

用四叉事例样本确定 J/ψ 总数*

房双世¹ 陈海璇² 衡月昆¹ 黄光顺¹ 金山¹
鲁公儒³ 吕海江⁴ 彭海平⁴ 沈肖雁¹ 张军梅³ 祝玉灿¹

1 (中国科学院高能物理研究所 北京 100039)

2 (广西师范大学 桂林 541004)

3 (河南师范大学 新乡 453002)

4 (中国科学技术大学 合肥 230026)

摘要 详细介绍了用 J/ψ 衰变中的四叉事例样本确定 J/ψ 总数的方法,并用此方法确定了北京谱仪从 1999 年 11 月到 2001 年 5 月所收集的两批 J/ψ 数据的事例总数,分别为 $(27.00 \pm 1.48) \times 10^6$ 和 $(30.70 \pm 1.62) \times 10^6$

关键词 四叉事例 触发效率 J/ψ 总数

1 引言

北京谱仪 (BES)^[1] 是北京正负电子对撞机 (BEPC) 上的一台大型通用磁谱仪,主要用以研究 c -charm 能区物理. J/ψ 粒子作为粲偶素家族的重要一员,也是北京谱仪研究的主要对象之一. 北京谱仪自运行以来,曾先后 4 次在 J/ψ 能量点取数,共取得约 780 万 J/ψ 事例,并取得许多重要的物理分析结果. 为了更仔细的研究 J/ψ 的性质,北京谱仪升级后 (BES II)^[2],在 1999—2001 年,两年间取得约 5800 万 J/ψ 事例. 截止到 2001 年 5 月,已经完成对 J/ψ 能量点上的取数.

J/ψ 总数就是 BES II 在 J/ψ 能区运行期间正负电子对撞产生 J/ψ 粒子的数目. 因为 J/ψ 总数是计算 J/ψ 各衰变道的绝对分支比不可缺少的重要参数之一,所以 J/ψ 总数的精确确定对减少系统误差,提高物理分析结果的精度,具有重要的意义.

2 确定 J/ψ 总数的方法和步骤

传统的估算 J/ψ 总数的方法为^[3]:

$$N_{J/\psi} = (R^0 + 1) \times \sum_{i=1}^{\infty} \frac{N^i \epsilon_{scan}^i}{\epsilon_{trig}^i} - N_{QED}^{BB}, \quad (1)$$

其中 R^0 是 J/ψ 衰变中零叉事例占带电事例的比例, N^i ($i=1,2,3,4,5$, 或 $i \geq 6$) 是重建后的 i 叉事例数, ϵ_{scan}^i 和 ϵ_{trig}^i 分别是 i 叉事例的人工扫描效率和触发效率, N_{QED}^{BB} 是来自 e^+e^- 电磁散射的事例数.

从理论上讲,这种方法完全正确. 但实际计算时有很多困难:一方面,对各叉事例的人工扫描需要相当大的工作量,而且人为因素的介入会造成很大的系统误差;另一方面, $e^+e^- \rightarrow e^+e^-$, $\mu^+\mu^-$ 等 QED 本底事例数也较难估算. 在传统的估算方法的基础上,文献[4]提出用四叉事例确定 J/ψ 总数,首先用 J/ψ 数据统计出四叉事例数,然后通过分析 $\psi' \rightarrow \pi^+\pi^- J/\psi$ 得到四叉事例占 J/ψ 总数的比例,再用人工扫描方法估计四叉事例中本底,最后得到 J/ψ 总数. 但是文献[4]中没有考虑静止 J/ψ 和从 ψ' 衰变出的运动 J/ψ 之间的差别,仍然用人工扫描估计本底,这成为系统误差的主要来源;另外,在事例选择过程中,文献[4]把反冲 $\pi^+\pi^-$ 后的不变质量与 J/ψ 质量最接近的事例作为好事例,这样会使 J/ψ 峰下的连续本底畸变,对拟合的结果将造成一定的影响. 在

