

ED批量测试的解决方案

张登峰（山东大学）

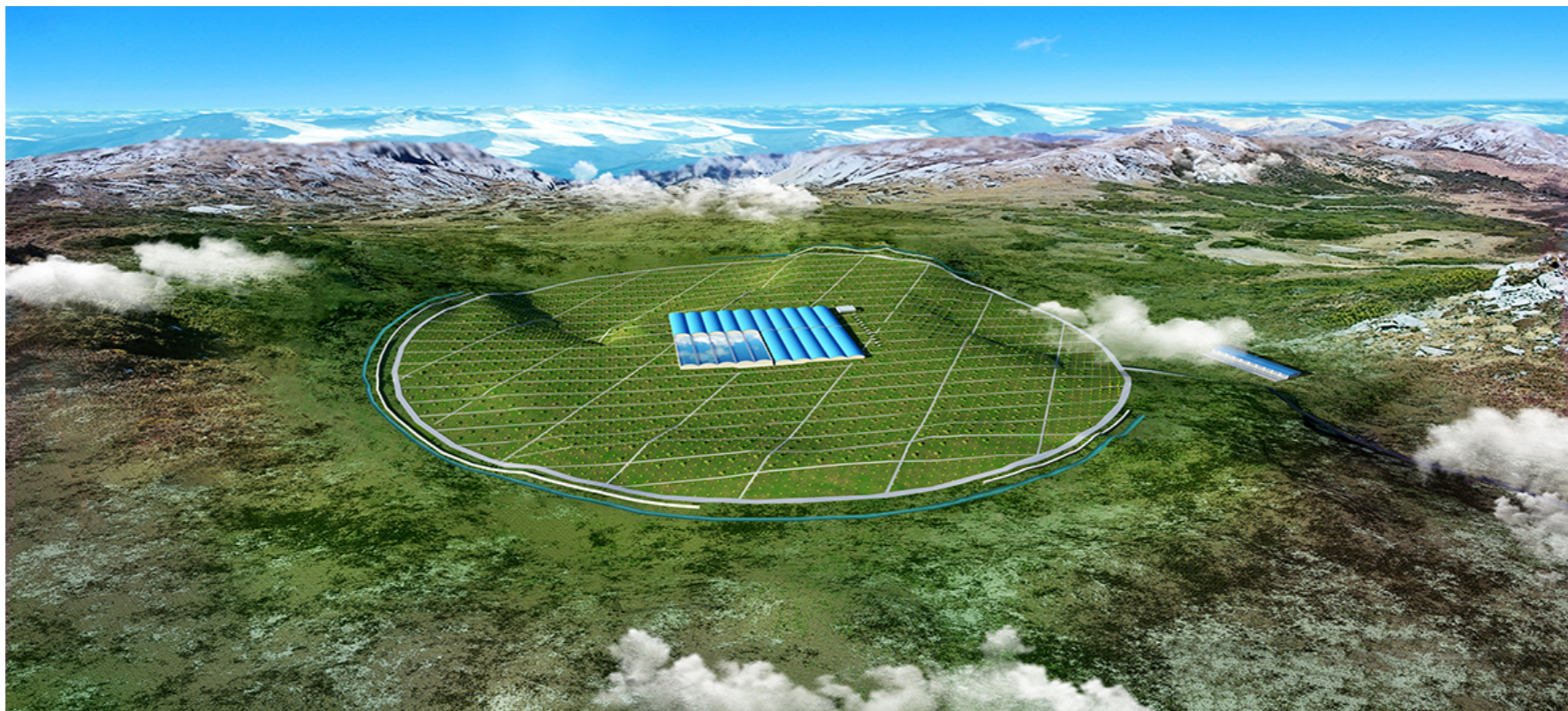
2017年9月21日



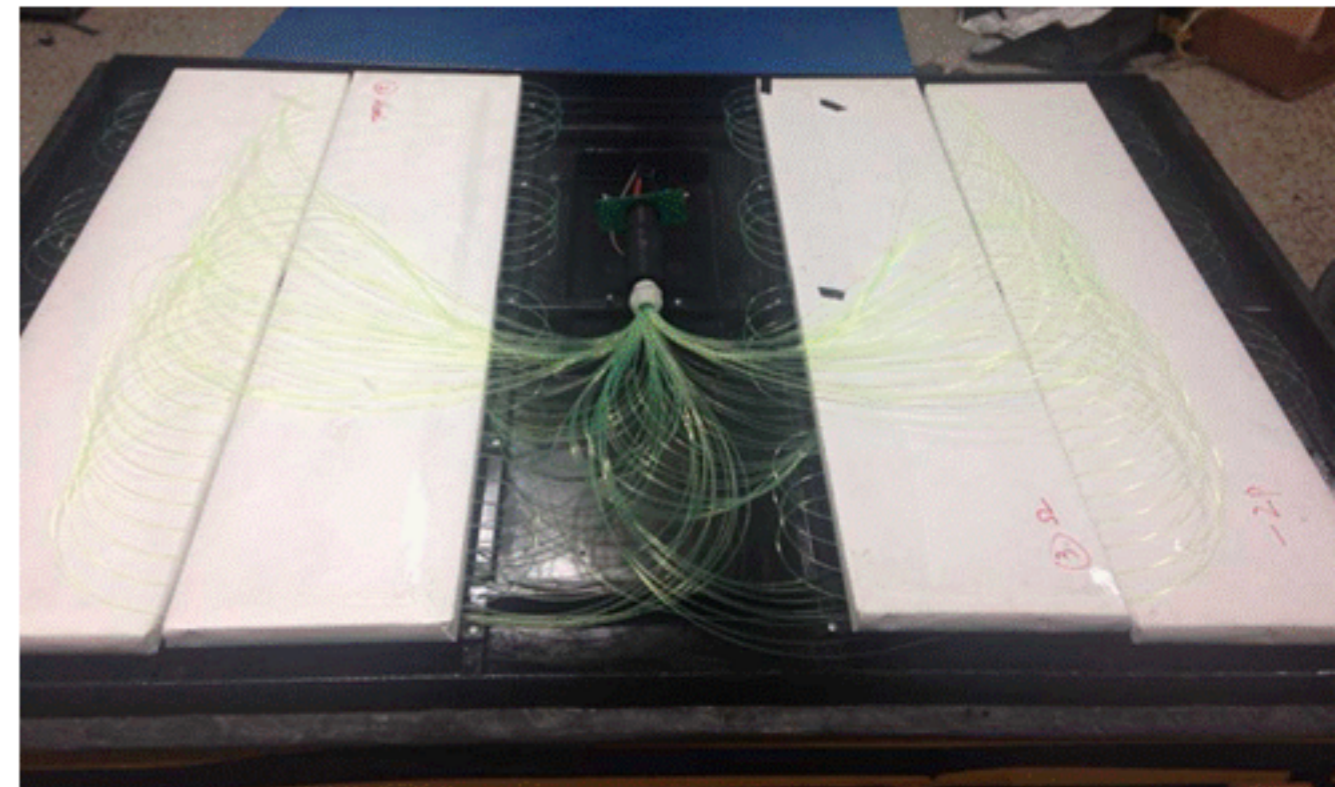
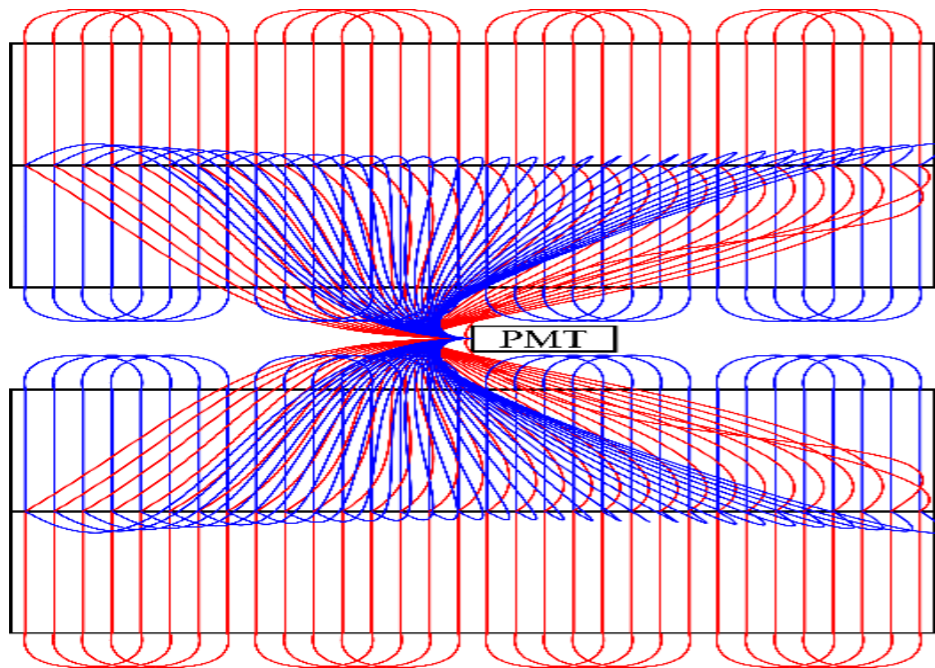
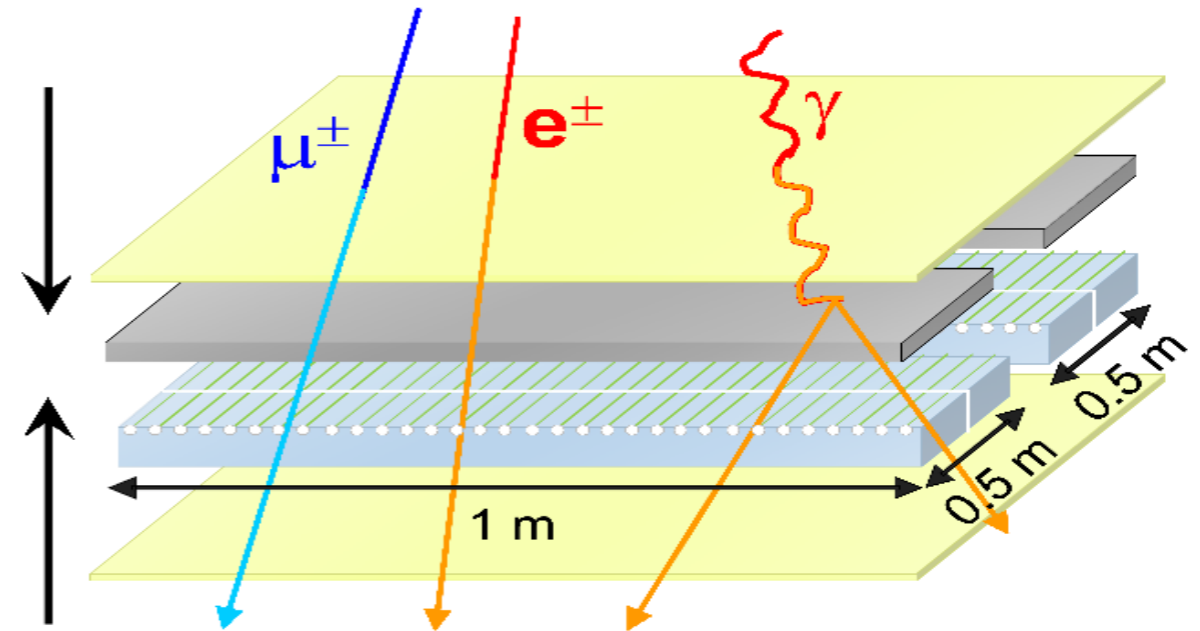
LHAASO合作组会议，威海

