

J/ψ 强衰变中 $f_2(1270)$ 性质的实验研究*

BES 合作组

白景芝	边强	陈乐珺	陈少敏	陈申见	陈沈南	陈雅清	陈朝清	崔化传
崔象宗	邓树森	邓亦卫	丁慧良	董宝中	董雪生	杜志珍	方澄	冯忠
付正善	高翠山	高树琦	高文绣	高原宁	顾维新	管应重	郭红菲	过雅南
郭愚益	韩世温	韩缨	郝伟	何炬	何可人	胡贵云	胡涛	黄德强
黄因智	贾秋萍	姜春华	赖元芬	郎鹏飞	李大仕	李芳	李佳	李家华
李建唐	李金	李黎力	李佩琴	李启明	李如柏	李卫国	林树子	林薇
刘琦	刘荣光	刘炜	刘璇	刘晔	陆昌国	陆伟达	陆祖荫	吕军光
马东红	马恩成	马基茂	毛慧顺	毛泽普	孟祥承	倪蕙苓	潘玲君	漆纳丁
屈云河	阙友昆	荣刚	邵毓莺	沈本蔚	沈经	盛俊鹏	史焕章	宋晓非
孙汉生	唐素秋	田卫华	王临洲	王灵淑	王曼	王平	王少敏	王淑琴
王泰杰	王运永	汪忠吉	魏诚林	吴坚武	吴为民	吴熙东	武振东	席德明
夏小米	肖健	谢佩佩	徐建国	许榕生	徐芷菁	宣百辞	薛生田	颜浩
严武光	杨长友	杨成章	杨春敏	杨熙荣	姚宏宾	叶铭汉	于传松	郁忠强
张炳云	张彩娣	张长春	张春燕	张达华	张戈	张会领	张家文	张良生
张少强	张英平	张羽	赵棣新	赵萌	赵平德	赵维仁	赵政国	郑建平
郑林生	郑敏	郑文生	郑志鹏	周光谱	周化十	周杰	周莉	周永参
周月华	朱国胜	朱启明	朱善根	朱永生	祝玉灿	庄保安		

(中国科学院高能物理研究所, 北京 100039)

摘 要

本文基于北京正负电子对撞机 (BEPC) 上北京谱仪 (BES) 所收集到的 $2.5 \times 10^6 J/\psi$ 重建刻度后的事例, 研究了强子衰变道 $J/\psi \rightarrow \omega f_2(1270)$, $f_2(1270) \rightarrow \pi^+\pi^-$ 所揭示出的共振态 $f_2(1270)$ 的性质, 测量了它的质量、宽度和分支比, 利用最大似然法对角分布进行了拟合, 给出自旋宇称为 2^{++} , 首次得到螺旋度振幅比为

$$\begin{aligned}x &= 0.99 \pm 0.29; & y &= -0.24 \pm 0.17; \\z_1 &= 0.90 \pm 0.57; & z_2 &= 0.56 \pm 0.22.\end{aligned}$$

本文 1992 年 9 月 15 日收到.

* 国家自然科学基金资助.

一、引言

$f_2(1270)$ 作为一个张量介子态, 通过 J/ψ 的辐射衰变和强子衰变都已有较详尽的研究, 七十年代末, DASP^[1] 和 PLUTO^[2] 组做了关于通过辐射衰变道产生的 $f_2(1270)$ 性质的报道, 接着 MarkII^[3]、MarkIII^[4]、DMII^[5] 和 C-B^[6] 报道了通过辐射衰变产生 $f_2(1270)$ 的螺旋度振幅比, 同时, MarkIII^[7] 和 DMII^[8] 通过 $J/\psi \rightarrow \omega f_2(1270)$ 强子衰变道观察到 $f_2(1270)$, 给出它的质量和宽度及过程的分支比, 但是没有关于螺旋度振幅比结果的报道。

强子衰变过程 $J/\psi \rightarrow V + X, X \rightarrow P_1 + P_2$ 的螺旋度振幅直接与该过程的 S 矩阵元成正比, 它包含了过程的一切动力学因素, 与产生的共振态 X 的性质密切相关. 理论上可以用量子色动力学计算过程的矩阵元, 依赖于不同模型给出的各阶费曼图并考虑复杂的非微扰效应, 包括末态相互作用等, 原则上可以给出过程的螺旋度振幅比. 正是由于这些参数直接依赖于有关的模型假设及共振态的性质, 因此, 从实验上测定此过程的螺旋度振幅比是很有意义的。

