2018年LHAASO第二次合作组会议

LHAASO－ED探测器批量测试

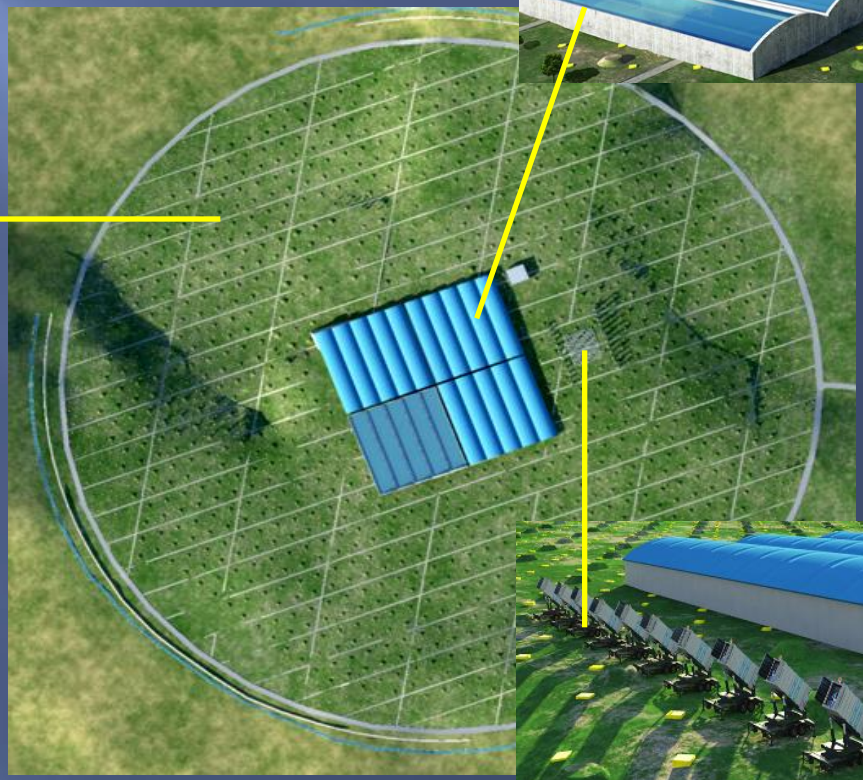
高卫、李文龙、祝成光
山东大学

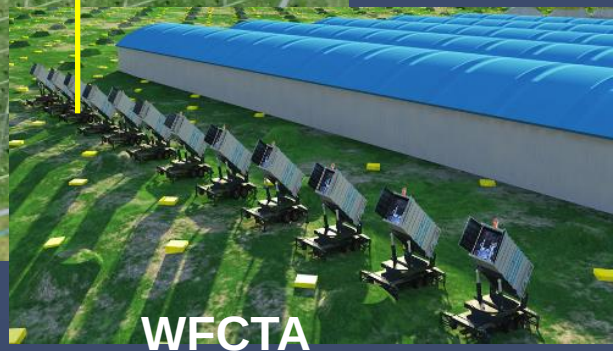
2018.10.8 – 10.12 林芝

- 背景介绍
- CoRaRS测试系统
- ED批量测试
- 总结

I 背景介绍

- LHAASO复合阵列





5195个ED的整体性能测试

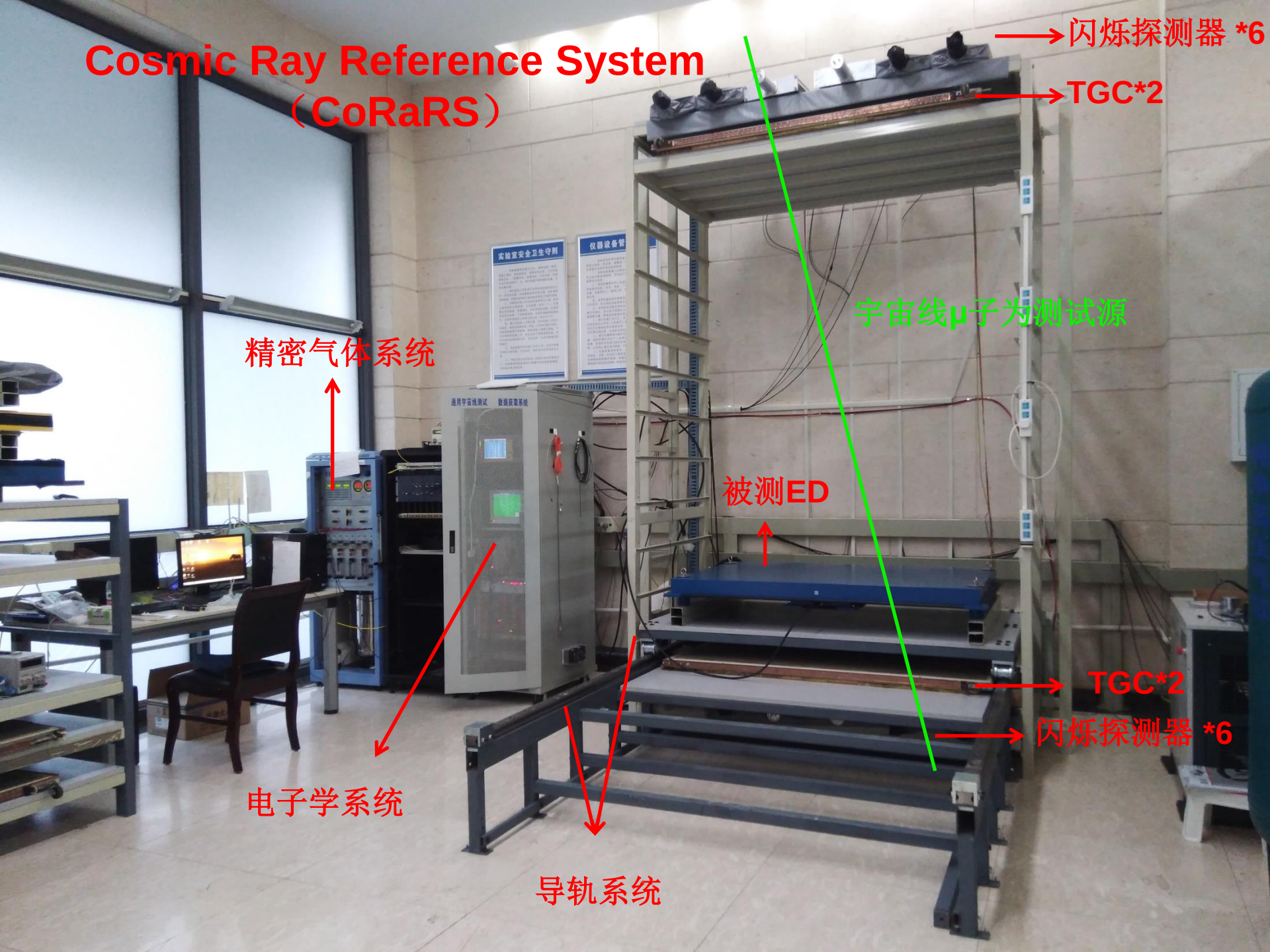
- ED性能指标：

ED性能指标	
时间分辨	< 2 ns
探测效率	> 95%
单粒子能谱分辨	25%（电子）
单道计数率	（1kHz）

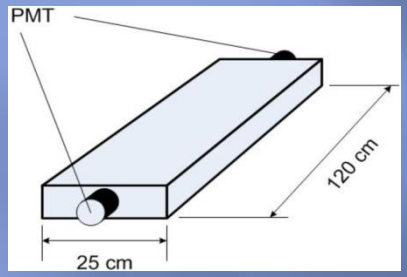
- 对测试系统的要求：

ED测试对测试系统的性能要求	
时间分辨率	精度 < 0.1 ns
探测效率	精度 < 1%
质量扫描	逐点扫描ED平面
批量测试	156 / 月

II CoRaRS测试系统

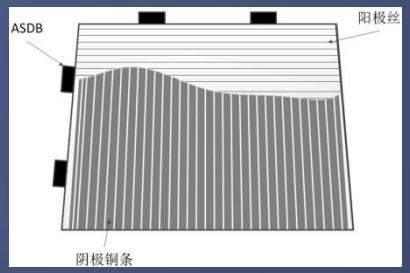

Cosmic Ray Reference System
（CoRaRS）
闪烁探测器 *6
TGC*2
宇宙线μ子为测试源
精密气体系统
被测ED
TGC*2
闪烁探测器 *6
电子学系统
导轨系统

