

北京谱仪(BES II)上 p 和 \bar{p} 鉴别的研究*

李会红^{1,2,1)} 刘峰¹ 李金² 苑长征² 王至勇^{2,3}

1(华中师范大学粒子物理研究所 武汉 430079)

2(中国科学院高能物理研究所 北京 100039)

3(中国高等科学技术中心 北京 100080)

摘要 以北京谱仪(BES)上常用的 3 种粒子鉴别方法为基础,充分利用 BES II 所获取的 R 值扫描、 J/ψ 和 ψ' 数据中 p, \bar{p} 以及其他带电粒子样本,对动量范围在 0.3—1.2GeV 的 p 和 \bar{p} 鉴别方法进行分析研究. 找到 BES II 上 p 和 \bar{p} 的最佳鉴别方法:动量低于 0.6GeV 只用 dE/dx 实现粒子鉴别,动量高于 0.6GeV 可用 TOF 或联合鉴别的方法,并给出 p, \bar{p} 的鉴别效率以及本底的混入比例.

关键词 北京谱仪 II 质子 反质子 粒子鉴别

1 引言

北京谱仪(BES)是安装在北京正负电子对撞机(BEPC)上的一个通用型粒子探测装置,用于 2.0—5.0GeV 能区内 e^+e^- 对撞产生末态粒子的探测,进行该能区各种物理课题研究. 为了研究对撞产生的末态,必须确定末态粒子的个数、种类和动量,一旦这 3 个物理量被测定,反应末态就完全被确定了. 在许多物理课题的研究中,如测量衰变道的分支比或截面,粒子鉴别在整个物理分析中占有举足轻重的地位. BES 上可以直接测量到带电粒子 e, μ, π, K, p 和中性粒子 γ . 对于带电粒子的鉴别, BES 的 2 个子探测器飞行时间计数器(TOF)和主漂移室(MDC)扮演着非常重要的角色,可以单独用 TOF 或由 MDC 给出的 dE/dx 信息对粒子进行鉴别,也可以将两者的信息联合起来使用.

在可直接测量的粒子中质子的质量最大,比较容易与其他带电粒子区分开,但是反质子在探测器中的行为与质子有差异,特别是在低能的时候,所以有必要对两者的各种鉴别方法做比较研究. BES I 升级为 BES II 后,首先开展了 R 值的细致扫描工作^[1],质心系能量覆盖了 2.0—5.0GeV. 利用这批数据,完全有可能通过测量 2.0—3.0GeV 各能量点的

$e^+e^- \rightarrow p\bar{p}$ 截面,得到质子在类时过程中的电磁形状因子^[2,3]. 末态粒子 p, \bar{p} 在该能区内的动量谱范围为 0.347—1.171GeV,在动量如此广的范围, $p\bar{p}$ 的截面又非常小,各能量点的亮度也非常有限,末态事例数很少,粒子鉴别方法选择的恰当与否对整个物理结果起着非常重要的作用.

为了研究 p, \bar{p} 的粒子鉴别,首先要有合适的样本. 对于样本的来源,可以通过 MC 产生,也可以来自于真实数据. 两种方法各有利弊:用 MC 虽然可以得到比较纯的各种反应事例的大样本,但是不能完全保证这些样本能够如实地反映粒子在探测器中的行为;来源于真实数据的样本虽然受所获取数据种类、数量等的局限,但能真实地反应各种物理过程及其在探测器中的行为.

升级后的 BES II,其 TOF 系统对 Bhabha 事例的时间分辨率是 180ps,相对 BES I 的 330ps 有了很大的改善. 1998—2002 年, BES II 积累了 2.0—5.0GeV R 值扫描、5800 万 J/ψ 和 1400 万 ψ' 数据. 本文充分利用这些数据挑选出纯度较高的各种带电粒子样本,对动量在 0.3—1.2GeV 的 p 和 \bar{p} 鉴别做细致研究:比较 3 种粒子鉴别方法的效率,以及其他带电粒子在这 3 种鉴别方法中的混入率,综合比较两者结果,给出该动量范围的 p 和 \bar{p} 最佳鉴别方案.

