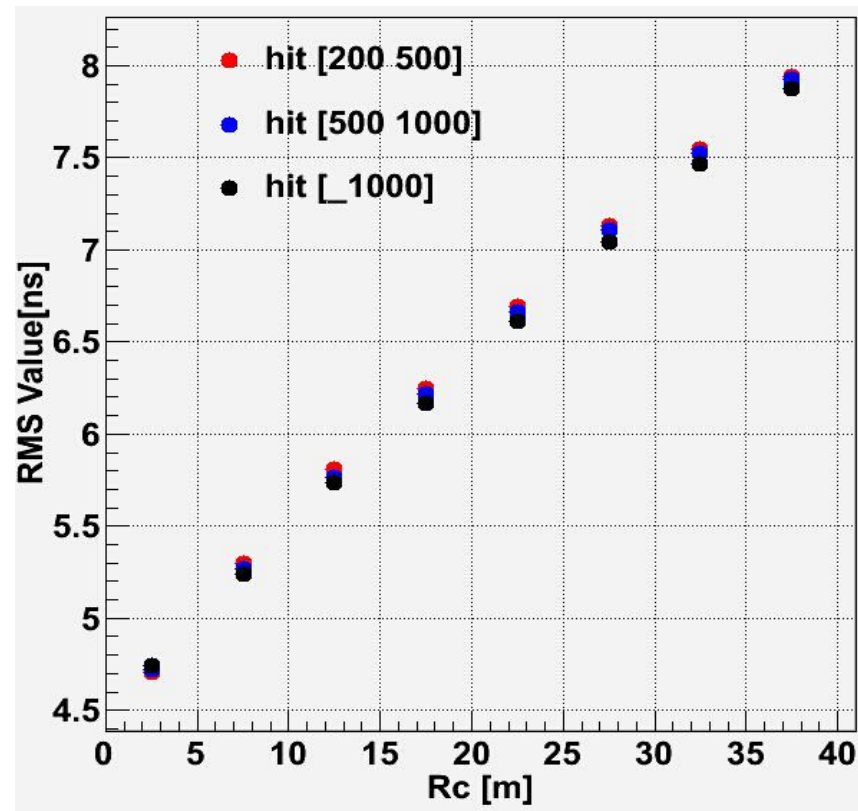
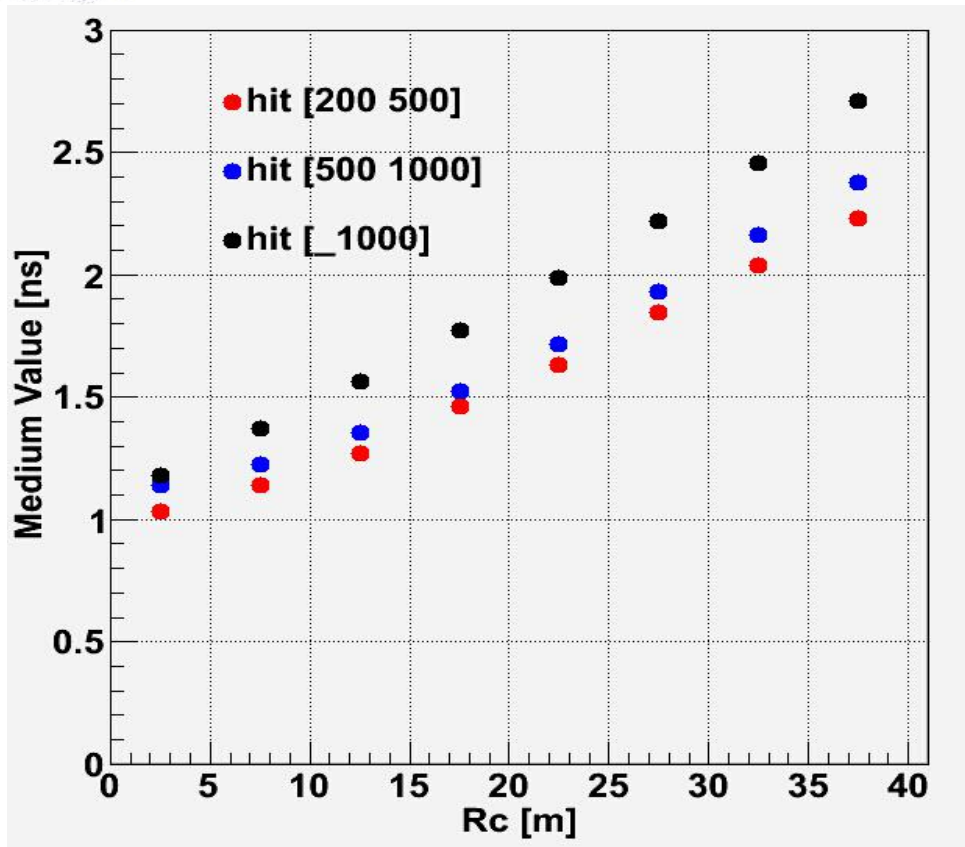
# 探测器时间响应理解