- 电磁粒子探测器(ED)
- ED测试系统-宇宙线标定系统(CoRaRS)
- ED样机测试
- 系统升级
- 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项目KM2A探测器阵列的主要探测器之一，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探测器之间的性能一致性对于测量精度具有重要的意义。



- ED盒子中包含4块25cm*100cm的闪烁体：
 - 整体探测效率好于95%
 - 整体时间分辨率好于2ns
 - 整体单粒子相对分辨率好于60%



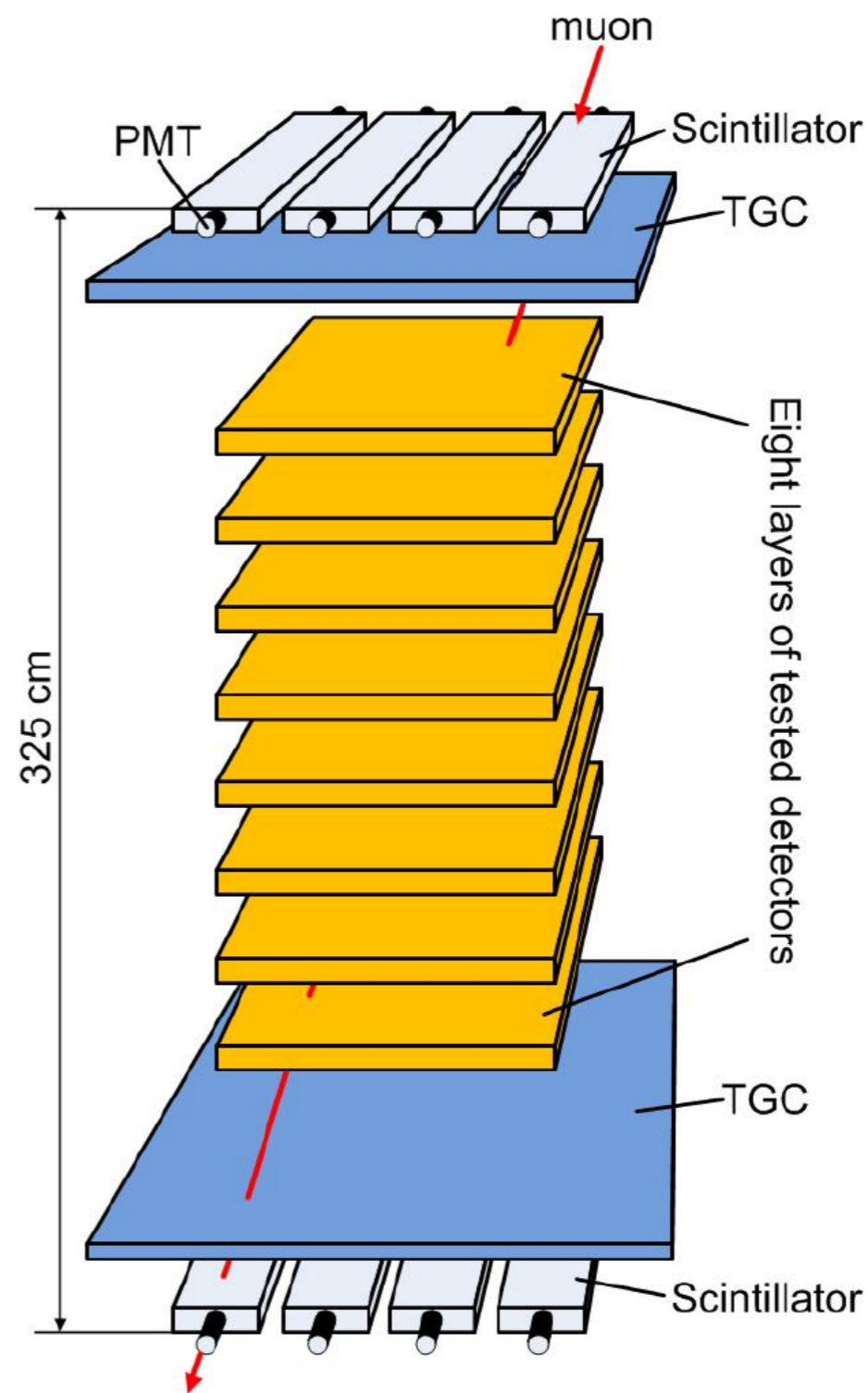
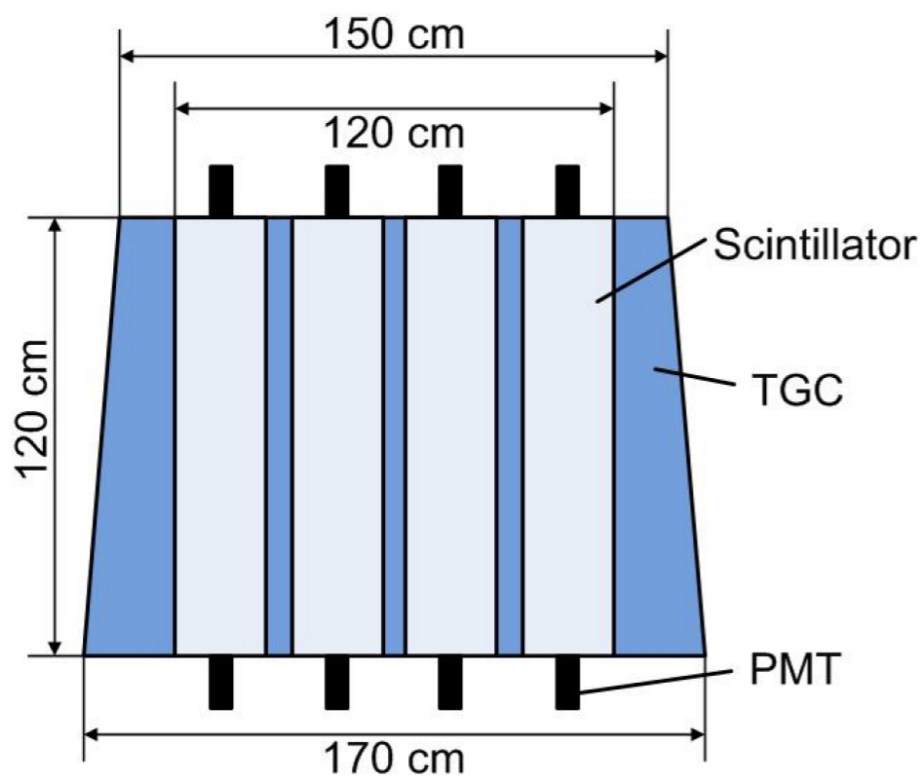
- 探测器系统
- 电子学
- 气体系统
- DAQ



