第21卷 第2期 高能物理与核物理 Vol.21, No.2
1997年2月 HIGH ENERGY PHYSICS AND NUCLEAR PHYSICS Feb., 1997

强子衰变过程 $J/\psi \to \omega\pi^+\pi^-$ 中的多道耦合*

郁 宏 沈齐兴

(中国科学院高能物理研究所 北京 100039)

1996-02-27 收稿

摘 要

讨论了强子衰变过程 $J/\psi \to \omega\pi^+\pi^-$ 包含的三个不同中间过程 $J/\psi \to \omega f_2(1270)$, $f_2 \to \pi^+\pi^-$ 和 $J/\psi \to b_1^{\pm}(1235)\pi^{\mp}$, $b_1^{\pm} \to \omega\pi^{\pm}$ 的耦合问题. 这种耦合效应的考虑对于精确测定共振态 f_2 和 $b_1^{\pm}$ 的参数以及这些反应道的螺旋度振幅比是十分重要的.

关键词 多道耦合, 螺旋度, 强子衰变过程.

1 引 言

强子衰变过程 $J/\psi \to \omega\pi^+\pi^-$ 在 5π 介子末态中被观测到. 它的分支比为 $Br(J/\psi \to \omega\pi^+\pi^-) = (7.2\pm1.0)\times10^{-3}$[1]. $\omega\pi^+\pi^-$ 道除了包含 $J/\psi \to \omega f_2(1270)$, $f_2 \to \pi^+\pi^-$ 反应的贡献之外, 还包含来自反应 $J/\psi \to b_1^{\pm}(1235)\pi^{\mp}$, $b_1^{\pm} \to \omega\pi^{\pm}$ 的贡献. 它们各自的分支比为:

$$\begin{aligned} &Br(J/\psi \to \omega f_2(1270)) = (4.3\pm0.6)\times10^{-3}, \\ &Br(J/\psi \to b_1^{\pm}(1235)\pi^{\mp}) = (3.0\pm0.5)\times10^{-3}; \end{aligned} \tag{1}$$

而 f_2 衰变为 $\pi^+\pi^-$ 的分支比大约为 57%, $b_1^{\pm}$ 的主要衰变道是 $\omega\pi^{\pm}$[1].

$\omega\pi^+\pi^-$ 道还可以经由 $J/\psi \to \omega f_0(980)$, $f_0 \to \pi^+\pi^-$. 这个反应道已被 DM2 组观测到[2], 但 MarkII 组和 MarkIII 组未观测到[3]. BES 组的测量支持 DM2 组的结果[4], 其分支比为 $Br(J/\psi \to \omega f_0(975)) = (1.4\pm0.5)\times10^{-4}$, $Br(f_0(975) \to \pi^+\pi^-) \approx 50\%$. 由于此过程的分支比较小, 在讨论 ωf_2 以及 $b_1^{\pm}\pi^{\mp}$ 衰变道时可以忽略 $\omega f_0(980)$ 衰变道的影响. 但是, 这个衰变道对于判定 $f_0(980)$ 的性质是很重要的, 因而对 $f_0(980)$ 的专门讨论则必须考虑上述三个衰变道的影响.

从 $\omega\pi^+\pi^-$ 衰变道挑选 $\omega f_2(1270)$ 必须考虑 $b_1^{\pm}\pi^{\mp}$ 衰变道的影响, 反之亦然. 在 Dalitz

* 国家自然科学基金资助.

图上反映为这三个反应道的事例点有两个重迭区域. 如果作角分布拟合或者矩分析, 就会出现耦合项, 产生多道耦合效应. 考虑到对称性, 我们将针对一个重迭区域, 考虑 $J/\psi\rightarrow\omega f_2$, $f_2\rightarrow\pi^+\pi^-$ 和 $J/\psi\rightarrow b_1^-\pi^+$, $b_1^-\rightarrow\omega\pi^-$ 二者之间的耦合. 文献[5]对过程 $J/\psi\rightarrow\omega f_2(1270)$, $f_2\rightarrow\pi^+\pi^-$ 的研究, 第一次给出了其螺旋度振幅比 x, y, z_1, z_2 的测量值, 对于研究反应的动力学机制是重要的. 但要提高测量精度, 上述多道耦合效应是不能忽略的. 由于在 1.0—2.5GeV 能量区域有大量强子共振态, 因而这类耦合问题有一定的普遍性, 值得重视并加以仔细研究和分析.