- RPC总是测量到第一个到达粒子的时间，电荷量能够正常计数。



# 本征前鋒面測量



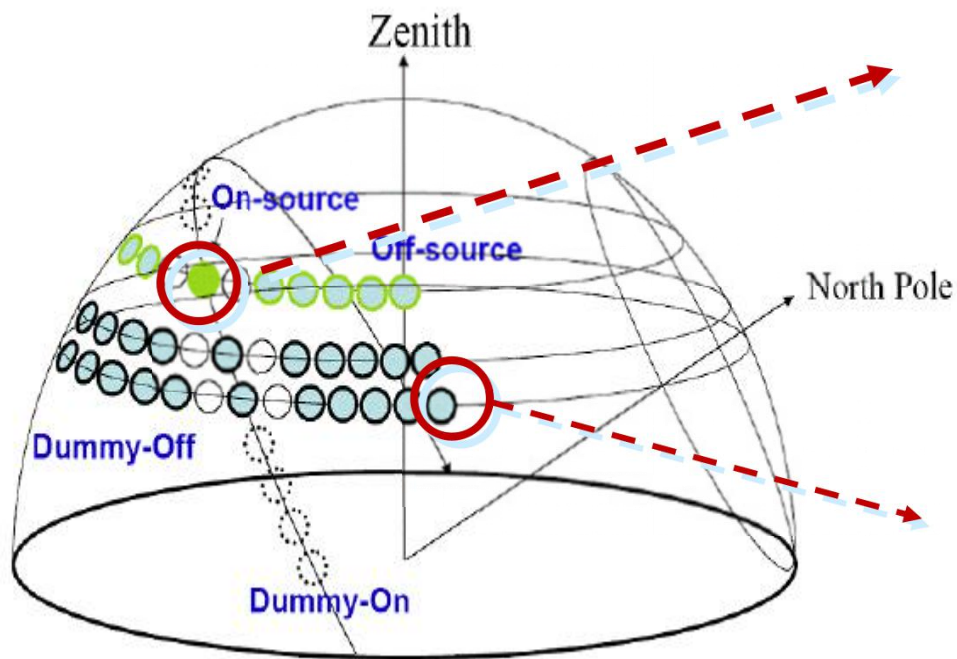
- 首次測量了本征前鋒面結構



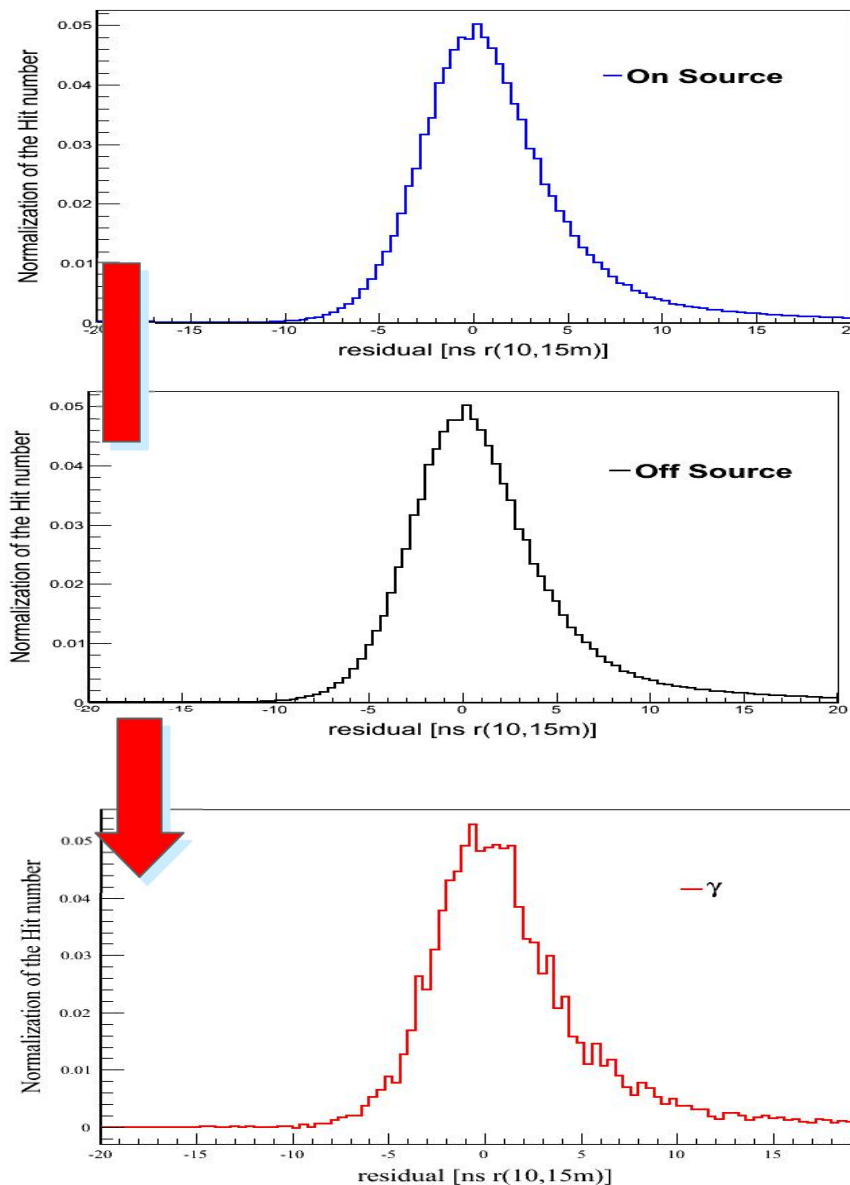
# 伽马样本的前锋面测量

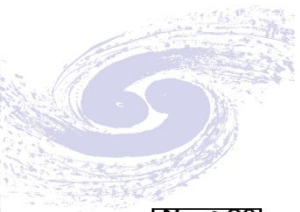


# 伽马样本前锋面测量方法



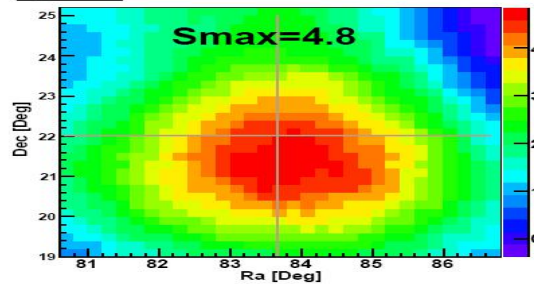
- 等天顶角法，crab源轨迹上，开瞬间窗口
- 临近分布8个等大的背源窗口，估计宇宙线；
- 对crab源的伽马样本能够直接测量；