本文所给出的自旋、宇称和螺旋度振幅比的结果是基于文献[9]提供的 $J/\psi \rightarrow V + X, X \rightarrow P_1 + P_2$ 角分布螺旋度形式, 采用最大似然法, 对 BES 上获取的 $2.5 \times 10^6 J/\psi$ 重建刻度后的事例, 拟合 $J/\psi \rightarrow \omega f_2(1270)$ 的角分布, 分析后得到的。

二、北京谱仪简介

北京谱仪是北京正负电子对撞机上的大型通用谱仪^[10], 它包括中心漂移室、主漂移室、飞行时间计数器(桶部和端盖)、簇射计数器(桶部和端盖)、 μ 子鉴别器、磁铁系统、触发判选系统、亮度监测器、在线获取系统、离线分析处理系统及电子学系统等。

它的主要组成部分的性能如表 1:

表 1 BES 主要组成部分的性能

子探测器	性能
主漂移室	空间分辨 200—250 μ m 动量分辨 $\sigma_p/p = 2.1\% \sqrt{1+p^2}$ 角度分辨 (μ 径迹) $\sigma_\phi = 3.7$ mrad $\sigma_\theta = 8.3$ mrad dE/dx 分辨 10%
飞行时间计数器	时间分辨 330 ps
簇射计数器(桶部)	能量分辨 $\sigma_E/E = 22\%/\sqrt{E}$ 位置分辨 $\sigma_x = 4$ cm
簇射计数器(端盖)	能量分辨 $\sigma_E/E = 20\%/\sqrt{E}$
μ 计数器	覆盖角 $67\% 4\pi$ 效率 (μ 径迹) 95% 位置分辨 $\sigma_x = 5$ cm $\sigma_{r\phi} = 3$ cm

三、 $J/\psi \rightarrow \omega f_2(1270)$ 的数据分析

1. 事例筛选的条件

对经过离线分析处理后形成的 DST (Data Summary Tape) 数据文件中的四叉事例, 要求 $N_{\text{charg}} = 4$, 每根带电径迹的动量大于 60MeV , 为了排除大于四叉的多径迹事例因径迹丢失而混入四叉事例样本中, 要求

$$\sum_{i=1}^4 Q_i = 0;$$

对于中性径迹要求 $N_r \geq 2$, 每根中性径迹的能量大于 25MeV , 以排除来自簇射计数器的噪声等方面的影响; 在应用飞行时间计数器鉴别粒子时, 要求带电粒子 π 的权重 W_π 大于带电粒子 K 的权重 W_K , 在一个事例中至少有两个 π 满足上面的条件; 在运动学拟合中, 让中性径迹两两组合与四个带电径迹进行四动量守恒约束条件下的 $4C2r$ 拟合, 其 $\chi^2 < 36$, 选取组合中 χ^2 最小的一组; 为了进一步排除组合中可能引入的“坏” r , 取 $|\cos\theta_{r\pi^0}| < 0.98$ (这里 $\cos\theta_{r\pi^0}$ 为 r 在 π^0 质心系中飞行方向与 π^0 在 J/ψ 静止系中飞行方向的夹角); 对两个中性径迹组成 π^0 的质量切割条件为 $|m_{rr} - m_{\pi^0}| \leq 60\text{MeV}$;