2 不考虑耦合时, 反应道 $e^+e^-\rightarrow J/\psi\rightarrow\omega f_2$, $f_2\rightarrow\pi^+\pi^-$ 和 $e^+e^-\rightarrow J/\psi\rightarrow b_1^-\pi^+$, $b_1^-\rightarrow\omega\pi^-$ 的角分布螺旋度形式

我们已经讨论了反应道

$$e^+e^-\rightarrow J/\psi\rightarrow\omega f_2,\ f_2\rightarrow\pi^+\pi^- \tag{2}$$

的角分布螺旋度形式[6], 考虑到宇称守恒和时间反演不变性, 结果如下:

$$\begin{aligned}W_2(\theta_f,\theta_1^*,\varphi_1^*)\propto&(1+\cos^2\theta_f)\Big[(3\cos^2\theta_1^*-1)^2+\frac{3}{2}y^2\sin^4\theta_1^*+\frac{3}{2}z_2^2\sin^2 2\theta_1^*\Big]\\&-\sin2\theta_f\Big[\sqrt{3}x(3\cos^2\theta_1^*-1)-\frac{3}{\sqrt{2}}xy\sin^2\theta_1^*\\&-\sqrt{3}z_1z_2(3\cos^2\theta_1^*-1)\Big]\sin2\theta_1^*\cos\varphi_1^*\\&+\sin^2\theta_f\Big\{\Big[\sqrt{6}y\sin^2\theta_1^*(3\cos^2\theta_1^*-1)-\frac{3}{2}z_2^2\sin^2 2\theta_1^*\Big]\cos2\varphi_1^*\\&+3x^2\sin^2 2\theta_1^*+z_1^2(3\cos^2\theta_1^*-1)^2\Big\}.\end{aligned} \tag{3}$$

其中 θ_f 是 J/ψ 静止系 K 中 $f_2(1270)$ 介子动量 $\boldsymbol{p}_f$ 和 e^+ 动量 $\boldsymbol{p}_+$ 之间的夹角; 取 $\boldsymbol{p}_f$ 方向为 z_1 轴, e^+e^- 束流在 x_1-z_1 平面内, y_1 轴为 $(\boldsymbol{p}_+\times\boldsymbol{p}_f)$ 方向; $(\boldsymbol{x}_1, \boldsymbol{y}_1, \boldsymbol{z}_1)\equiv K_1$ 系. $(\theta_1^*, \varphi_1^*)$ 描写 f_2 质心系 K_1^* 中 π^+ 介子的动量方向. 其中 x, y, z_1, z_2 为过程的四个独立的螺旋度振幅比:

$$x=\frac{A_{1,1}}{A_{0,1}},\ y=\frac{A_{2,1}}{A_{0,1}},\ z_1=\frac{A_{0,0}}{A_{0,1}},\ z_2=\frac{A_{1,0}}{A_{0,1}}. \tag{4}$$

其中 $A_{\lambda_f,\lambda_\omega}$ 为该过程的螺旋度振幅, λ_f 和 λ_ω 是 f_2 介子和 ω 介子的螺旋度.

考虑反应

$$e^+e^-\rightarrow J/\psi\rightarrow b_1^-\pi^+,\ b_1^-\rightarrow\omega\pi^-, \tag{5}$$

它的角分布公式为:

$$\begin{aligned}W_1(\theta_b,\varphi_b,\theta_2^*,\varphi_2^*)\propto&\sum_{\lambda_J,\lambda_b,\lambda_b',\lambda_\omega}\delta_{\lambda_J,\pm1}B_{\lambda_b,0}B^*_{\lambda_b',0}D^{1*}_{\lambda_J,\lambda_b}(\varphi_b,\theta_b,-\varphi_b)D^1_{\lambda_J,\lambda_b'}(\varphi_b,\theta_b,-\varphi_b)\\&\times D^{1*}_{\lambda_b,\lambda_\omega}(\varphi_2^*,\theta_2^*,-\varphi_2^*)D^1_{\lambda_b',\lambda_\omega}(\varphi_2^*,\theta_2^*,-\varphi_2^*)|C_{\lambda_\omega,0}|^2\\\propto&\,2(1+\cos^2\theta_b)[(1+\cos^2\theta_2^*)+\xi^2\sin^2\theta_2^*]\end{aligned}$$