▣ CoRaRS探测原理



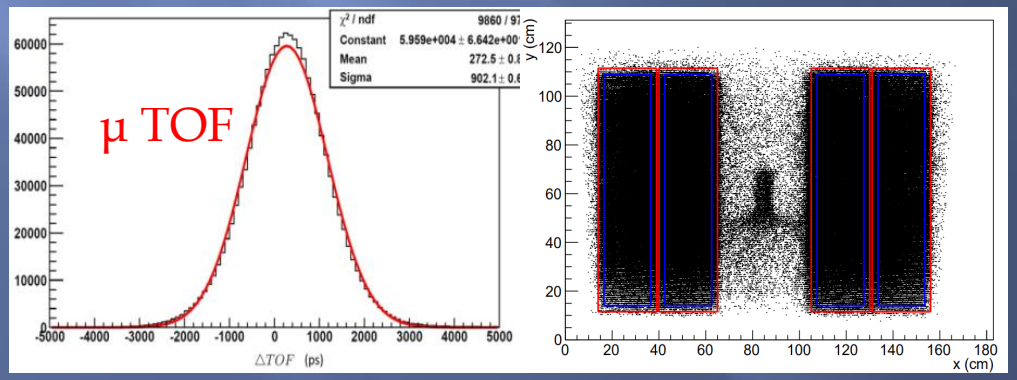
时间　　位置

重建μ子径迹和到达时间



（CoRaRS）标准信息

ED探测器：时间、电荷信息



CoRaRS 测试系统的性能	
覆盖面积	1.2m*(1.5+1.7)m /2
触发率	25 Hz
时间分辨率	640 ps
位置分辨精度	< 1 cm
测试速度	156 / 月