2002-12-17 收稿

* 国家自然科学基金(19991480, 19825116, 19805009), 中国科学院重大项目(KJ95T-03), 百人计划经费(u-25)资助

1) E-mail: lihh@mail.ihep.ac.cn

2 3 种粒子鉴别方法

2.1 dE/dx 粒子鉴别原理

单位电荷的带电粒子通过等效厚度为 $t(\text{g}/\text{cm}^2)$ 的气体时,最可几电离能量损失由 Landau 公式^[4]给出:

$$\begin{aligned} dE/dx|_{mp} &= \frac{2\pi ne^4 t}{m_e v^2 \rho} \times \\ &\left[\ln\left(\frac{2m_e v^2 (2\pi ne^4 t/m_e v^2 \rho)}{I^2(1-\beta^2)}\right) - \beta^2 + 0.198 - \delta \right], \end{aligned} \quad (1)$$

式中 n, ρ, I 分别为介质单位体积中的电子数、物质密度和平均电离电位; e, m_e 为电子电荷和质量; v 为带电粒子速度; $\beta = \frac{v}{c}$ (c 是光速); δ 是由于密度效应引入的修正项. 对于 BES II 的 MDC 工作气体, 上式可简化为^[5]

$$dE/dx|_{mp} = \frac{125x}{\beta^2} (8.226 + \ln x + 2\ln \gamma - \beta^2 - \delta), \quad (2)$$

式中 x 是以 cm 为单位的物质层厚度; $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1-\beta^2}}$.

由于动量相同的不同带电粒子(e, μ, π, K, p)有不同的 β 值, 所以它们的 dE/dx 值也不一样, 实验中正是利用该差别来实现对不同带电粒子的鉴别. 定义测量到的 $(dE/dx)_{\text{meas}}$ 相对于假定粒子 $i(e, \mu, \pi, K, p)$ 预期值 $(dE/dx)_{\text{exp}}$ 的偏离为

$$\chi_{dE/dx}^i = \frac{(dE/dx)_{\text{meas}} - (dE/dx)_{\text{exp}}^i}{\sigma_{dE/dx}^i}, \quad (3)$$

式中 $\sigma_{dE/dx}^i$ 为对于粒子 i 的 dE/dx 的标准偏差. 根据概率统计的观点, 被测定粒子 i 的 $\chi_{dE/dx}^i$ 服从标准正态分布.

2.2 TOF 粒子鉴别原理

TOF 可以测量带电粒子从 e^+e^- 对撞点飞行到 TOF 击中点的时间 t_{meas} . 利用 MDC 测得粒子的动量 p 和飞行距离 L 可得到假定质量为 m_i 的粒子 i 的预期飞行时间

$$t_{\text{exp}}^i = \frac{L \sqrt{p^2 + m_i^2 c^2}}{pc}. \quad (4)$$

具有相同动量和相同飞行距离的不同带电粒子, 其预期飞行时间是不同的, 粒子质量相差越大它

们的预期飞行时间的差别也越大. 实验上正是利用测量时间 t_{meas} 与所期望粒子 i 的预期飞行时间做比较来实现粒子的鉴别. 定义 TOF 测量的飞行时间 t_{meas} 相对于假定粒子 i 的预期飞行时间值 t_{exp} 的偏离为

$$\chi_{\text{TOF}}^i = \frac{t_{\text{meas}} - t_{\text{exp}}^i}{\sigma_i}, \quad (5)$$

式中 σ_i 为对于粒子 i 的 TOF 的标准偏差. 与 $\chi_{dE/dx}^i$ 一样, 被测定粒子 i 的 χ_{TOF}^i 也服从标准正态分布.

