

分子相  
子能量

成正比  
失。氧  
平是必  
气中所  
小于 30  
·适的流

下降到  
落是允

分辨率较  
测得的  
均匀,  
丝附近  
是在不  
体充分

## BES 主漂移室模型性能的束流测试

马基茂 毛泽普 毛慧顺 白景芝 后晓江 宋晓非

周杰 吴坚武 荣刚 谢佩佩 颜洁

(中国科学院高能物理研究所)

### 摘 要

本文描述了北京谱仪 BES 主漂移室一个多层多单元模型的结构,给出在日本 KEK 12 GeV 质子同步加速器 K 2 试验束上,利用动量  $0.5 \sim 1.5 \text{ GeV}/c$  的  $e^+$ ,  $\pi^+$  和 p 束测量模型性能的主要结果。在  $3.1 \text{ cm}$  的单元半宽内,室的单丝空间分辨率  $\sigma_x = 170 \sim 210 \mu\text{m}$ 。相当四十次  $dE/dx$  取样的能量分辨率  $\sigma_E/E$  约为 15%,提供了北京谱仪工作能区鉴别粒子的一种有效方法,可同飞行时间 (TOF) 计数器和簇射计数器相互补充。

### 一、引 言

主漂移室是北京正负电子对撞机谱仪 BES 的主要部件之一,用来测量  $e^+e^-$  反应终态带电粒子的径迹、动量和能量损失  $dE/dx$  (鉴别粒子)。在静电学模拟计算的基础上<sup>[1]</sup>,主漂移室设计采用以多灵敏丝单元为基础的圆柱形结构,内径  $31 \text{ cm}$ ,外径  $2.3 \text{ m}$ ,有效长度  $2.2 \text{ m}$ ,沿径向分为十个单元层,其中包括五个斜丝层。它具有电场分布均匀,空间分辨好,利用斜丝信息作二维读出,单元内可左右分辨,有一定的粒子鉴别能力以及数据分析较方便等优点<sup>[2]</sup>。在日本 KEK 12 GeV 质子同步加速器的 K 2 试验束上,我们用动量  $0.5 \sim 1.5 \text{ GeV}/c$  的  $e^+$ ,  $\pi^+$  和 p 束测量了一个主漂移室多层多单元模型的性能。本文给出一些主要结果。

### 二、漂移室模型

图 1 给出漂移室模型结构的示意图。它截取主漂移室四层(第 2, 3, 4, 5 层)的一部分,各层具有 3~5 个单元,长  $52 \text{ cm}$ 。其中第 2 层和第 4 层为轴向丝层,第 3 层和第 5 层为斜丝层。每个单元沿径向排列四根灵敏丝(A),丝距  $1 \text{ cm}$ 。A 丝从中心平面交替向两边位移  $350 \mu\text{m}$ ,从而在单元内解决径迹的左右分辨问题。为使边缘 A 丝得到同中间 A 丝相同的增益和电场环境,在单元的上下端加保护丝(G),G 丝不作位移,起补偿电场作用