III ED批量测试

1. 时间分辨率
2. 探测效率
3. 单粒子能谱
4. 单道计数率
5. 前期33ED测试结果
6. 批量测试进展

1. 时间分辨率

ED测量与系统重建时间差：

$$\Delta T = T_{ED} - T_{rec}$$

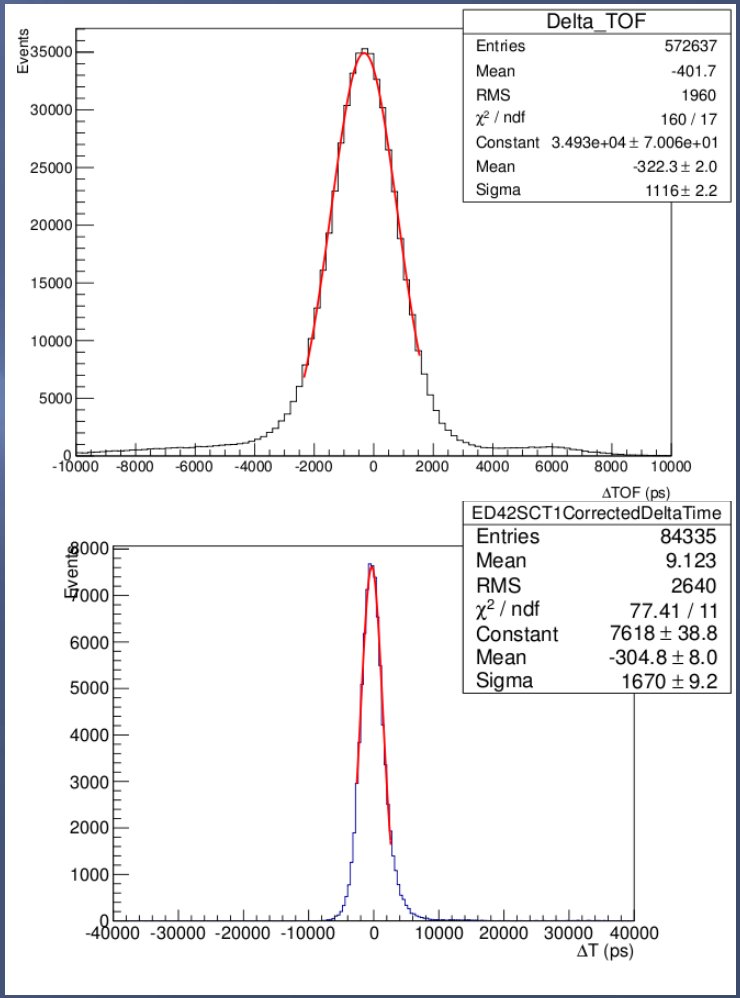
ED时间分辨率：

$$\sigma_{T_{ED}} = \sqrt{\sigma_{\Delta T}{}^2 - \sigma_{T_{rec}}{}^2}$$

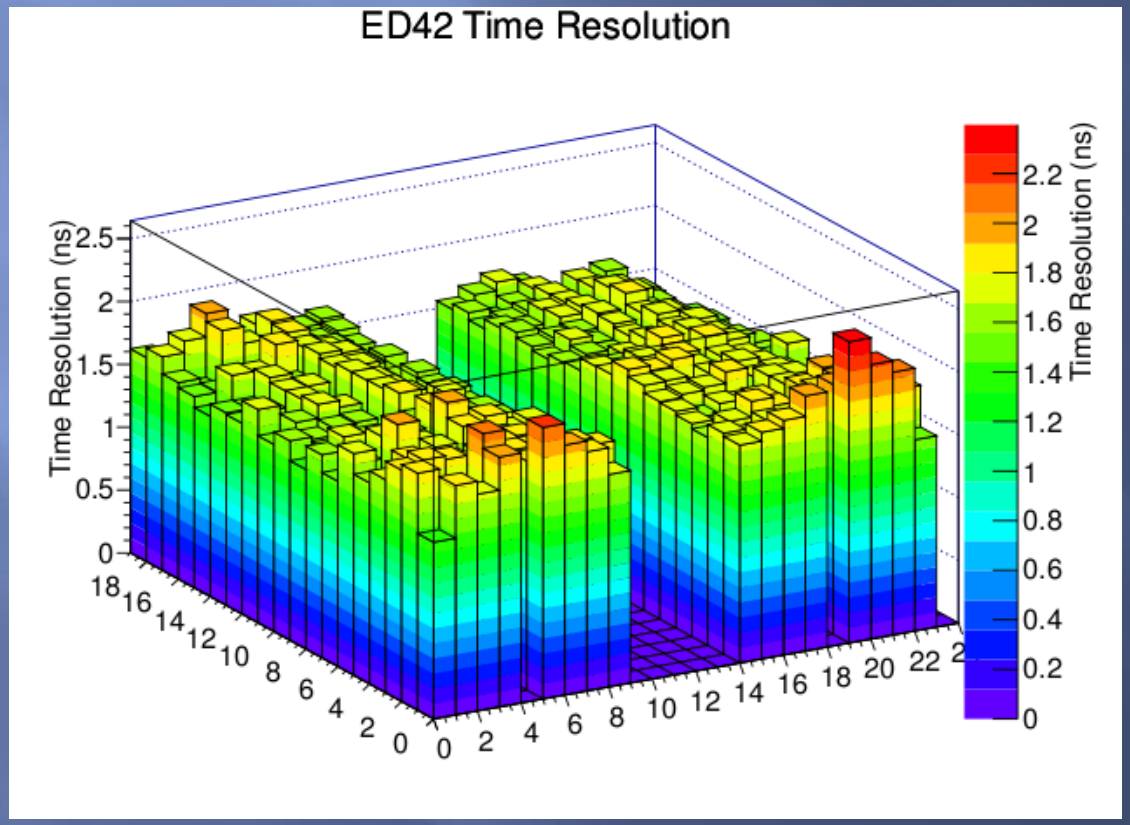
其中系统时间分辨率：