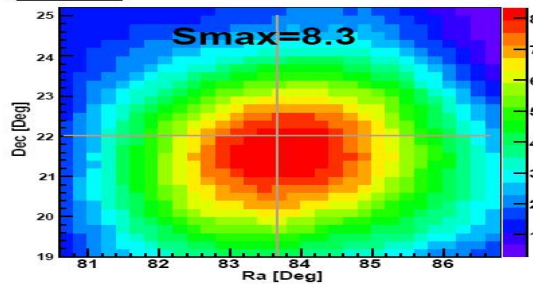


# Crab Nebula 显著性

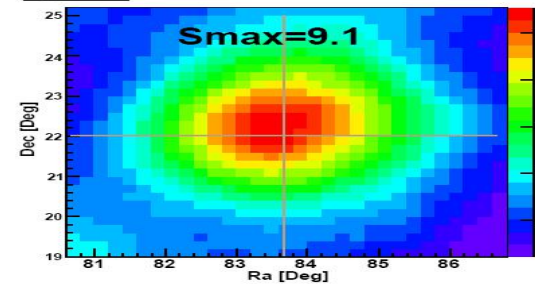
$N_{\text{pad}} > 20$



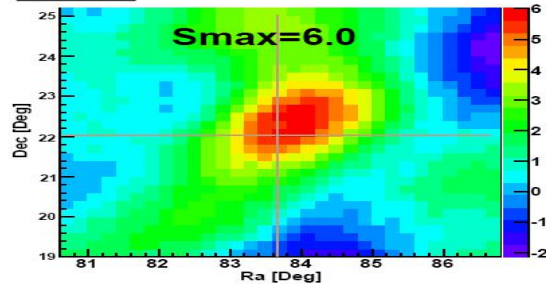
$N_{\text{pad}} > 40$



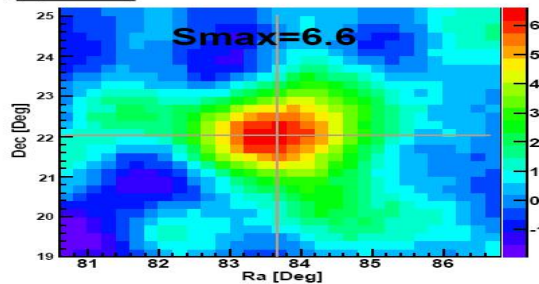
$N_{\text{pad}} > 60$



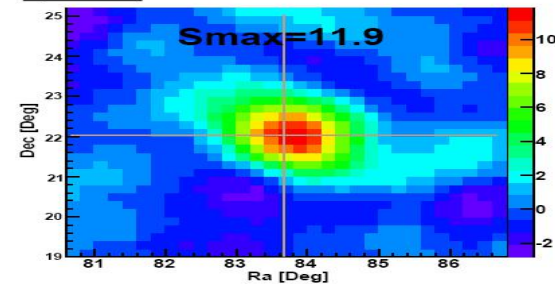
$N_{\text{pad}} > 100$



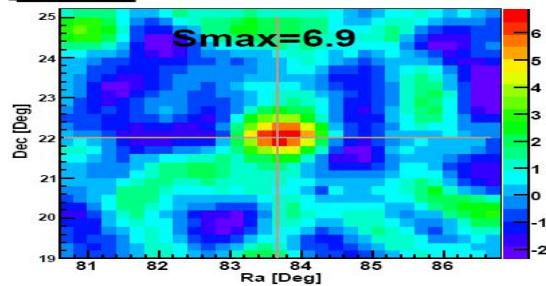
$N_{\text{pad}} > 130$



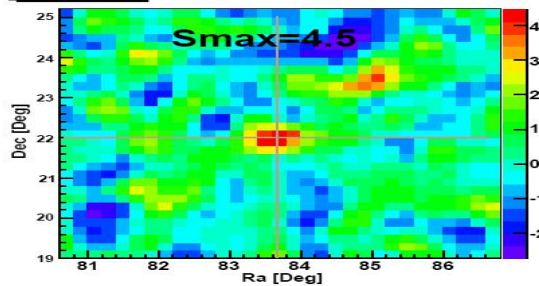
$N_{\text{pad}} > 200$