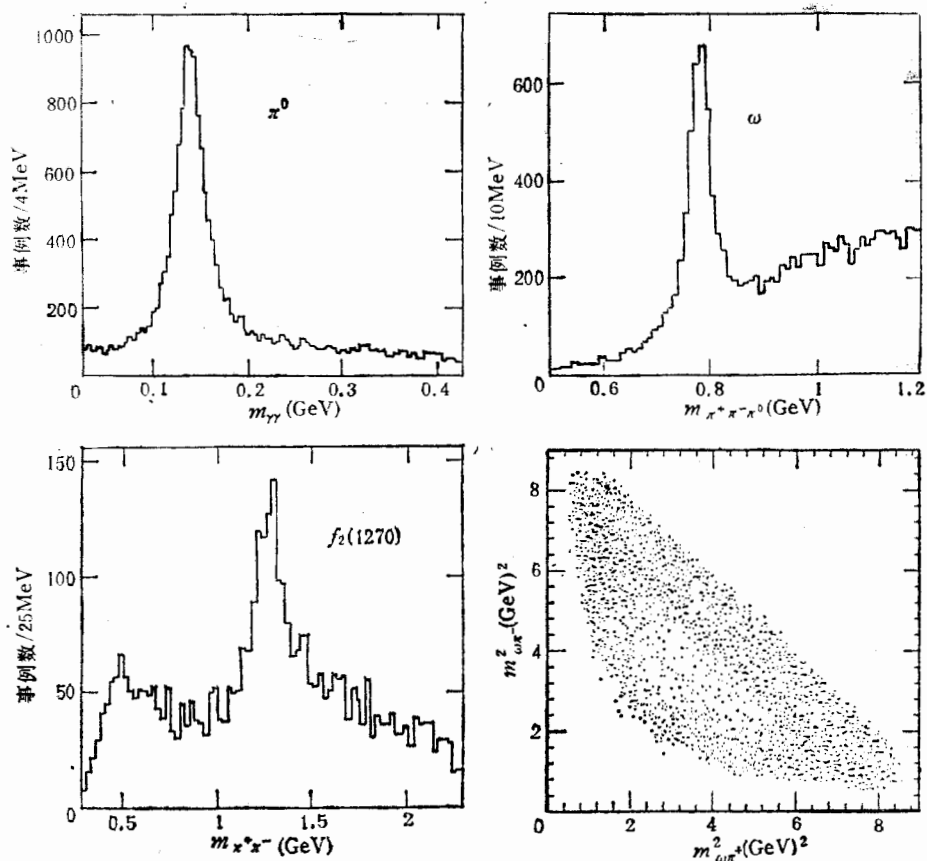


图 1 $J/\psi \rightarrow \omega f_2(1270)$ 不变质量谱及 Dalitz 图

最后再利用 $|m_{\pi^+\pi^-\pi^0} - m_\omega| \leq 50\text{MeV}$ 来选取 ω , 做出与 ω 反冲的 $m_{\pi^+\pi^-}$ 不变质量谱, 如图 1 所示, 从图中明显看到 $f_2(1270)$ 共振峰和 500MeV 区域的质量增益。

为了提高选择效率, 还对不完全满足上述条件的事例进行第二次挑选, 这一次所针对的事例为组成 π^0 的两个 γ 中的一个被丢失的情况下, 要求 $1 < N_\gamma \leq 4$, 运动学拟合 $\chi^2 \leq 7$, 该样本为 $4\text{Cl}\gamma$, 仅用于该反应道的质量、宽度和分支比的研究。

2. 数据的评估

在事例筛选中使用的运动学拟合, 用的是经过 SQUID 校正后的四动量, 并不是实际测量到的四动量, 两者之间存在差异。对于北京谱仪而言, 带电粒子的动量测量及位置的确定相对来说均具有较高的精度, 因此整个事例四动量拟合的准确程度较高, 本文对带电径迹的动量相对误差 $(P_{\text{拟合}} - P_{\text{测量}})/P_{\text{测量}}$ 做统计分析, 拟合后的结果表明动量的相对误差小于 2.5%。本文将 Run462 到 Run961 分为四个阶段, 分别对这四个阶段的数据进行分析, 做出 π^0 , ω 及 $f_2(1270)$ 共振峰信号的不变质量分布, 以观测运行条件的变动宏观上对数据质量的影响, 拟合结果表明, 共振峰峰位仅变化 1%, 由于 $f_2(1270)$ 是个宽共振, 因此相应于该反应道这四个阶段的数据还是可以相加在一起的。

3. 本底的考虑

尽管强子衰变道 $J/\psi \rightarrow 2(\pi^+\pi^-)\pi^0$ 的分支比较大, 为 $(3.42 \pm 0.31) \times 10^{-2}$, 本文认为所分析的数据样本中仍然需要考虑几个有关的本底道并进行蒙特卡罗研究。经过 π^0 选择条件以后的事例总数为 11024 个, 其本底各道的事例总数仅 826 个。为了观察本文所用的事例筛选条件对本底的压低能力, 进行了蒙特卡罗模拟, 结果见表 2。从表中可以看出本文采用的事例选择的切割条件能够有效的排除本底, 其信噪比为 12:1。

表 2 几个有关反应道的蒙特卡罗模拟结果

反 应 道	筛 选 后 事 例 数
$2(\pi^+\pi^-)\pi^0$	10198
$2(\pi^+\pi^-)3\pi^0$	13
$\pi^0\pi^+K^0K^-$	421
$\pi^0\pi^-K^0K^+$	381
$\gamma\rho^0\rho^0$	6
$\gamma\omega\omega$	5

