



高海拔宇宙线观测站
Large High Altitude Air Shower Observatory

LHAASO上ED的批量测试

张登峰（山东大学）

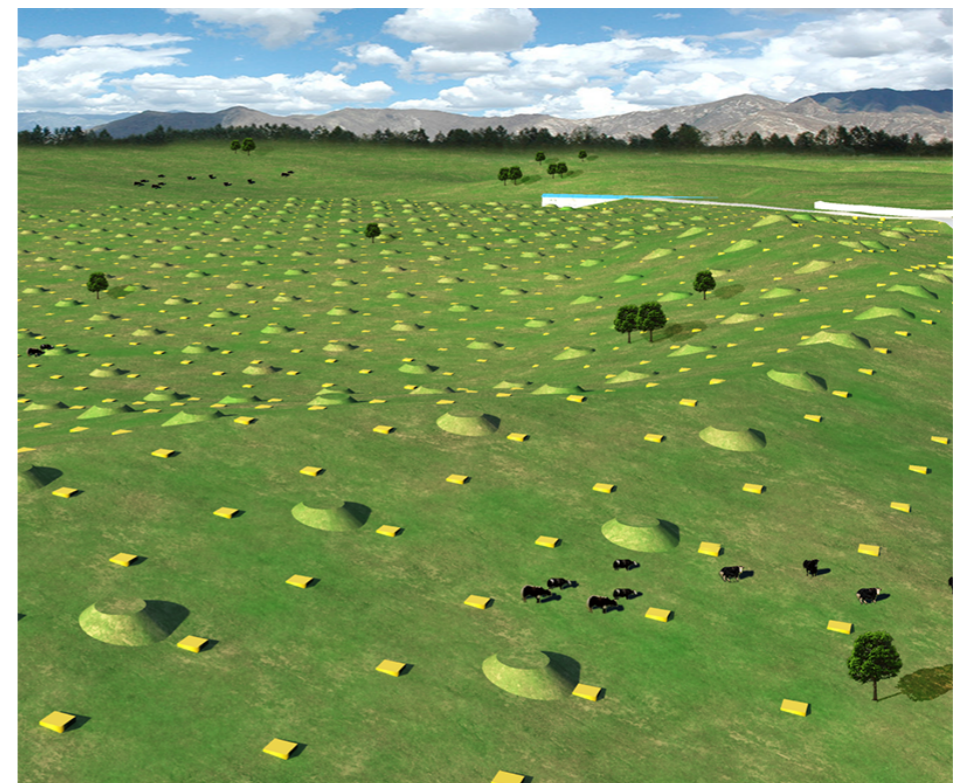
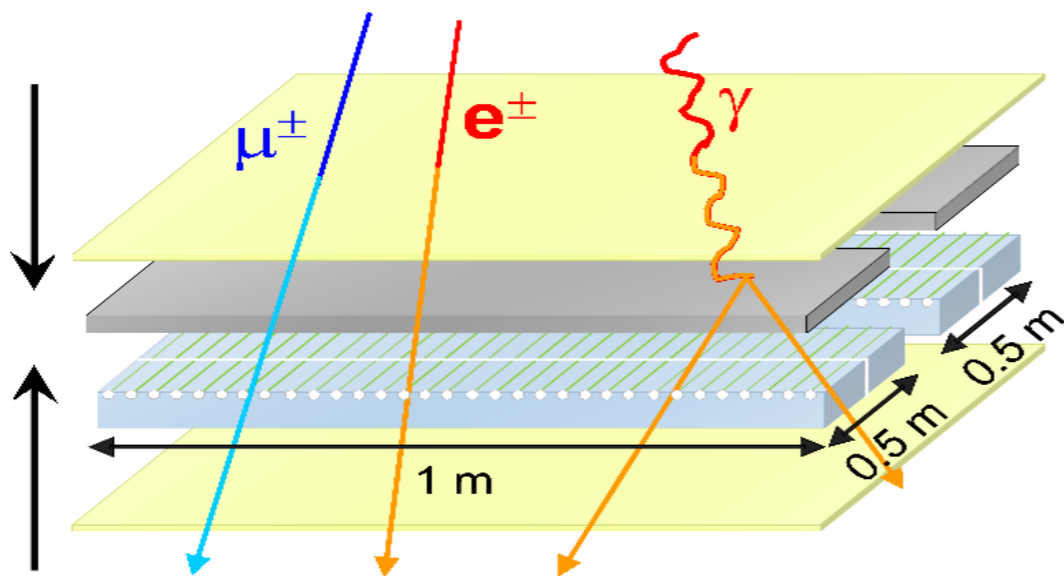
2018年6月22日



第十届高能物理年会，上海

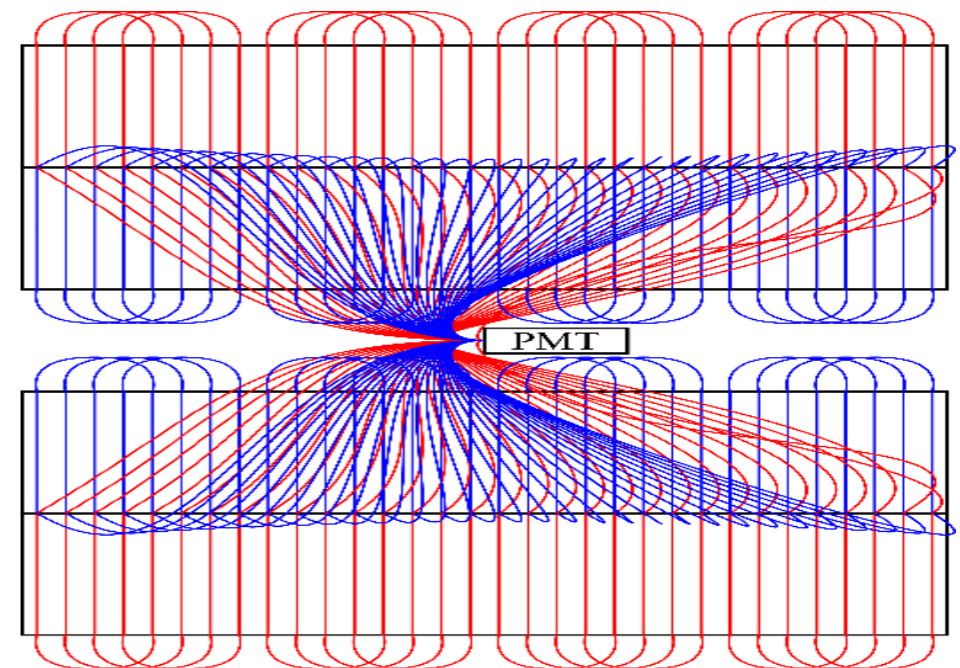
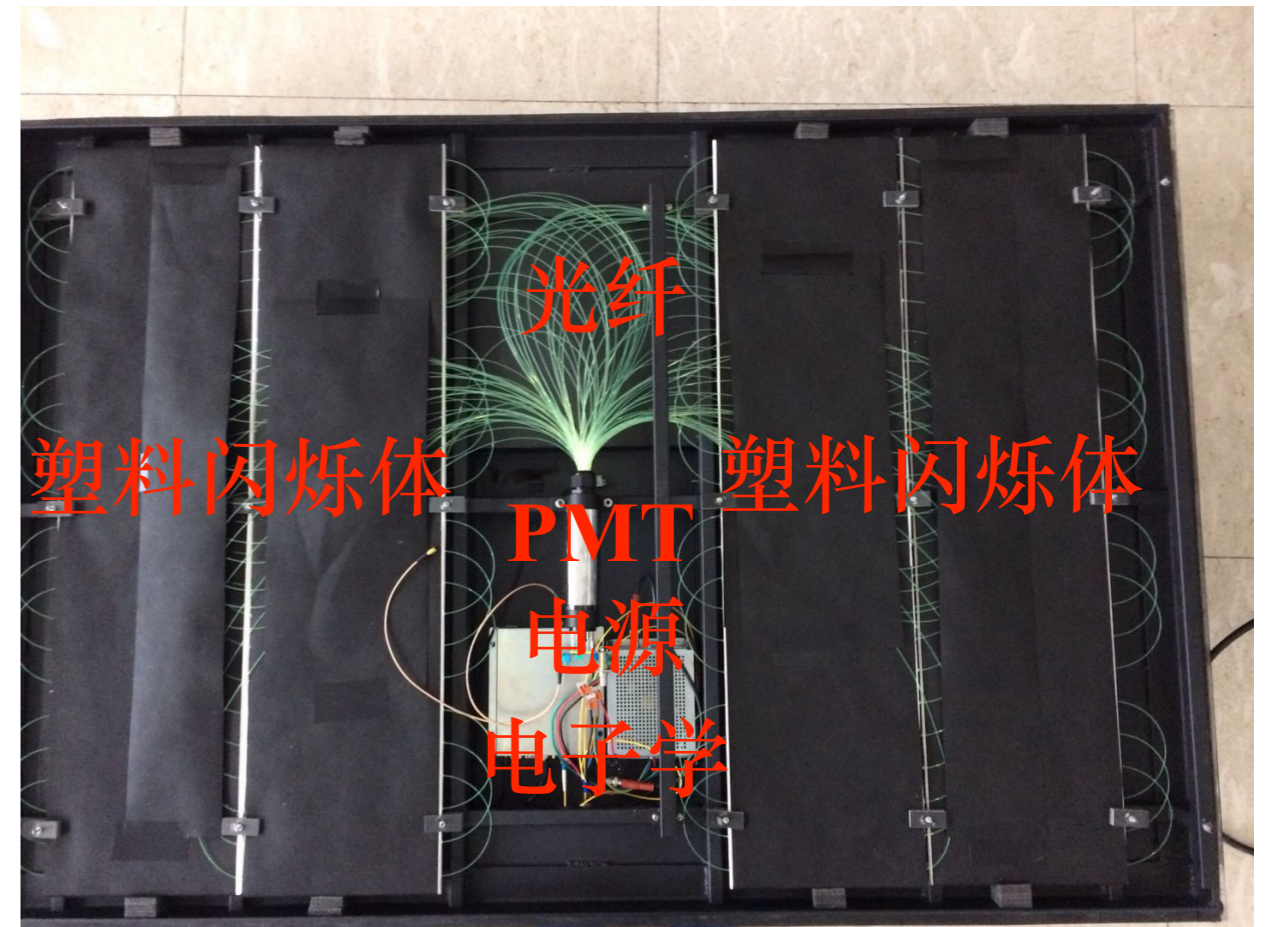
- 电磁粒子探测器(ED)
- ED测试系统-宇宙线标定系统(CoRaRS)
- ED批量测试
- 总结