$$+2\sin^2\theta_b\,[2\eta^2(\sin^2\theta_2^*+\xi^2\cos^2\theta_2^*)+(1-\xi^2)\sin^2\theta_2^*\cos 2(\varphi_b-\varphi_2^*)]$$
$$-2\sin 2\theta_b\cdot\eta(1-\xi^2)\sin 2\theta_2^*\cos(\varphi_b-\varphi_2^*). \tag{6}$$

其中 (θ_b, φ_b) 是 J /ψ 静止系 K 中 b_1^- 介子动量 $\boldsymbol{p}_b$ 的方位；取 $\boldsymbol{p}_b$ 方向为 z_2 轴，e^+e^- 束流在 x_2-z_2 平面内，y_2 轴为$(\boldsymbol{p}_+\times\boldsymbol{p}_b)$方向，$(\boldsymbol{x}_2,\boldsymbol{y}_2,\boldsymbol{z}_2)$为 K_2 系．(θ_2^*,φ_2^*)描写 b_1^- 质心系 K_2^* 中 ω 介子的动量方向．考虑到宇称守恒和时间反演不变性，过程 J /$\psi\to b_1^-\pi^+$ 和 $b_1^-\to\omega\pi^-$ 各有一个螺旋度振幅比，它们是

$$\eta=\frac{B_{0,0}}{B_{1,0}}\;,\;\xi=\frac{C_{0,0}}{C_{1,0}}\;. \tag{7}$$

其中 $B_{\lambda_b,0}$ 和 $C_{\lambda_\omega,0}$ 为上述二个过程的螺旋度振幅，λ_b 和 λ_ω 分别是 b_1^- 介子和 ω 介子的螺旋度．这里要注意的是 $\boldsymbol{x}_1-\boldsymbol{z}_1$ 平面和 $\boldsymbol{x}_2-\boldsymbol{z}_2$ 平面并非是一个平面，$(\theta_f, \theta_1^*, \varphi_1^*)$ 和$(\theta_b, \varphi_b, \theta_2^*, \varphi_2^*)$也并不独立．

3　双道耦合

过程

$$e^+e^-\to J/\psi\to\begin{cases}\omega f_2\\ b_1^-\pi\end{cases}\to\omega\pi^+\pi^- \tag{8}$$

的 S矩阵元为：

$$\langle\omega\pi^+\pi^-|S-1|e^+e^-\rangle\propto\sum_{\lambda_j,\lambda_f\lambda_b}\{\langle\pi^+\pi^-|T_3|(f_2)_{\lambda_f}\rangle\langle\omega(f_2)_{\lambda_f}|T_2|\psi_{\lambda_j}\rangle\delta(f_2)$$
$$+\langle\omega\pi^-|T_3|(b_1^-)_{\lambda_b}\rangle\langle(b_1^-)_{\lambda_b}\pi^+|T_2|\psi_{\lambda_j}\rangle\delta(b_1^-)\}$$
$$\cdot\langle\psi_{\lambda_j}|T_1|e^+e^-\rangle, \tag{9}$$

其中

$$\begin{aligned}
&\langle\pi^+\pi^-|T_3|(f_2)_{\lambda_f}\rangle=\left(\frac{2}{15}\right)^{\frac{1}{2}}4g_f|\boldsymbol{p}_\pi^*|^2 D^{2\,*}_{\lambda_f,0}(\varphi_1^*, \theta_1^*, 0),\\
&\langle(\omega)_{\lambda_\omega}\pi^-|T_3|(b_1^-)_{\lambda_b}\rangle=C_{\lambda_\omega,0}D^{1\,*}_{\lambda_b,\lambda_\omega}(\varphi_2^*, \theta_2^*,-\varphi_2^*),\\
&\langle(\omega)_{\lambda_\omega}(f_2)_{\lambda_f}|T_2|\psi_{\lambda_j}\rangle=A_{\lambda_f,\lambda_\omega}D^{1\,*}_{\lambda_j,\lambda_f-\lambda_\omega}(0, \theta_f, 0),\\
&\langle(b_1^-)_{\lambda_b}\pi^+|T_2|\psi_{\lambda_j}\rangle=B_{\lambda_b,0}D^{1\,*}_{\lambda_j,\lambda_b}(\varphi_b, \theta_b-\varphi_b),\\
&\delta(f_2)=\frac{e^{i\chi_f}}{m^2-m_f^2+im_f\Gamma_f},\\
&\delta(b_1)=\frac{e^{i\chi_b}}{m^2-m_b^2+im_b\Gamma_b}.
\end{aligned} \tag{10}$$