四、最大似然法拟合及结果

从不变质量谱的拟合中求共振峰的质量和宽度, 从角分布拟合中求过程的螺旋度振幅比, 实质上是把质量、宽度和螺旋度振幅比做为拟合中的待估参量, 而常见的拟合方法之一是最大似然法。

对于一组确定的观测结果 $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$, 似然函数为它们的联合概率函数, 记作 $\mathcal{L}(x|\theta)$, 它又是参数 θ 的函数, 选择使观测结果具有最大概率的参数值 θ 作为待估参量(如质量、宽度和螺旋度振幅比)的估计值就是最大似然法。

利用对数 $\ln \mathcal{L}(x|\theta)$ 进行计算比较方便,通常对参数 θ , 解对数似然函数的方程

$$\frac{\partial \ln \mathcal{L}(x|\theta)}{\partial \theta_i} = 0, \quad (1)$$

以求得 θ 的最大似然估计值^[1].

1. 质量拟合

不变质量的概率密度函数的理论分布形式为

$$P(m; \theta) = P(m; M, \Gamma, f) = f \cdot BW(m; M, \Gamma) \cdot \phi(m) + (1-f)P_{\text{本底}}(m), \quad (2)$$

其中 $BW(m; M, \Gamma)$ 为布莱格-维格纳函数; $\phi(m)$ 为相空间分布函数, 它与具体的反应过程有关; $P_{\text{本底}}(m)$ 为本底的分布函数; $\theta(M, \Gamma, f)$ 为待估参数, f 为共振部分所占的成分, M 为共振态的质量, Γ 为共振态的宽度.

在实际问题中, 表达观测值的分布时, 既要考虑到理论分布, 还要考虑到测量误差和探测效率. 因此, 根据贝叶斯定理, 对数似然函数的形式应为

$$\ln \mathcal{L}(m'_i|\theta) = \sum_{i=1}^n \ln \int P(m'_i|m) \cdot P(m; \theta) \cdot P(\epsilon = 1|m) dm - n \ln \int P(m; \theta) \cdot P(\epsilon = 1|m) dm, \quad (3)$$

其中 $P(m; \theta)$ 为含有待估参量 θ 的理论分布函数; $P(m'_i|m)$ 为考虑测量误差的质量分辨函数, 近似为高斯分布; $P(\epsilon = 1|m)$ 为考虑探测效率的分布函数, 在这里仅考虑质量, 略去动量、位置等其它变量. 而质量分辨函数中的标准偏差和选定质量区域探测效率的分布函数, 通常采用蒙特卡罗模拟给出近似处理. 通过最优化拟合, 可以求出使 $\ln \mathcal{L}(m'_i|\theta)$ 达到最大的参数值 $\theta(f, M, \Gamma)$, 即参量 θ 的最大似然估计值.

具体到强子衰变道 $J/\psi \rightarrow \omega f_2(1270)$, $f_2(1270) \rightarrow \pi^+\pi^-$, 本文(2)式中所用的布莱格-维格纳函数和本底函数为

$$BW(m; M, \Gamma) \sim \frac{1}{\pi} \frac{\Gamma/2}{(m-M)^2 + \Gamma^2/4}; \quad (4)$$

$$P_{\text{本底}} = \frac{1}{m_{\max} - m_{\min}} \cdot \sum_{i=0}^n b_i P_i(x), \quad (5)$$

其中

$$x = -1 + 2 \left[\frac{m - m_{\min}}{m_{\max} - m_{\min}} \right];$$

b_i 为拟合参数 ($1, b_1, b_2, \dots$);

$P_i(x)$ 为勒让特多项式.