$$\sigma_{T_{rec}} = \sqrt{(1-\frac{h}{H})^2 - (\frac{h}{H})^2 \sigma_{\Delta TOF}}$$

右图以ED42为例，探测器的时间分辨率为 **1.76 ns**



ED34 时间分辨率扫描结果

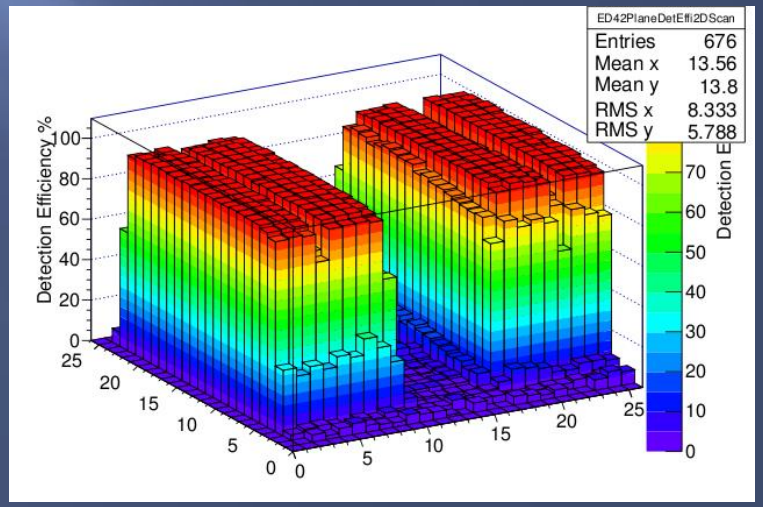


2.探测效率

ED被宇宙线μ子击中事例数：N_{hit}

ED宇宙线μ子击中事例数且有信号的事例数： $N_{hit,signal}$

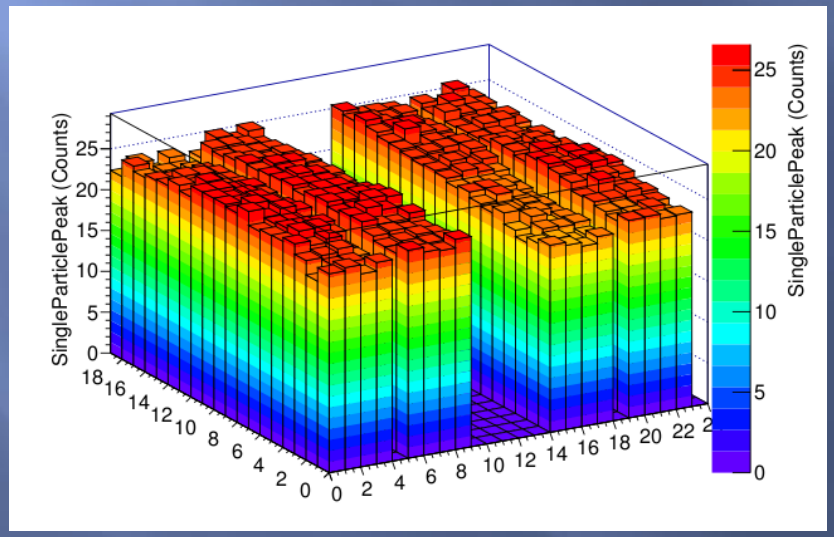
探测效率： $\epsilon_{ED} = \frac{N_{hit,signal}}{N_{hit}}$