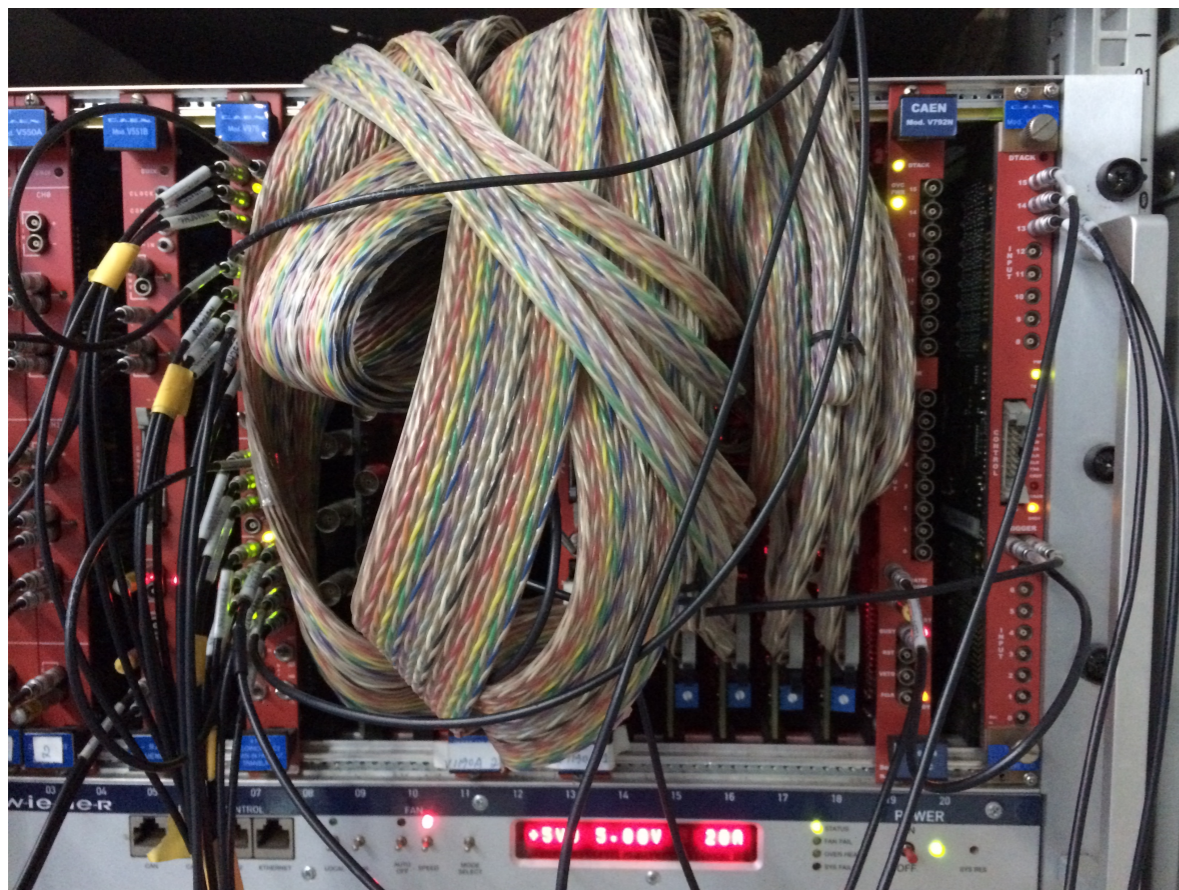
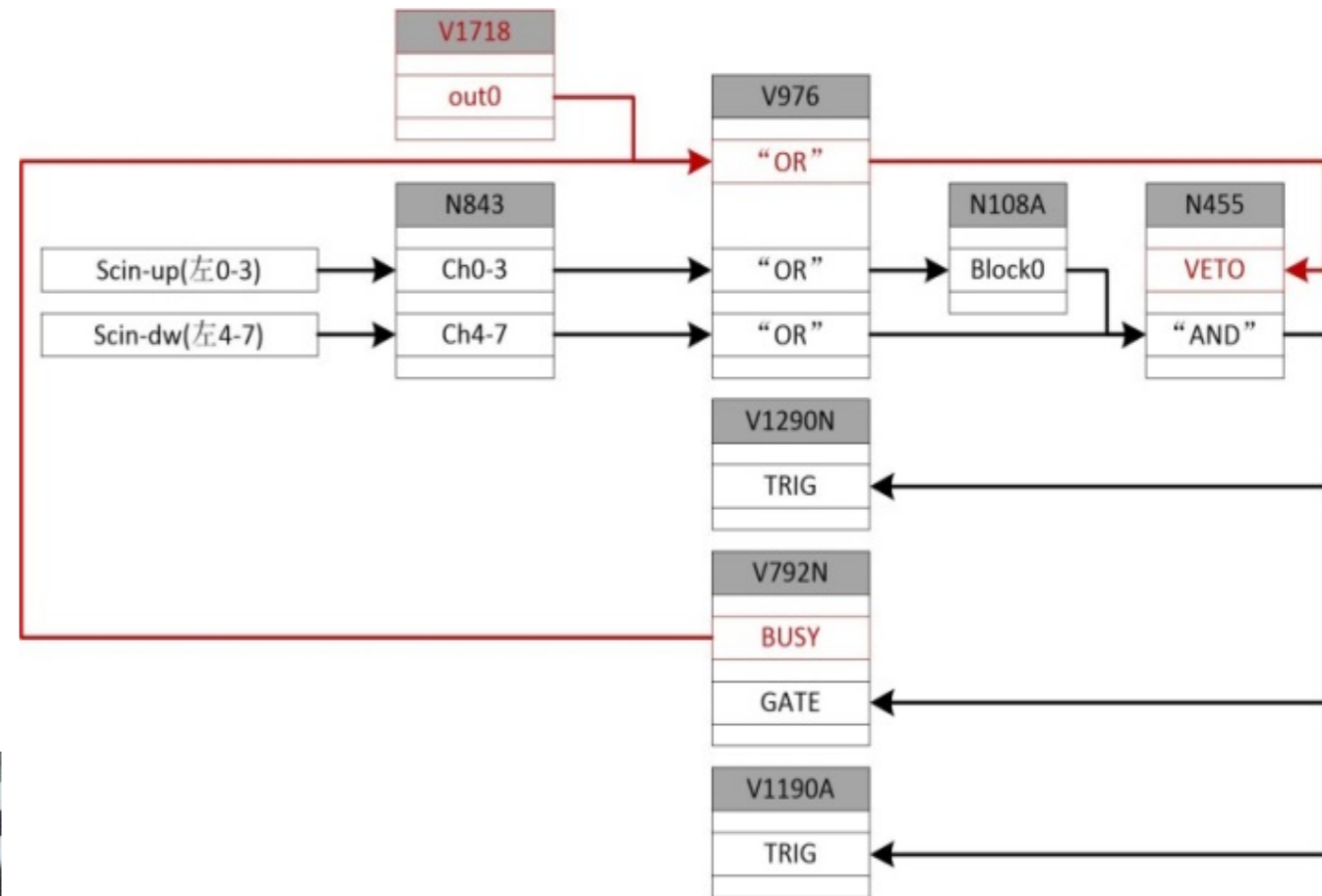
CoRaRS要求:

- 击中点的位置分辨在1cm量级，探测效率的精度小于1%；
- 时间分辨好于ED的时间分辨，精度小于0.1ns；
- 可以对ED中的闪烁体进行扫描；
- 能够同时测量多层ED，每个月测156个；