2002-09-18 收稿

* 国家自然科学基金(19991482),中国科学院重大项目基金(KJ95T-03)资助

仔细的讨论后,本文对文献[4]中的估算方法作了以下几个方面的改进:1)对静止 J/ψ 和运动 J/ψ 的差别作了修正;2)用质心能量 3.0GeV 的数据估计本底,避免人工扫描带来的较大的系统误差;3)对 $\psi' \rightarrow \pi^+ \pi^- J/\psi$ 的事例选择作了改进.在改进后,用于确定 J/ψ 总数的公式为

$$N_{J/\psi} = \frac{N_{4prg} \cdot (1 - R_{bg})}{\epsilon_{4prg}^{trig} \cdot R_{4prg} \cdot \alpha}, \alpha = \frac{\epsilon_{4prg}^{real} \cdot \epsilon_{\pi^+ \pi^-}^{any}}{\epsilon_{4prg}^{trig} \cdot \epsilon_{\pi^+ \pi^-}^{J/\psi}} \quad (2)$$

其中 N_{4prg} 是四叉事例的总数, R_{bg} 是四叉事例中本底所占的比例, ϵ_{4prg}^{trig} 是四叉事例的触发效率, R_{4prg} 是四叉事例占 J/ψ 总数的比例, α 是为消除从 ψ' 数据中所选运动的 J/ψ 样本和对撞直接产生的 J/ψ 之间的差别而引入的修正因子.在 α 因子中, ϵ_{4prg}^{real} 和 $\epsilon_{\pi^+ \pi^-}^{J/\psi}$ 分别是静止和运动 J/ψ 衰变中四叉事例的探测效率, $\epsilon_{\pi^+ \pi^-}^{any}$ 和 $\epsilon_{\pi^+ \pi^-}^{J/\psi}$ 分别是 $\psi' \rightarrow \pi^+ \pi^- J/\psi$ 中,当 J/ψ 衰变到任意末态事例和四叉事例时 $\pi^+ \pi^-$ 的选择效率.从公式(2)知,用这种方法确定 J/ψ 总数,可分为下面 5 个步骤.

2.1 统计四叉事例的总数

四叉事例是指在 J/ψ 衰变中含有 4 条好的带电径迹的事例.从 J/ψ 数据中挑选四叉事例时,要求其满足:a) 每条带电径迹在 xy 平面内顶点偏离小于或等于 10cm, z 方向的偏离小于或等于 20cm;b) 4 条主漂移室重建出的带电径迹的动量重建质量好.表 1 列出了两批 J/ψ 数据中四叉事例的统计结果.表 1 中不同的真实化版本号代表蒙特卡洛中相应的真实化文件,这些真实化文件反应了在采集相应的 J/ψ 数据时谱仪的工作状态.

表 1 两批 J/ψ 数据中的四叉事例数

J/ψ 数据	Run 号	真实化版本	N_{4prg}	总四叉事例数
第一批	13691—15797	021	3904729	6038089
	15798—16242	022	907103	
	16243—16835	023	1226257	
第二批	17209—17361	024	448887	6715278
	17362—17725	025	1259204	
	17726—18086	026	1198099	
	18087—18200	027	294778	
	18201—18600	028	1394426	
	18601—19000	029	1514802	
19001—19149	030	605082		

2.2 四叉事例中本底的估计

在挑选四叉事例的 J/ψ 数据中,不但包含所需研究的共振态事例,还包含大量的本底事例.因

此,在挑选四叉事例的过程中,也会把少量的本底误判为真正的四叉事例.本底主要来源于宇宙线事例、束流-气体事例(由束流和管道内残余气体碰撞造成)和非共振态事例(正负电子对撞未经过共振态 J/ψ 而直接产生强子).对于四叉事例样本中混入的这些本底,本文是通过专门用于本底研究的 3.0GeV 数据样本估计的.经过四叉事例选择条件后,把从 3.0GeV 数据样本挑选出的事例用亮度归一,即可估计出本底所占的比例(见表 2).表 2 中质心能量 3.0GeV 的数据的亮度是通过 $e^+ e^- \rightarrow (\gamma) e^+ e^-$ 计算得到(具体方法见文献[5]),而两批 J/ψ 数据的亮度是衡月昆博士通过分析 $e^+ e^- \rightarrow (\gamma) \gamma \gamma$ 得到.

