

# 北京谱仪 $\mu$ 管组合模型在线实验

高文绣 林子子 徐芷菁 沈本蔚 方 澄 顾树棣 王佩良 胡加生

(中国科学院高能物理研究所, 北京)

## 摘 要

本文给出了北京谱仪  $\mu$  子鉴别器八管组合单元和电子学系统在线联调的实验结果。主要指标为: 计数率坪长约 250 V, 电荷分配标准偏差  $< 3$  cm, 气体放大特性和电荷分配比的线性良好, 电子学系统台阶漂移为  $\pm 1$  道。

## 一、引 言

在粲物理和  $\tau$  轻子衰变过程的研究中, 利用旁观者模型可以对半轻子衰变作精确的理论计算, 因此, 在实验中如何辨认带有  $\mu$  子的事例, 以进一步检验标准模型的可信度, 是非常重要的, 这方面引起了高能物理工作者的广泛兴趣, 所以  $\mu$  子鉴别器已经成为多个正负电子对撞机谱仪的重要组成部分。

$\mu$  子鉴别器是北京谱仪(简称 BES) 的最外层探测器, 它的主要功能是鉴别  $e^+e^-$  反应末态中的  $\mu$  子。考虑到北京正负电子对撞机工作能区 (3.0—5.6 GeV)  $\mu$  子动量谱相当软的特点, 设计<sup>[1]</sup>确定第一层吸收体的切割动量为 500 MeV/c, 并由三层吸收体、三层灵敏体相间组成  $\mu$  子鉴别器。三层吸收体是厚度分别为 12、14、14 cm 的铁板, 第一层吸收体还包括磁场线圈、电磁量能器等各内层探测器。这样兼顾了  $\mu$  子、强子的分离以及  $\mu$  子的探测效率。由于对撞机能量低, 谱仪的内层物质密度又很大, 所以  $\mu$  子在抵达  $\mu$  子鉴别器之前要经受多次库仑散射, 其结果使  $\mu$  子 ( $p_\mu = 500$  MeV/c) 在穿透第一层吸收体时均方根偏离已是 4 cm 了, 因此对  $\mu$  子鉴别器的空间定位精度要求不高, 但复盖面积很大(约 200 m<sup>2</sup>)。

设计选用八根外径约为 5 cm 的铝圆管或铝方管交叠放置的正比管构成组合单元, 沿阳极丝方向定位采用电荷分配法。总共约需 200 组这样的组合单元, 分成三层, 构成复盖立体角约为  $2/3 \times 4\pi$  的  $\mu$  子鉴别器。

## 二、组合模型结构及电子学测试系统

为了测试  $\mu$  子鉴别器室体及电子学读出样机系统在线的各项性能, 组装了两组八管组合单元(见图 1)。管子为圆管, 外径 52 mm, 长 4400 mm, 阳极丝为 47  $\mu$ m 不锈钢丝

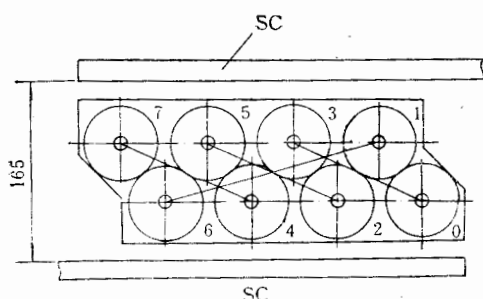


图1 组合单元示意图

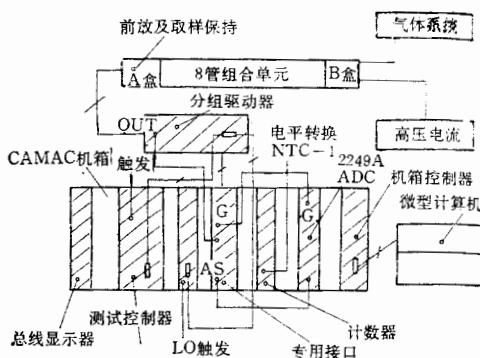


图2 电子学系统框图

(美国 stablohm), 用硅胶和快干环氧树脂封接, 保证气密并使端盖和管子的电接触性能良好. 阳极丝加 133 g 张力, 用共振法测量了丝张力, 其不均匀性  $< 5\%$ . 气路采用简单的流气式, 工作气体为  $\text{Ar}(80\%) + \text{CH}_4(20\%)$ , 流量为  $44 \text{ ml/min}$  (约一天换一个体积), 在气体的进口和出口处有两个正比计数器测量气体增益, 用以鉴别气体的状态.