本文 1986 年 12 月 23 日收到。

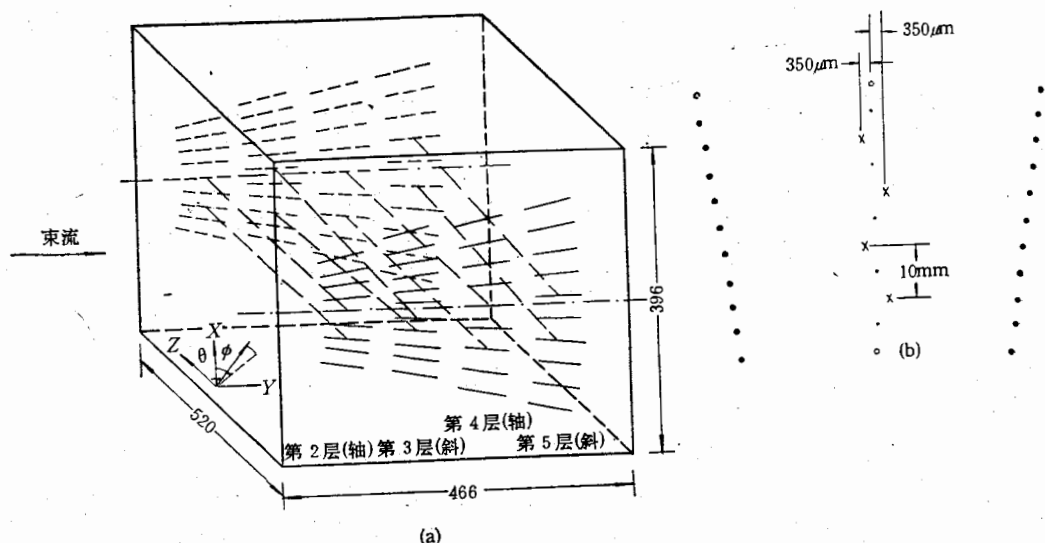


图 1 主漂移室模型示意

(a) 模型结构 (b) 单元结构

× 灵敏丝 A      • 电位丝 P  
○ 保护丝 G      ● 电场丝 F

而不引出信号。在 A 丝间和 A 丝与 G 丝间加电位丝 (P)，不仅可以减小 A 丝间的串扰和静电斥力位移，还可以有效地控制 A 丝上的增益，使增益和漂移电场基本上分别由 P 丝电压和电场丝 (F) 电压独立调节<sup>[3]</sup>。F 丝平面构成单元的边界，丝距 5 mm。F 丝到 A 丝的距离(电离电子的最大漂移距离)称为单元的半宽。由于单元为楔形，定义单元的标称半宽为单元径向中点处的半宽。第 2 层的标称半宽为 1.93 cm，第 3 层为 1.96 cm，第 4 和第 5 层均为 3.11 cm。可以选择的最大半宽由漂移电子扩散效应决定的空间分辨率所限制。A 丝为直径 30 μm 的镀金钨丝，G 丝和 P 丝均为 100 μm 的镀金铍铜丝，F 丝为 178 μm 的镀金铍铜丝(边缘 F 丝为 200 μm)。工作电压由电场模拟计算决定，兼顾电子漂移和增益两方面的要求。单元内(近丝处除外)电场强度  $E = 850 \text{ V/cm} (\pm 2\%)$ ；A 丝上的增益  $G = 5 \times 10^4 (\pm 10\%)$ 。漂移室采用流气方式工作，工作气体为  $\text{Ar}/\text{CO}_2/\text{CH}_4 = 89\%/10\%/1\%$  混合气体。

### 三、束流实验安排

图 2 表明在日本 KEK 12 GeV 质子同步加速器 K 2 试验束上的实验安排。在提供

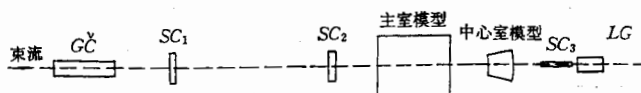


图 2 束流测试实验安排

使用  
束流  
中心  
cm  
定义  
计数  
中点  
号  
验证

小孔

使用的束流中,设置磁铁和 DC 分离器参数的选择  $e^+/\pi^+$  混合束或 P 束。主室模型置于束流实验区的前方,它的前后壁均有  $50 \mu\text{m}$  厚的 Mylar 薄窗,使束流穿过时(进入后方的中心漂移室模型)不产生严重的多次库仑散射。交叉放置的三个小型闪烁计数器  $SC_1$  ( $16 \text{ cm} \times 5 \text{ cm} \times 4 \text{ mm}$ ),  $SC_2$  ( $10 \text{ mm} \times 8 \text{ mm} \times 6 \text{ mm}$ ) 和  $SC_3$  ( $45 \text{ mm} \times 26 \text{ mm} \times 1 \text{ mm}$ ) 定义束流位置,可以得到  $1 \text{ mm}$  的实用窄束。K 2 试验束上配备有氟里昂气体契仑柯夫计数器  $G\check{C}$  和铅玻璃计数器 LG (约  $20 \text{ cm}$  长),它们同  $SC_1 \sim SC_3$  一起从  $e^+/\pi^+$  混合束中选择  $e^+$  或  $\pi^+$ 。 $G\check{C}$  只对  $e^+$  给出信号; LG 对  $e^+$  和  $\pi^+$  的响应有明显的差别:  $e^+$  的信号幅度  $\sim 500 \text{ mV}$ ,  $\pi^+$  信号  $\leq 200 \text{ mV}$ 。因此可通过表 1 的符合关系选择束流成分。本实验选用高纯束。

表 1 试验束成分选择

束 流 成 分	符 合 关 系
低纯 $e^+$	$SC_1 \cdot SC_2 \cdot SC_3 \cdot G\check{C}$
低纯 $\pi^+$	$SC_1 \cdot SC_2 \cdot SC_3 \cdot \overline{G\check{C}}$
高纯 $e^+$	$SC_1 \cdot SC_2 \cdot SC_3 \cdot G\check{C} \cdot LG$ (高阈)
高纯 $\pi^+$	$SC_1 \cdot SC_2 \cdot SC_3 \cdot \overline{G\check{C}} \cdot \overline{LG}$ (高阈)

主漂移室模型固定在一个活动平台上,可以调节平台使模型室相对束流上下平移或小范围不连续地改变方位角  $\phi$  与极角  $\theta$ ,从而满足测量空间分辨率和  $dE/dx$  的条件选择。