在 0.8—2.0 GeV 质量范围内, 质量拟合的似然函数中的质量分辨函数为高斯型, 探测效率近似为常数, 当 $\Gamma \ll M$ 时, 相空间分布函数用常数处理. 利用以上简化处理, 对反冲 ω 介子的 $\pi^+\pi^-$ 不变质量谱进行拟合, 如图 2 所示. 结果为

$$M = (1271 \pm 6) \text{ MeV};$$

$$\Gamma = (158.7 \pm 20.2) \text{ MeV}.$$

经拟合后给出 $f_2(1270)$ 的事例数为 863 ± 80 , 由蒙特卡罗模拟给出探测效率为

18.8%, J/ψ 总数为 2.5×10^6 . 由此, 分支比为

$$B_r(J/\psi \rightarrow \omega f_2(1270)) = (3.7 \pm 0.3 \pm 0.9) \times 10^{-3},$$

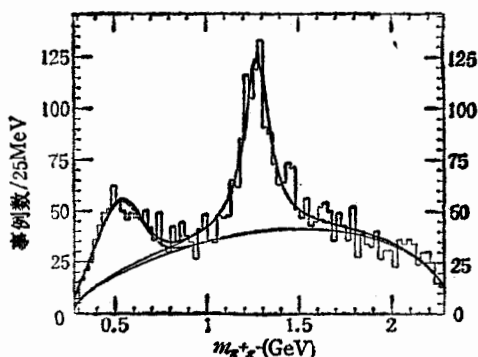


图2 $J/\psi \rightarrow \omega f_2(1270)$ 不变质量谱的拟合

$$\cdot A_{\lambda_v, \lambda_{f_2}} \cdot A_{\lambda_v, \lambda_{f_2}}^* \cdot D_{-\lambda_{f_2}, 0}^{i*}(\theta_m, \varphi_m, 0) \cdot D_{-\lambda_{f_2}, 0}^s(\theta_m, \varphi_m, 0), \quad (6)$$

其中 $A_{\lambda_v, \lambda_{f_2}}$ 是过程 $J/\psi \rightarrow \omega f_2(1270)$ 的螺旋度振幅; θ_v 为 J/ψ 静止系中, 正电子方向和出射矢量介子 ω 的夹角; (θ_m, φ_m) 为 $f_2(1270)$ 静止系中, π^+ 介子的极角和方位角. 定义螺旋度振幅比

$$x = \frac{A_{1,1}}{A_{1,0}}, \quad y = \frac{A_{1,2}}{A_{1,0}}, \quad z_1 = \frac{A_{0,0}}{A_{1,0}}, \quad z_2 = \frac{A_{0,1}}{A_{1,0}},$$

这里, 利用了宇称守恒并假定时间反演对整个过程中是不变的, 由此, 独立的螺旋度振幅仅有 5 个, 而且螺旋度振幅为实数.

与质量拟合类似, 角分布的对数似然函数也做了简化处理, 即由于北京谱仪主漂移室测量位置精度高, 将角度的分辨函数做为 δ 函数处理, 其表达式为

$$\begin{aligned} \ln \mathcal{L}(\mathcal{Q}' | \theta) &= \ln \mathcal{L}(\theta'_v, \theta'_m, \varphi'_m | x, y, z_1, z_2) \\ &= \sum_{i=1}^n \ln \frac{W_i(\mathcal{Q}'_i; \theta)}{W_i(\mathcal{Q}; \theta) \cdot P(\epsilon = 1 | \mathcal{Q}) d\mathcal{Q}} \\ &= \sum_{i=1}^n \left(\ln W_i(\mathcal{Q}'_i; \theta) - \ln \sum_{i,k,l,m} x^i y^k z_1^l z_2^m \cdot N^{ijklm} \right), \quad (7) \end{aligned}$$

其中 $W_i(\mathcal{Q}'_i; \theta)$ 为实验数据的角分布; $W_i(\mathcal{Q}; \theta)$ 为理论角分布螺旋度表达形式; $P(\epsilon = 1 | \mathcal{Q})$ 为探测效率的角度分布函数; n 为事例总数; N^{ijklm} 为包含探测效率的仅与角度有关的部分子函数; $\theta(x, y, z_1, z_2)$ 为螺旋度振幅比, 即待估参量. 对 $\ln \mathcal{L}$ 求极大, 一组待估参量 $\theta(x, y, z_1, z_2)$ 即为最佳的估计值.

角分布拟合程序经过了蒙特卡罗模拟的严格检验, 本文曾用蒙特卡罗产生 5000 个自旋宇称分别为 $0^{++}, 2^{++}, 4^{++}$ 的 $J/\psi \rightarrow \omega f_2(1270)$ 的事例, 质量范围取 $1.0 < m_{\pi^+\pi^-} < 1.5 \text{ GeV}$, 为了消除 $J/\psi \rightarrow b_1^+ \pi^-$ 的影响, 采用了切割条件 $m_{\omega\pi} > 1.37 \text{ GeV}$, 经拟合后给出的螺旋度振幅比与蒙特卡罗产生所设置的数值是一致的, 如表 3 所示.