- ED是用于测量广延大气簇射(EAS)中的次级电磁粒子，探测介质为塑料闪烁体；
- ED作为LHAASO-KM2A探测器阵列的主要探测器之一，将以前所未有的精度和统计量测量高端gamma能谱；
- ED阵列中大量ED之间的性能一致性对于测量精度具有重要的意义。



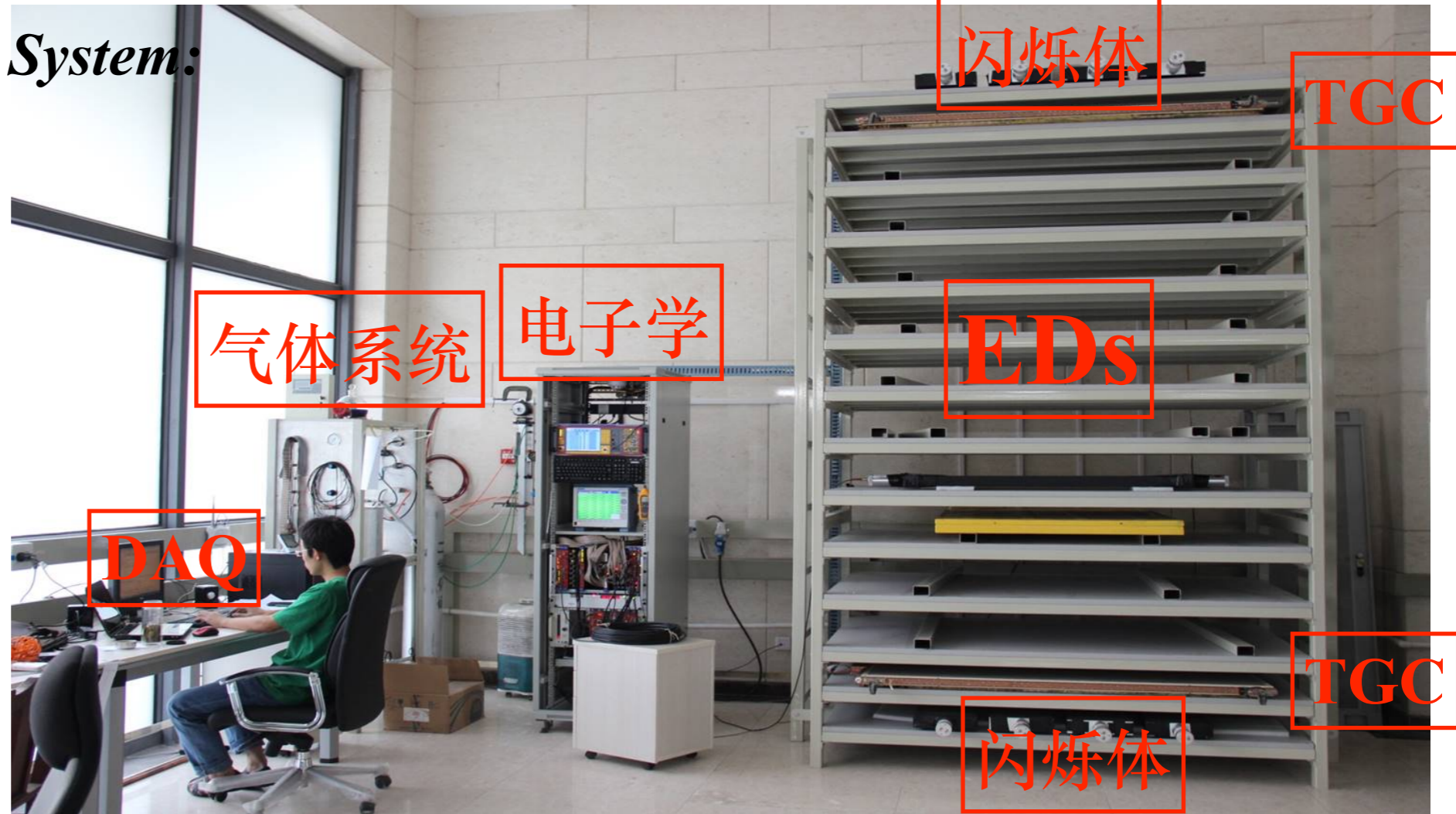
4块25cm*100cm的闪烁体：

- 整体探测效率 $>95\%$
- 整体时间分辨率 $<2\text{ ns}$
- 整体相对能量分辨率 $<90\%$



Cosmic Ray Reference System:

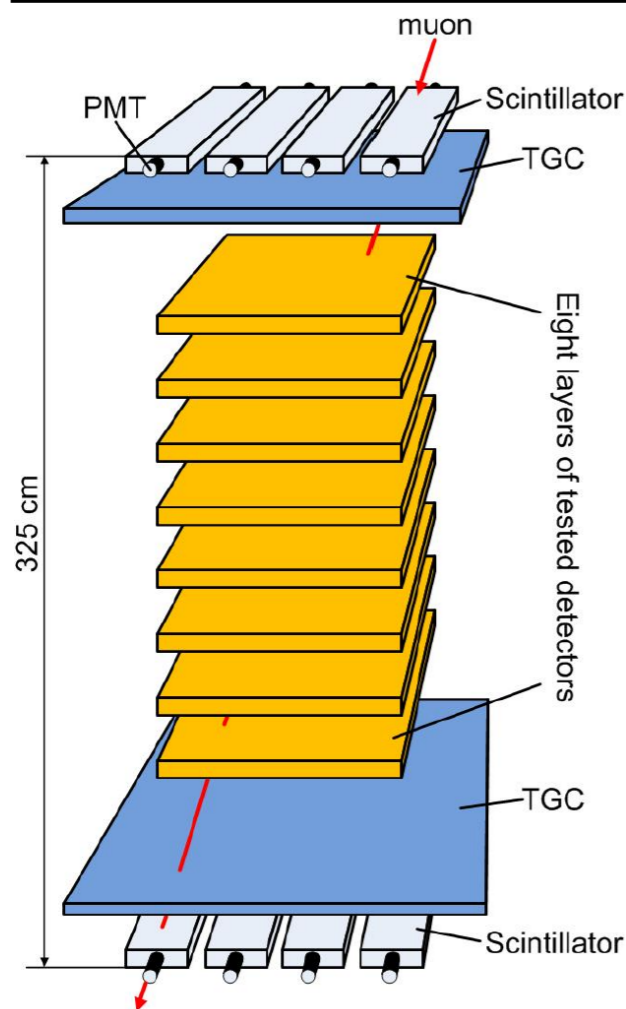
- 探测器系统
- 电子学
- DAQ
- 气体系统



CoRaRS要求:

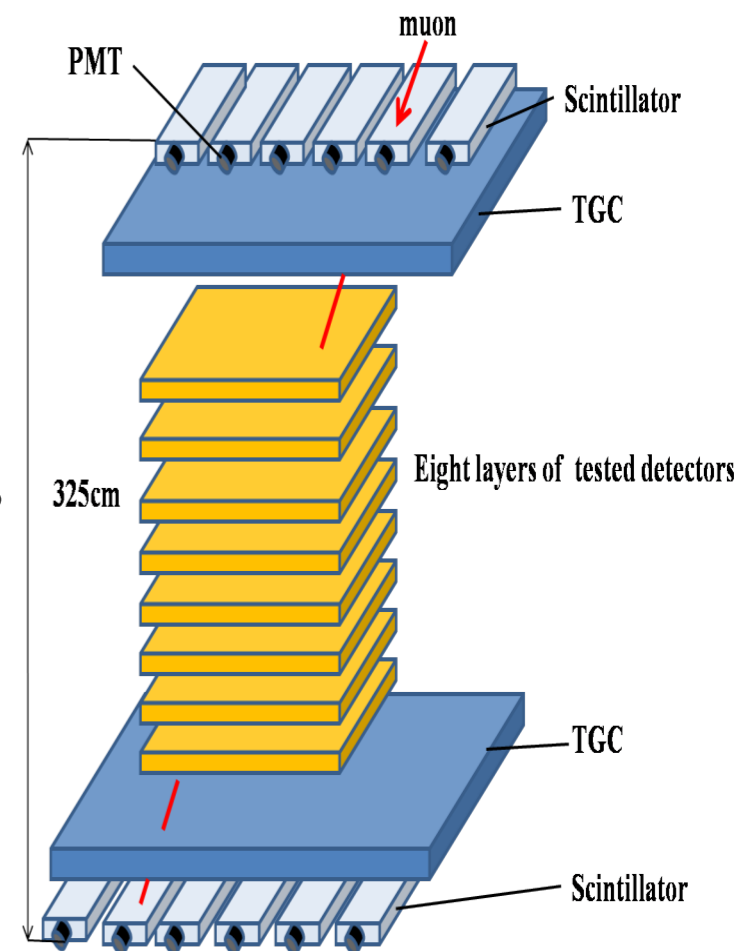
- 位置分辨~1cm, 探测效率的精度<1%;
- 同时测多层ED;
- 时间分辨好于ED时间分辨, 精度<0.1ns;
- 可以扫描ED中的闪烁体。

升级

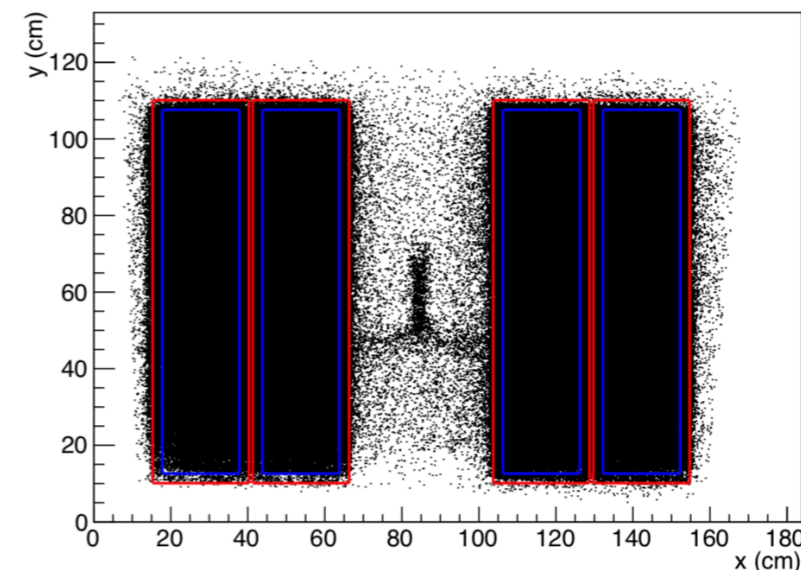
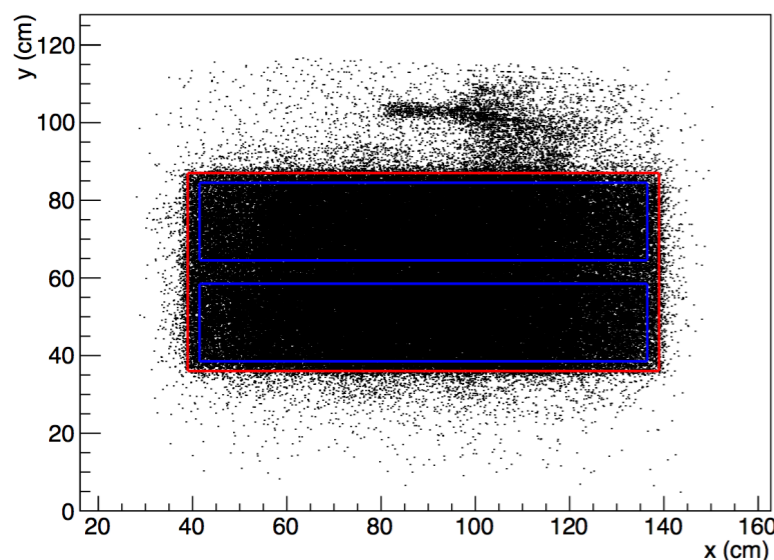