2.3 dE/dx 和 TOF 联合粒子鉴别原理

上面的两种粒子鉴别方法所用的信息是来自两个不同的子探测器, 所以两种方法是相互独立的. 为了充分利用这两种粒子鉴别方法, 可以同时用上 dE/dx 和 TOF 信息, 将两者的信息联合 (COMBINE) 起来使用. 定义

$$(\chi_{\text{COM}}^i)^2 = (\chi_{dE/dx}^i)^2 + (\chi_{\text{TOF}}^i)^2. \quad (6)$$

2.4 粒子鉴别条件

本文所用的粒子鉴别条件是: 用 dE/dx 进行粒子鉴别时要求概率密度函数 $\text{prob}((\chi_{dE/dx}^i)^2, 1) > 0.01$. TOF 粒子鉴别要求 $\text{prob}((\chi_{\text{TOF}}^i)^2, 1) > 0.01$. 用联合鉴别方法时: (1) 粒子只有 dE/dx 信息时要求 $\text{prob}((\chi_{dE/dx}^i)^2, 1) > 0.01$; (2) 只有 TOF 信息时要求 $\text{prob}((\chi_{\text{TOF}}^i)^2, 1) > 0.01$; (3) 两个信息都有时要求 $\text{prob}((\chi_{\text{COM}}^i)^2, 2) > 0.01$. 在 BES 上还可以比较各种粒子假定的 χ^2 大小, 用相对比较的方法做粒子鉴别.

3 3 种方法鉴别 p 和 \bar{p} 的效率

为了用真实的实验数据比较 p 和 \bar{p} 的 3 种粒子鉴别方法, 首先必须在实验数据中选出较纯的 p 和 \bar{p} 样本, 但是要避免在挑选样本时使用这 3 种粒子鉴别条件. 用 BES II 已获取的数据通过 $J/\psi \rightarrow \pi^+ \pi^- p \bar{p}$ 和 $\psi' \rightarrow \pi^+ \pi^- J/\psi \rightarrow \pi^+ \pi^- p \bar{p}$ 反应道, 利用四动量拟合条件的限制和对其他 3 种粒子做粒子鉴别, 分别获取 p 和 \bar{p} 样本. 利用 J/ψ 反应道选择动量小于 1.1 GeV 的样本, 用 ψ' 反应道可以挑选大动量的样本. 具体选择条件如下:

(a) 带电径迹数为 4, 径迹拟合质量为 2 或 -19;

(b) 极角范围 $|\cos\theta| \leq 0.75$;

(c) 假定末态粒子为 $\pi^+ \pi^- p \bar{p}$, 要求四动量拟合的概率密度 $\text{prob}(\chi^2, 4) > 0.01$;

(d) 4 个带电粒子中要求有 2 个粒子为 $\pi^+ \pi^-$, 其他两粒子为 $p \bar{p}$ 的候选者;

(e) 对于 ψ' 反应道还需对 J/ψ 不变质量有一定要求;

(f) 选 p 样本时, 对 \bar{p} 候选者做较严的粒子鉴别, 要求 $\text{prob}((\chi_{dE/dx}^p)^2, 1) > 0.3$ 和 $\text{prob}((\chi_{\text{TOF}}^p)^2, 1) > 0.3$, 即该径迹用 dE/dx 和 TOF 鉴别都确定是 \bar{p} , 则另一个就是 p;

(g) 选 \bar{p} 样本, 与选 p 样本类似, 对 p 候选者做较严的粒子鉴别;

(h) p 和 \bar{p} 的动量要求, 范围取 0.3—1.2GeV, 以 0.1GeV 为步长, 分为 9 个不同的动量段. 用 MC 分别产生 1 万个 $J/\psi \rightarrow \pi^+ \pi^- \pi^+ \pi^-$ 和 $J/\psi \rightarrow \pi^+ \pi^- K^+ K^-$ 事例, 经过上面挑选 p(\bar{p}) 样本所用的条件, 在各动量段没有一个事例通过, 说明所挑选到的样本纯, 基本没有 π 和 K 本底的混入.