- 闪烁体—触发
- TGC—位置
- ED



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



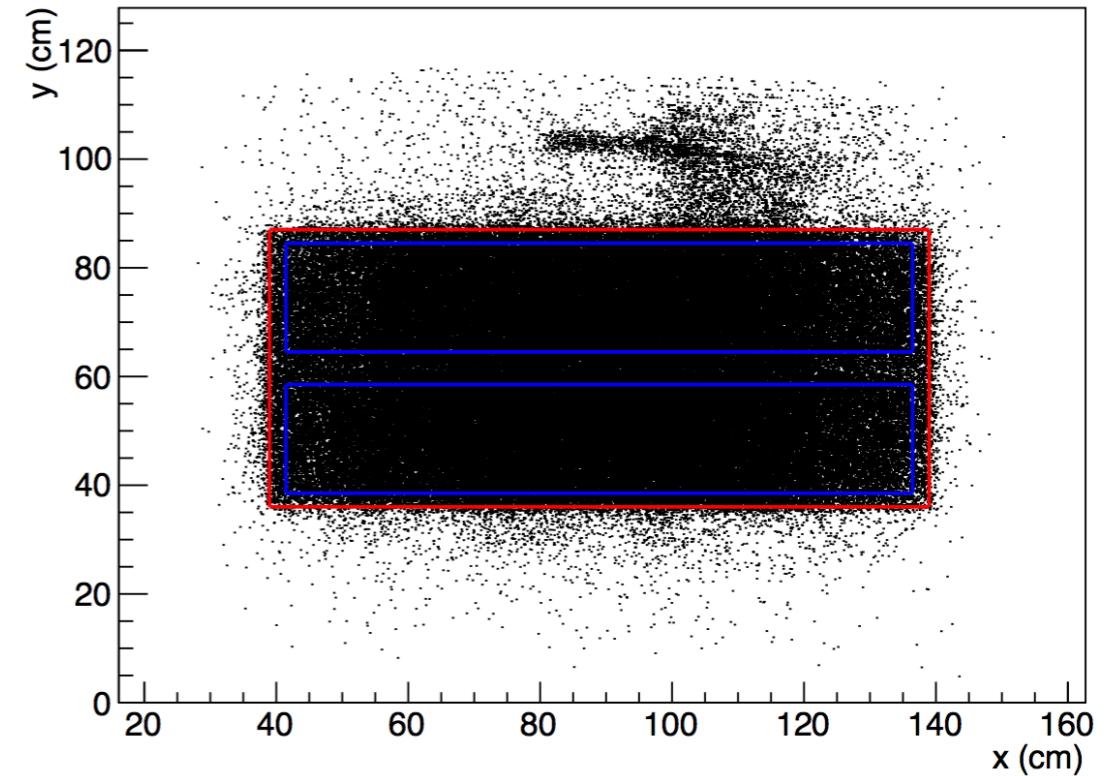
测试内容:

- 探测效率
- 时间分辨率
- 单粒子分辨率

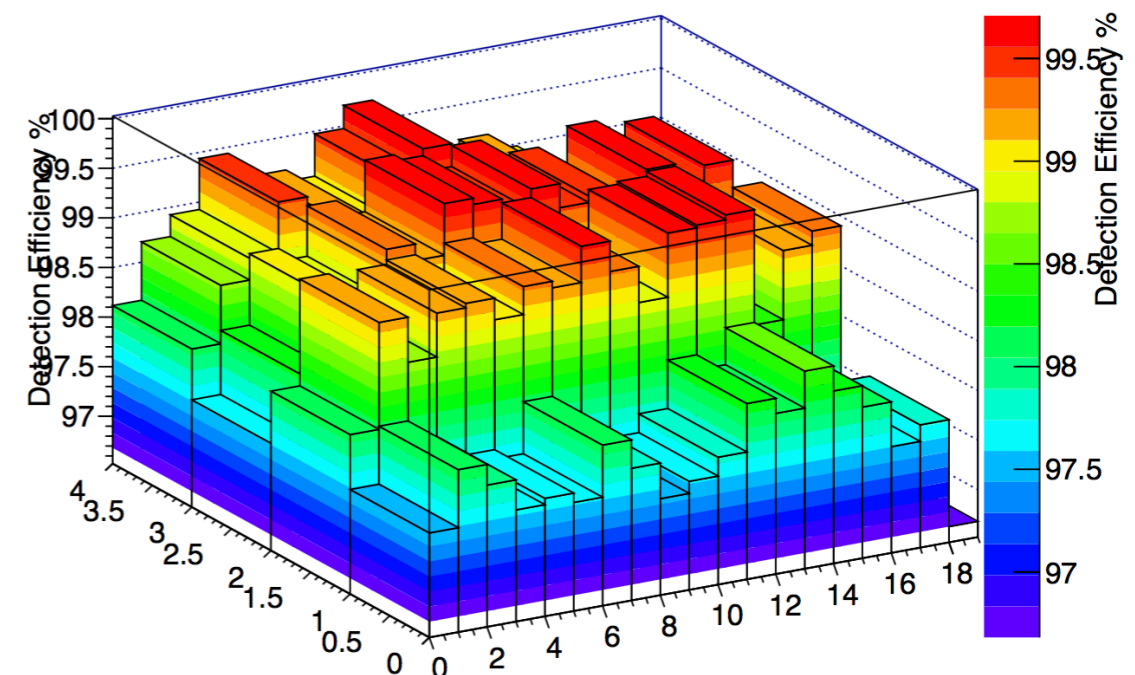
探测效率



- 通过上下四层TGC可以重建出muon的径迹，进而重建出muon在ED上的击中点，可以清楚地看到ED上击中点的分布，同时我们还可以自动寻找闪烁体的位置；
- 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，而对于扫描，每个bin内的统计量 >300 ，以98%的探测效率为例，其统计误差为 $\sqrt{300 \times 98\% \times 2\%} / 300 < 1\%$ ；
- ED噪音会形成误符合，从而造成探测效率的系统性升高，ED建造过程中，质量控制要求其暗计数率3000Hz以下，而我们触发窗口为400纳秒，这样噪音被误记录为信号的概率为0.1%。
- 因此探测效率的测试精度可以达到1%