此后, 对 $J/\psi \rightarrow \omega f_2(1270)$ 的 4C2 γ 样本事例进行了角分布拟合, 图 3 中的 $\cos \theta_v$,

误差的第一项为统计误差, 第二项为系统误差, 它包括 20% 的 J/ψ 总数的估计误差, 10% 的探测效率误差及 10% 的本底形状误差, 由方和根合成法求出第二项系统误差. 该结果与国际的平均值是一致的.

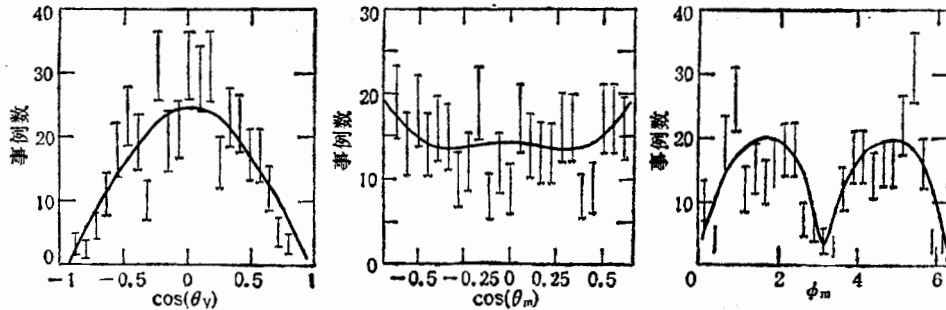
2. 角分布拟合

对于过程 $e^+ + e^- \rightarrow J/\psi \rightarrow \omega + f_2(1270)$, $f_2(1270) \rightarrow \pi^+ \pi^-$ 的角分布螺旋度形式可表示为^[9]

$$W_i(\theta_v, \theta_m, \varphi_m) \sim \sum_{\lambda_j, \lambda'_j} I_{\lambda_j, \lambda'_j}(\theta_v)$$

表 3 $J/\psi \rightarrow \omega f_2(1270)$ 角分布蒙特卡罗检验结果

产生 \ 拟合	0^{++}	2^{++}	4^{++}
0^{++} $z_1 = 1$	$\ln \mathcal{L} = -2916.93$ $z_1 = 1.24 \pm 0.31$	$\ln \mathcal{L} = -2917.91$ $x = \text{很大}$ $y = \text{很大}$ $z_1 = \text{很大}$ $z_2 = \text{很大}$	$\ln \mathcal{L} = -2920.58$ $x = 1.88 \pm 0.16$ $y = 0.82 \pm 0.65$ $z_1 = 2.16 \pm 0.19$ $z_2 = -0.71 \pm 0.34$
2^{++} $x = 0$ $y = 1$ $z_1 = 0$ $z_2 = 0$	$\ln \mathcal{L} = -2530.79$ $z_1 = 0.0 \pm 0.61$	$\ln \mathcal{L} = -2467.87$ $x = 0.0 \pm 0.13$ $y = 0.98 \pm 0.27$ $z_1 = -0.02 \pm 0.44$ $z_2 = 0.19 \pm 0.25$	$\ln \mathcal{L} = -2519.71$ $x = -0.53 \pm 8.75$ $y = 50.24 \pm 15.23$ $z_1 = 0.79 \pm 13.66$ $z_2 = 52.55 \pm 12.00$
4^{++} $x = 1$ $y = 0$ $z_1 = 1$ $z_2 = 0$	$\ln \mathcal{L} = -1910.96$ $z_1 = 1.16 \pm 0.42$	$\ln \mathcal{L} = -1901.32$ $x = 1.33 \pm 0.42$ $y = -0.30 \pm 0.24$ $z_1 = 1.21 \pm 0.68$ $z_2 = -0.41 \pm 0.37$	$\ln \mathcal{L} = -1898.19$ $x = 0.75 \pm 0.13$ $y = -0.13 \pm 0.12$ $z_1 = 0.65 \pm 0.43$ $z_2 = 0.07 \pm 0.21$