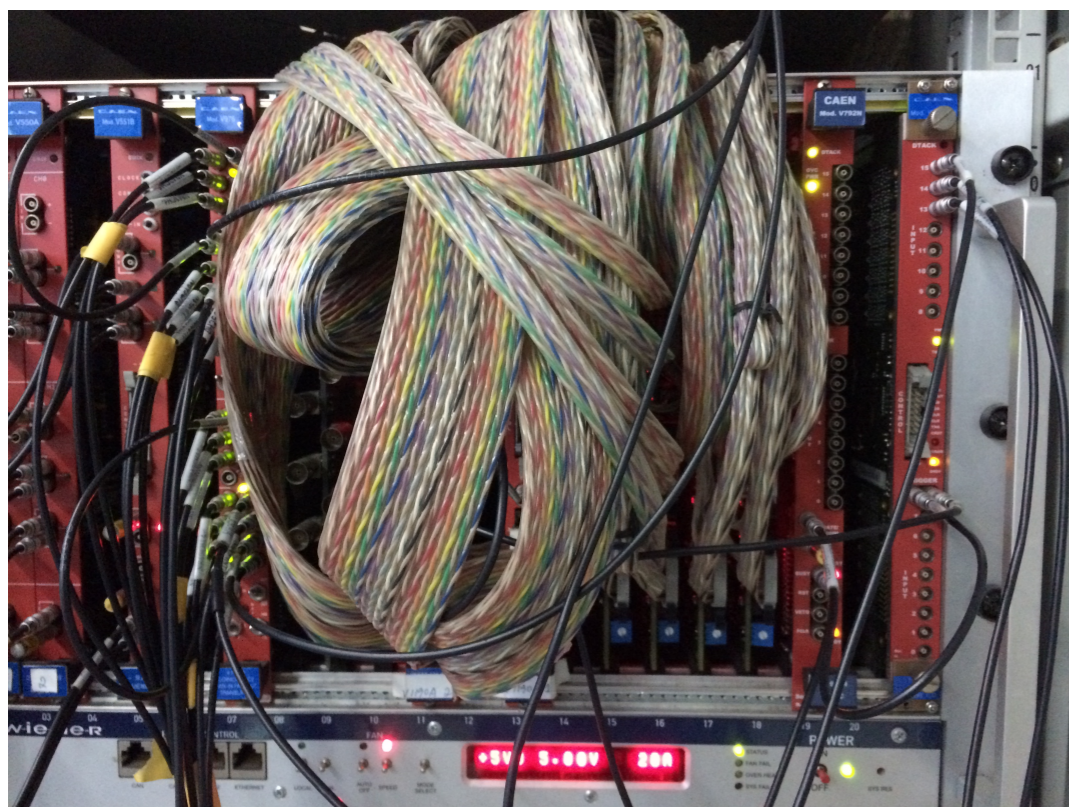
上下各增加两个闪烁体，增加了闪烁体的覆盖面积，

- 采数率提高一倍以上

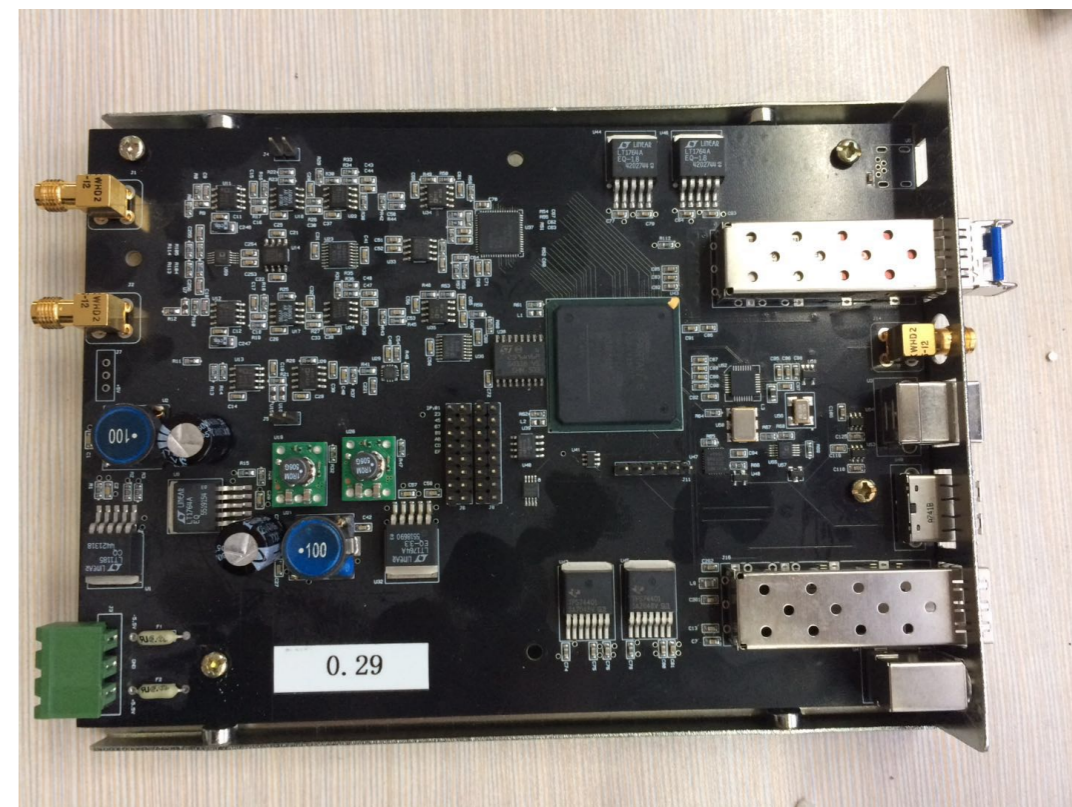


- 同时测量ED中的四块闪烁体





升级

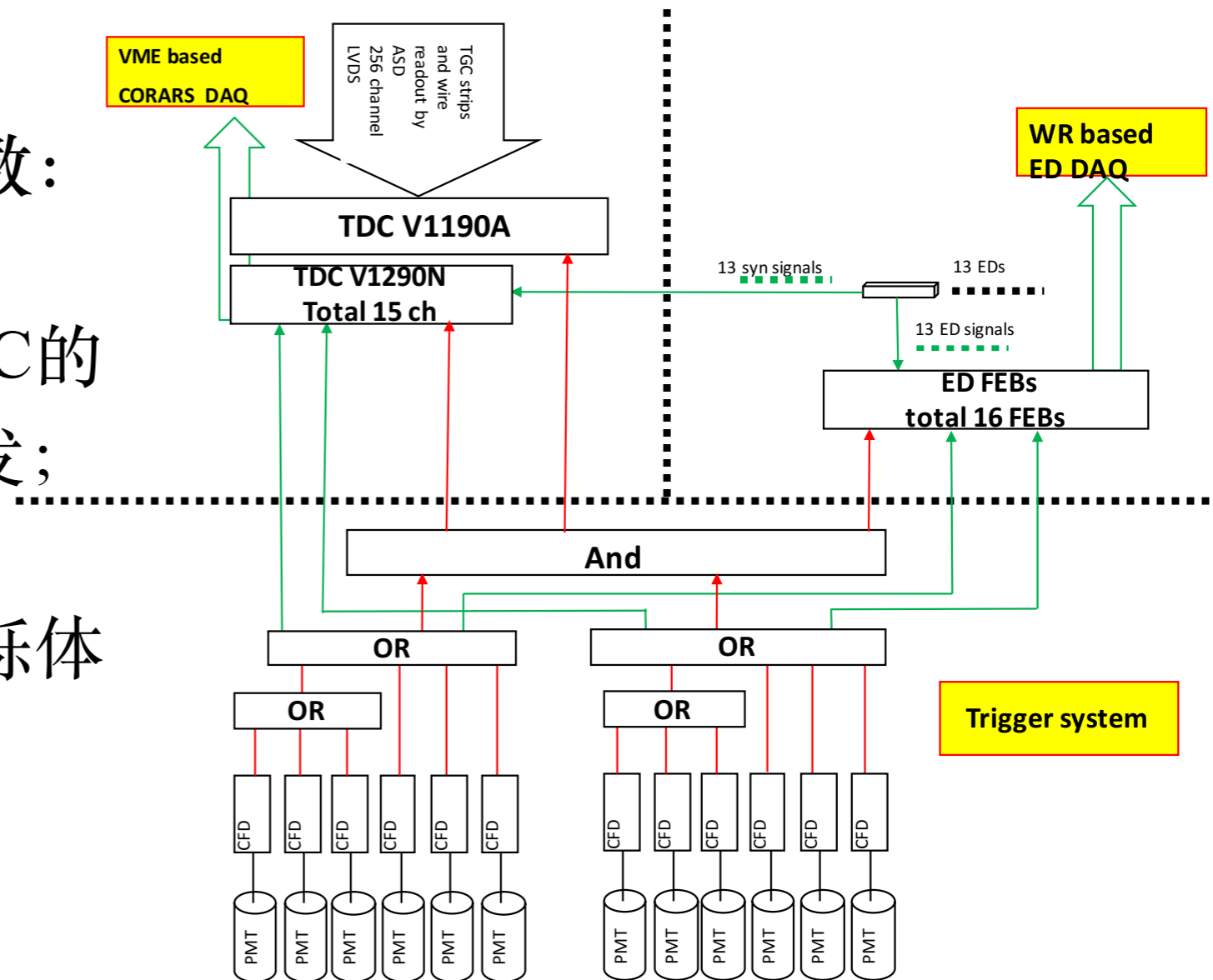


- V1190A—TGC信号
- V1290N—闪烁体和ED时间信号
- V792N—ED电荷信号

- 时间和电荷信号由ED自带的电子学读取
- TGC的信号依然由V1190A插件读取

CoRaRS-DAQ和ED-DAQ同时采数：

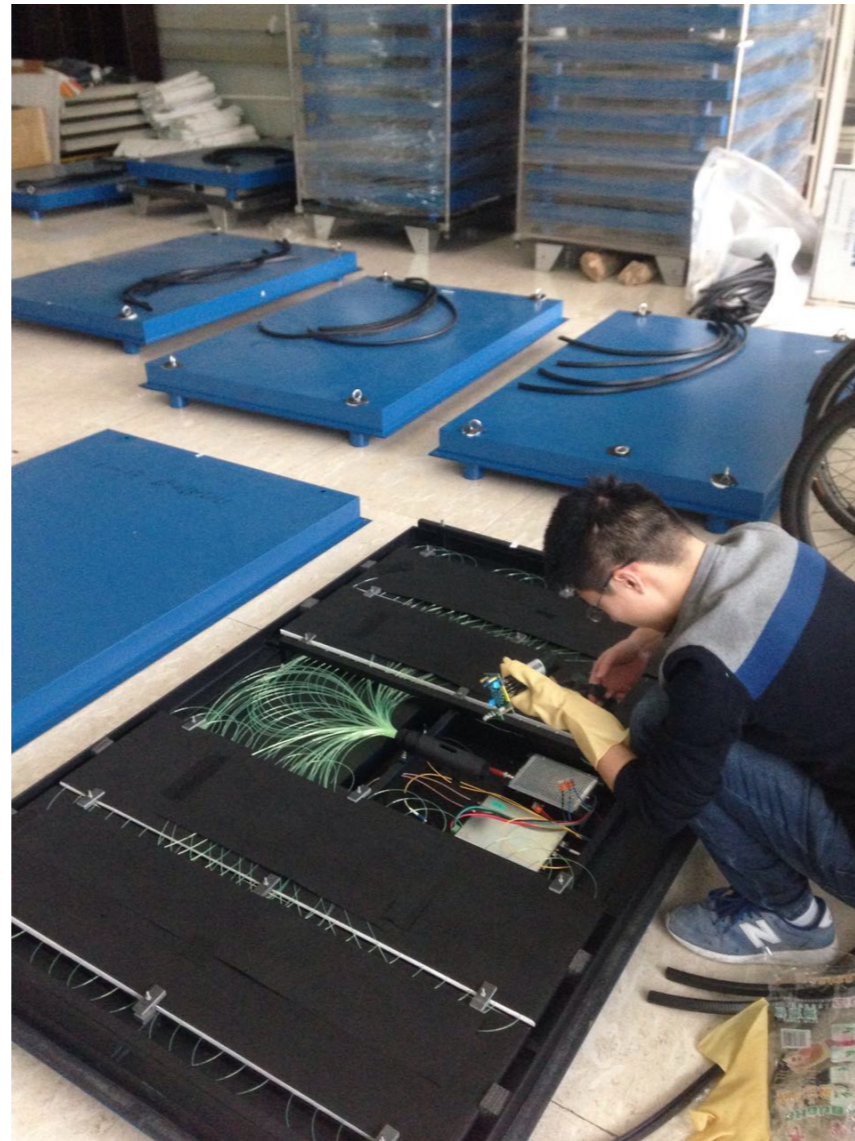
- CoRaRS采集触发闪烁体和TGC的信号，同时为ED-DAQ提供触发；
- ED-电子学和ED-DAQ采集闪烁体和ED的时间和电荷信号；