- 整体探测效率 $>98\%$
- 均匀性

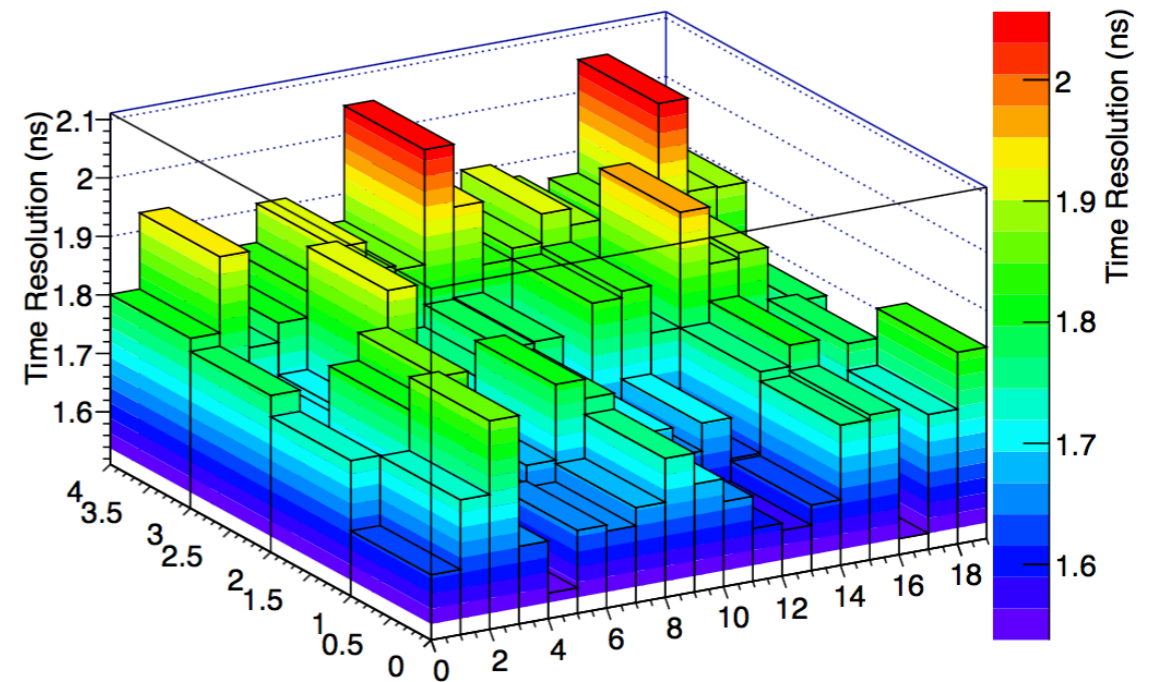
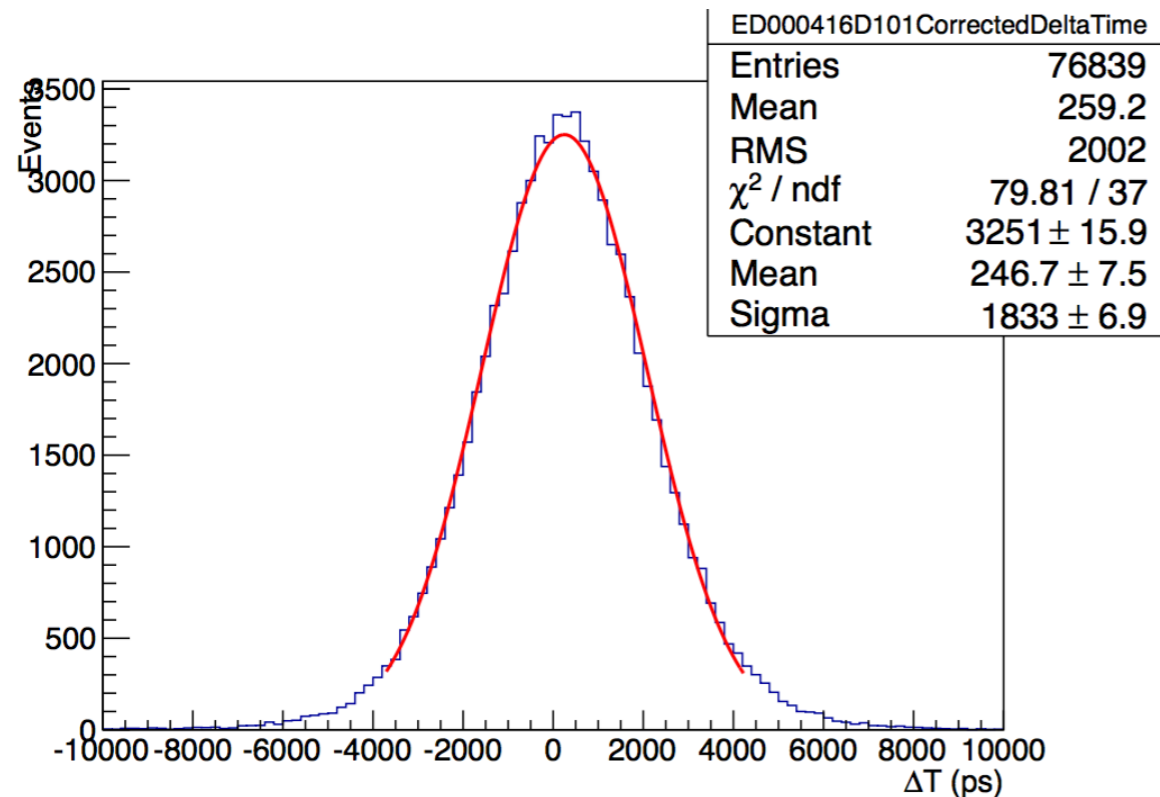
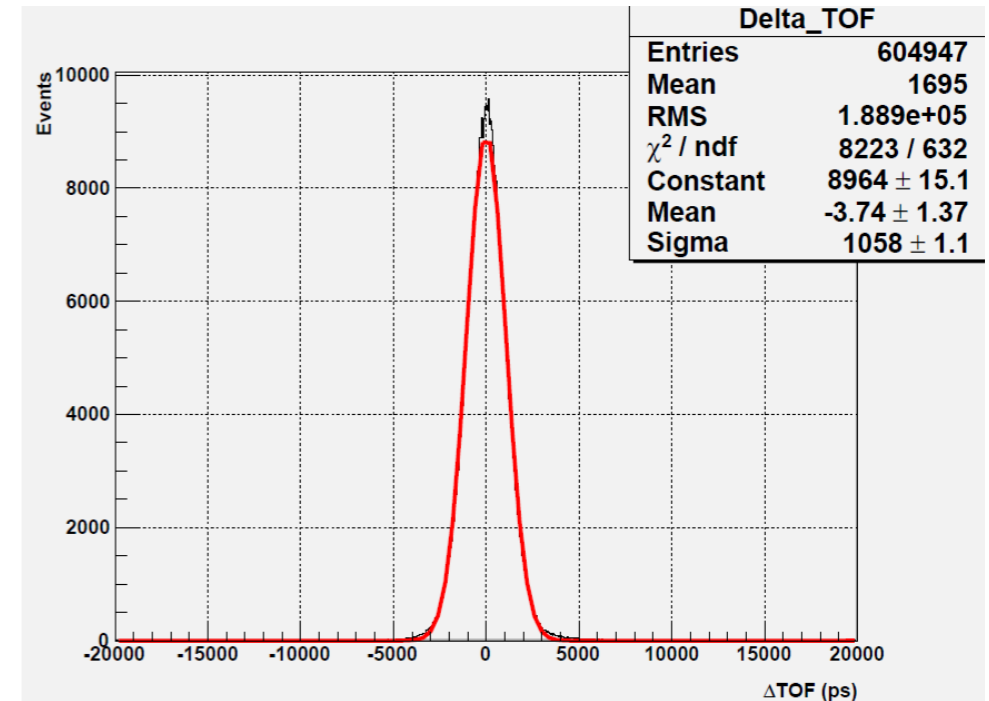


时间分辨率



- 刻度掉每一块触发闪烁体和光纤的延迟。
- 系统的时间分辨 $\sim 670\text{ps}$ ，明显好于ED时间分辨；
- 以高速闪烁体为标准，测量得到时间分辨率为 $\sim 640\text{ps}$ ，这与CoRaRS自测的复合很好；
- 所以时间分辨精度小于 0.1ns

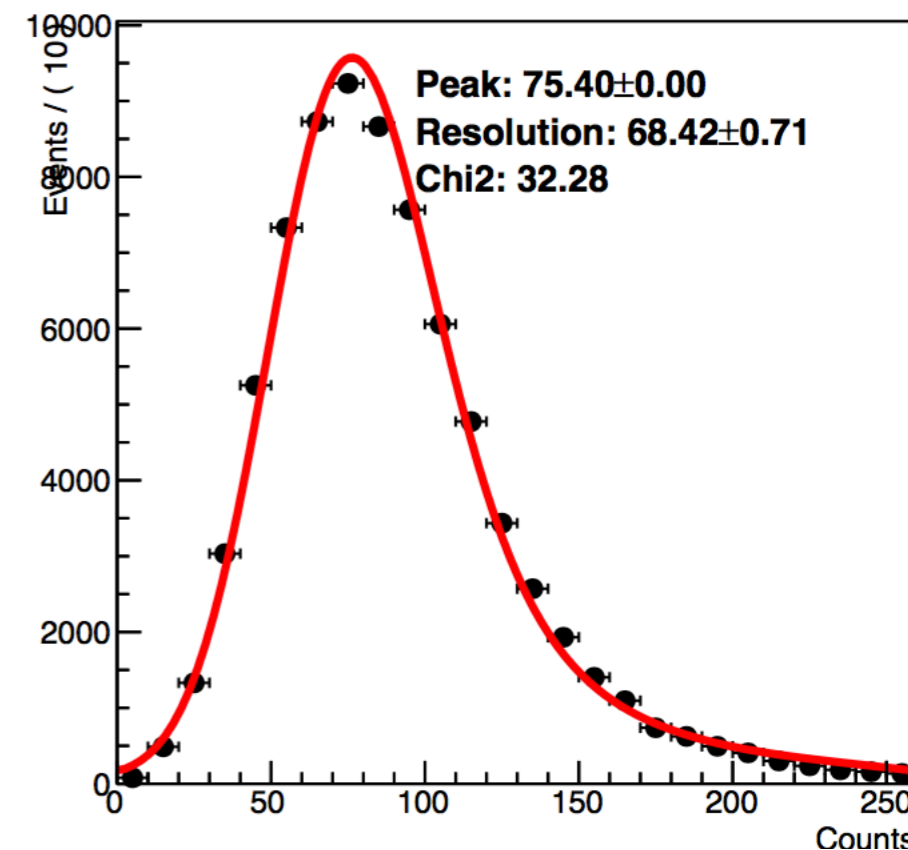
$$\Delta T = T_{ED} - T_{reconstructed}$$