表 2 两批四叉事例中的本底估计

	第一批	第二批
J/ψ 数据积分亮度/ nb^{-1}	8504.0 ± 340.0	9272.0 ± 371.0
3.0GeV 数据的 Run 号	15443—15489	18087—18122
3.0GeV 数据积分亮度/ nb^{-1}	78.33 ± 3.92	75.09 ± 3.76
本底事例数	1480 ± 38	1155 ± 34
归一后的本底事例数	160684 ± 11087	142619 ± 9983
$R_{bg}(\%)$	2.66 ± 0.18	2.12 ± 0.15

2.3 测量四叉事例的触发效率

关于触发效率测量原理的详细讨论可参考文献[6].利用为采集数据而专门设计的触发表,确定某个触发条件的效率,然后根据各个触发道之间以及每个触发道相应的触发条件之间的逻辑关系,即可计算某一事例类型的触发效率.触发条件的效率是选一个与触发条件所对应子探测器信息无关的事例样本,通过该条件的事例数与样本总数之比即为该条件的触发效率.

四叉事例属于强子事例,其触发效率应接近于强子事例的触发效率^[7].从用于触发研究的数据样本(Run13691—Run13699)中挑选四叉事例样本,并计算出各触发条件的效率(见表 3).

表 3 各触发条件的效率

触发条件	$N_{tot} \geq 1$	$N_{tot} \geq 2$	$N_{cc} \geq 1$	$N_{trk} \geq 1$
效率(%)	99.93	99.86	99.93	100
触发条件	$N_{trk} \geq 2$	Radial	Etot- $l(20)$	Etot- $h(55)$
效率(%)	99.93	44.59	99.97	85.02

根据表 3 中各个触发条件的效率和它们之间的相互关系用公式(3)可以推算出四叉事例的触发效率为 99.91%.我们仅仅测量了第一批 J/ψ 数据中四叉事例的触发效率,确定两批 J/ψ 总数时用的是同样的触发效率,但由此而造成的误差很小,基本上可以忽略.

$$\begin{aligned} \epsilon_{4\text{prg}}^{\text{trk}} &= \epsilon_{N_{\text{tof}} \geq 1} \cdot \epsilon_{N_{\text{trk}} \geq 1} \cdot \epsilon_{N_{\text{vc}} \geq 1} \cdot \epsilon_{\text{Etot} - I} + \\ & (1 - \epsilon_{N_{\text{tof}} \geq 1} \cdot \epsilon_{N_{\text{trk}} \geq 1} \cdot \epsilon_{N_{\text{vc}} \geq 1}) \cdot \epsilon_{\text{Radial}} \cdot \epsilon_{\text{Etot} - A} + \\ & (1 - \epsilon_{\text{Etot} - I}) \cdot \epsilon_{N_{\text{tof}} \geq 2} \cdot \epsilon_{N_{\text{trk}} \geq 2} \cdot \epsilon_{N_{\text{vc}} \geq 1}. \end{aligned} \quad (3)$$

2.4 确定四叉事例占 J/ψ 总数的比例

四叉事例占 J/ψ 总数的比例是精确确定 J/ψ 总数的关键。但 J/ψ 总数是未知量,不可能从 J/ψ 数据中直接获得。本文是借助于两批新的 ψ' 数据 (Run16853—17018 和 Run19382—19466),分析 ψ' → π⁺π⁻J/ψ, J/ψ → 任意末态和 J/ψ → 四叉事例,通过分别拟合反冲 π⁺π⁻ 的不变质量谱,给出两个单举衰变过程的事例数,间接确定四叉事例占 J/ψ 总数的比例。通过 ψ' → π⁺π⁻J/ψ 挑选 J/ψ 全样本,一方面,此单举衰变道的分支比较大,为 (31.0 ± 2.8)%^[8],选出的 J/ψ 样本统计量较大,可以减少由此带来的统计误差。另一方面,根据三体衰变运动学,π 介子的动量应小于 0.4GeV/c,用电离能损 (dE/dx) 信息很容易就可鉴别出来。分析过程中,要求低动量的带电 π 介子满足以下条件:

- 1) 主漂移室中重建出的带电径迹数大于或等于 2;
- 2) 每条带电径迹在 xy 平面内顶点偏离小于或等于 10cm, z 方向的偏离小于或等于 20cm;
- 3) 两条带点径迹动量的重建质量好;