#### 四、读出电子学和在线计算机系统

图 3 表明读出电子学和在线计算机系统的框图。模型室灵敏丝信号首先由快电压前

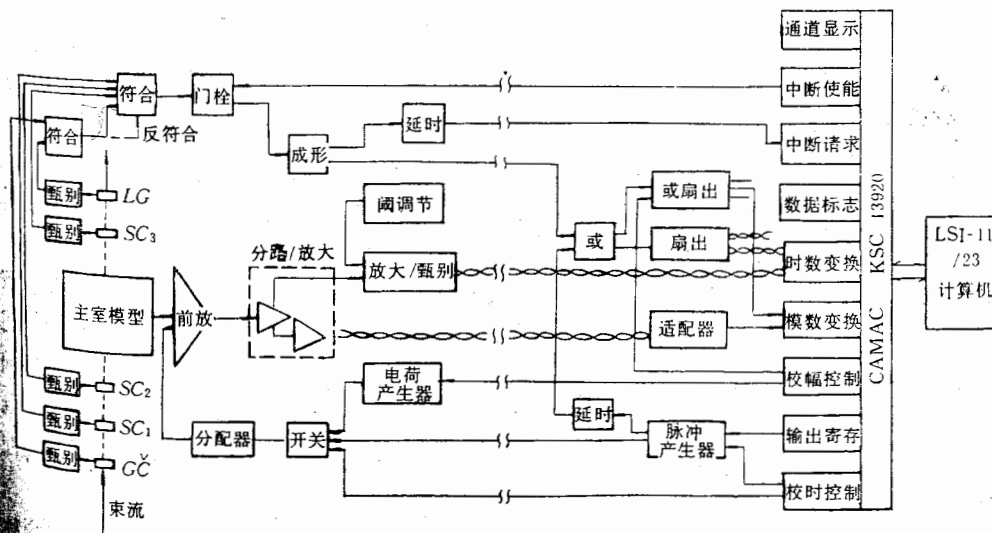


图 3 束流测试电子学和在线计算机系统框图

的串扰和  
别由 P 丝  
丝到 A 丝  
元的标称  
,第 4 和  
率所限  
丝为 178  
电子漂移  
; A 丝上  
/CH<sub>1</sub> =

在提供

置放大器放大,前放直接安装在室端板上以提高信噪比。前放增益为 23, 上升时间 6 ns, 每块前放板包括四路, 对应一个室单元的四根灵敏丝。放大后的信号径 5m 长、特性阻抗 100  $\Omega$  的双绞电缆送至分路/放大插件。信号被分为两路: 一路经 0.5 m 长、50  $\Omega$  同轴电缆送到放大/甄别插件, 成形为 100 ns 宽的 ECL 电平信号, 再经 25 m 双绞电缆送到 LeCroy 2229 TDC 插件进行时间-数字变换, 测量漂移时间  $T$ ; 另一路经 18.5 倍放大后由 25 m 双绞电缆送到适配器, 将双端输入变为单端输出, 并做适当衰减送到 LeCroy 2249W ADC 插件进行模拟-数字变换, 测量信号电荷量  $Q(dE/dx)$ 。甄别器在阈 2—10 倍情况下的时间抖动  $\leq 2.5$  ns, 阈值电压折算到前放输入相当于 150  $\mu$ V。TDC 满量程为 750 ns, 线性范围 720 ns, 相应 1850 道的道宽约为 0.4 ns。ADC 满量程为 500 PC, 相应 1980 道的道宽为 0.25 PC。考虑到电离电子在单元中的最大漂移时间约为 640 ns, 对 ADC 选用 1  $\mu$ s 宽的开门脉冲。

触发逻辑电路接收来自闪烁计数器  $SC_1 \sim SC_3$ 、契伦柯夫计数器  $GC$  和铅玻璃计数器 LG 的信号, 经过符合电路选出满足实验设计的触发信号。触发信号在一定时序处理后打开电荷读出系统的门, 并同时送给时间读出系统一个起始信号  $t_0$ , 使读出电子学完成漂移时间  $T$  和信号电荷  $Q$  的变换。变换后的数字量由在线计算机 LSI 11/23 通过 CAMAC 系统读出。全部实验数据的获取, 由在线计算机根据在线程序设计自动进行, CAMAC 系统将数据送入缓冲区, 经过简单筛选把“好事例”记入磁带。筛选条件为: 对  $T$  和  $Q$  二者, 四层丝中至少三层各有连续三丝触发, 或第 2 与第 4 层(直丝层)各有连续三丝触发。在线程序还设计了事例的抽样显示和实验参数的直方图显示, 用来监测在线实验的进行。

读出电子学的校正由计算机控制, 通过脉冲产生器和电荷产生器分别送出标准时间间隔的双脉冲信号和标准电荷量的模拟信号到前放的输入端, 对测量电路进行刻度。刻度曲线用来对实验数据校正。标准时间信号的精度好于 0.5 ns, 电荷信号好于 1%。

## 五、实验结果

### 1. 信号特性

漂移室的气体增益决定于灵敏丝上的电荷密度和工作气体性质。基于  $Ar/CO_2/CH_4$  气体中增益设计值  $G = 5 \times 10^4$  和漂移参数的考虑, 静电学模拟计算给出一套工作电压值(当灵敏丝电压  $V_A = 0$  V): 保护丝  $V_G = -215$  V, 电位丝  $V_P = -1540$  V, 第 2~5 层电场丝(单元径向中点处)  $V_F$  分别为  $-3268$  V,  $-3258$  V,  $-4342$  V 和  $-4216$  V。我们用半导体探测器和标准电荷发生器刻度一套 FH-423 型电荷灵敏放大器系统, 在上述工作电压下测量  $^{59}Fe$  的 5.9 keV X 射线谱, 得到室的实际增益  $G = 5.5 \times 10^4$ 。通过快前置放大器对  $^{59}Fe$  X 射线的输出信号幅度估计最小电离粒子的信号幅度, 其平均值折算到前放输入端约为 3 mV (在 390  $\Omega$  上), 这同对动量 0.5 GeV/c 的  $\pi$  束测量结果一致。脉冲信号在前放后的上升时间约为 12 ns, 下降时间 60 ns, 底宽 80 ns。