$|\boldsymbol{p}_\pi^*|$ 为 f_2 静止系中末态 π 介子的动量值，

$$|\boldsymbol{p}_\pi^*|=\sqrt{\left(\frac{m_f}{2}\right)^2-m_\pi^2}. \tag{11}$$

其中 g_f 为 f_2 介子和末态$(\pi^+\pi^-)$的耦合常数．由于 $\theta_b, \varphi_b, \theta_2^*, \varphi_2^*$ 和 $\theta_f, \theta_1^*, \varphi_1^*$ 并不独立，而在

写出投影角分布以及作矩分析时必须求出这些变量之间的关系.

取实验室系(J/ψ 静止系) $K\equiv(e_1, e_2, e_3)$，其中 e_3 为 e^+ 束流方向. 显然，坐标系 $K_1\equiv(x_1, y_1, z_1)=R(e_2, \theta_f)K$，并且 $y_1 \,/\!/\, e_2$. 设 e_3' 为 ω 介子运动方向，$K_1'\equiv(e_1', e_2', e_3')\equiv R(y_1, \pi)K_1$，$e_2' \,/\!/\, y_1$. 在 K_1 系中 π^+ 介子的方位为 (θ_1, φ_1). 定义 $K'\equiv(x', y', z')$，$K_2\equiv(x_2, y_2, z_2)$. z' 为 e^+ 束方向，z_2 为 b_1^- 的运动方向. 它们可由以下操作得到:

$$\begin{aligned} K' &\equiv R(e_3, \varphi_b)K, \\ K_2 &\equiv R(y', \theta_b)K'. \end{aligned} \tag{12}$$

以上 R 为转动算符. 如 $R(y', \theta_b)$ 为绕 y' 轴转动 θ_b 角. 所以 $e_3 \,/\!/\, z'$ 为 e^+ 束方向，$x'-z'$ 平面和 x_2-z_2 平面共面. 在 K_2 系中 ω 介子的方位为 (θ_2, φ_2)，所以有

$$K_1'=R(\varphi_2, \theta_2, \gamma_2)K_2. \tag{13}$$

可以通过以下操作构造 K_1'' 系

$$K_1''=R(\varphi_1, \theta_1, \gamma_1)K_1\equiv(e_1'', e_2'', e_3''). \tag{14}$$

其中 e_3'' 为 π^+ 介子的运动方向，而且通过对 γ_1 的选取可以让 e^+ 束在 $e_1''-e_3''$ 平面内. 这样 K_2 坐标系和 K_1'' 坐标系有如下关系:

$$K_2\equiv R(e_2'', \pi)K_1''. \tag{15}$$

由方程(12)、(13)、(14)和(15)可以求得以下关系:

$$\begin{aligned} &\cos\theta_b=\sin\theta_f\cos\varphi_1\sin\theta_1-\cos\theta_f\cos\theta_1, \\ &\sin\theta_b=+\sqrt{1-\cos^2\theta_b}, \\ &\sin\gamma_1=\sin\theta_f\sin\varphi_1/\sin\theta_b, \\ &\cos\gamma_1=-\frac{\sin\theta_f\cos\theta_1\cos\varphi_1+\cos\theta_f\sin\theta_1}{\sin\theta_b}, \\ &\sin\varphi_b=-\sin\theta_1\sin\varphi_1/\sin\theta_b, \\ &\cos\varphi_b=-(\sin\theta_f\cos\theta_1+\cos\theta_f\sin\theta_1\cos\varphi_1)/\sin\theta_b \end{aligned} \tag{16}$$