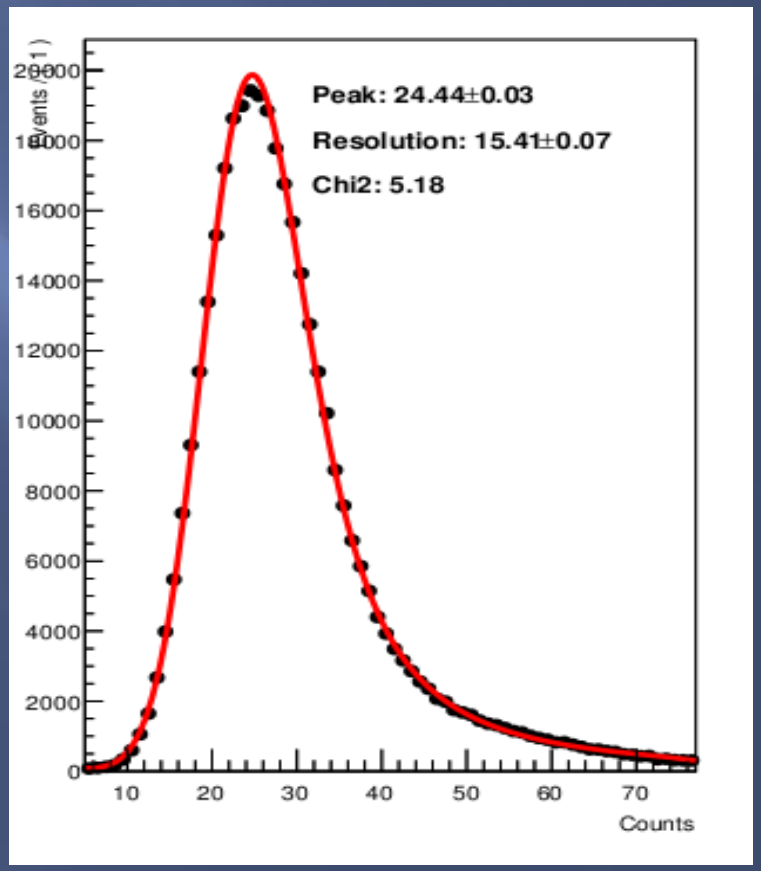


以ED42为例，探测器的探测效率为 **98.27%**

3.单粒子能谱

以ED42为例，探测器的单粒子峰为 **24.44 counts**

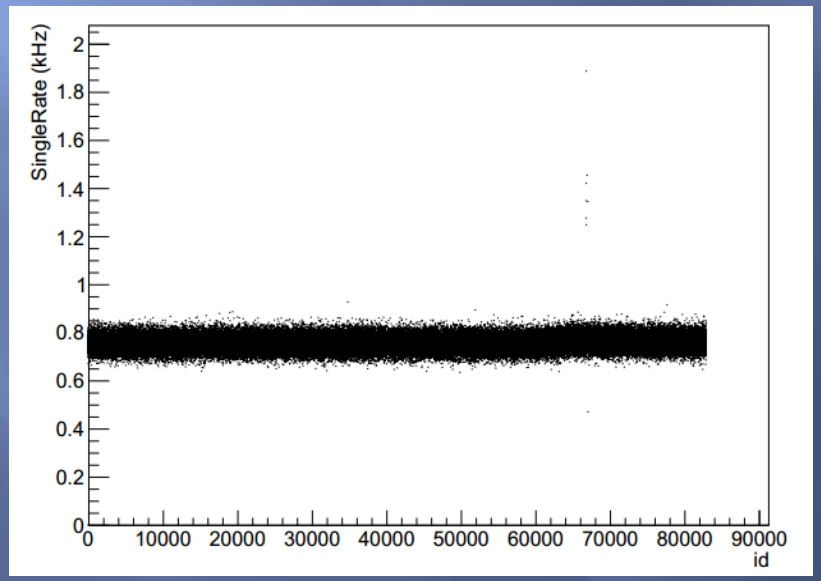




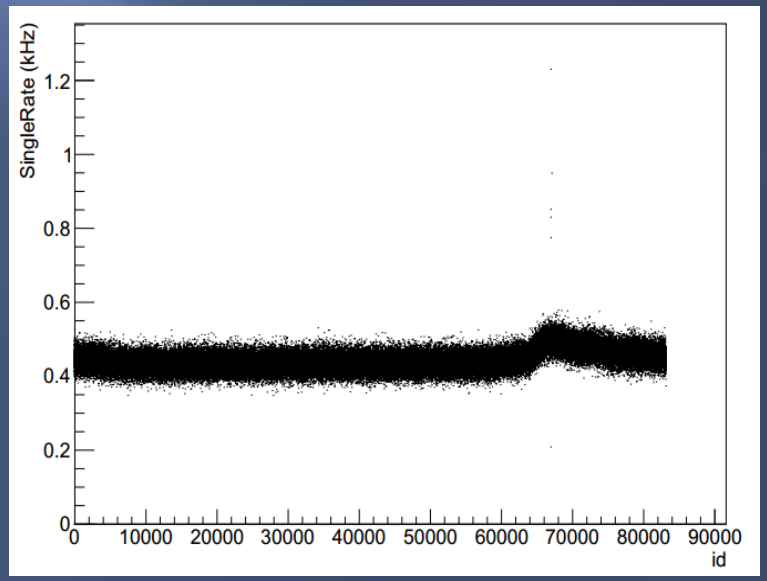
4.单道计数率

单道计数率包含信号和噪音，其中ED漏光将极大的影响单道计数率，单道计数率随时间的变化检测探测器的漏光情况。

探测器不漏光情况

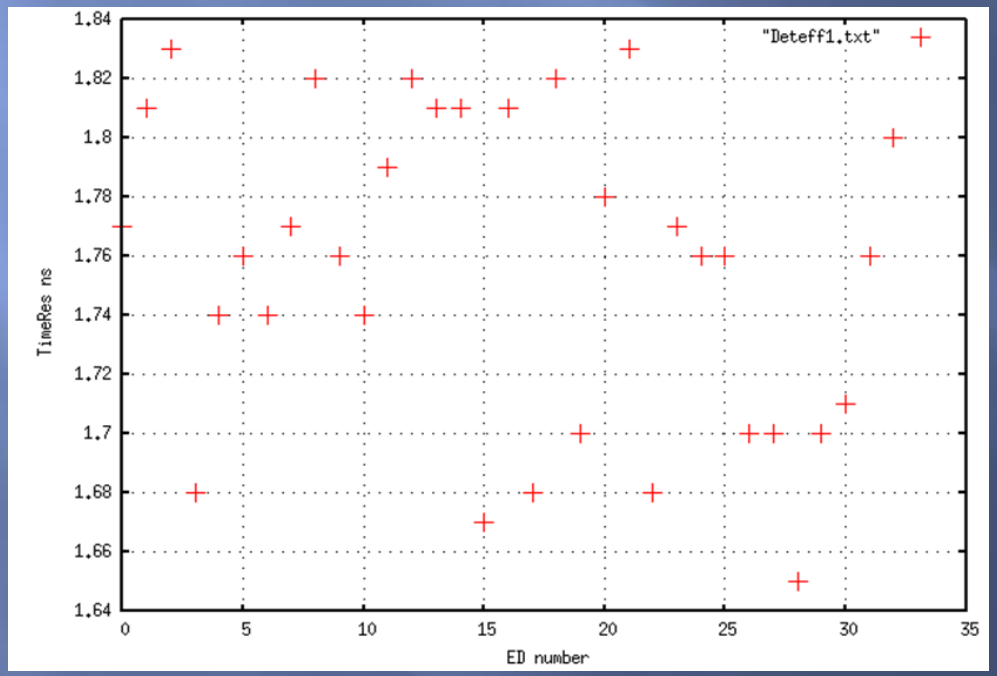


探测器漏光情况