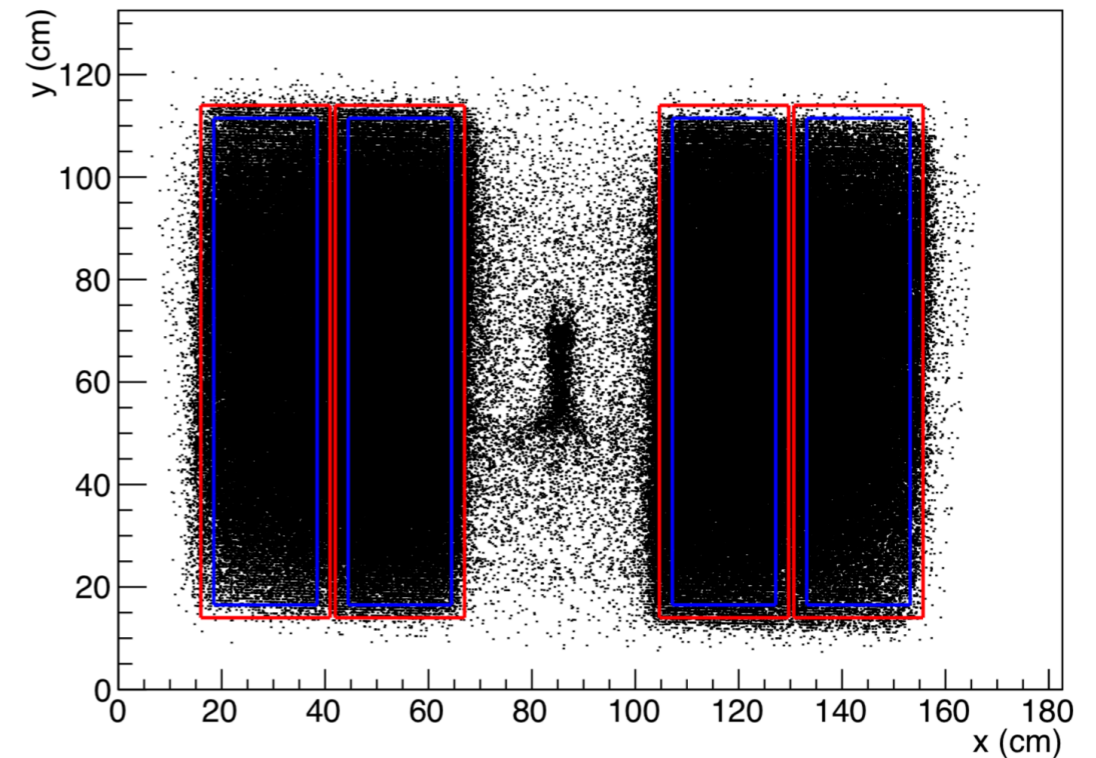
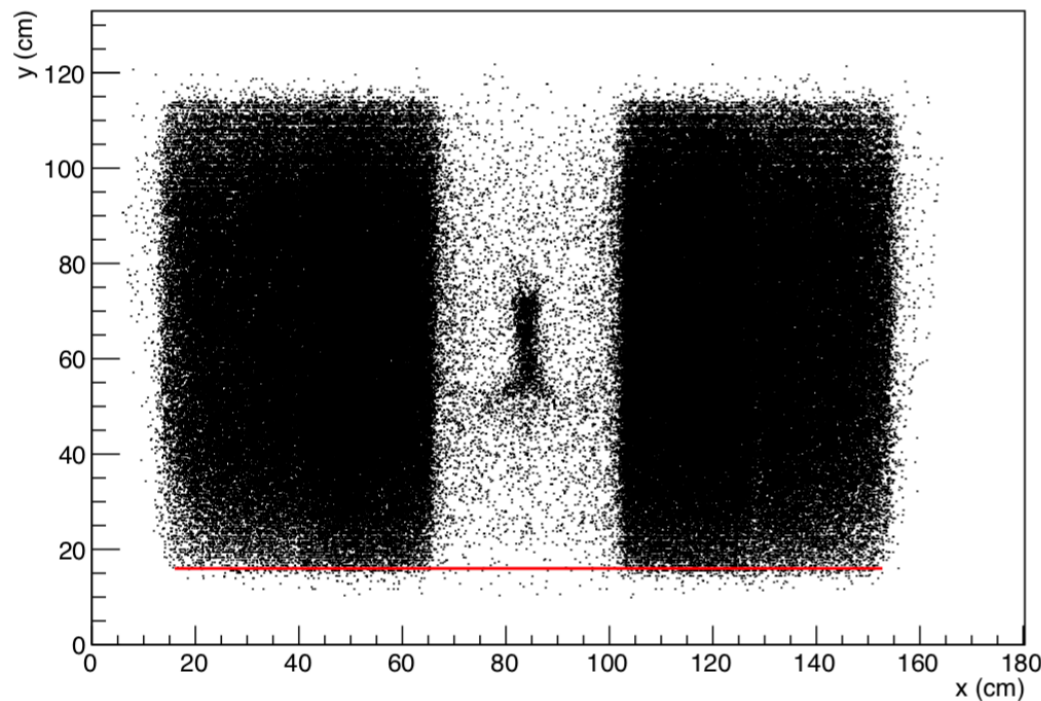
利用两套DAQ采集的触发闪烁体的时间差对齐事例