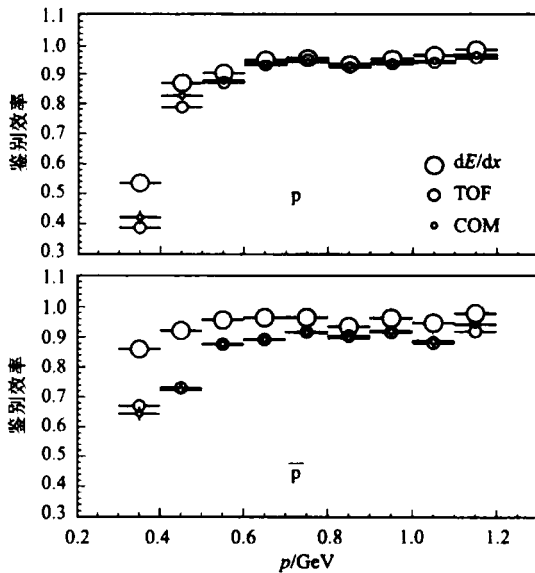


图 1 p 和 \bar{p} 的鉴别效率

将所获得的样本分别经过第二部分所介绍的 3 种粒子鉴别条件, 实现对 p 和 \bar{p} 的鉴别, 鉴别前后事例数的比值即为鉴别效率, 结果见图 1, 效率值列于表 1 中. 表中最后一列给出 dE/dx 和 TOF 鉴别效率的差别(相对百分比). 比较这些效率值, 得到如下信息:

(1) 对于 p, 动量在 0.3—0.4GeV, 每一种方法的鉴别效率都非常低, 低于 60%; dE/dx 的效率要比 TOF 高出 32%. 动量在 0.4—0.5GeV, dE/dx 的

表 1 p 和 \bar{p} 的鉴别效率

动量段/GeV	dE/dx (%)		TOF(%)		联合(%)		差别(%)	
	p	\bar{p}	p	\bar{p}	p	\bar{p}	p	\bar{p}
0.3—0.4	53.6	86.1	38.8	67.1	42.2	64.4	32.0	24.8
	± 2.1	± 1.6	± 2.1	± 2.2	± 2.1	± 2.3	± 6.4	± 3.8
0.4—0.5	87.0	92.3	78.8	73.2	82.3	72.6	9.8	23.1
	± 1.1	± 0.9	± 1.3	± 1.6	± 1.2	± 1.6	± 2.1	± 2.3
0.5—0.6	90.4	95.82	87.2	87.8	87.8	87.9	3.7	8.8
	± 0.8	± 0.6	± 0.9	± 0.9	± 0.9	± 0.9	± 1.4	± 1.2
0.6—0.7	95.4	96.6	93.4	89.4	94.3	89.4	2.1	7.7
	± 0.6	± 0.5	± 0.7	± 0.8	± 0.7	± 0.8	± 1.0	± 1.1
0.7—0.8	96.0	96.7	95.4	92.0	94.8	91.8	0.6	5.0
	± 0.5	± 0.4	± 0.5	± 0.7	± 0.6	± 0.7	± 0.8	± 0.8
0.8—0.9	94.0	93.8	92.7	90.7	93.2	90.0	1.3	3.4
	± 0.6	± 0.6	± 0.7	± 0.7	± 0.7	± 0.7	± 1.0	± 1.0
0.9—1.0	95.9	96.6	93.9	91.9	94.6	92.4	2.1	5.0
	± 0.6	± 0.5	± 0.7	± 0.7	± 0.6	± 0.7	± 0.9	± 0.9
1.0—1.1	97.3	95.1	94.5	88.5	95.2	89.1	2.9	7.2
	± 1.0	± 1.2	± 1.3	± 1.7	± 1.3	± 1.7	± 1.7	± 2.3
1.1—1.2	99.3	98.3	96.5	92.4	97.4	94.6	2.9	6.2
	± 0.4	± 0.6	± 0.9	± 1.3	± 0.8	± 1.1	± 1.0	± 1.6

效率要比 TOF 高出 10%. 动量高于 0.5GeV, dE/dx 和 TOF 鉴别效率相差不大. 0.3—1.2GeV 整个动量范围内, TOF 和联合鉴别的效率相近.

(2) 对于 \bar{p} , 动量小于 0.5GeV, dE/dx 的鉴别效率比 TOF 高出 25%. 整个动量范围内, dE/dx 的鉴别效率明显要高于 TOF 和联合的, 而 TOF 和联合的鉴别效率相差不大.