图 3 $J/\psi \rightarrow \omega f_2(1270)$ 角分布拟合

$\cos \theta_m$ 和 φ_m 为在三个角度上的投影分布曲线, θ_m 为 $f_2(1270)$ 质心系中 π^+ 飞出的极角, 受接收度的影响很小, 常常用它的角分布拟合显示共振态的自旋宇称。拟合后的最大似然函数值及螺旋度振幅比见表 4。通过比较似然函数值, $f_2(1270)$ 的 J^{PC} 为 2^{++} , 对 0^{++} 的排斥置信度为 99%, 对 4^{++} 的排斥置信度为 97%。

表 4 $J/\psi \rightarrow \omega f_2(1270)$ 角分布数据拟合结果

0^{++}	2^{++}	4^{++}
$\ln \mathcal{L} = -2877.57$	$\ln \mathcal{L} = -2868.00$	$\ln \mathcal{L} = -2873.54$
$z_1 = 1.42 \pm 0.41$	$x = 0.99 \pm 0.29$ $y = -0.24 \pm 0.17$ $z_1 = 0.90 \pm 0.57$ $z_2 = 0.56 \pm 0.22$	$x = 1.26 \pm 0.36$ $y = 0.01 \pm 0.28$ $z_1 = 1.68 \pm 0.62$ $z_2 = 0.64 \pm 0.30$

五、讨 论

本文在分析 $J/\psi \rightarrow 2(\pi^+\pi^-)\pi^0$ 的终态事例样本中,观察到 $J/\psi \rightarrow \omega f_2(1270)$ 过程中的共振态 $f_2(1270)$, 还通过 $J/\psi \rightarrow \rho a_2(1320)$ 看到 $a_2(1320)$ 和通过 $J/\psi \rightarrow b_1^+\pi^-$ 观察到 $b_1(1235)$ 这些共振态。

在 $J/\psi \rightarrow \omega f_2(1270)$ 强子衰变道中, 在本文给出的 $m_{\pi^+\pi^-}$ 不变质量谱的低能端 500MeV 处也出现突起。这既不符合 BW 质量分布形状, 在它的覆盖质量范围 (0.4—0.7GeV) 内, 角分布也不是一个标量共振态显示出的均匀分布^[9], 有人利用瞬发夸克对的产生振幅^[12]定量描述了低能端突起的形状, 但是, 其产生机制还有待进一步研究。

在角分布拟合中, 采用了切割条件将来自 $J/\psi \rightarrow b_1^+\pi^-$ 的影响进行了部分消除。如果在拟合中考虑 $J/\psi \rightarrow b_1^+\pi^-$ 和 $J/\psi \rightarrow \omega f_2(1270)$ 的干涉项贡献, 将会弥补小角度上的信息因强行切割带来的丢失。

本文给出的螺旋度振幅比 x 和 y 的数值与通过辐射衰变道给出的 x 和 y 数值相近, x 均 ~ 1 , y 均 ~ 0 。理论上在假定 $f_2(1270)$ 为一个纯 $(q\bar{q})$ 态的情况下, $x = 0.76$, $y = 0.54$ ^[13]。理论工作者试图用以矢量为主的模型再进行计算并对以上的差别给以解释。

在 $m_{\pi^+\pi^-}$ 不变质量谱的 1GeV 附近, 也观察到一个小突起, DM2 认为是 $f_0(975)$, 随着 J/ψ 事例在北京谱仪上的继续累积, 统计性的改善, 对 $J/\psi \rightarrow \omega f_0(975)$ 的分析工作也会提供有用的信息。

参 考 文 献

- [1] R. Brandelik et al., *Phys. Lett.*, **B74**(1978), 292.
- [2] G. Alexander et al., *Phys. Lett.*, **B72**(1978), 493.
- [3] M. E. B. Franklin, *SLAC Report*, 254(1982).
- [4] R. M. Baltrusaitis et al., *Phys. Rev.*, **D35**(1987), 2077.
- [5] J.-E. Augustin et al., *Z. Phys.*, **C36**(1987), 369.
- [6] C. Edwards et al., *Phys. Rev.*, **D25**(1982), 3065.
- [7] U. Mallik, Talk give at the SLAC Summer Institute on particle physics, Stanford 1986, SLAC-pub-4238(1987).
- [8] J.-E. Augustin et al., *Proc. of the 21th Rencontre de Moriond, Les Arcs*, 9—16 March 1986, p421.
- [9] 郁宏、沈齐兴, *高能物理与核物理*, **14**(1990), 504.
- [10] 丁慧良等, *高能物理与核物理*, **16**(1992), 769.
- [11] 李惕碚著, 《实验的数学处理》。
- [12] H. G. Dosch and D. Gromes, *Phys. Rev.*, **D33**(1986), 1378.
- [13] M. Krammer, *Phys. Letters*, **74B**(1978), 361.