同时测多层ED

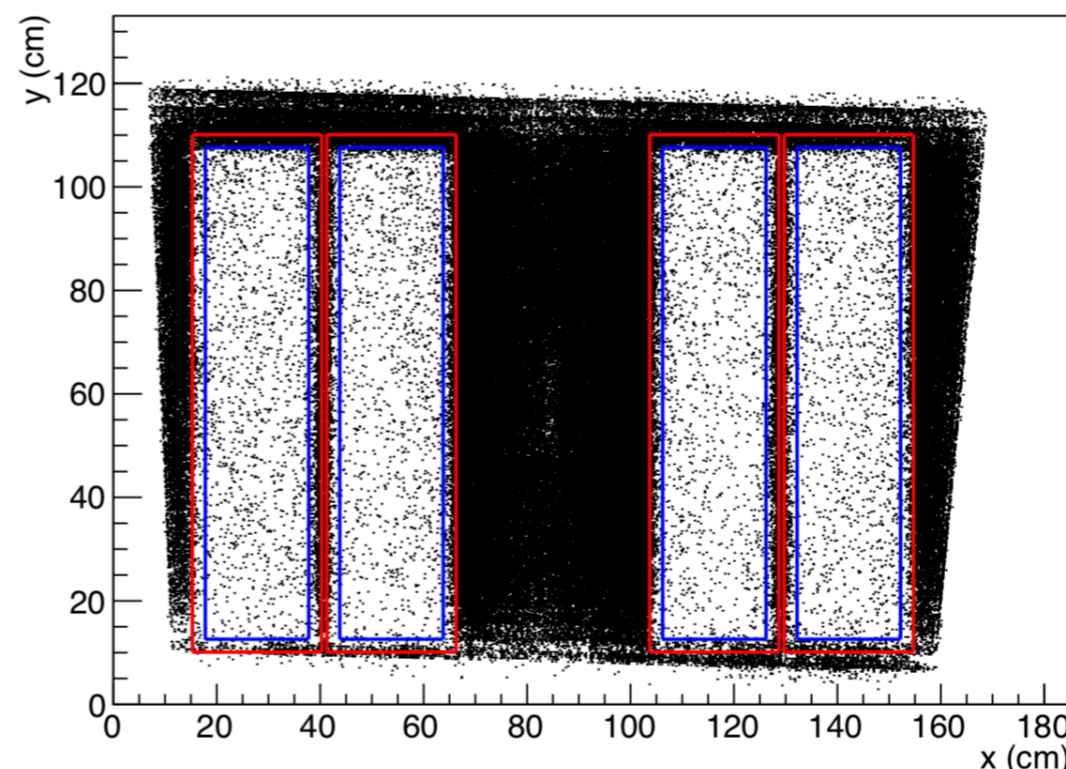
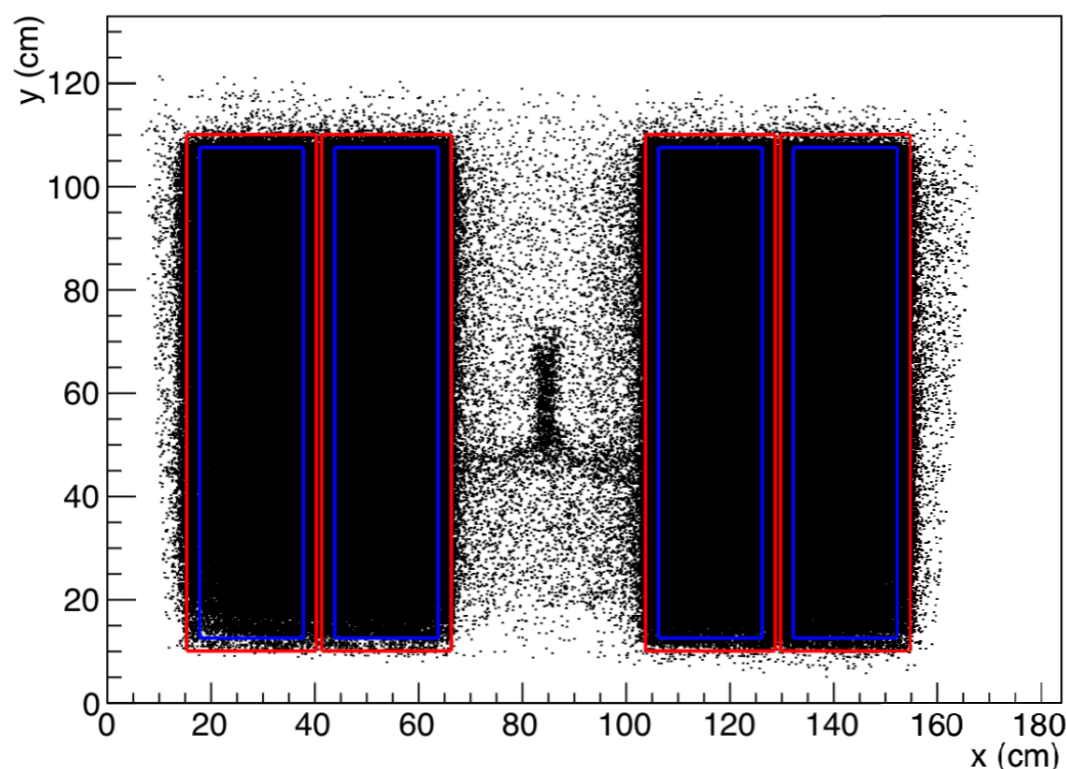
已经测试了33块ED



- 探测效率
- 时间分辨率
- 能量分辨率
- 单道计数率

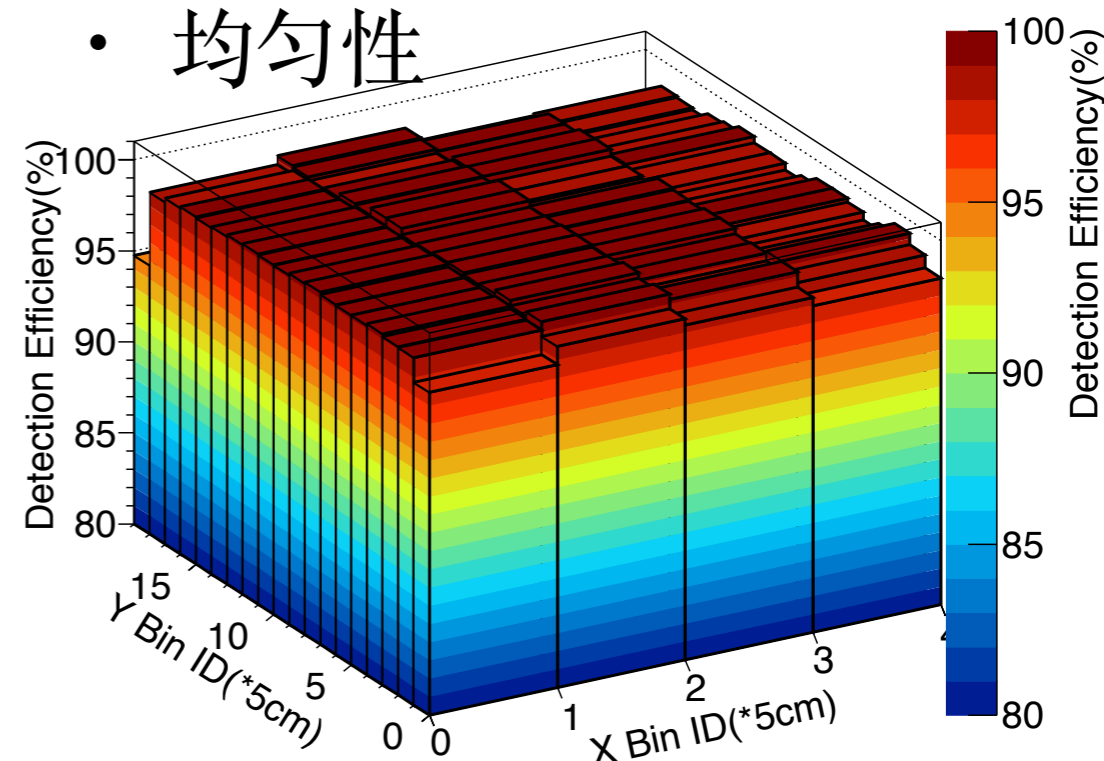


- 在左图的左半边区域假设一个 $51\text{cm} \times 100\text{cm}$ 的矩形；
- 在这个矩形中数击中点数；
- 改变矩形的位置，重复上一步操作；
- 找到其中点数最多的矩形，根据这个矩形的位置就可以确定ED中闪烁体的位置。



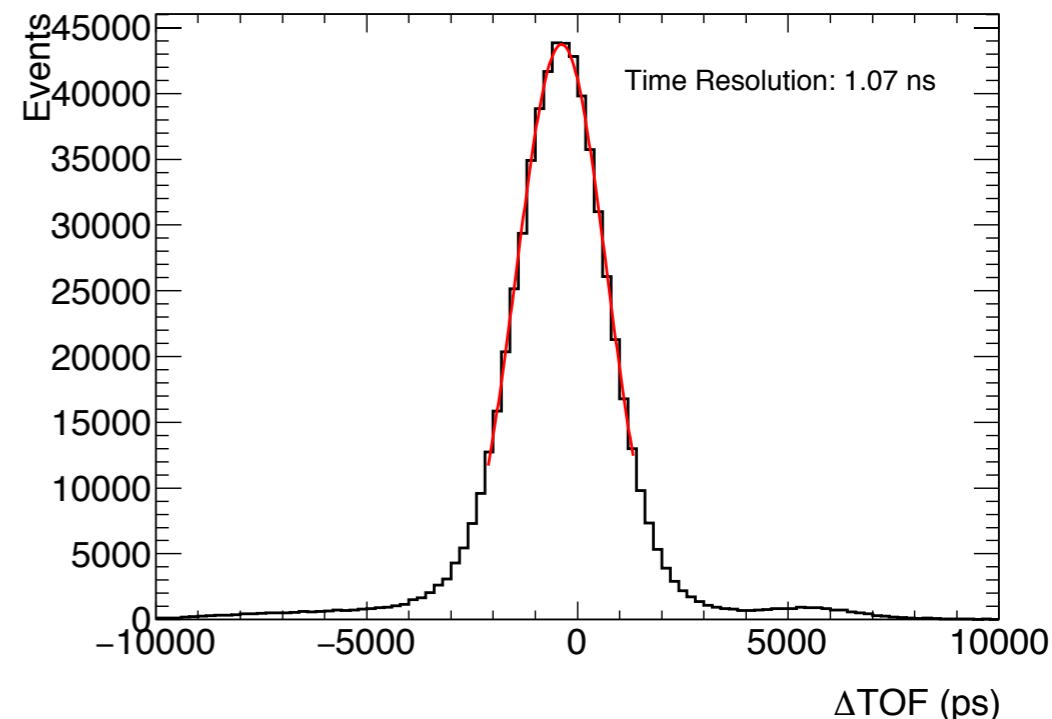
- 边缘效应会带来一定的系统误差，在实际测量中仅使用中心区域来代表探测器的探测效率；
- ED噪音被误记录为信号的概率小于0.1%；
- 因此探测效率的精度可以达到1%