(3) 比较 p 和 \bar{p} : 动量小于 0.4GeV, \bar{p} 3 种鉴别方法的效率都明显要比 p 高约 50%, 原因是 \bar{p} 具有好 dE/dx 和 TOF 信息事例的比例要比 p 高, 即低动量 p 中有较多的径迹中没有好的 dE/dx 和 TOF 信息.

4 其他带电粒子对 p 和 \bar{p} 鉴别的混入

粒子鉴别除了要求效率要高以外, 还必须尽可能地排除本底. 为此, 从 $J/\psi \rightarrow \pi^+ \pi^- K^+ K^-$ 的衰变道中选出 π 和 K 强子样本, 选择方法与选择 p 和 \bar{p} 样本的方法类似, 利用四动量拟合条件 $\text{prob}(\chi^2, 4) > 0.01$ 和对其他 3 粒子做粒子鉴别分别获得各动量段的 π^+ , π^- 和 K^+ , K^- 样本(各动量段约有几百个事例样本量). 用 MC 产生 1 万个 $J/\psi \rightarrow \pi^+ \pi^- p \bar{p}$ 事例,

经过上面的 π, K 样本获取的条件, 在各动量段没有一个事例通过, 说明所挑选到的样本很纯, 没有 p 和 \bar{p} 的混入.

将这些本底样本经过质子的 3 种粒子鉴别条件, 通过事例数与总样本事例数的比值可得到 π, K 样本在质子 3 种粒子鉴别条件下的本底混入率. 图 2 和图 3 分别给出 π^+, π^- 和 K^+, K^- 样本对质子的 3 种鉴别方法的本底混入情况. 表 2 列出 π, K 的本底混入率. 可以看出, 对于 π 本底, 结论是:

(1) 动量小于 0.8GeV , 3 种鉴别方法中都没有本底的混入.

(2) 动量大于 0.8GeV , 在 dE/dx 鉴别中本底开始混入, 且混入率随着动量增加越来越大, 动量在 $1.1-1.2\text{GeV}$ 区间达到 40%; TOF 和联合鉴别方法中本底混入很小, 几乎为零.

对于 K 本底, 结论是:

(1) 动量小于 0.8GeV , 与 π 本底一样, 3 种质子鉴别方法中都没有本底的混入.

(2) 动量大于 0.8GeV 以后, dE/dx 鉴别方法中本底的混入与 π 一样, 随着动量增加, 混入率越来越大; 但是 TOF 和联合鉴别方法中开始有少量的 K 本底混入, 且 TOF 鉴别中的混入率要比联合鉴别的大, 说明用联合的方法鉴别质子, 其排除 K 本底的本领最强.

此外, 利用 R 值在质心能量为 $2.0, 2.2$ 和 2.4GeV 的扫描数据, 通过 Bhabha 和 Dimu 的辐射衰变道选择 e^-, e^+, μ^+ 和 μ^- 的真实数据样本. 这些样本都来自于背对背事例, e 样本的选择要求径迹在 BSC 的沉积能量与动量的比值大于 0.7 (各动量段约有几百至几千个事例样本量); 选择 μ 样本要求径迹