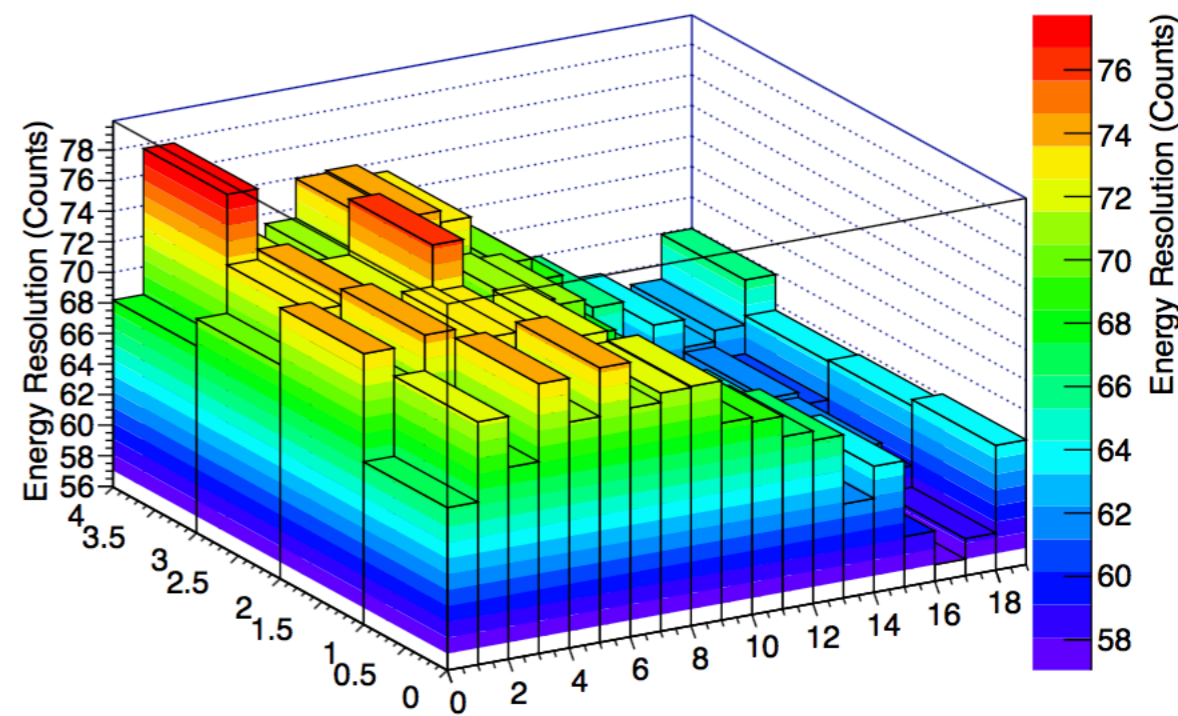
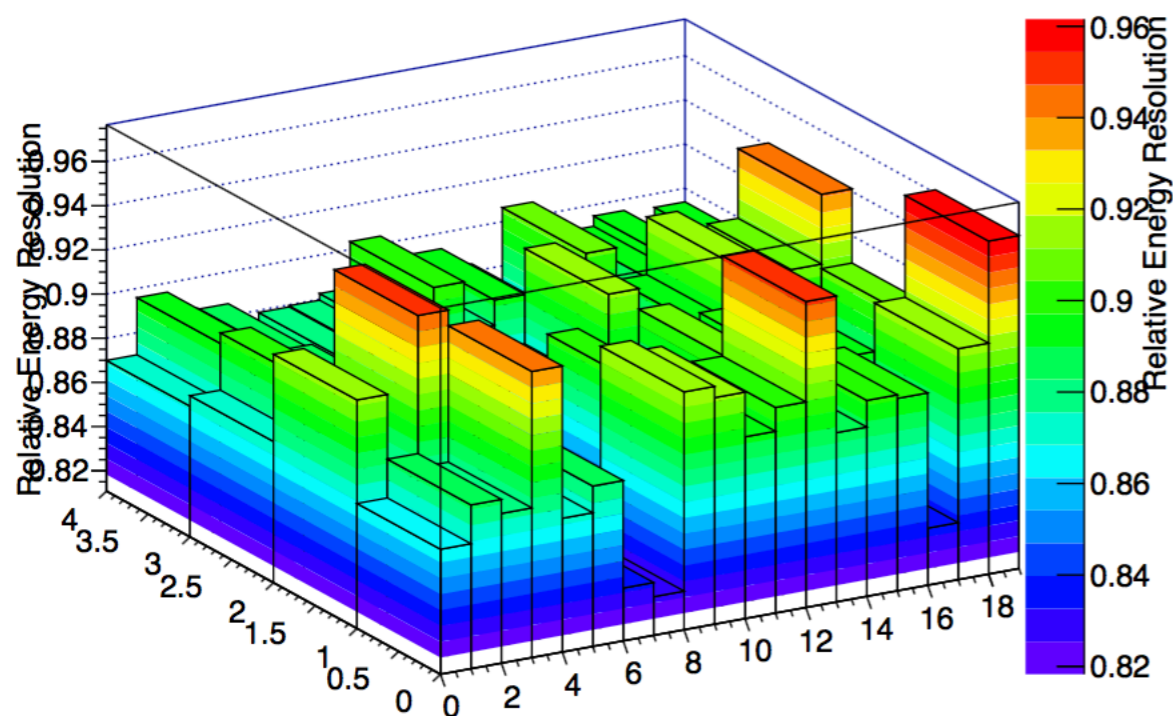
修正掉台阶随时间变化对电荷量的影响。

单粒子分辨率：电荷谱半高全宽

单粒子相对分辨率：半高全宽 / 峰值

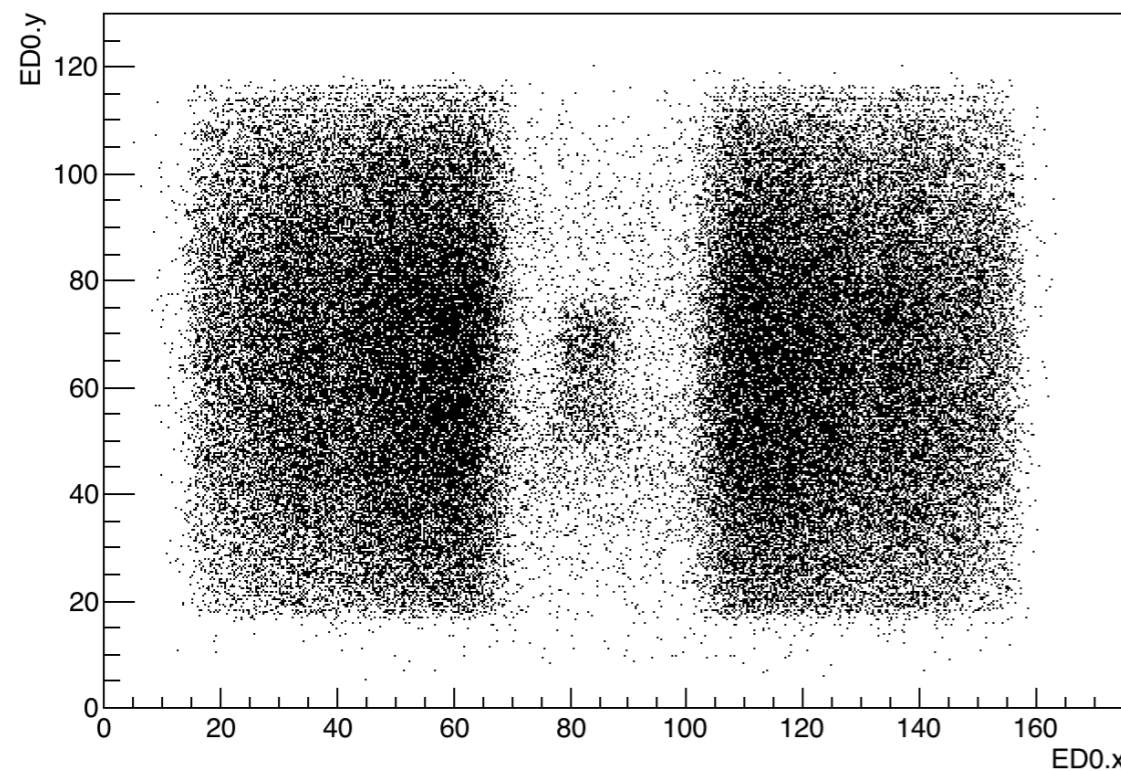
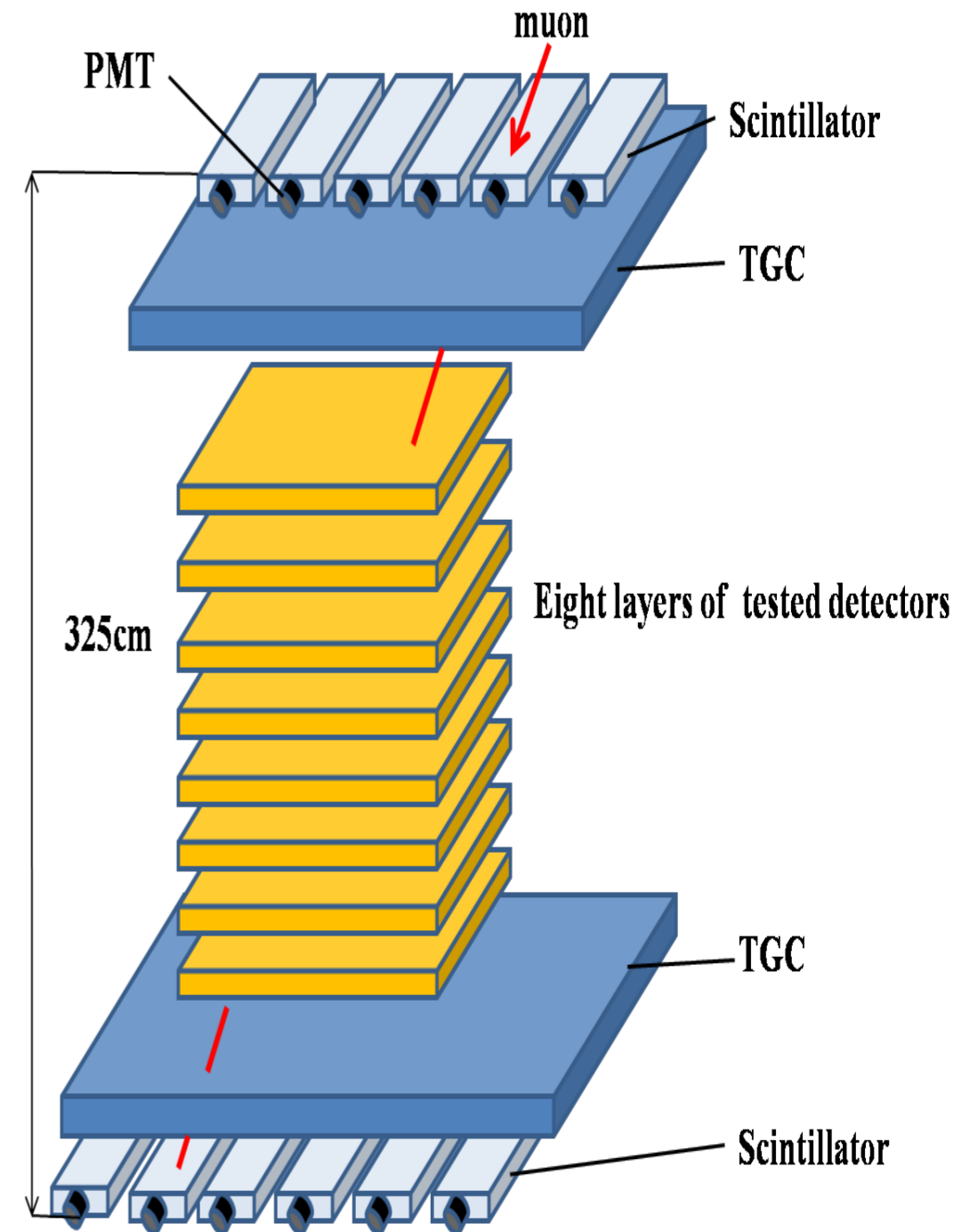