多灵敏丝单元的一个缺点是雪崩过程在邻丝上感应极性相反的脉冲, 这种感应脉冲相当某种相关噪声, 使室的性能变坏。具有无电位丝多灵敏丝单元的 MARK III 漂移室曾

观测  
扰,  
通过  
向的  
小一

用动  
射的

时间 6 ns,  
特性阻  
0 Ω 同轴  
电缆送到  
放大后由  
7 2249W  
-10 倍情  
程为 750  
目应 1980  
ADC 选

玻璃计数  
寸序处理  
电子学完  
23 通过  
动进行,  
作为: 对  
行连续三  
列在线实

标准时间  
精度, 刻

O<sub>2</sub>/CH<sub>4</sub>  
作电压  
第 2~5  
. 我们  
上述工  
快前置  
算到前  
脉冲信

应脉冲  
多室

观测到 ~15% 的邻丝感应脉冲。我们在灵敏丝间加电位丝可以大大减小灵敏丝间的串扰, 用 <sup>55</sup>Fe 源测量, 相邻灵敏丝的感应脉冲约为 5% (电荷量)。剩余的感应可以进一步通过在灵敏丝间加耦合电阻网络消除, 即把一部分雪崩产生的原信号引到邻丝上, 补偿反向的感应信号。图 4 表明同一单元四根灵敏丝前放间的补偿网络, 它使邻丝感应脉冲减小一个数量级, 不再对物理测量造成影响。

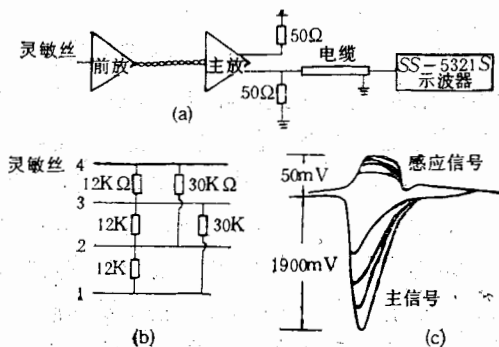


图 4 感应信号测量

(a) 测量电路 (b) 电阻补偿网络 (c) 波形

## 2. 漂移距离 $X$ 和漂移时间 $T$ 的关系

通过调节承载室体的平台相对束流的位置, 可以直接测量  $X-T$  关系曲线。图 5 表明用动量 1 GeV/c 的  $\pi$  束对第 4 层中心单元 1 号灵敏丝测得的典型结果。X 轴表示垂直入射的束流同灵敏丝间的距离,  $T$  轴表示电离电子的平均漂移时间, 由时间分布高斯拟合的

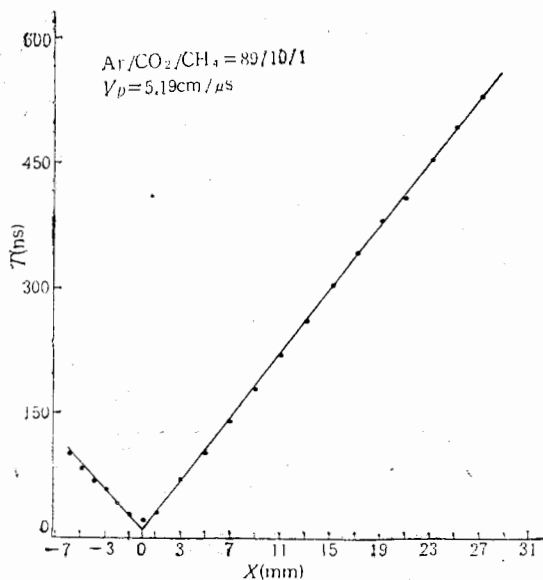


图 5 漂移距离  $X$ -漂移时间  $T$  关系

平均值决定。可以看到,在几乎全部单元内  $X-T$  都具有很好的线性关系,在  $X=0$  处  $T$  不为 0 是由束流宽度造成的。这种  $X-T$  关系的直线性是多灵敏丝单元具有均匀电场分布的预期结果,对提高空间分辨率是重要的。通过对  $X-T$  数据作直线拟合,其斜率值就是电子的漂移速度  $V_D$ 。得到  $V_D = 5.19 \text{ cm}/\mu\text{s}$ ,符合以前对  $\text{Ar}/\text{CO}_2/\text{CH}_4$  气体的测量结果。