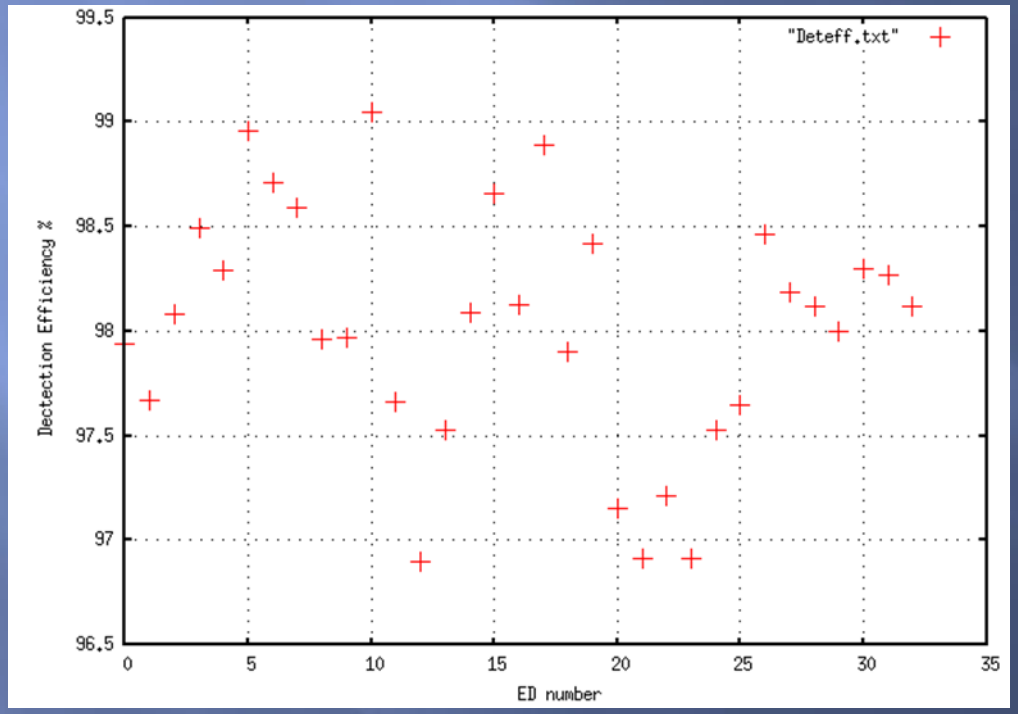
5.前期33ED测试结果

- 时间分辨率



33台ED的时间分辨率在1.65~1.83 ns之间。

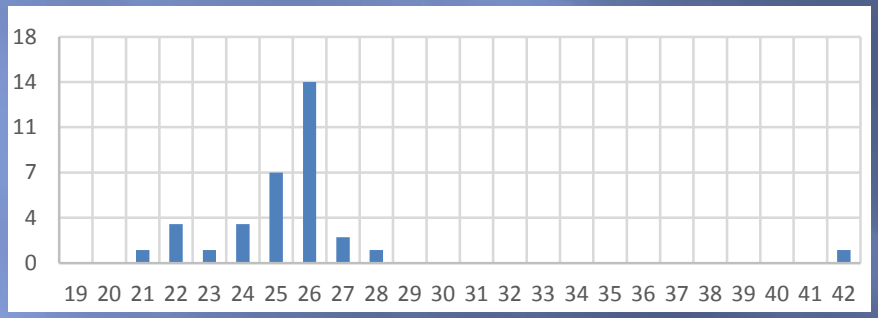
探测效率



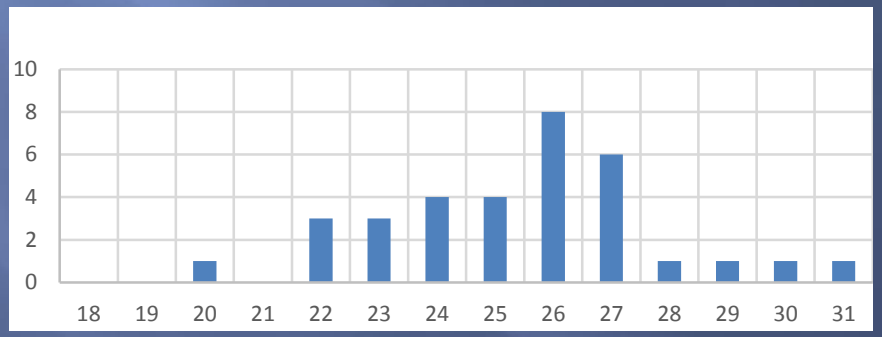
33台ED的探测效率均值98%，最低值高于95%。

不同ED的探测效率的差别和测量阈值以及PMT设置的放大倍数有关系。

单粒子能谱

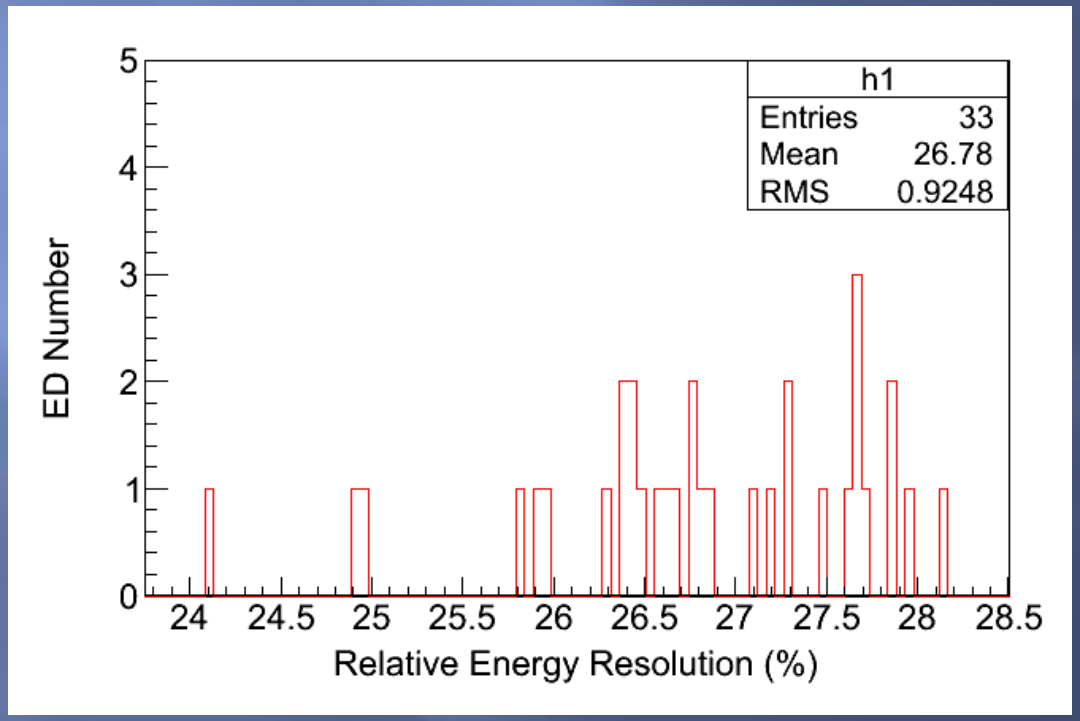


33个ED探测器的单粒子峰位：电压调整还远不到位，单粒子峰位分布较宽。