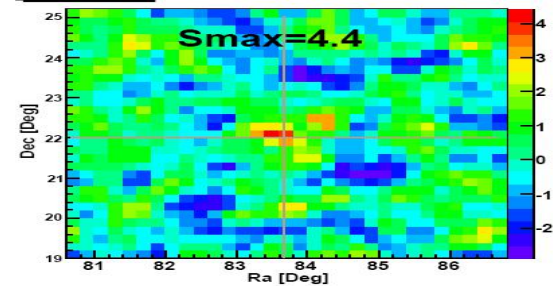
$N_{\text{pad}} > 500$



$N_{\text{pad}} > 1000$

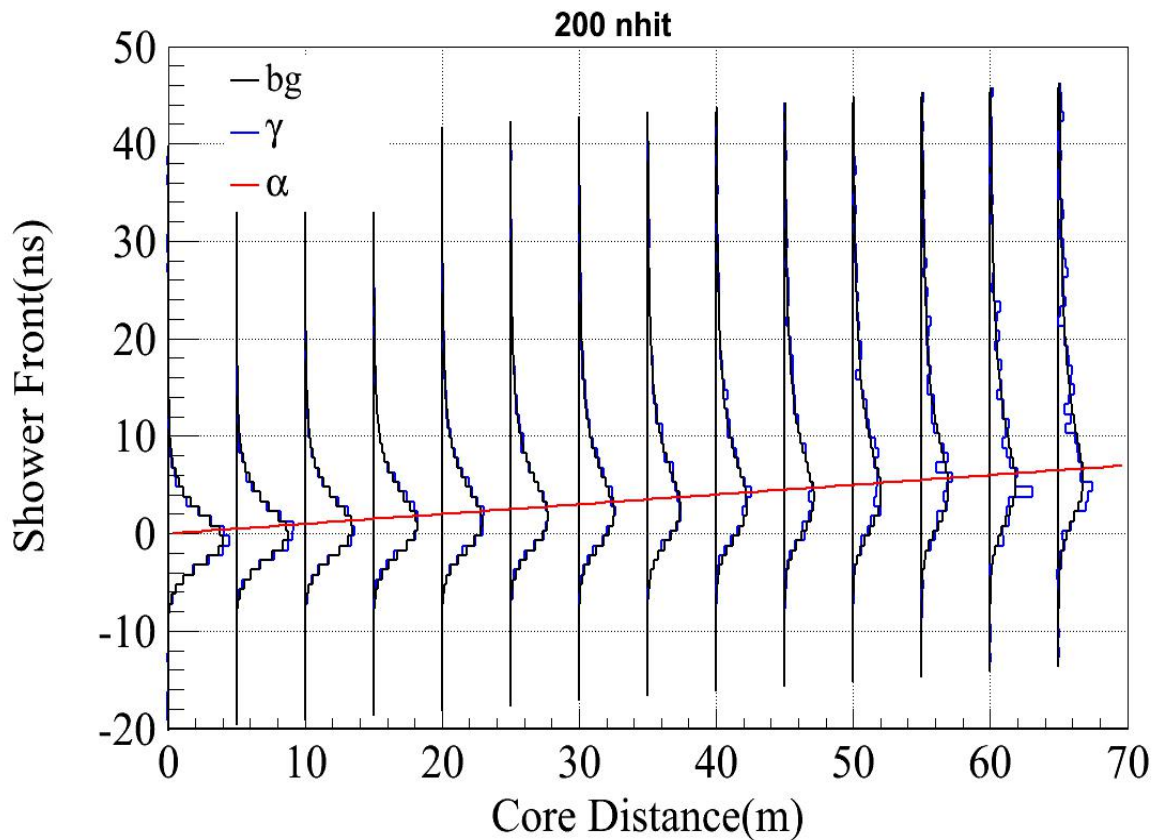


$N_{\text{pad}} > 2000$





# 测量伽马前锋面与宇宙线一致



- 在不同离芯位置下，不同着火hit时，伽马与宇宙线前锋面行为一致



# 总结与展望

- 利用ARGO-YBJ实验测量了宇宙线与伽马样本的前锋面；
  - 首次测量了宇宙线本征前锋面结构；
  - 测量结果显示有明显能量依赖；
  - 伽马样本与宇宙线没有明显差别；
  
- EAS前锋面测量工作能够帮助改善提高地面阵列实验的重建方向精度；未来希望可以通过我们现有EAS前锋面测量研究帮助提高LHAASO实验重建方向的精度。

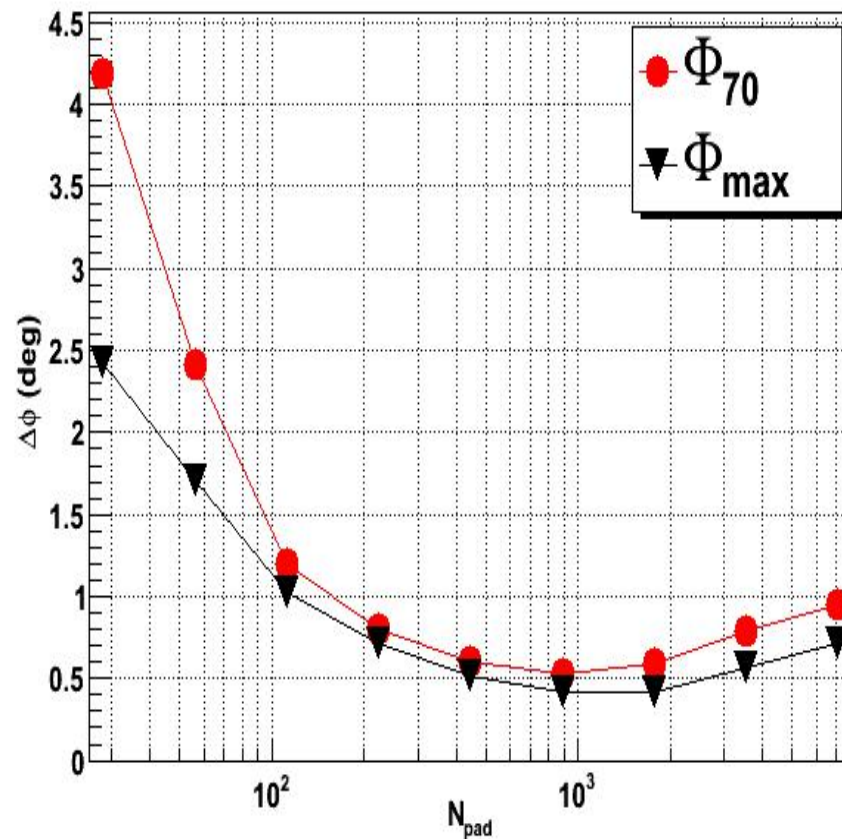
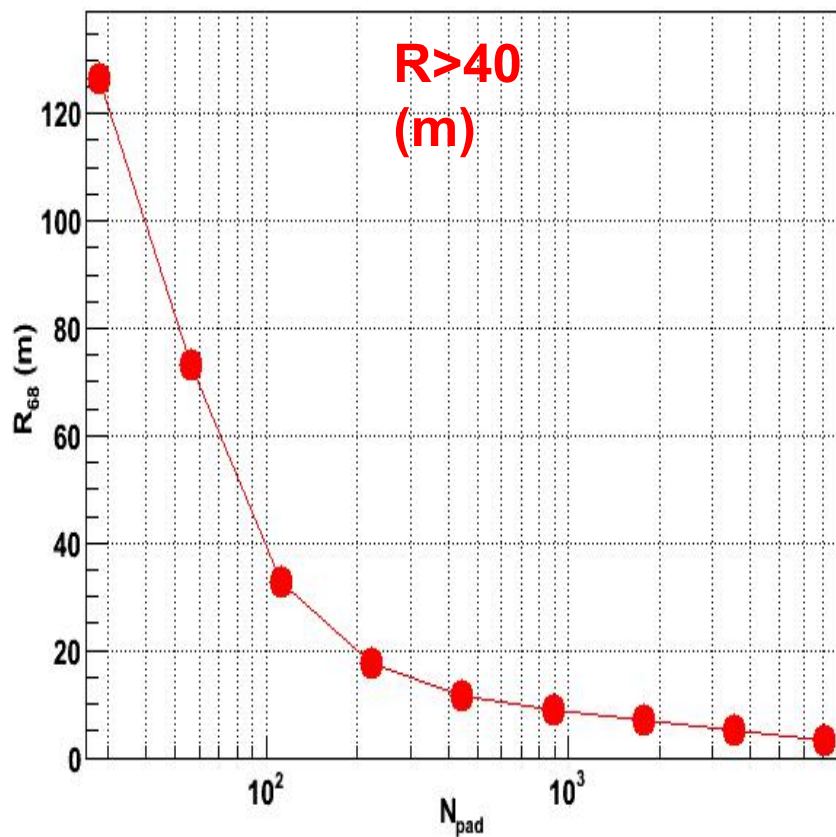