和

$$\begin{aligned} &\theta_2=\theta_1, \\ &\cos\gamma_2=-\cos\varphi_1,\ \sin\gamma_2=-\sin\varphi_1, \\ &\cos\varphi_2=-\cos\gamma_1,\ \sin\varphi_2=-\sin\gamma_1. \end{aligned} \tag{17}$$

以上公式中，欧拉角 θ_1, θ_2, θ_f, θ_b 的取值从 $0\to\pi$，而其它欧拉角的取值均为 $0\to2\pi$. 公式(10)中的 θ_1^*, φ_1^*, θ_2^*, φ_2^* 和 θ_1, φ_1, θ_2, φ_2 的关系为:

$$\begin{aligned} &\cos\theta_1^*=\gamma_f(|\boldsymbol{p}_\pi|\cos\theta_1-\beta_f E_\pi)/|\boldsymbol{p}_\pi^*|, \\ &\sin\theta_1^*=|\boldsymbol{p}_\pi|\sin\theta_1/|\boldsymbol{p}_\pi^*|, \\ &\varphi_1^*=\varphi_1 \\ &\cos\theta_2^*=\gamma_b(|\boldsymbol{p}_\omega|\cos\theta_2-\beta_b E_\omega)/|\boldsymbol{p}_\omega^*|, \\ &\sin\theta_2^*=|\boldsymbol{p}_\omega|\sin\theta_2/|\boldsymbol{p}_\omega^*|, \\ &\varphi_2^*=\varphi_2, \end{aligned} \tag{18}$$

其中

$$
\begin{aligned}
&\beta_f=\frac{|\boldsymbol{p}_f|}{E_f}\ ,\ \gamma_f=\frac{E_f}{m_f}\ ,\\
&|\boldsymbol{p}_f|=[m_J^2-(m_f+m_\omega)^2]^{1/2}[m_J^2-(m_f-m_\omega)^2]^{1/2}/2m_J=|\boldsymbol{p}_\omega|,\\
&E_f=(m_J^2+m_f^2-m_\omega^2)/2m_J,\ E_\omega=(m_J^2+m_\omega^2-m_f^2)/2m_J;\\
&\beta_b=\frac{|\boldsymbol{p}_b|}{E_b}\ ,\ \gamma_b=\frac{E_b}{m_b}\ ,\\
&|\boldsymbol{p}_b|=[m_J^2-(m_b+m_\pi)^2]^{1/2}[m_J^2-(m_b-m_\pi)^2]^{1/2}/2m_J=|\boldsymbol{p}_\pi|,\\
&E_b=(m_J^2+m_b^2-m_\pi^2)/2m_J,\ E_\pi=(m_J^2+m_\pi^2-m_b^2)/2m_J.
\end{aligned}
\tag{19}
$$

而 $|\boldsymbol{p}_\pi|$ 和 E_π 为 J/ψ 静止系中 π^+ 的动量绝对值和能量，$|\boldsymbol{p}_\omega|$ 和 E_ω 为 J/ψ 静止系中 ω 介子的动量绝对值和能量. $|\boldsymbol{p}_\omega^*|$ 为 b_1 静止系中末态 ω 介子的动量值

$$
|\boldsymbol{p}_\omega^*|=[m_b^2-(m_\omega+m_\pi)^2]^{1/2}[m_b^2-(m_\omega-m_\pi)^2]^{1/2}/2m_b. \tag{20}
$$

由公式(9)和(10)可以求得过程(8)的角分布螺旋度形式. 下面为考虑双道耦合后的公式:

$$
\begin{aligned}
W(\theta_f,\theta_b,\varphi_b,\theta_1^*,\varphi_1^*,\theta_2^*,\varphi_2^*)\propto &\sum_{\substack{\lambda_J,\lambda_f,\lambda_b\\ \lambda_f',\lambda_b',\lambda_\omega}}\delta_{\lambda_J,\pm1}\Bigg\{\frac{5}{4\pi}\cdot\alpha\cdot A_{\lambda_f,\lambda_\omega}A^*_{\lambda_f',\lambda_\omega}\\
&D^{1*}_{\lambda_J,\lambda_f-\lambda_\omega}(0,\theta_f,0)\cdot D^1_{\lambda_J,\lambda_f'-\lambda_\omega}(0,\theta_f,0)\cdot D^{2*}_{\lambda_f,0}(\varphi_1^*,\theta_1^*,0)\cdot D^2_{\lambda_f',0}(\varphi_1^*,\theta_1^*,0)\\
&+\frac{3}{4\pi}\cdot\beta(B_{\lambda_b,0}C_{\lambda_\omega,0})(B_{\lambda_b',0}C_{\lambda_\omega,0})^*D^{1*}_{\lambda_J,\lambda_b}(\varphi_b,\theta_b-\varphi_b)D^1_{\lambda_J,\lambda_b'}(\varphi_b,\theta_b,-\varphi_b)\\
&\cdot D^{1*}_{\lambda_b,\lambda_\omega}(\varphi_2^*,\theta_2^*,-\varphi_2^*)D^1_{\lambda_b',\lambda_\omega}(\varphi_2^*,\theta_2^*,-\varphi_2^*)\\
&+\frac{\sqrt{15}}{2\pi}\mathrm{Re}[\gamma\cdot A_{\lambda_f,\lambda_\omega}(B_{\lambda_b,0}C_{\lambda_\omega,0})^*D^{1*}_{\lambda_J,\lambda_f-\lambda_\omega}(0,\theta_f,0)D^1_{\lambda_J,\lambda_b}(\varphi_b,\theta_b,-\varphi_b)\\
&\cdot D^{2*}_{\lambda_f,0}(\varphi_1^*,\theta_1^*,0)D^1_{\lambda_b,\lambda_\omega}(\varphi_2^*,\theta_2^*,-\varphi_2^*)]\Bigg\}\\
=\frac{5}{4\pi}\cdot\alpha\cdot W_2(\theta_f,\theta_1^*,\varphi_1^*)&+\frac{3}{4\pi}\cdot\beta\cdot W_1(\theta_b,\varphi_b,\theta_2^*,\varphi_2^*)\\
&+\frac{\sqrt{15}}{2\pi}\cdot\mathrm{Re}(\gamma)\cdot W_{D.C}(\theta_f,\theta_b,\varphi_b,\theta_1^*,\varphi_1^*,\theta_2^*,\varphi_2^*).
\end{aligned}
\tag{21}
$$

其中

$$
\begin{aligned}
&\alpha=\frac{32}{15}|\boldsymbol{p}_\pi^*|^4\cdot g_f^2\cdot|\delta(f_2)|^2,\\
&\beta=|\delta(b_1)|^2,\\
&\gamma=4\cdot\left(\frac{2}{15}\right)^{\frac{1}{2}}\cdot|\boldsymbol{p}_\pi^*|^2\cdot g_f[\delta(f_2)\delta^*(b_1)],
\end{aligned}
\tag{22}
$$

$W_2(\theta_f,\theta_1^*,\varphi_1^*)$ 和 $W_1(\theta_b,\varphi_b,\theta_2^*,\varphi_2^*)$ 的表达式由公式(3)和(6)给出. 而双道耦合部分为:

$$
\begin{aligned}
W_{D.C}(\theta_f,\theta_b,\varphi_b,\theta_1^*,\varphi_1^*,\theta_2^*,\varphi_2^*)\propto&\sum_{\lambda_J,\lambda_f,\lambda_b,\lambda_\omega}\delta_{\lambda_J,\pm1}A_{\lambda_f,\lambda_\omega}(B_{\lambda_b,0}C_{\lambda_\omega,0})\\
&\times d^1_{\lambda_J,\lambda_f-\lambda_\omega}(\theta_f)d^2_{\lambda_f,0}(\theta_1^*)d^1_{\lambda_J,\lambda_b}(\theta_b)d^1_{\lambda_b,\lambda_\omega}(\theta_2^*)\\
&\times\cos[\lambda_f\varphi_1^*-(\lambda_J-\lambda_b)\varphi_b-(\lambda_b-\lambda_\omega)\varphi_2^*].
\end{aligned}
\tag{23}
$$

以上已考虑了宇称守恒和时间反演不变性. 每组螺旋度振幅 $A_{\lambda_f,\lambda_\omega}$ 和($B_{\lambda_b,0}$ $C_{\lambda_\omega,0}$)相对为实[7], 它们各自的位相因子均已归入 $\delta(f_2)$ 和 $\delta(b_1)$ 之中. 于是公式(21)中的独立变量包含9个独立的螺旋度振幅 $A_{2,1}$, $A_{1,1}$, $A_{0,1}$, $A_{1,0}$, $A_{0,0}$, $B_{1,0}$, $B_{0,0}$, $C_{1,0}$ 和 $C_{0,0}$ 以及一个位相差($\chi_f-\chi_b$).