### 3. 空间分辨率

沿电子漂移方向的单丝空间分辨率  $\sigma_x$  通过以下步骤得到: A. 挑选二轴向丝层(第 2 和第 4 层)中心单元至少六根灵敏丝击中的事例。 B. 对各道 TDC 测量值进行台阶( $t_0$ )和斜率的校正。 C. 确定径迹的左右性,做灵敏丝位移的校正。漂移距离  $x$  同漂移时间的转换关系为  $X = V_D \cdot T$ 。 D. 对每条径迹的测量点做直线拟合。 E. 对大量不同径迹每根丝的测量值同拟合值的残差  $\alpha$  做高斯分布拟合,求出其标准偏差  $\sigma_x$ 。  $\sigma_x$  就是用该丝测量到的空间分辨率。 F. 考虑到  $\delta$  电子及随机触发等因素的影响,去除  $d > 3\sigma_x$  的实验点,再对事例重新进行处理,得到修正的空间分辨率  $\sigma_x$ 。图 6 表明测量得到的典型结果,  $\sigma_x$  同漂移距离  $X$  相关。图 7 表明  $\sigma_x-X$  关系曲线,在单元半宽 (3.1 cm) 范围内  $\sigma_x = 170 \sim 210 \mu\text{m}$ 。

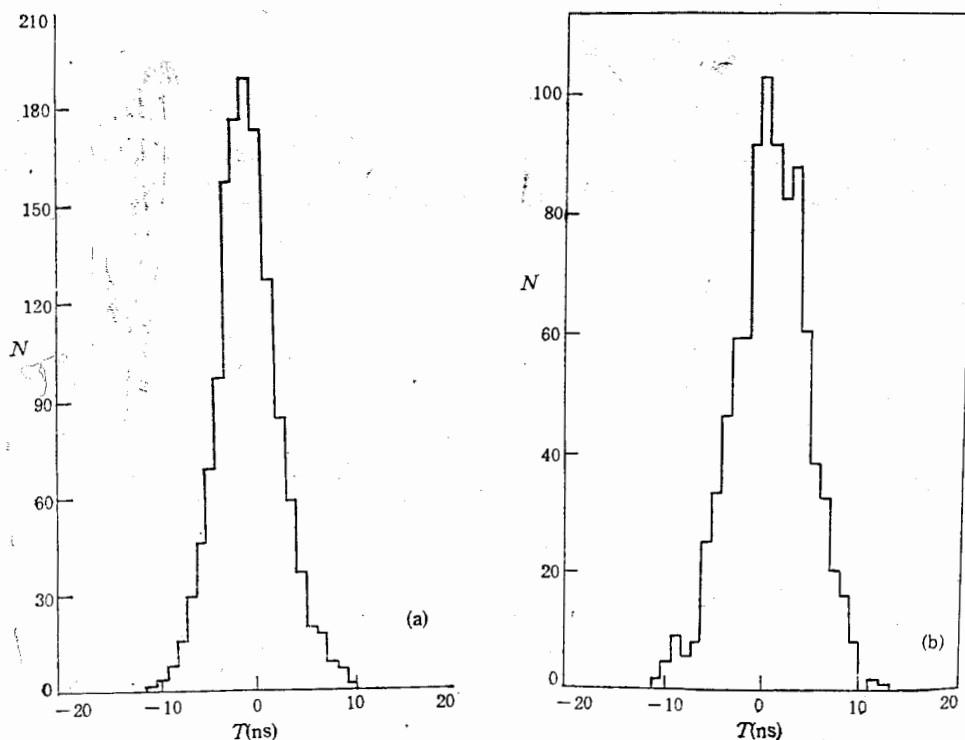


图 6 单丝空间分辨率

(a)  $X = 7 \text{ mm}$ ,  $\sigma_t = 3.2 \text{ ns}$ ,  $\sigma_x = 166 \mu\text{m}$

(b)  $X = 31 \text{ mm}$ ,  $\sigma_t = 4.0 \text{ ns}$ ,  $\sigma_x = 208 \mu\text{m}$

学测

在大  
距离(

式中

mm 的  
误差对

4

单  
迹的左  
关系:式中  
度:  $\Delta$ 面左  
丝组反式中  
过距单

结果,

的

益对

0 处  $T$   
电场分  
率值就  
的测量

(第 2  
( $t_0$ )和  
的转  
变每根  
丝测量  
点,再  
,  $\sigma_x$  同  
70 ~

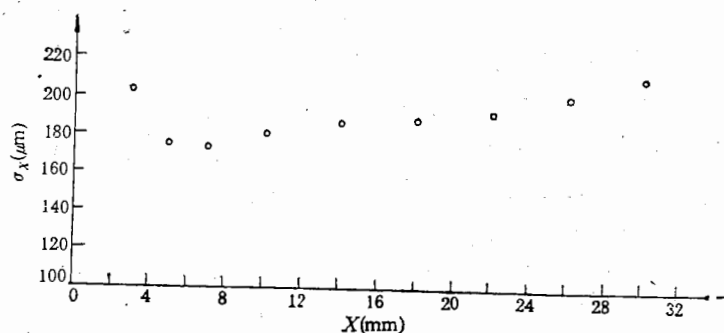


图 7 漂移距离  $X$ - 单丝空间分辨率  $\sigma_x$  关系

漂移室的空间分辨率  $\sigma_x$  主要由初级电离位置的统计性, 漂移电子的扩散效应和电子学测量误差等因素决定:

$$\sigma_x^2 = \sigma_0^2 + \sigma_D^2 + \sigma_{el}^2.$$

在大漂移距离下, 电子的扩散是影响  $\sigma_x$  的主要因素。考虑  $\sigma_{el}$  同  $X$  无关和  $\sigma_0$  只在小漂移距离(一般  $< 5\text{mm}$ )下起作用, 我们可以把  $\sigma_x$  的表示式参数化为另一种形式<sup>[4]</sup>:

$$\sigma_x^2 = \sigma_0^2 + \sigma_D^2 = \sigma_0^2 + D^2 X$$

式中  $\sigma_0$  表示同  $X$  无关的项,  $D$  为电子在气体中的有效扩散系数。用最小二乘法对  $X > 6\text{mm}$  的数据作直线拟合, 求出参数  $\sigma_0 = 162\ \mu\text{m}$ ,  $D = 73\ \mu\text{m}/\sqrt{\text{cm}}$ 。可见, 电子学测量误差对  $\sigma_x$  的贡献仍较大, 有改进的余地。

#### 4. 单元内的左右分辨

单元内四根灵敏丝相对中心平面交替位移, 使我们可以通过简单的数据处理判断径迹的左右性。考虑第 1, 2, 3 号丝组成的三丝组, 三根丝对径迹测量的漂移时间满足如下关系:

$$\Delta = \frac{t_1 + t_3}{2} - t_2 = \pm 2\delta / V_D,$$

式中  $\delta$  为丝的位移量,  $V_D$  为电子的漂移速度。  $\Delta$  的正负符号分别表示径迹从中心平面向左边和右边通过。如果考虑第 2, 3, 4 号丝组成的三丝组, 则有相应关系:

$$\Delta = \frac{t_2 + t_4}{2} - t_3 = \mp 2\delta / V_D,$$

式中  $\Delta$  的符号相反。图 8 表明  $\pi$  束分别通过距单元中心平面  $\pm 3\text{mm}$  处时  $\Delta$  的测量结果, 左右径迹相应的计数峰相距  $4\delta / V_D$ ,  $\Delta$  的符号同预期的一致。在实际应用中, 只对一个三丝组进行数据分析就够了。利用三丝法的结果, 也可以通过峰的宽度推算  $\delta$  和通过两峰的距离估计  $V_D$ 。

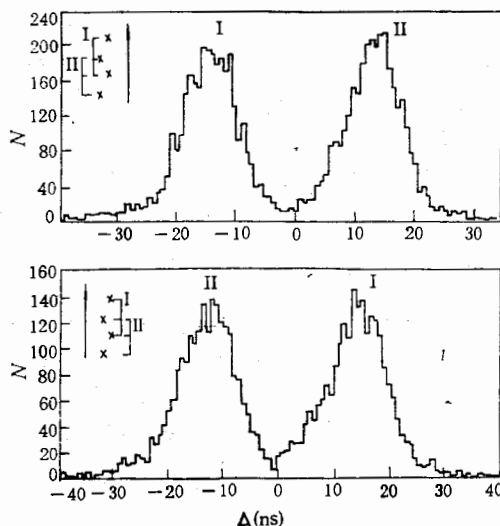


图 8 单元内的左右分辨

### 5. $dE/dx$ 测量的主要结果

单次取样脉冲幅度谱: 利用动量  $0.5 \sim 1.5 \text{ GeV}/c$  的  $e$ ,  $\pi$  和  $P$  束测量了单丝的脉冲幅度谱, 它们代表粒子通过气体时能量损失  $dE/dx$  的情况. 图 9 给出第 4 层中心单元 1 号灵敏丝的典型结果, 漂移距离  $X = 1 \text{ cm}$ . 对测量数据做了 ADC 校正. 能谱呈不对称的朗道分布, 在高端的“尾巴”反映了高能带电粒子通过薄层气体产生的电离有很大的

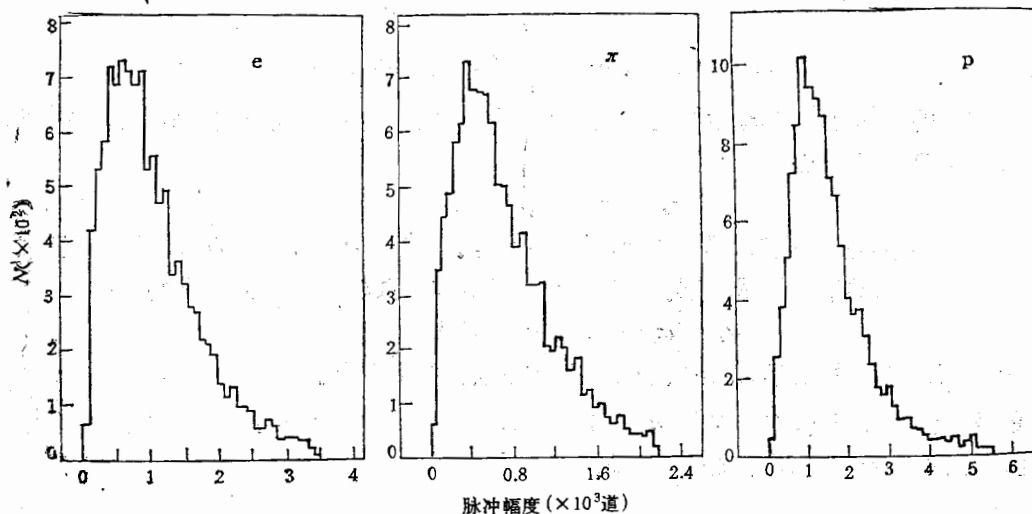


图 9 单次取样  $dE/dx$  脉冲幅度分布例 ( $\text{Ar}/\text{CO}_2/\text{CH}_4 = 89/10/1$ ,  $0.8 \text{ GeV}/c$ ,  $P$  情况下放大器衰减)