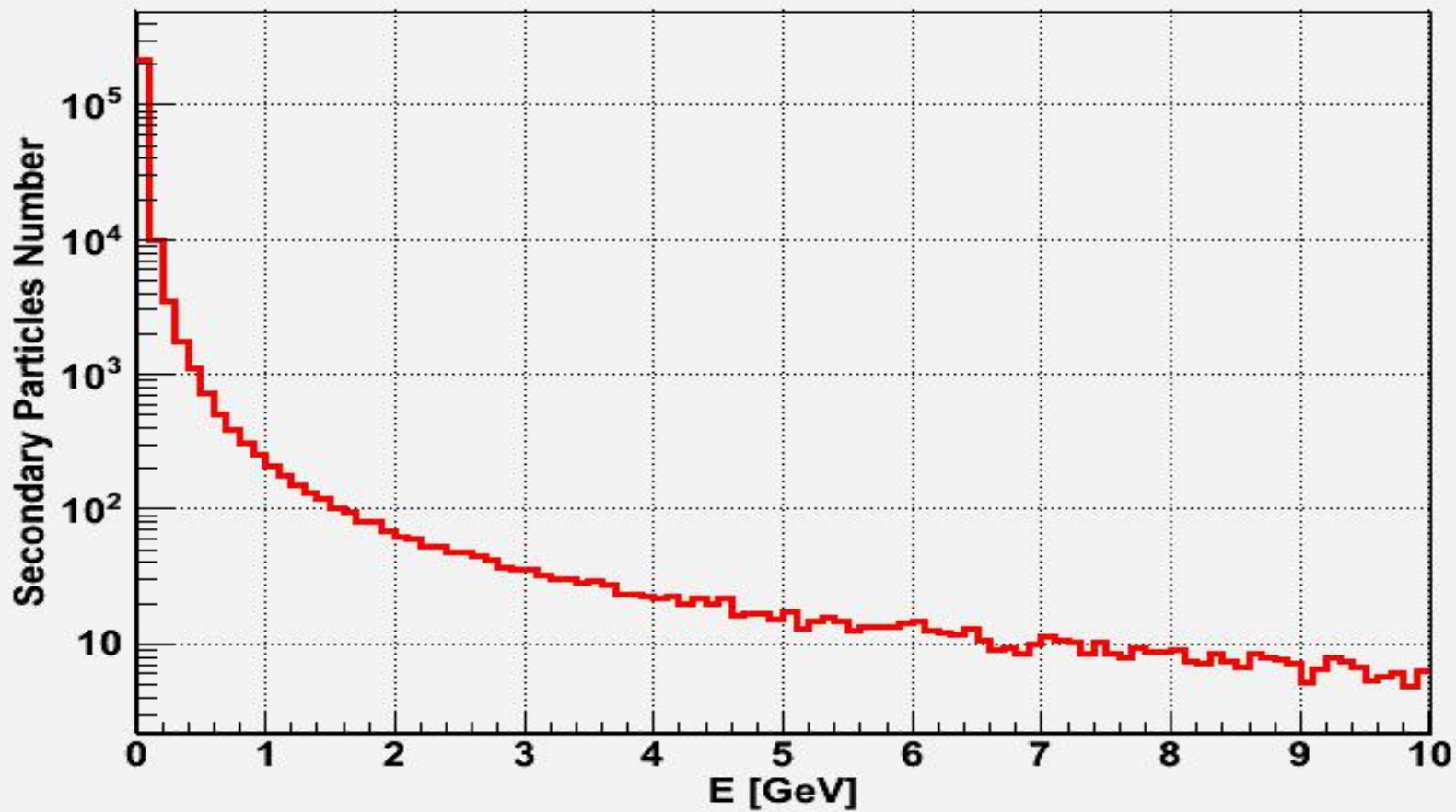


**谢谢！**



# ARGO实验的芯位分辨和角度分辨

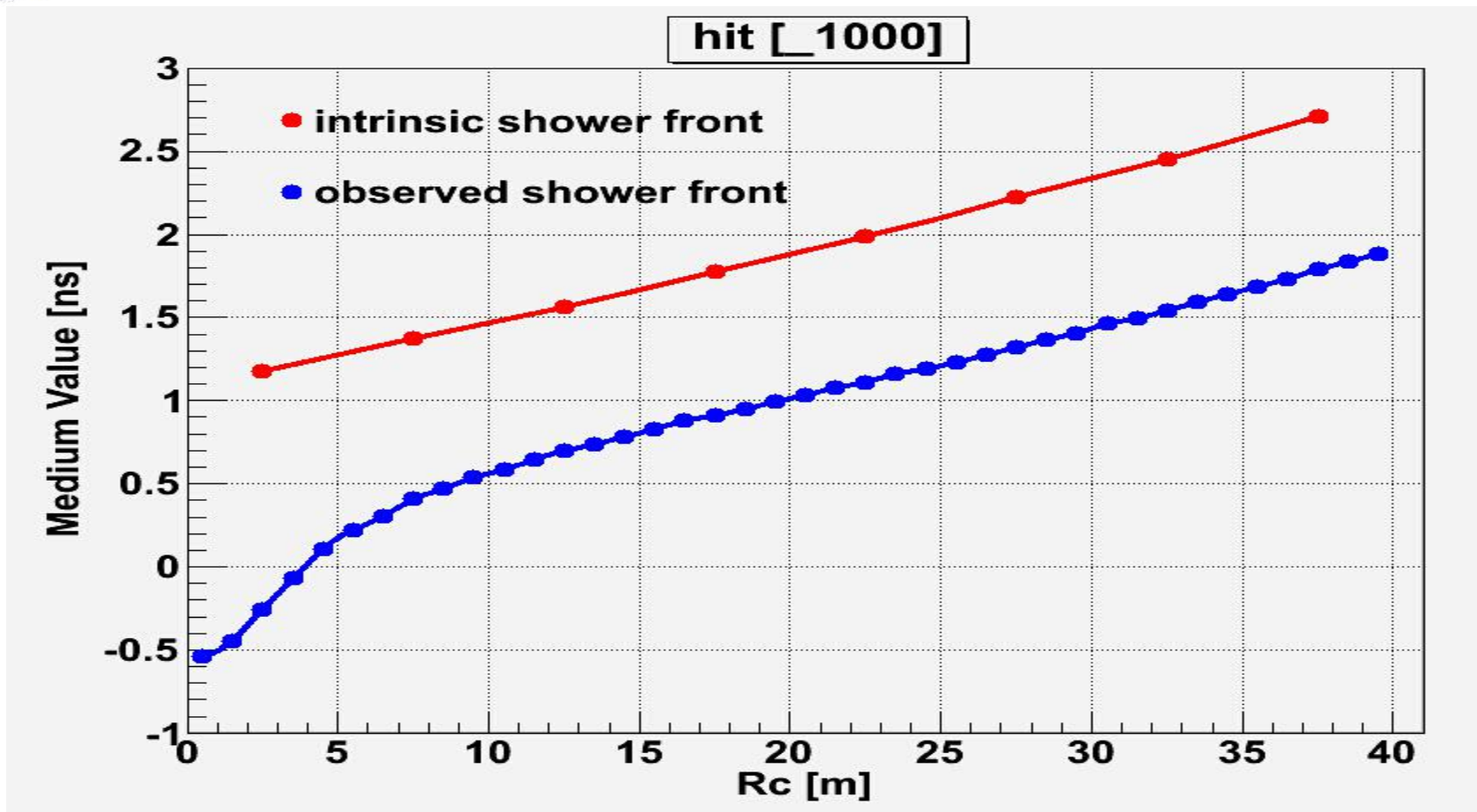