- 整体探测效率 > 98%
- 均匀性

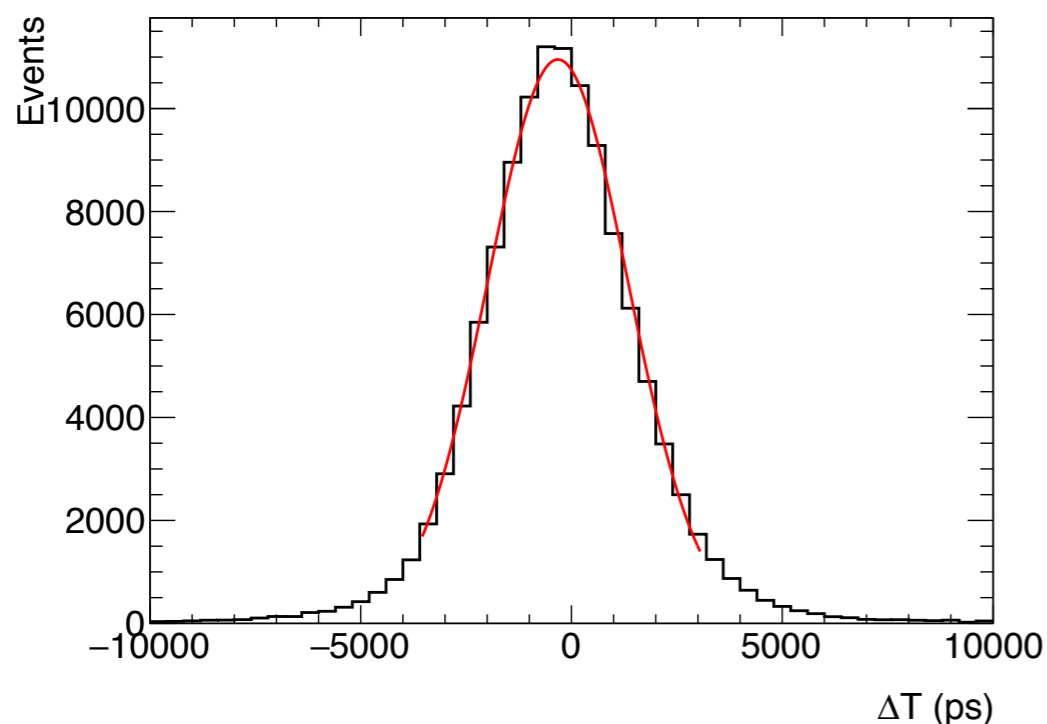


时间分辨率

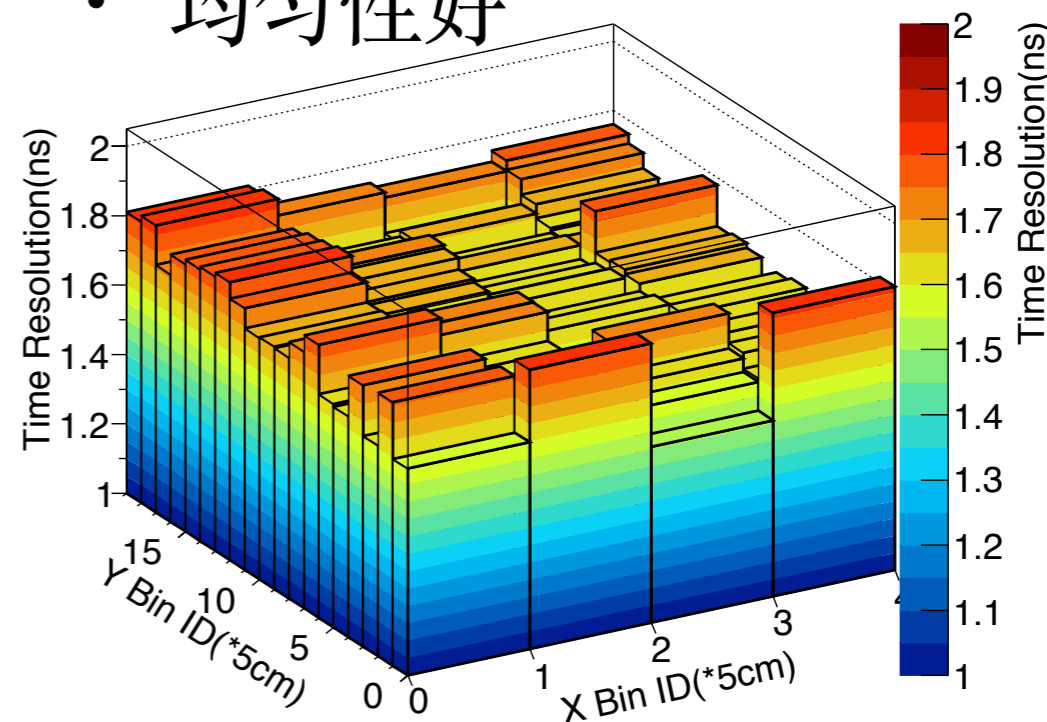
- 刻度掉每一块触发闪烁体和光纤的延迟,
- 系统时间分辨 ~ 700 ps, 好于ED时间分辨;
- 以高速闪烁体为标准, 测量得到时间分辨率为 ~ 640 ps, 这与CoRaRS自测的复合很好;
- 所以时间分辨精度小于0.1 ns.



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

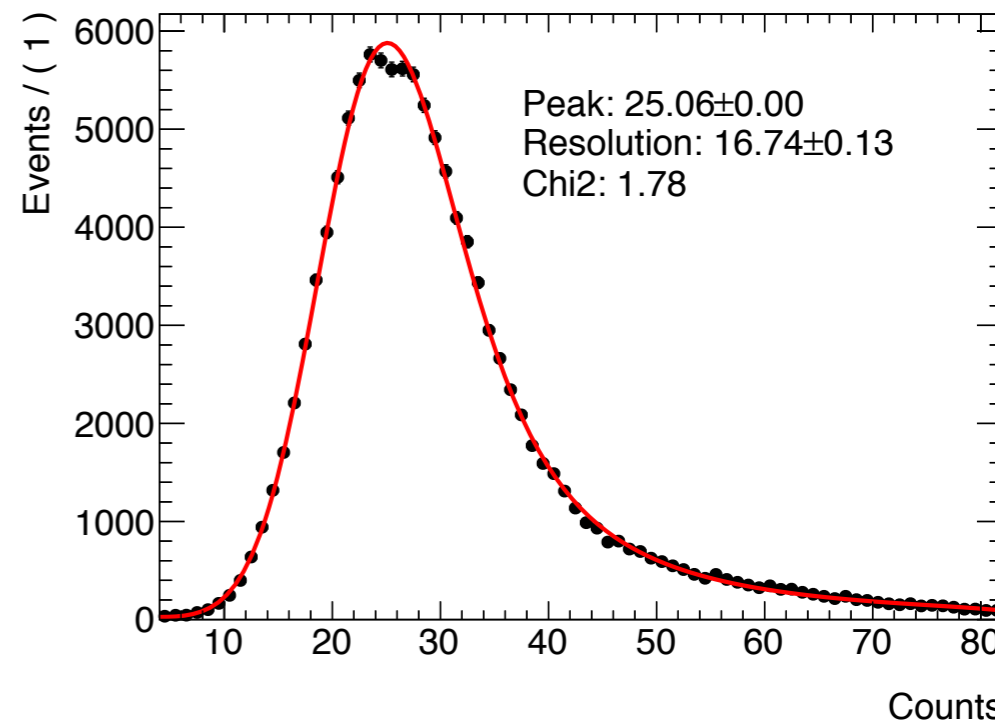
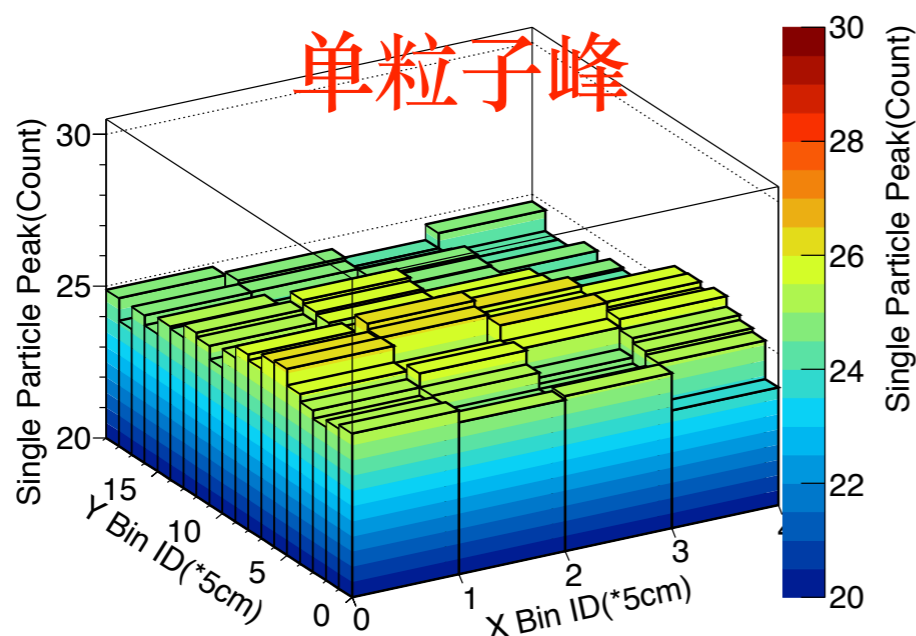
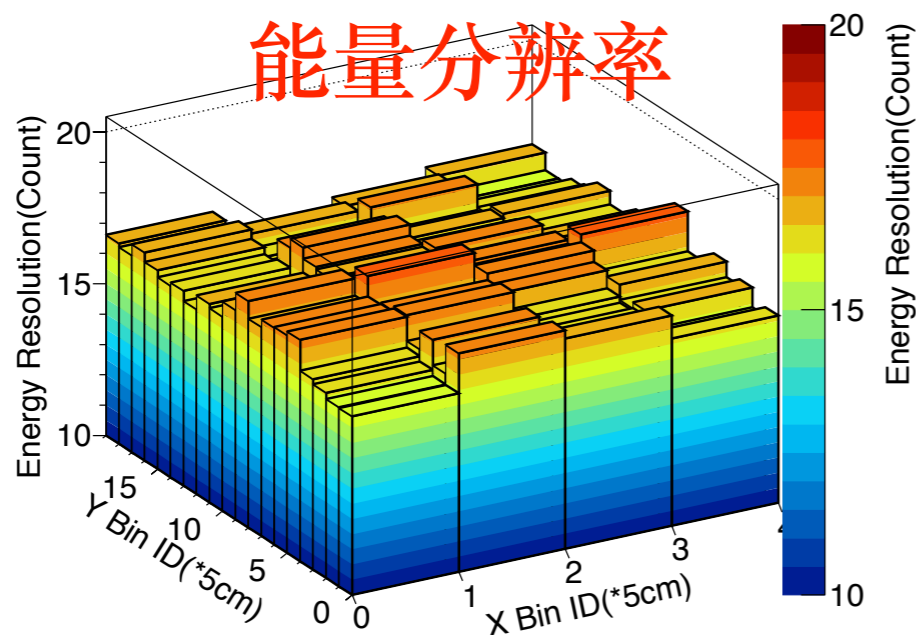