组合模型测试所用的电子学系统框图如图 2 所示. 功能简述如下:

(1) A 盒: 为获得良好的信噪比, A 盒直接固定在八路组合单元的一端, 包括八路电荷灵敏放大器和取样保持电路, 以及使八路模拟信号顺序输出的多路开关.

(2) 分组驱动器: 将专用接口的选址信号部分解码后转送给 A 盒, 并将 A 盒的模拟信号顺序送给专用接口, 同时向 A 盒提供取样保持电路正常工作的门控信号.

(3) 专用接口: 从 CAMAC 机箱的写线接收选址信号, 转送给分组驱动器, 并将分组驱动器的模拟信号顺序送给模数转换插件 (LeCroy 2249 A).

(4) 测试控制器和 LO-触发器: 从闪烁计数器来的触发信号, 经测试控制器产生三个有一定时序关系的门控信号, 经 LO-触发转换后再送给分组驱动器, 生成启动 A 盒中取样保持电路所需的门控信号序列. 在测试模式下工作时, 这个门控信号序列可以在 CAMAC 指令控制下自动产生而不需要外触发.

(5) B 盒: B 盒固定在八路组合单元的另一端, 包括高压馈电电路, 八路两两联接的线路和中点测试电容.

触发由两个体积为  $250 \times 5 \times 2 \text{ mm}^3$  的条状闪烁体 (NE110) 和光电倍增管 (XP 2020) 一端读出, 组成望远镜.

条状闪烁体与  $\mu$  管垂直, 根据不同的测量要求来调节两个闪烁计数器之间的距离以及和组合单元的相对位置.

### 三、各项性能测试结果

#### (1) 气体放大特性曲线

用宇宙线带电粒子作源, 测量信号电荷量随高压增加的变化. 典型的宇宙线信号电荷量谱如图 3 所示.

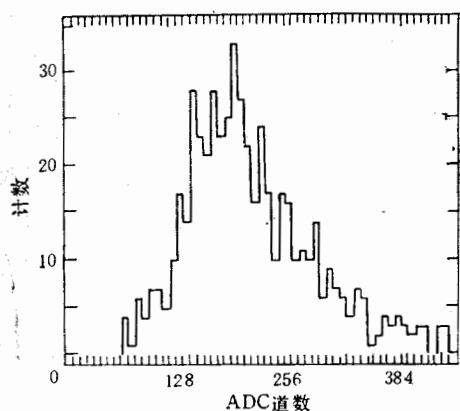


图 3 宇宙线带电粒子信号电荷量谱

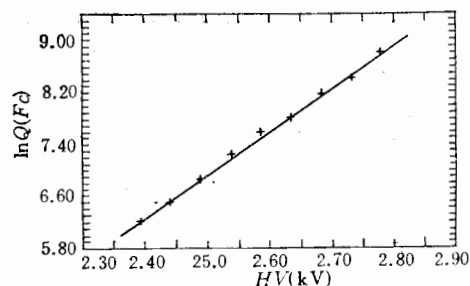


图 4 气体放大特性曲线

逐步增加或降低高压, 测量模数转换器的道数, 多次测量的结果表明曲线的重复性良好, 证明室体及电子学系统的性能都是很稳定的。台阶漂移在开机后一小时为  $\pm 1$  道。图 4 为实验点指数拟合的结果。

## (2) 坪曲线在线测量

正比管记数率坪的长短决定了对工作电压稳定度的要求。考虑到以后大量管子测量的方便, 采用了 CAMAC 系列插件和计算机在线测量的方法。改变高压, 然后从分组驱动器(见图 2)引出信号, 被测管由软件置地址, 经甄别、电平转换送至 CAMAC 定标器, 由计算机读出在一定高压下的计数率, 典型的测量结果如图 5 所示, 坪长约为 250 V。