## ■ MC 次级粒子能量分布



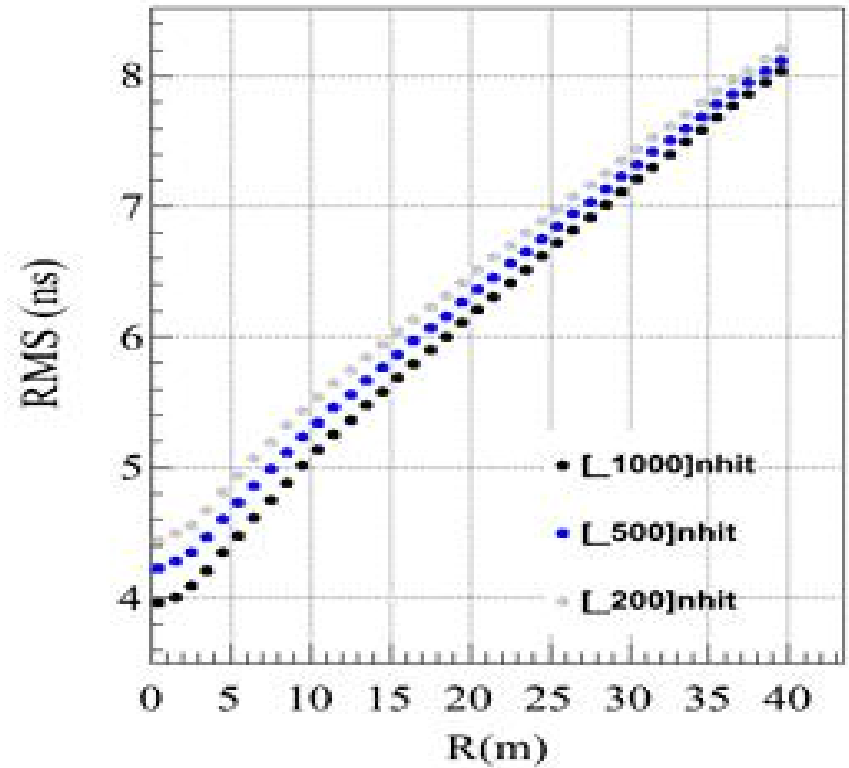
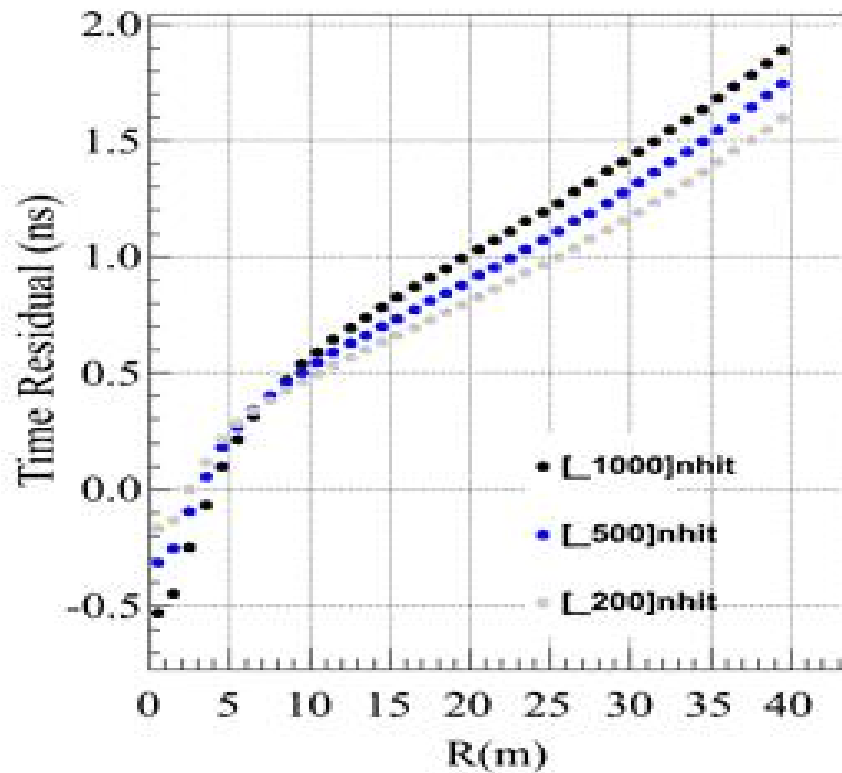
# 非本征前鋒面測量