涨落(产生 1 到几个  $\delta$  电子). 能谱宽度 FWHM 为最可几能量损失  $E_p$  的 1.3 倍左右, 比理论估算的大一些<sup>[6]</sup>, 这主要归因于测量误差. 在北京谱仪工作能区 ( $\sim 4 \text{ GeV}$ ), 反应终态带电粒子的平均动量约为  $0.5 \text{ GeV}/c$ , 极少粒子大于  $1 \text{ GeV}/c$ . 在  $0.5 \text{ GeV}/c$  处,  $\pi$  的能量损失处于最小值,  $e$  已经在相对论上升的费米坪区,  $K$  和  $P$  则仍在  $1/\beta^2$  下降区. 对测量结果进行朗道分布拟合后, 得到费米坪高度  $E_p(e)$  同最小能量损失  $E_p(\pi)$  之比  $E_p(e)/E_p(\pi) = 2.0$ .

粒子鉴别能力: 我们采用常用的截断平均方法处理数据, 即把每条径迹的多次取样按脉冲幅度排列, 去掉一些最大的幅度后加以平均, 再对平均值进行标绘. 由于单元边缘效应等影响, 每条径迹  $dE/dx$  测量实有十次好的取样. 为了模拟北京谱仪主漂移室共有四十次取样的情况, 可把四条径迹连接起来进行处理<sup>[5]</sup>. 图 10 表明对动量  $0.5, 0.8$  和  $1.0 \text{ GeV}/c$  的  $e, \pi$  和  $P$  的数据做截断平均处理后的结果, 在四十次  $dE/dx$  取样中去除了最大的八次. 除上述 ADC 校正外, 处理中也包括了不同丝增益的校正. 通过对能谱的高斯分布拟合, 可以得到平均能量损失  $E$ , 标准偏差  $\sigma_E$  和能量分辨率  $\sigma_E/E$  等参数. 粒子鉴别能力用如下定义的  $S$  量表示:

$$S(X, Y) = \frac{|E_X - E_Y|}{[\sigma_E(X) + \sigma_E(Y)]/2}$$

第  
任  
单  
元

式  
中  
对  
三  
要  
飞  
大  
幅

粒  
子  
量  
了  
小  
电  
流  
的  
谱  
仪  
在  
通  
道



丝的脉冲  
心单元 1  
呈不对称  
有很大的

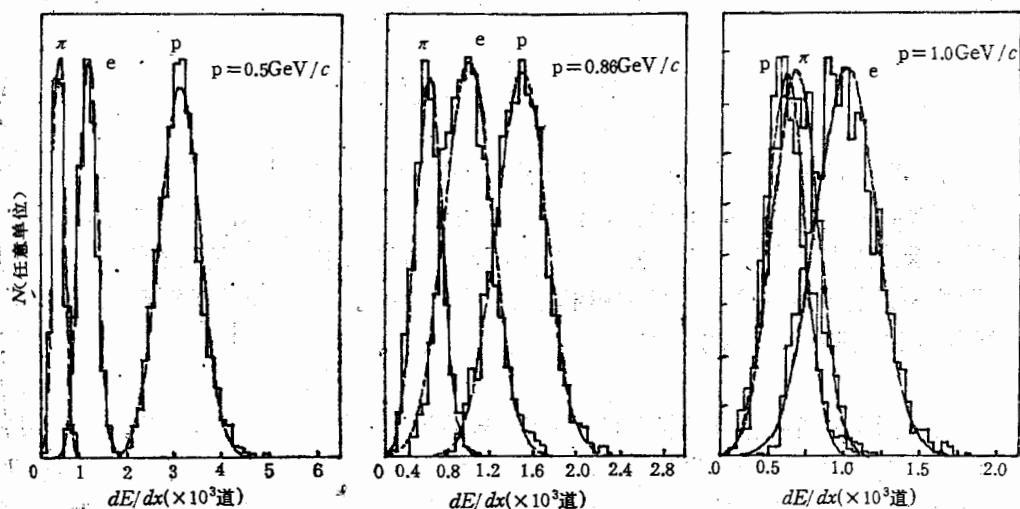


图 10 截断平均后的粒子鉴别(P 情况下对放大器衰减做了校正)

式中  $X, Y$  代表参加鉴别的两种粒子。表 2 和表 3 分别给出对  $e, \pi$  与  $p$  的能量分辨率和对三种粒子的鉴别能力。可以看到, 当动量增加时,  $dE/dx$  方法的粒子鉴别能力变差, 需要飞行时间 (TOF) 计数器和簇射计数器配合。如果在  $dE/dx$  多次测量中采取更多次最大幅度的截断,  $\sigma_E/E$  和  $S$  都未能得到进一步的改进。