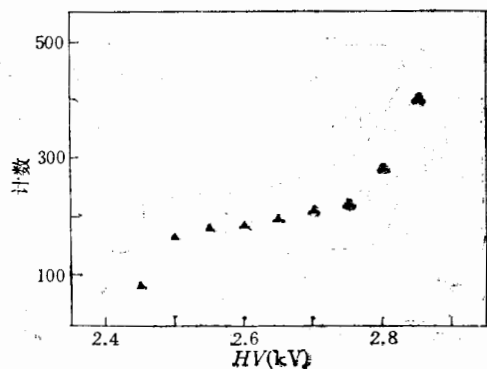


图 5 坪曲线

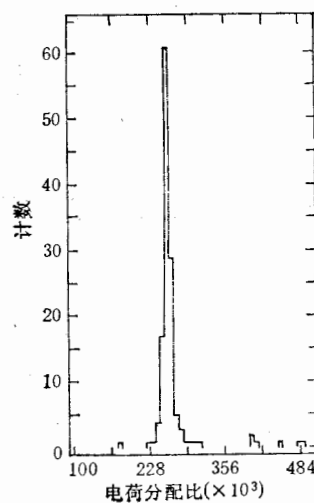


图 6 电荷分配直方图

## (3) 电荷分配测量

BES 的  $\mu$  子鉴别器将采用电荷分配法测定入射粒子沿丝方向的位置。关于电荷分配

法的原理见文献[2,3,5,6]. 在组合模型上进行了电荷分配定位实验, 为了节省电子学线路, 将计数管两两串接, 相当在 8 m 多长的管子上作电荷分配定位测量, 粒子源为宇宙

线. 为了避免一个入射粒子使两根管子同时着火, 采用交叉联接的方法, 见图 1 所示, 即: 0-3, 2-5, 4-7, 1-6. 测量时移动一对闪烁体, 以选择入射粒子的位置. 图 6 为带电粒子入射点距信号输出端为 230 cm 时电荷分配比的直方图.

图 7 为电荷分配线性图, 横座标为入射粒子距离信号输出端的距离.

将距信号输出端 20 cm 处的直方图分布用高斯曲线拟合, 得到峰值的标准偏差(位置分辨)  $\sigma = 2.9$  cm, 而在 420

cm 处(接近管子的中点)  $\sigma = 2.3$  cm, 由于在管子端头分辨最差, 所以实际的位置分辨好于 3 cm, 这完全满足了  $\mu$  子鉴别器位置分辨 4 cm 的设计要求. 刻度方法采用三点法<sup>[4]</sup>.

综上所述, 组合模型和电子学系统在线联试的实验结果完全满足设计要求.

作者感谢叶铭汉所长的热情指导和支持, 感谢毛慧顺、陆昌国、胡家伟等同志有益的讨论和帮助.

### 参 考 文 献

- [1] Gao Wenxiu et al., Muon Identifier for BES Proceeding of the workshop on colliding beam physics. Beijing, China, June 1984.
- [2] V. Radeka and Rehak BNL 25070.
- [3] M. ATAC Fermilab FN-348 Oct. 1981.
- [4] 顾树棣, 第二次全国核电子学与核探测器学术会议集, 1984 年 10 月, 昆明.
- [5] 高文绣等,  $\mu$  子鉴别器组合模型第一阶段在线联调实验报告, 高能物理所, 内部报告, 1985 年 8 月.
- [6] 陈乐珺等, 8 米长  $\mu$  子 SQS 计数管电荷分配定位实验, 峨嵋会议报告, 1986 年 1 月.

## ON-LINE TESTING OF 8 TUBE MUON MODULE FOR BEIJING SPECTROMETER

GAO WENXIU LIU SHUZI XU ZHIQING SHEN BENWEI FANG CHENG

GU SHUDI WANG PEILIANG HU JIASHENG

(Institute of High Energy Physics Academia Sinica)

### ABSTRACT

A brief description of muon identifier for BES was given. The on-line testing results of a 8-tube muon module with electronics show that both the muon module and the electronic system are stable and satisfy the requirements of muon identifier: good linearity, about 250 V plateau, standard deviation of charge division  $< 3$  cm and pedestal walk of electronic system is about  $\pm 1$  channel.