- 不考虑RPC时间影响，直接测量到的EAS前鋒面近芯位置存在明显下掉。并非一个典型的锥面。

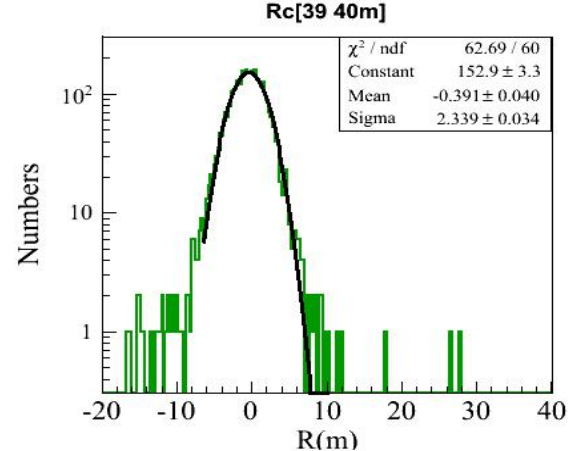
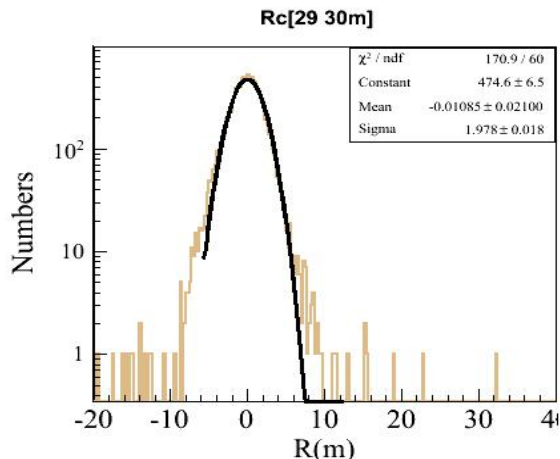
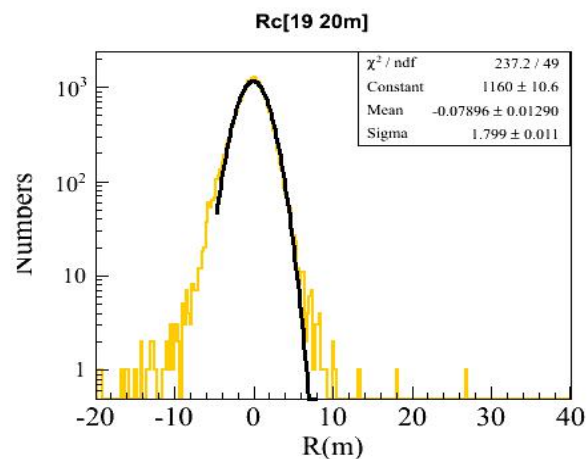
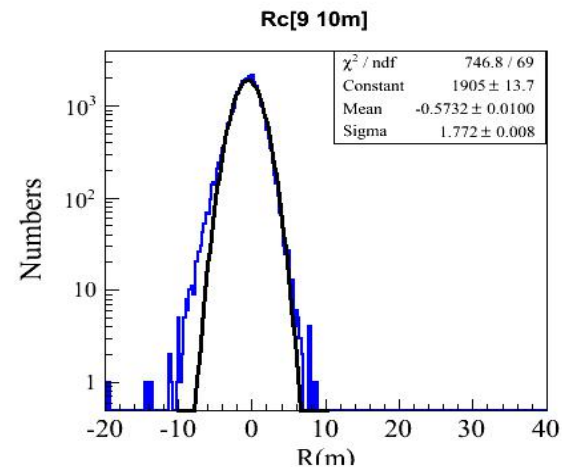
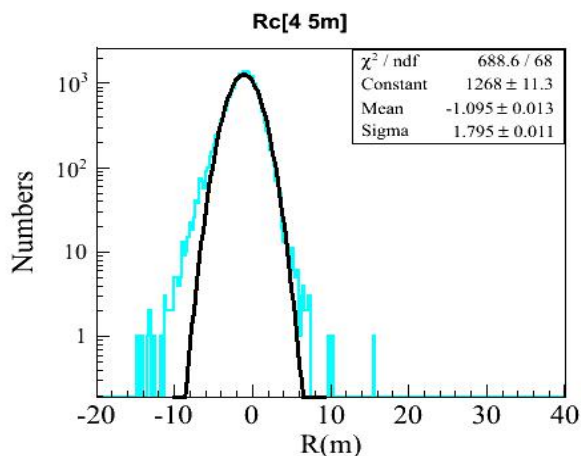
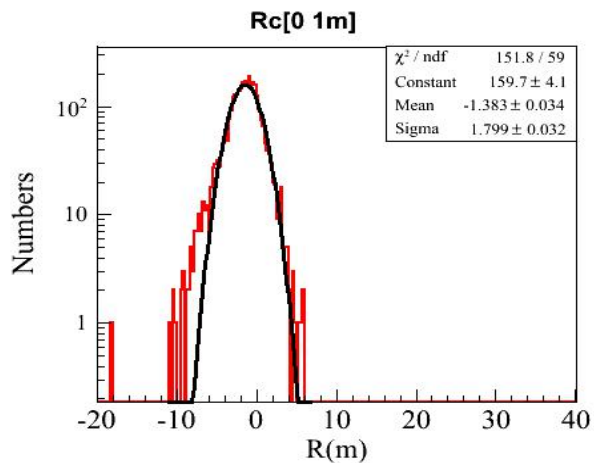