4) $\sqrt{\chi_{\pi^+}^2 + \chi_{\pi^-}^2} < 4.5$, χ_{π} 定义为

$$\chi_{\pi} = \frac{(dE/dx)_{\text{meas}} - (dE/dx)_{\text{exp}}}{\sigma_{\pi}}$$

χ_{π} 为粒子在主漂移室 (MDC) 中的电离能损 (dE/dx) 测量值与期望值以测量值分布的标准偏差为单位的偏差,利用该条件对 π, K 和电子进行粒子鉴别;

- 5) 动量小于 0.45GeV/c, 横动量大于 0.08GeV/c;
- 6) $|\cos\theta_{\pi^{\pm}}| < 0.84$, $\theta_{\pi^{\pm}}$ 为 π 介子在实验室坐标系中的极角,也就是动量与 z 方向的夹角;

7) 经过以上选择,要求至少存在 2 条带不同电荷的 π 候选径迹,将任意 2 条不同电荷的 π 作组合,并要求反冲 π⁺π⁻ 的不变质量满足: $3.0\text{GeV}/c^2 < M_{\text{recoil}} < 3.2\text{GeV}/c^2$ 。反冲 π⁺π⁻ 的不变质量定义为

$$M_{\text{recoil}} = \sqrt{(E_{\text{cm}}^2 - E_{\pi^+} - E_{\pi^-})^2 + (\mathbf{p}_{\pi^+} + \mathbf{p}_{\pi^-})^2},$$

其中 E_{cm} 是质心能量,也就是 ψ' 粒子的质量; E_{π} 和 \mathbf{p} 分别是 π 介子的能量和动量。

经过以上分析,得到反冲 π⁺π⁻ 不变质量谱 (图

1,2),然后采用一个 Breit-Wigner 函数与高斯函数的卷积加 1 个三阶多项式本底分别拟合反冲 π⁺π⁻ 的不变质量谱,求出 J/ψ 衰变到任意末态和四叉事例的事例数,从而得到比例 $R_{4\text{prg}}$ (见表 4)。

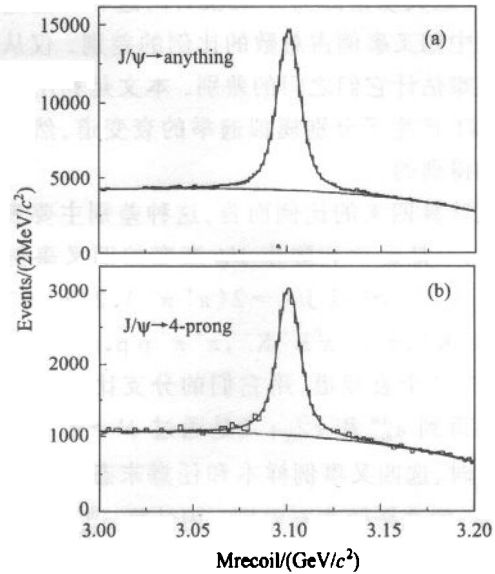


图 1 第一批 ψ' 数据样本中反冲 π⁺π⁻ 的不变质量谱

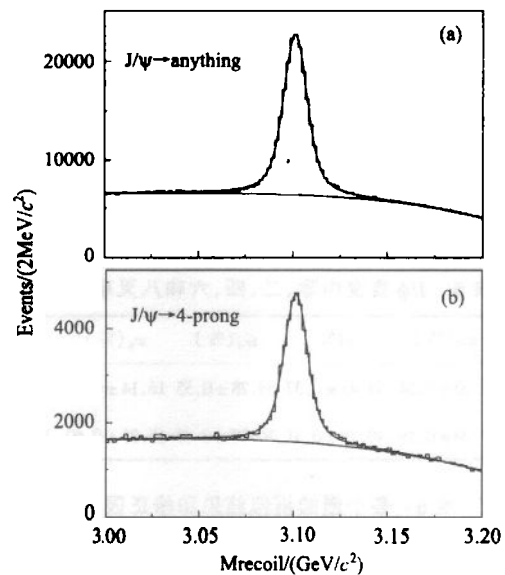


图 2 第二批 ψ' 数据样本中反冲 π⁺π⁻ 的不变质量谱

表 4 两批 ψ' 数据中反冲 π⁺π⁻ 的不变质量谱的拟合结果

	第一批	第二批
Run 号	16853—17018	19382—19466
J/ψ → 任意末态		
$N_{\text{any}}^{\text{obs}}$	99278 ± 983	156131 ± 1338
J/ψ → 四叉事例		
$N_{4\text{prg}}^{\text{obs}}$	19444 ± 471	29770 ± 619
四叉事例占 J/ψ 总数的比例		
$R_{4\text{prg}}(\%)$	19.56 ± 0.52	19.07 ± 0.44