- 整体时间分辨率 < 2 ns
- 均匀性好

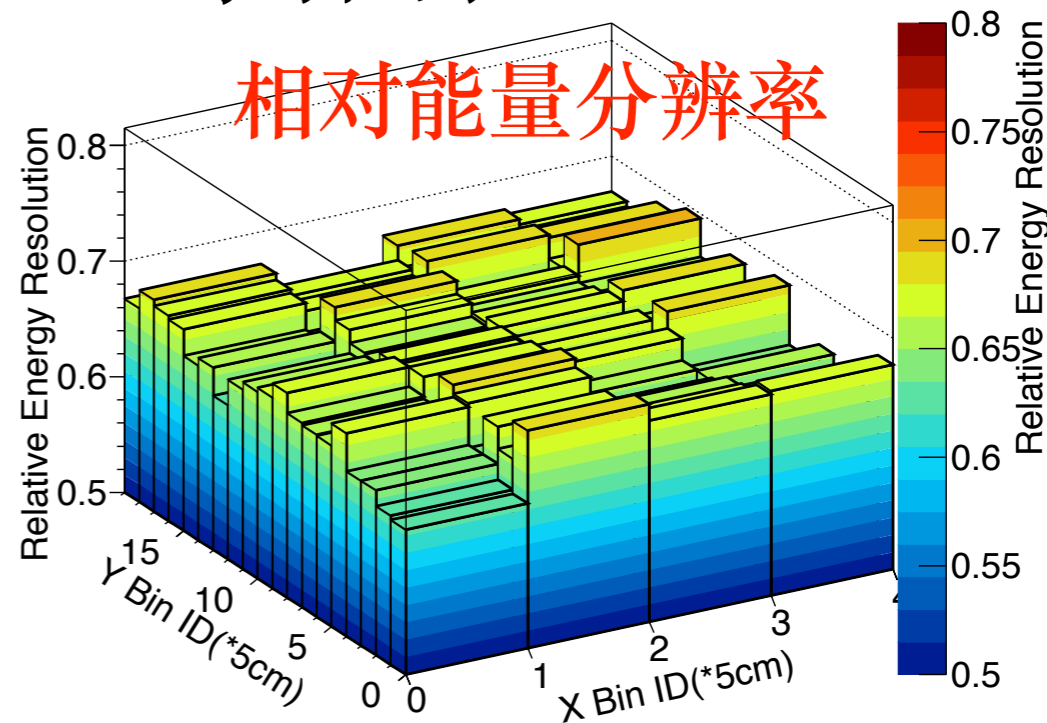


能量分辨率：电荷谱半高全宽

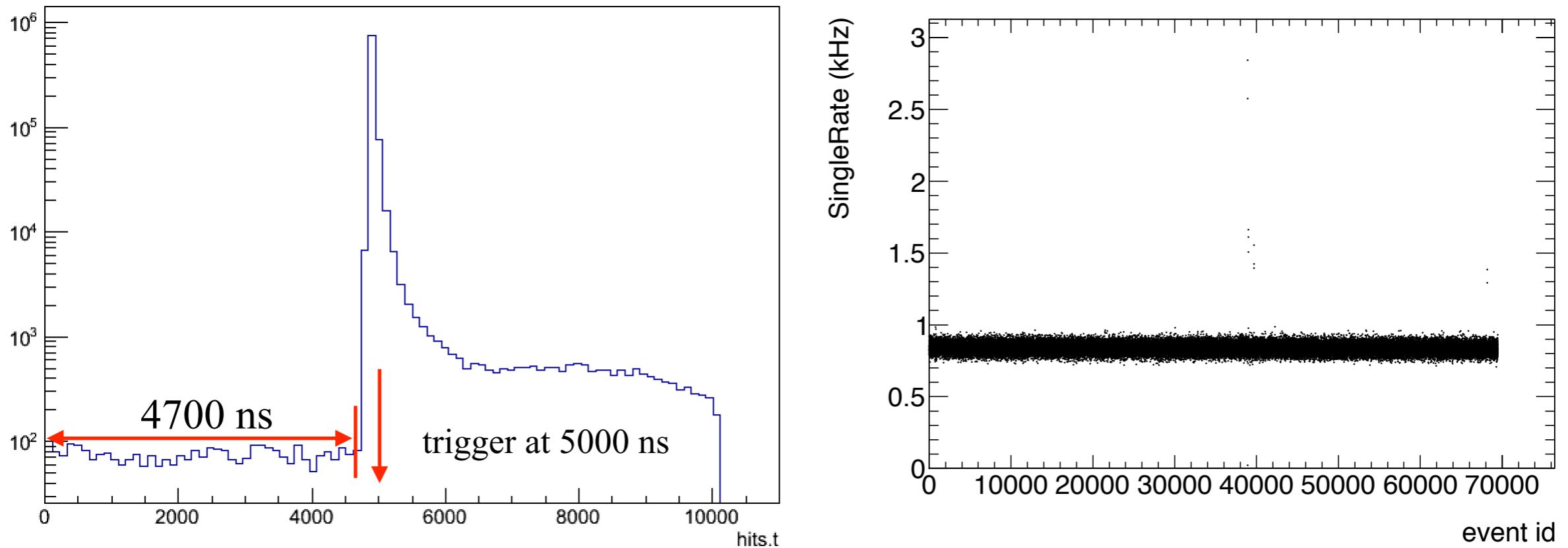
相对能量分辨率：半高全宽 / 峰值



- 相对能量分辨率 < 90%
- 均匀性好



单道计数率是检验ED是否漏光的一个重要指标



- 判断该事例是否穿过ED中的四块闪烁体；
- 如果穿过，并引起了ED的响应，则统计出在信号之前的4700ns中电子学采集的hit数；
- 重复上两步，直至循环完所有的事例，并统计出这样的事例数-NEvents和hit数-NHits；
- $\text{SingleRate} = \text{NHits}/(\text{NEvents} * \text{WindowSize})$

- 测试系统已经升级完成；
- 升级之后的测试系统能够很好的满足ED的测试要求；
- 已经完成首批33块ED的测试，已经安装在了稻城；
- 之后计划每个月测试156块ED。

谢谢