# 测量的宇宙线EAS结构



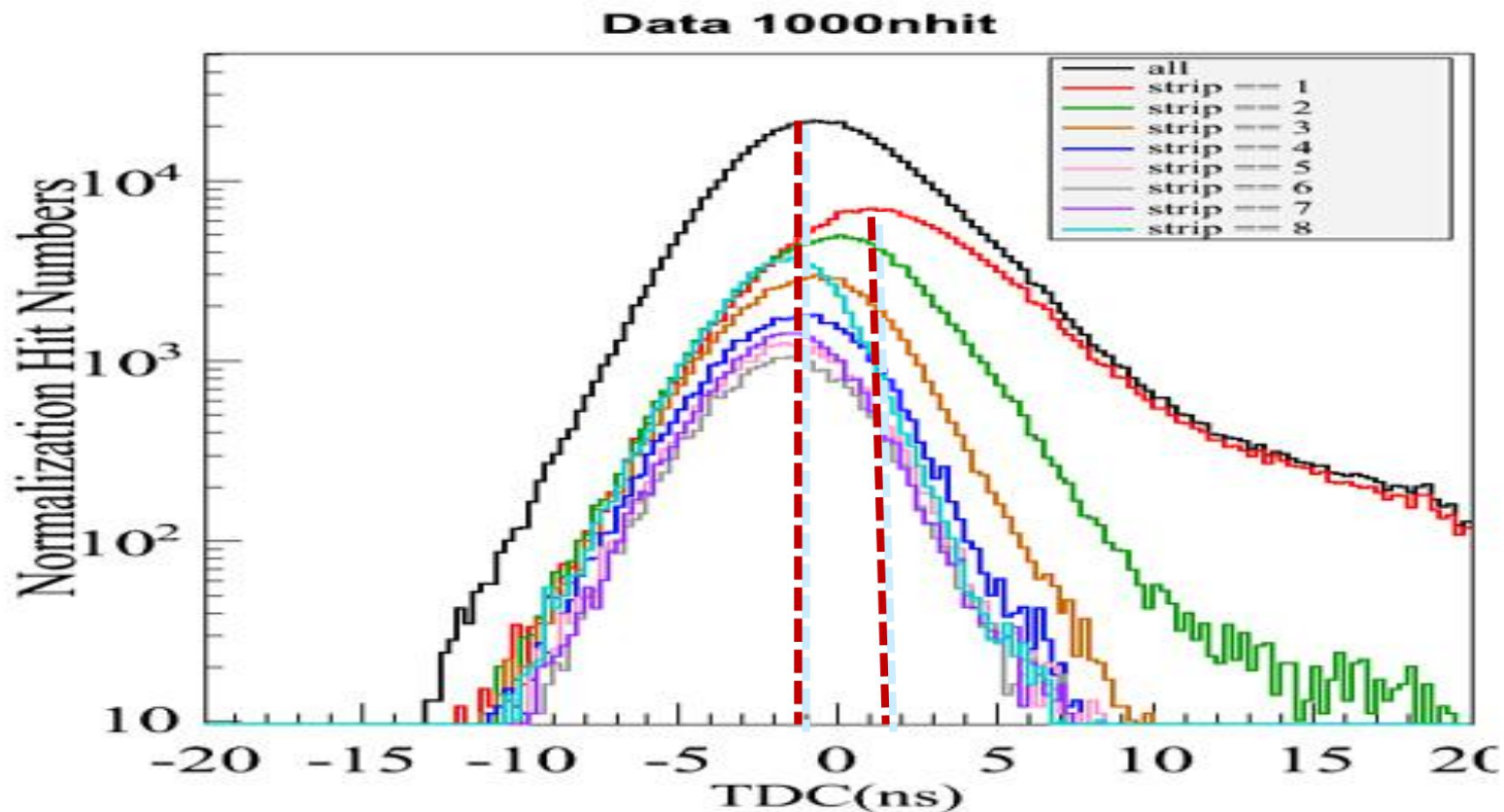


# RPC时间分辨理解



- Nstrip == 8;
- $\sigma = 1.8ns$

# 单粒子选择



实验上测量得到的前鋒面

本征的前鋒面

- 利用ARGO-YBJ实验数字读出的特征
  - 有机会挑选得到单粒子击中探测器的情况；
- 提供从实验上测量本证前鋒面的机会；