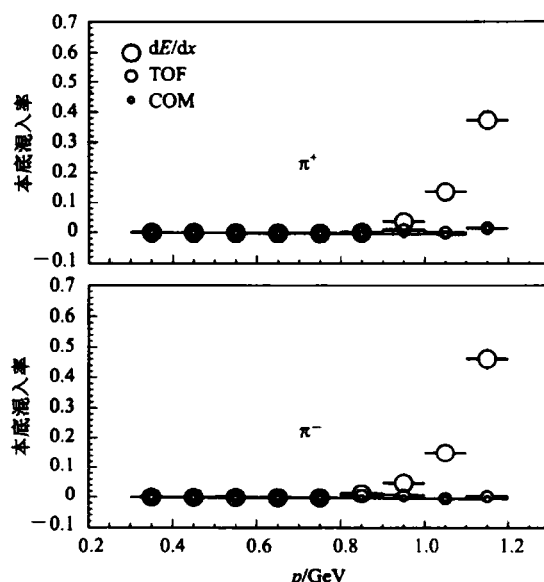


图 2 π 本底混入率

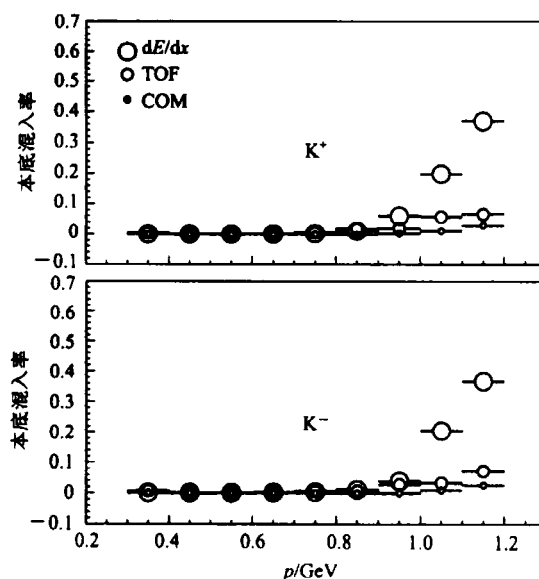


图 3 K 本底混入率

表 2 π, K 本底混入率

动量段/GeV	dE/dx(%)		TOF(%)		联合(%)		dE/dx(%)		TOF(%)		联合(%)	
	π^+	π^-	π^+	π^-	π^+	π^-	K^+	K^-	K^+	K^-	K^+	K^-
0.3—0.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0.8	0	0
0.4—0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	± 0.3	± 0.4	0	0
0.5—0.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0	0	0
0.6—0.7	0	0	0	0	0	0	0.1	0.1	± 0.1	0.1	0	0
0.7—0.8	0	0	0	0	0	0	± 0.1	± 0.1	0.3	0.6	0.6	0.6
0.8—0.9	0.5	1.5	0.5	1.1	0	0	± 0.2	± 0.2	± 0.1	± 0.1	0	0
	± 0.3	± 0.6	± 0.3	± 0.5			1.1	1.2	1.9	0.6	0	0
0.9—1.0	4.2	5.2	1.4	1.2	0	0	± 0.4	± 0.4	± 0.3	± 0.3	0.3	0
	± 1.2	± 1.2	± 0.7	± 0.6			6.2	3.9	2.2	2.8	± 0.3	
1.0—1.1	14.2	15.6	0.6	0	0	0	± 1.0	± 0.8	± 0.6	± 0.7	1.3	1.1
	± 1.9	± 2.3	± 0.4				20.0	20.5	5.9	3.4	± 0.5	± 0.4
1.1—1.2	38.0	46.8	2.2	0.9	2.2	0	± 1.7	± 1.7	± 1.0	± 0.8	± 0.5	± 0.4
	± 2.9	± 3.3	± 0.9	± 0.6	± 0.9		37.1	36.8	6.9	7.3	3.1	2.7
							± 1.9	± 1.8	± 1.0	± 1.0	± 0.7	± 0.6

在 μ 计数器中的总击中数大于或等于 5(各动量段约有几百个事例样本量). 所获取的轻子样本很纯, 不会有强子的混入, 因为背对背的双叉 $\pi^+ \pi^-$, $K^+ K^-$ 和 $p \bar{p}$ 产额非常少.

e^+ , e^- , μ^+ 和 μ^- 样本对质子的 3 种粒子鉴别条件的本底混入状况见图 4 和图 5, 数值列于表 3 中. 对于 e 本底, 结论是:

(1) 动量大于 0.6GeV, 在 dE/dx 鉴别条件下本底开始混入, 而且混入率随着动量增加越来越大, 到 0.9GeV 混入率接近 100%.