利用公式(16)—(18)给出的角度之间的关系, 如选取独立变量为(θ_f, θ_1^*, φ_1^*), 则可以求出投影角分布 $W(\theta_f)$, $W(\theta_1^*)$, $W(\varphi_1^*)$; 也可以进行矩分析.

4 讨 论

把 $J/\psi\to\omega\pi^+\pi^-$ 作为一个例子, 我们讨论了多道耦合问题. BES 组可以在原先工作的基础上进一步作分析, 以得到更为精细的测量结果.

对于我们感兴趣的胶球候选者 $\iota/\eta(1440)$, 由于在下列三级二体衰变过程(24)中发现了多态结构[8], 因而引起了关注:

$$e^+e^-\to J/\psi\to\gamma+X,\ X\to K^*\bar{K},\ K^*\to K\pi;$$

或

$$e^+e^-\to J/\psi\to\gamma+X,\ X\to a_0\pi,\ a_0\to K\bar{K}. \tag{24}$$

为了精确测定这个多态结构, 除非直接考虑三体衰变[9], 否则必须考虑多道耦合. 若仅观测 $K^+K^-\pi^0$ 末态, 则存在 $K^{*\pm}K^{\mp}$, $K^{*\pm}\to K^{\pm}\pi^0$ 和 $a_0\pi^0$, $a_0\to K^+K^-$ 三道耦合. 由于 X 为 J/ψ 辐射衰变产物, 而且为多个共振态. 所以这类多态结构中的多道耦合问题要更为复杂. 将另作研究.

参 考 文 献

[1] Rev. of Particle Properties, *Phys. Rev.*, **D50**(1994)1177.

[2] J. E. Augustin *et al.*, *Nucl. phys.*, **B320**(1989)1; L. William *et al.*, Proceedings of hadron 89, P.109.

[3] G Gidal *et al.*, *Phys. Lett.*, **107B**(1981)153; A. Falvard *et al.*, *Phys. Rev.*, **D38**(1988)2706.

[4] 白景芝等, 高能物理与核物理, **17**(1993)97.

[5] 白景芝等, 高能物理与核物理, **19**(1995)289.

[6] 郁宏、沈齐兴, 高能物理与核物理, **14**(1990)504.

[7] P.K.Kabir, A.J.G.Hey, *Phys. Rev.*, **D13**(1976)3161.

[8] J.E.Augustin *et al.*, *Phys. Rev.*, **D46**(1992)1951; Z.Bai *et al.*, *Phys. Rev. Lett.*, **65**(1990)2057; A.M.Ma, Ph. D Thesis, BES, 1995.

[9] 张霖、郁宏、沈齐兴, 高能物理与核物理, **19**(1995)800.

Multi-channel Coupling in the Hadronic Decay Process J $/\psi \to \omega\pi^+\pi^-$

Yu Hong　Shen Qixing

(*Institute of High Energy Physics, The Chinese Academy of Sciences, Beijing* 100039)

Received 27 February 1996

Abstract

The coupling problem of the three different intermediate processes J $/\psi \to \omega f_2(1270)$, $f_2 \to \pi^+\pi^-$ and J $/\psi \to b_1^{\pm}(1235)\pi^{\mp}$, $b_1^{\pm} \to \omega\pi^{\pm}$ included in the hadronic decay process J $/\psi \to \omega\pi^+\pi^-$ is discussed. The consideration of the coupling effect is very important for measuring the parameters of the resonances f_2 and $b_1^{\pm}$ and the helicity amplitude ratios of these reactions precisely.

Key words　multi-channel coupling, helicity, hadronic decay process.