- 整体单粒子相对分辨率 > 90%

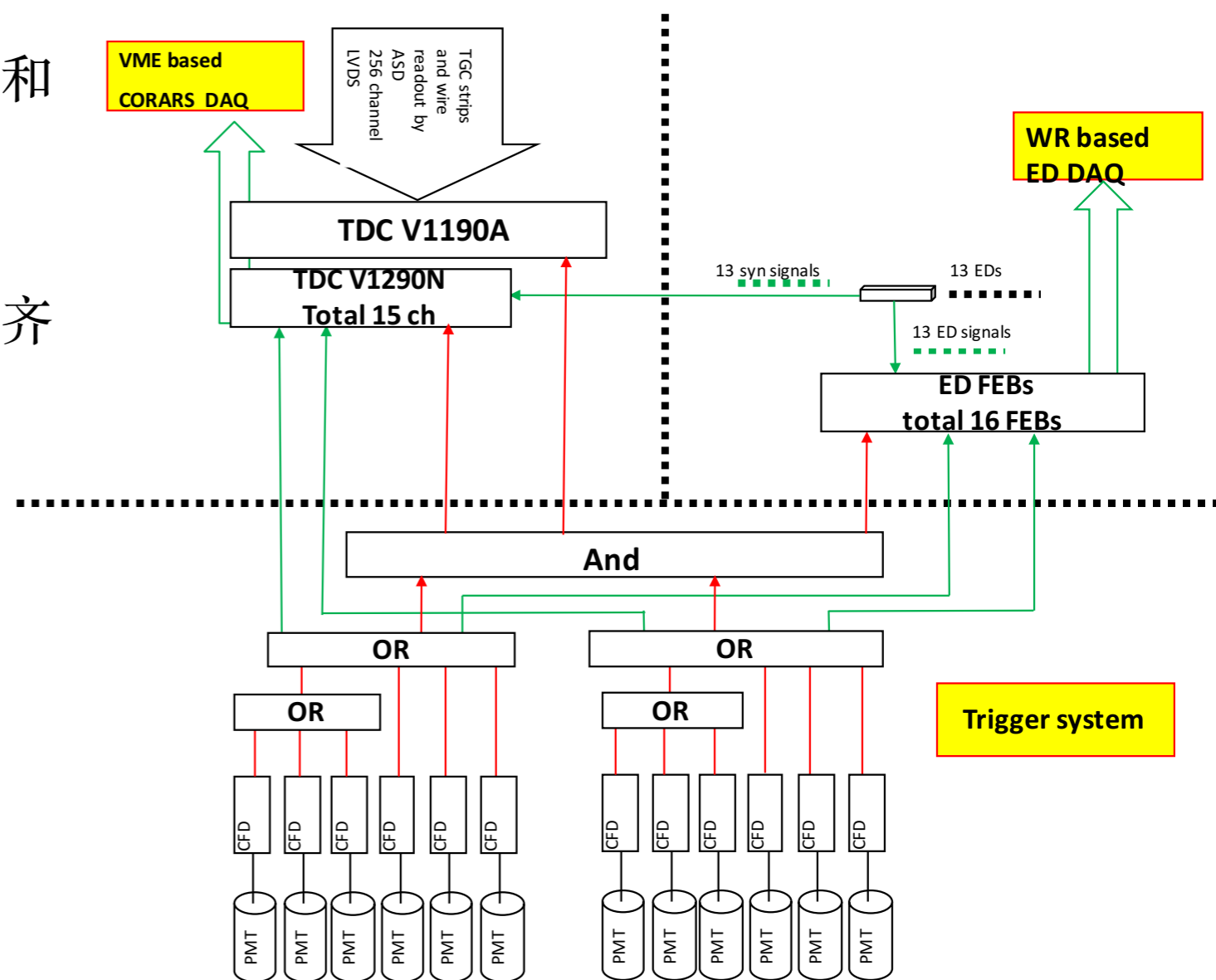


上下各增加两个触发闪烁体：

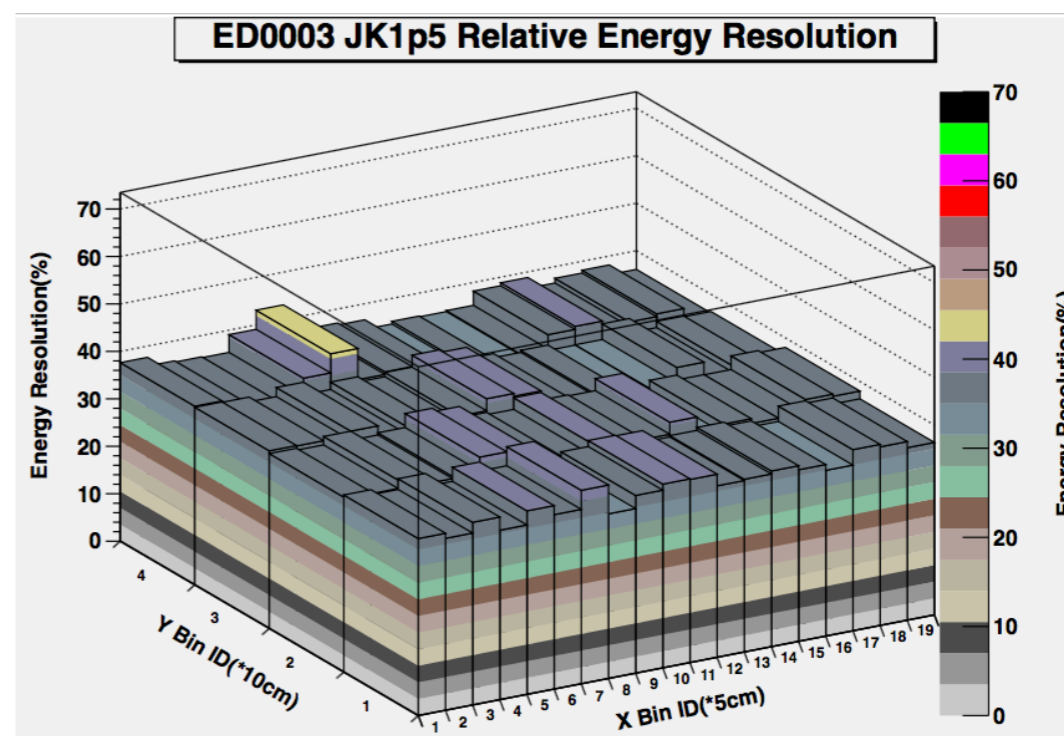
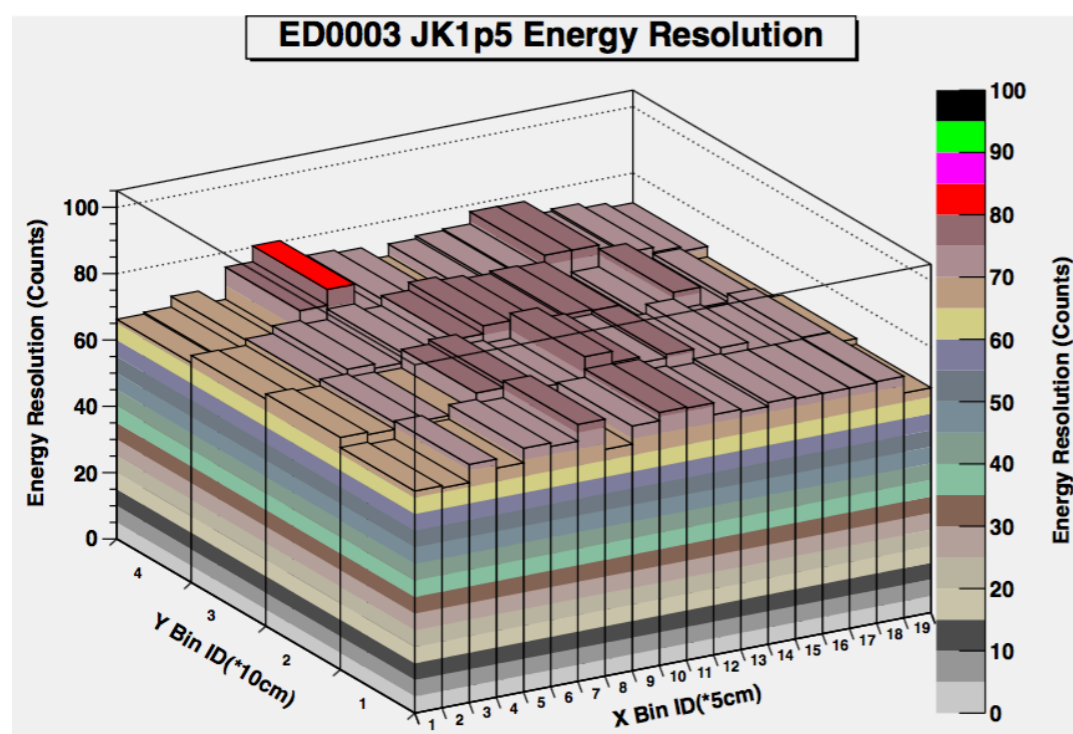
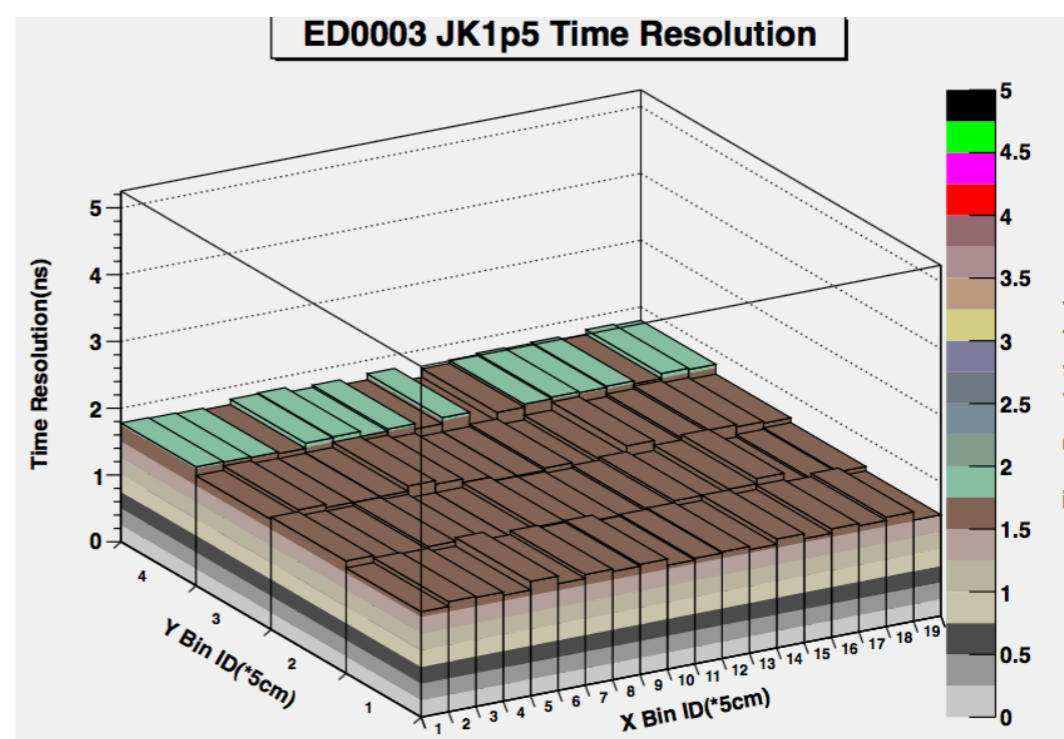
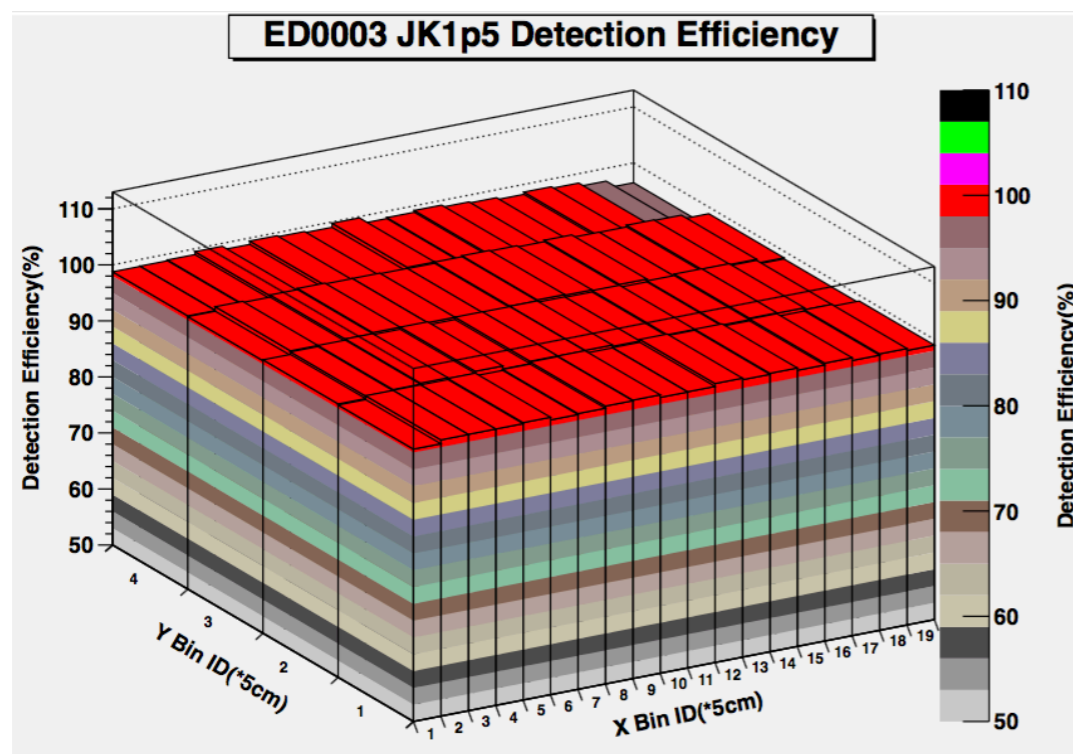
- 系统的触发率能够增加一倍以上，节省采集数据时间；
- 闪烁体的覆盖面积增加，这样就可以同时测量ED中的四块闪烁体。



- CoRaRS只提供触发和TGC的信号；
- 利用ED-电子学和ED-DAQ采集闪烁体和ED的时间和电荷信号；
- 但是两套DAQ采集的事例并不是对齐的，需要将其对齐并合并。



去年用ED电子学测试的ED样机中的一块闪烁体。



- CoRaRS系统能够很好的满足ED的测试要求；
- 利用ED电子学和ED DAQ采集数据并不会对ED测试带来影响；
- CoRaRS DAQ与ED DAQ的事例对齐问题已经解决；
- 系统升级后需要对分析程序做一些改动，这一部分工作正在进行中。

谢谢