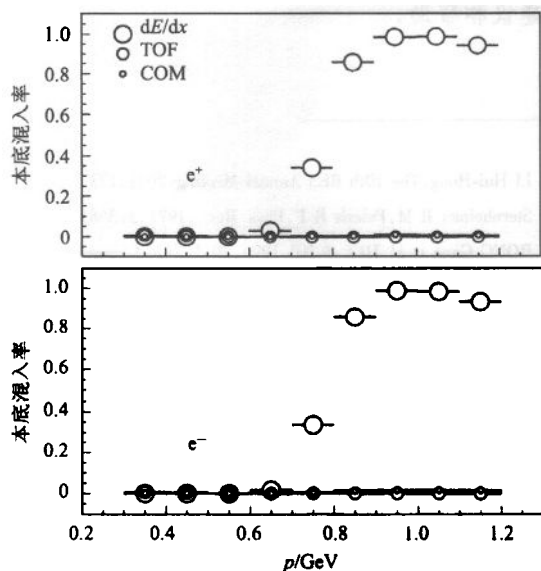


图 4 e 本底混入率

(2) 在整个动量范围内, TOF 和联合鉴别中本底混入率几乎为零.

在 BES 上很难得到动量在 0.8GeV 以下的 μ 样本, 所以这里选取 μ 样本的动量大于 0.8GeV.

μ 本底的混入情况:

(1) 在 dE/dx 鉴别中 μ 的混入率随动量增加越来越大, 最高可达 80%.

(2) 联合鉴别中也会有少量的 μ 混入.

(3) TOF 鉴别最好, 几乎没有 μ 的混入.

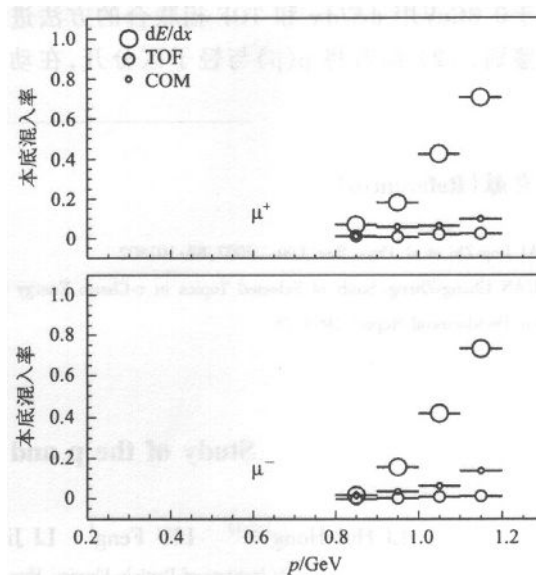


图 5 μ 本底混入率

表 3 e, μ 本底混入率

动量段/GeV	dE/dx (%)		TOF(%)		联合(%)		dE/dx (%)		TOF(%)		联合(%)	
	e^+	e^-	e^+	e^-	e^+	e^-	μ^+	μ^-	μ^+	μ^-	μ^+	μ^-
0.3—0.4	0	0	0.6	0.6	0	0						
			± 0.5	± 0.4								
0.4—0.5	0	0	0.4	0.4	0	0						
			± 0.4	± 0.4								
0.5—0.6	0	0	0	0	0	0						
0.6—0.7	2.9	1.6	0	0	0	0						
	± 0.8	± 0.6										
0.7—0.8	34.2	33.7	0	0.1	0.3	0.4						
	± 1.8	± 1.8		± 0.1	± 0.2	± 0.3						
0.8—0.9	86.0	86.0	0	0.2	0.4	1.4	7.1	2.0	1.4	0	1.4	2.0
	± 0.9	± 1.0		± 0.1	± 0.2	± 0.3	± 3.1	± 2.0	± 1.4		± 1.4	± 2.0
0.9—1.0	98.8	99.0	0.1	0.1	1.2	1.8	18.7	16.1	1.0	0.6	6.2	3.9
	± 0.1	± 0.1	± 0.0	± 0.1	± 0.1	± 0.2	± 2.8	± 2.7	± 0.7	± 0.6	± 1.7	± 1.4
1.0—1.1	99.0	98.7	0.1	0.1	1.0	1.7	42.9	42.6	2.6	1.4	6.8	6.9
	± 0.1	± 0.1	± 0.0	± 0.0	± 0.1	± 0.1	± 2.6	± 2.6	± 0.8	± 0.6	± 1.3	± 1.4
1.1—1.2	94.6	93.7	0.2	0.2	1.0	1.7	71.1	73.8	3.1	1.7	10.4	14.5
	± 0.3	± 0.3	± 0.1	± 0.1	± 0.1	± 0.1	± 2.3	± 2.2	± 0.9	± 0.6	± 1.5	± 1.7