2.5 模拟估计运动和静止 J/ψ 之间的差别

正负电子对撞直接产生的 J/ψ 几乎是在静止状态下衰变的,但从 $\psi' \rightarrow \pi^+ \pi^- J/\psi$ 衰变而来的 J/ψ 是飞行的,最大动量约为 $0.48\text{GeV}/c$,这有可能造成两者衰变中四叉事例占总数的比例的差别. 仅从理论计算很难估计它们之间的差别. 本文是利用 SIMBES 和 HOWL 产生子分别模拟遍举的衰变道,然后加权求平均得到的.

就计算四叉的比例而言,这种差别主要表现在两方面:一是运动和静止 J/ψ 衰变的四叉事例的探测效率不同. 模拟 $J/\psi \rightarrow 2(\pi^+ \pi^-), 2(\pi^+ \pi^-) \pi^0, \pi^+ \pi^- K^+ K^-, \pi^+ \pi^- \pi^0 K^+ K^-, \pi^+ \pi^- p \bar{p}, \pi^+ \pi^- \pi^0 p \bar{p}$ 和 $2(K^+ K^-)$ 7 个衰变道,用它们的分支比为权重求平均分别得到 $\epsilon_{4\text{prg}}^{\text{rest}}$ 和 $\epsilon_{4\text{prg}}^{\text{fly}}$;二是通过 $\psi' \rightarrow \pi^+ \pi^- J/\psi$ 计算 $R_{4\text{prg}}$ 时,选四叉事例样本和任意末态样本过程中对 $\pi^+ \pi^-$ 的选择效率有差别. 用计算 $\epsilon_{4\text{prg}}^{\text{fly}}$ 的方法,本文得到了两批数据的 $\epsilon_{\pi^+ \pi^-}^{4\text{prg}}$. 为了计算 $\epsilon_{\pi^+ \pi^-}^{\text{fly}}$ (具体可参考文献[9]),本文选取 $J/\psi \rightarrow 3\gamma, \pi^+ \pi^- \pi^0, 2(\pi^+ \pi^-), 3(\pi^+ \pi^-)$ 和 $4(\pi^+ \pi^-)$ 5 个典型衰变道,模拟得到各个衰变道的探测效率. 再利用从 ψ' 中挑选的 J/ψ 样本得到其衰变到各叉事例的数目,然后用最小二乘法求得的 J/ψ 衰变到零、二、四、六和八叉事例表 6 列出了各个量的模拟结果和修正因子 α 的值.

表 5 J/ψ 衰变中零、二、四、六和八叉事例比例

ψ' 数据	$w_0(\%)$	$w_2(\%)$	$w_4(\%)$	$w_6(\%)$	$w_8(\%)$
第一批	4.10 ± 0.24	39.43 ± 0.37	38.28 ± 0.55	16.14 ± 0.65	2.05 ± 0.38
第二批	3.29 ± 0.16	40.79 ± 0.31	36.70 ± 0.47	17.33 ± 0.60	1.91 ± 0.26

表 6 各个量的模拟结果和修正因子 α

	第一批	第二批
$\epsilon_{4\text{prg}}^{\text{rest}}(\%)$	43.38 ± 0.37	41.42 ± 0.39
$\epsilon_{4\text{prg}}^{\text{fly}}(\%)$	39.92 ± 0.56	37.31 ± 0.53
$\epsilon_{\pi^+ \pi^-}^{4\text{prg}}(\%)$	42.85 ± 0.26	42.02 ± 0.25
$\epsilon_{\pi^+ \pi^-}^{\text{fly}}(\%)$	43.86 ± 0.48	42.53 ± 0.42
α	1.11 ± 0.03	1.12 ± 0.03

3 误差分析

误差包括两部分:统计误差和系统误差. 统计误差主要由 $N_{4\text{prg}}, N_{\text{any}}^{\text{obs}}$ 和 $N_{4\text{prg}}^{\text{obs}}$ 传递而来. 其中,由

$N_{4\text{prg}}$ 带来的统计误差可以忽略. 由 $N_{\text{any}}^{\text{obs}}$ 和 $N_{4\text{prg}}^{\text{obs}}$ 带来的统计误差包含在反冲 $\pi^+ \pi^-$ 不变质量谱的拟合误差之内.