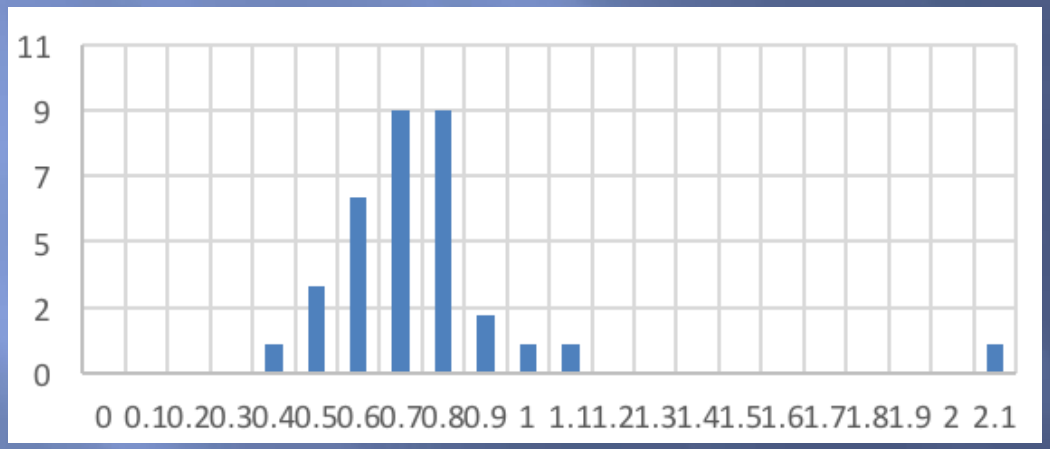


33个ED探测器的光电子数：反映闪烁体发光以及光子收集能力，过低的光电子数说明ED存在着质量缺陷，光电子数过高可能导致线性范围降低。

- 单粒子能量分辨率


h1
Entries 33
Mean 26.78
RMS 0.9248
ED Number
0
1
2
3
4
5
24
24.5
25
25.5
26
26.5
27
27.5
28
28.5
Relative Energy Resolution (%)

单道计数率



大部分ED的信号计数率在1kHz 以及以下。33个ED探测器在山大测量计数率平均为750Hz。

6.批量测试进展

第一批 13 ED

更新

- CoRaRS 电子学板
- DAQ相应更新

- 13ED测试时间表

日期	事项
2018/9/22	13ED+13缆收货
2018/9/25	布线+测试（ED数据没有读出，ED更新）
2018/9/26	电子学板升级
2018/9/27	DAQ升级
2018/9/28	采集数据无法对齐
2018/9/29	查找数据问题
2018/9/30	确认数据时间序列有误，需更新decode
2018/10/1~7	不同阈值下数据采集（2、2.5、3mV）

IV 总结

- 测试系统性能满足对ED的性能测试要求，已完成33台ED的批量测试，33ED符合设计要求。
- 植入导轨系统，完成测试系统硬件搭建。
- 完成CoRaRS电子学板、DAQ更新，经过调试可以采集数据进行测试。
- 下一步：对13ED的性能测试进行分析。