5 结果与讨论

p 和 \bar{p} 鉴别效率的差异在低能表现尤为突出, 动量在 0.3—0.4 GeV, 无论是哪种粒子鉴别方法, p 的鉴别效率要比 \bar{p} 高出约 50%。既要保证一定的 p, \bar{p} 鉴别效率, 又要尽可能地排出本底, 综合权衡 3 种粒子鉴别方法对 p, \bar{p} 的鉴别效率和其他带电粒子混入情况, 可以得出如下的结论: (1) 如果在强子中挑选出 $p(p)$, 动量低于 0.8 GeV 只用 dE/dx 鉴别; 动量高于 0.8 GeV 用 dE/dx 和 TOF 相联合的方法进行粒子鉴别. (2) 如若将 $p(\bar{p})$ 与轻子区分开, 在动量

低于 0.6 GeV 只用 dE/dx 鉴别, 高于 0.6 GeV 只用 TOF 实现粒子鉴别. (3) 如果在所有带电粒子中挑选 $p(\bar{p})$, 建议在动量低于 0.6 GeV 只用 dE/dx 鉴别, 高于 0.6 GeV 不要单独使用 dE/dx , 而是使用 TOF 或联合的方法. 本文所研究的 μ 样本动量高于 0.8 GeV, 原因是低动量 μ 在 BES 上很少, 所以我们可以忽略低动量 μ 在 $p(\bar{p})$ 中的污染.

作者感谢刘连寿、朱永生、薛生田、胡海明、黄光顺、陈江川、季晓斌、李刚、蔡啸等同志对本工作给予的建议和帮助.

参考文献 (References)

- 1 BAI Jing-Zhi et al. Phys. Rev. Lett., 2002, **88**: 101802
- 2 YUAN Chang-Zheng. Study of Selected Topics in τ -Charm Energy Region. Postdoctoral Report. 1999, 28
- 3 LI Hui-Hong. The 10th BES Annual Meeting, 2001, 173
- 4 Sternheimer R M, Peierls R F. Phys. Rev., 1971, **3**: 3681
- 5 RONG Gang et al. HEP & NP, 1996, **20**: 577 (in Chinese) (荣刚等. 高能物理与核物理, 1996, **20**: 577)

Study of the p and \bar{p} Identification at BES II *

LI Hui-Hong^{1,2,1)} LIU Feng¹ LI Jin² YUAN Chang-Zheng² WANG Zhi-Yong^{2,3}

1(Institute of Particle Physics, Hua Zhong Normal University, Wuhan 430079, China)

2(Institute of High Energy Physics, CAS, Beijing 100039, China)

3(China Center of Advanced Science and Technology, Beijing 100080, China)

Abstract Based on three methods of particle identification (PID) of BES, we study the identification of p and \bar{p} in momentum range from 0.3 to 1.2 GeV using real particle samples of e, μ, π, K, p and \bar{p} which were collected in 2—5 GeV R scan, J/ψ and ψ' data taking periods. The paper presents the optimized method of PID: $p(\bar{p})$ is identified by dE/dx only if momentum below 0.6 GeV, and by TOF or the combination of dE/dx and TOF for higher momentum. The PID efficiency of p, \bar{p} and contamination from the other charged particles are also given.

Key words BES II, proton, antiproton, particle identification

Received 17 December 2002

* Supported by National Natural Science Foundation of China (19991480, 19825116, 19805009), and Major Subject of The Chinese Academy of Science (KJ95T-03), and 100 Talents Programme of CAS (u-25)

1) E-mail: lihh@mail.ihep.ac.cn