表 2 对  $e, \pi$  和  $p$  的能量分辨率  $\sigma_E/E(0.5 \sim 1.0 \text{ GeV}/c)$

粒 子	$e$	$\pi$	$p$
$\sigma_E/E, \%$	14	17	13—17 (随动量增大而增加)

表 3 粒子鉴别能力  $S$

粒子种类	$S$		
	0.5	0.8	1.0 (GeV/c)
$e/\pi$	4.9	2.9	2.7
$p/\pi$	20.6	6.8	0.5
$e/p$	15.7	4.0	3.2

左右, 比  
反应终  
止,  $\pi$  的  
区。对  
 $r$  之比

多次取样  
单元边缘  
室共有  
.8 和 1.0  
了最大  
的高斯  
子鉴别

束流入射角的影响: 由电子雪崩引起的局部空间电荷对气体增益的影响, 可以通过粒子的脉冲幅度随极角  $\theta$  的变化来估计<sup>[7]</sup>。对于选定的气体增益  $G = 5 \times 10^4$ , 我们测量了粒子束入射角从  $90^\circ$  (垂直灵敏丝方向) 变化到  $65^\circ$  的幅度改变。对  $0.5 \text{ GeV}/c$  的最小电离  $\pi$  束, 在做了径迹长度的校正后, 脉冲幅度的截断平均值增加了约 30%。信号特性的研究证明, 当气体增益下降到  $G = 2 \times 10^4$  时, 上述饱和效应便不存在。这给北京谱仪主漂移室运行条件的选择提供了依据。如果希望得到更大的信号幅度而使漂移室运行在高增益下, 必须考虑饱和效应带来系统误差的校正。我们还测量了粒子束入射方位角  $\phi$  变化的影响。当  $\phi = 0 \sim \pm 3.75^\circ$  (覆盖一个单元的张角) 时, 粒子的脉冲幅度没有

明显的系统性改变, 这证明多灵敏丝单元具有均匀的电场分布和电离电子的收集区域。

## 六、结 语

利用  $0.5 \sim 1.5 \text{ GeV}/c$  的  $e, \pi$  和  $p$  束对主漂移室模型性能的测量表明, 室的空间分辨率达到了较好的指标, 在  $3.1 \text{ cm}$  的单元半宽内  $\sigma_x = 170 \sim 210 \mu\text{m}$ 。相当四十次  $dE/dx$  取样的能量分辨率  $\sigma_E/E$  在  $15\%$  左右, 提供了北京谱仪工作能区鉴别粒子的一种有效方法, 可同飞行时间 (TOF) 计数器和簇射计数器相互补充。通过减小  $dE/dx$  测量的误差 (包括各种系统误差), 预期粒子鉴别能力可进一步提高。

作者感谢高能所叶铭汉所长和日本 KEK 尾崎敏副所长对本工作的支持。感谢 KEK 平林洋美、吉村喜男、稻叶进先生和京都大学笹尾登先生在测量中的帮助。感谢高能所电子学室提供部分电子学插件和物理一室李如柏、刘荣光、王耀辉、金艳等同志在工作中的帮助。

## 参 考 文 献

- [1] 许榕生, 高能物理与核物理 **10**(1986), 629.
- [2] 马基茂等, “北京谱仪主漂移室”, 内部资料, 1985.
- [3] Proposal for the MARK II at SLC, CALT-68-1015, April, 1983.
- [4] H. F. Sadrozinski et al., “Prototype Tests for MARKII Multi-Wire Drift Chamber”, MARK II/SLC Group Report, July 8, 1983.
- [5] S. Weisz et al., “Beam Test Results from a Prototype of the MARKII /SLC Central Drift Chamber”, MARKII/SLC Group Report, Oct. 8, 1984.
- [6] 毛慧顺, 高能物理与核物理, **10**(1986), 752.
- [7] W. W. M. Allison, “Relativistic Particle Identification by  $dE/dx$ ”, The Fruits of Experience with ISIS”, SLAC-250, 1982.

## BEAM TESTS OF THE PROTOTYPE OF BES MAIN DRIFT CHAMBER

MA JI-MAO MAO ZE-PU MAO HUI-SHUN BAI JING-ZHI HOU XIAO-JIANG SONG XIAO-PEI  
ZHOU JIE WU JIAN-WU RONG GANG XIE PEI-PEI YAN JIE

(Institute of High Energy Physics, Academia Sinica)

### ABSTRACT

The prototype with cell and layer design of BES main drift chamber has been built and tests of the prototype on K2 Test Beam of KEK Proton Synchrotron have been made with  $0.5 \sim 1.5 \text{ GeV}/c$   $e^+, \pi^+$ , and  $p$  beams. The spatial resolution for single wire of  $\sigma_x = 170 \sim 210 \mu\text{m}$  has been obtained within cell half width of  $3.1 \text{ cm}$ . The energy resolution  $\sigma_E/E$  corresponding to  $40dE/dx$  samplings of  $1 \text{ cm}$  is about  $15\%$ .

称性  
得了  
量场  
值的  
这种  
就进  
同时  
学对  
突破  
困  
的有  
速