系统误差主要有以下几个来源:1) 四叉事例中的本底估计. 主要包括 J/ψ 数据亮度、 3.0GeV 数据亮度的误差和 3.0GeV 数据中选出的四叉事例的统计误差. 对两批数据 J/ψ 总数带来的误差分别为 0.18% 和 0.15% . 因为表 2 列出的 J/ψ 数据的亮度值根据 SOBER 模拟得到的,这和 SIMBES 的结果可能会有差别. 这种差别给 J/ψ 总数带来的误差估计小于 1% ;2) 触发效率测量. 四叉事例的触发效率接近 100% ,由此而造成的误差很小. 本文中的误差是四叉事例触发效率与文献[7]中强子触发效率的差别;3) 拟合反冲 $\pi^+ \pi^-$ 不变质量谱的误差. $\pi^+ \pi^-$ 的误组合使得在反冲它们的不变质量谱中包含大量的连续本底,虽然这些本底不会影响真正的 $\psi' \rightarrow \pi^+ \pi^- J/\psi$ 事例数,但却使拟合的误差增大. 这也是 α 因子误差较大的原因;4) 拟合方法. 直接用轻子对事例的直方图拟合反冲 $\pi^+ \pi^-$ 的单举不变质量谱,拟合结果与本文所用的拟合结果之间的差别带来约为 2% 的误差;5) 非四叉事例的混入. 在统计四叉事例和计算四叉事例占 J/ψ 总数的比例时,都有非四叉事例的混入,如果混入的比例不同,也会造成 J/ψ 总数的变化. J/ψ 衰变到中性事例和带电径迹大于六叉的事例较少,而且它们的探测效率也比较低,所以可以忽略对统计四叉事例的影响. 在 J/ψ 静止和运动两种情况下,我们仅对统计四叉事例影响较大的两叉事例($J/\psi \rightarrow \pi^+ \pi^- \pi^0, K^+ K^- \pi^0$ 和 $p \bar{p} \pi^0$) 和六叉事例 ($J/\psi \rightarrow 3(\pi^+ \pi^-), 3(\pi^+ \pi^-) \pi^0$ 和 $2(\pi^+ \pi^-) K^+ K^-$) 做了蒙特卡洛研究. 蒙特卡洛研究的结果表明,两叉事例和六叉事例的混入分别造成的误差约为 0.5% 和 3% . 6) 模拟计算 α 时,蒙特卡洛不同真实化版本之间 J/ψ 总数的比例(第一批的 3 个版本和第二批的 7 个版本的比例分别为 $0.6469:0.1503:0.2028$ 和 $0.0661:0.1867:0.1784:0.0440:0.2098:0.2242:0.0908$) 来自于 SOBER 的结果,这与用 SIMBES 模拟的结果(第一批的 3 个版本和第二批的 7 个版本的比例分别为 $0.6466:0.1503:0.2031$ 和 $0.0661:0.1875:0.1785:0.0440:0.2074:0.2257:0.0902$) 有些差别,这种差别最终影响 J/ψ 总数的变化. 但是从 SOBER 和 SIMBES 的结果看,这种差别很小,由此带来的误差估计应小于 1% ;7) 修正因子 α 的误差. 表 7 列出了以上各误差来源所造成的系统误差和总的系统误差.