Experimental Study of Resonance $f_2(1270)$ in the J/ψ Hadronic Decay

BES COLLABORATION

Bai Jingzhi, Bian Qiang, Chen Lejun, Chen Shaomin, Chen Shenjian, Chen shennan, Chen Yaqing, Chen Zhaoqing, Cui Huachuan, Cui Xiangzong, Deng Shusen, Deng Yiwei, Ding Huiliang, Dong Baozhong, Dong Xuesheng, Du Zhizhen, Fang Cheng, Feng Zhong, Fu Zhengshan, Gao Cuishan, Gao Shuqi, Gao Wenxiu, Gao Yuanning, Gu Weixin, Guan Yingzhong, Guo Hongfei, Guo Yanan, Guo Yuyi, Han Shiwen, Han Ying, Hao Wei, He Ju, He Keren, Hu Guiyun, Hu Tao, Huang Deqiang, Huang Yinzhi, Jia Qiuping, Jiang Chunhua, Lai Yuanfen, Lang Pengfei, Li Dashi, Li Fang, Li Jia, Li Jiahua, Li Jiantang, Li Jin, Li Lili, Li Peiqin, Li Qiming, Li Rubai, Li Weiguo, Lin Shuzi, Lin Wei, Liu Qi, Liu Rongguang, Liu Wei, Liu Xuan, Liu Ye, Lu Changguo, Lu Weida, Lu Zuyin, Lü Junguang, Ma Donghong, Ma Encheng, Ma Jimao, Mao Huishun, Mao Zepu, Meng Xiangcheng, Ni Huiling Pan lingjun, Qi Nading, Qu Yunhe, Que Youkun, Rong Gang, Shao Yuying, Shen Benwei, Shen Jing, Sheng Junpeng, Shi Huanzhang, Song Xiaofei, Sun Hansheng, Tang Suqiu, Tian Weihua, Wang Linzhou, Wang Lingshu, Wang Man, Wang Ping, Wang Shaomin, Wang Shuqin, Wang Taijie, Wang Yunyong, Wang Zhongji, Wei Chenglin, Wu Jianwu, Wu Weimin, Wu Xidong, Wu Zhendong, Xi Deming, Xia Xiaomi, Xiao Jian, Xie Peipei, Xu Jianguo, Xu Rongsheng, Xu Zhijing, Xuan Baici, Xue Shengtian, Yan Jie, Yan Wuguang, Yang Changyou, Yang Chengzhang, Yang Chunmin, Yang Xirong, Yao Hongbin, Ye Minghan, Yu Chuansong, Yu Zhongqiang, Zhang Bingyun, Zhang Caidi, Zhang Changchun, Zhang Chunyan, Zhang Dahua, Zhang Ge, Zhang Huiling, Zhang Jiawen, Zhang Liangsheng, Zhang Shaoqiang, Zhang Yingping, Zhang Yu, Zhao Dixin, Zhao Meng, Zhao Pingde, Zhao Weiren, Zhao Zhengguo, Zheng Jianping, Zheng Linsheng, Zheng Min, Zheng Wensheng, Zheng Zhipeng, Zhou Guangpu, Zhou Huashi, Zhou Jie, Zhou Li, Zhou Yongshen, Zhou Yuehua, Zhu Guosheng, Zhu Qiming, Zhu Shangen, Zhu Yongsheng, Zhu Yucan, Zhuang Baoan

(Institute of High Energy Physics, Academia Sinica, Beijing 100039)

ABSTRACT

Based on the 2.5 million J/ψ 's collected by the BES at BEPC, through the hadronic

decay $J/\psi \rightarrow \omega f_2(1270)$, $f_2(1270) \rightarrow \pi^+\pi^-$, $\omega \rightarrow \pi^+\pi^-\pi^0$, the properties of the resonance $f_2(1270)$ are studied: its mass, width, and branching ratio. the angular distribution is fitted with maximum likelihood method, determining its $J^{PC} = 2^{++}$ and giving in the first time the helicity amplitude ratios of this process as:

$$x = 0.99 \pm 0.29, y = -0.24 \pm 0.17.$$

$$z_1 = 0.90 \pm 0.57, z_2 = 0.56 \pm 0.22.$$