表7 两批 J/ψ 总数的系统误差

误差来源	相对误差(%)	
	第一批	第二批
本底估计	< 1.00	< 1.00
触发效率	0.29	0.29
不变质量拟合	2.66	2.31
不变质量的拟合方法	~ 2.00	~ 2.00
两叉事例混入	~ 0.50	~ 0.50
六叉事例混入	~ 3.00	~ 3.00
蒙特卡洛真实化版本	< 1.00	< 1.00
修正因子 α	2.71	2.68
总的系统误差	5.46	5.28

4 结果与讨论

最后,我们用这种方法确定了两批 J/ψ 数据的总数之和为 $(57.7 \pm 2.72) \times 10^6$, 表8分别列出了两批 J/ψ 数据和与真实化版本相对应的各段数据的 J/ψ 事例数. 用这种方法确定 J/ψ 事例总数的优点是从 $\psi' \rightarrow \pi^+ \pi^- J/\psi$ 中选取 J/ψ 样本不依赖于我们所采集

的 J/ψ 数据,但运动和静止 J/ψ 之间差别的不容易估计是其不利之处,从上面的分析可知蒙特卡洛估计它们的差别会带来较大的系统误差.

表8 两批 J/ψ 数据的事例总数

J/ψ 数据	Run 号	真实化版本	$N_{J/\psi} (\times 10^6)$	J/ψ 总数 $(\times 10^6)$
第一批	13691—15797	021	17.46	27.00 ± 1.48
	15798—16242	022	4.06	
	16243—16835	023	5.48	
	17209—17361	024	2.05	
第二批	17362—17725	025	5.76	30.70 ± 1.62
	17726—18086	026	5.48	
	18123—18200	027	1.35	
	18201—18600	028	6.37	
	18601—19000	029	6.93	
	19001—19149	030	2.77	

作者感谢 F. Harris 教授、漆纳丁教授、季晓斌博士、郭子金博士、吴宁博士等的建设性意见;并对数据组的所有成员及 BEPC 工作人员、高能物理研究所计算中心工作人员给予的帮助表示感谢.

参考文献 (References)

- DING Hui-Lang et al. HEP&NP, 1992, 16(9):1 (in Chinese)
(丁慧良等. 高能物理与核物理, 1992, 16(9):1)
- BAI Jing-Zhi et al. Nucl. Instr. Meth., 2001, A458:627
- YU Zhong-Qiang et al. Determination of Total Number of the Fourth set J/ψ . BES internal report, 1993 (in Chinese)
(郁忠强等. 第四批 J/ψ 总数的估算. BES 内部资料, 1993)
- MA Ai-Min. IHEP, CAS, Ph. D. Thesis, 1995 (in Chinese)
(马爱民. 博士论文, 中国科学院高能物理研究所, 1995)
- WANG Zhi-Yong et al. HEP & NP, 2001, 25(2):89 (in Chinese)
(王至勇等. 高能物理与核物理, 2001, 25(2):89)
- HUANG Guang-Shun et al. HEP&NP, 2001, 25(9):889 (in Chinese)
(黄光顺等. 高能物理与核物理, 2001, 25(9):889)
- FU Hong-Yu. Measurement of The Trigger Efficiency for the New J/ψ Data. The 9th BES Annual Meeting, Dalian, June, 2000
- Particle Data Group. Eur. Phys. Jour, 2000, C:47
- WANG Meng. IHEP, CAS, M. S. Thesis, 1996 (in Chinese)
(王萌. 硕士论文, 中国科学院高能物理研究所, 1996)

Determination of the Total Number of J/ψ from 4-Prong Data *

FANG Shuang-Shi¹ CHEN Hai-Xuan² HENG Yue-Kun¹ HUANG Guang-Shun¹ JIN Shan¹
LU Gong-Ru³ LÜ Hai-Jiang⁴ PENG Hai-Ping³ SHEN Xiao-Yan¹ ZHANG Jun-Mei³ ZHU Yu-Can¹

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

2 (Guangxi Normal University, Guilin 541002, China)

3 (Henan Normal University, Xinxiang 453002, China)

4 (University of Science and Technology of China, Hefei 230026, China)

Abstract Based on 4-prong events sample of J/ψ decay and the ψ' data sample, a method is developed to determine J/ψ total number of two data sets which were taken from November 1999 to May 2001 at BES II. The results are $(27.00 \pm 1.48) \times 10^6$ and $(30.70 \pm 1.62) \times 10^6$, respectively.

Key words 4-prong events, trigger efficiency, J/ψ total number

Received 18 September 2002

* Supported by National Natural Science Foundation of China (19991482) and The Chinese Academy of Sciences (KJ 95T-03)