第24卷 第10期 高能物理与核物理 Vol.24, No.10
2000年10月 HIGH ENERGY PHYSICS AND NUCLEAR PHYSICS Oct., 2000

在BEPC/BES上寻找同位旋标量1^{-+}奇特态*

沈齐兴[1,2] 郁 宏[1,2] 李德民[1]
1(中国科学院高能物理研究所 北京 100039)
2(中国科学院理论物理研究所 北京 100080)

摘要 在单态和多态耦合两种情况下,讨论了在BEPC/BES(北京正负电子对撞机/北京谱仪)上,通过J/ψ衰变过程$J/\psi \to V+X, X \to a_2+\pi$寻找同位旋标量$1^{-+}$奇特态的可能性. 结果表明,对于J/ψ的辐射衰变过程和强子衰变过程,这种可能性都是存在的.

关键词 J/ψ衰变 奇特态 矩分析

1 引言

QCD理论是目前最有希望的描述强相互作用的理论,QCD理论预言了非$q\bar{q}$介子态(胶球,混杂态等)的存在. 近二十年来,MarkⅢ,BES和Crystal Barrel等实验组,在J/ψ辐射衰变过程和$p\bar{p}$湮没的实验中,已发现和证实了一批胶球候选态,其中ξ(2230)[1], $f_0(1500)$[2]和$f_J(1710)$[3]分别是最有希望的2^{++}和0^{++}胶球候选态.

由于普通胶球和混杂态(指其自旋-宇称J^{PC}对于$q\bar{q}$介子态也是可能的那些非$q\bar{q}$介子态)的确认十分困难,因此,近几年来奇特态(具有$q\bar{q}$介子不可能具有的J^{PC}量子数的非$q\bar{q}$介子态),特别是1^{-+}奇特混杂态的寻找和确认成为粒子物理实验和理论研究的热点之一.

实验上,GAMS[4],KEK[5]和BNL-E852[6]等实验组,都在对反应$\pi^- p \to \pi\eta N$的分波分析中,发现在1.4GeV附近的能区内,除了D波态(即2^{++}的$a_2(1320)$)外,还存在一个P波态(即1^{-+}的$\hat{\rho}^0$),并且认为它很可能是一个1^{-+}奇特混杂态. 此外,VES[7]和BNLE852[8]实验组在对反应$\pi^- p \to \pi\pi\pi N$的分波分析中,在1.6GeV附近也发现了一个可能的1^{-+}态($\hat{\rho}(1600)$).

在口袋模型[9]中,最轻的混杂态相应于色八重态$q\bar{q}$对与一个横电(TE)型组分胶子的耦合,对于$q\bar{q}(^3S_1)\otimes$TE多重态的成员,它们分别被记为$\hat{\rho}, \hat{\omega}, \hat{K}^*, \hat{\phi}$[10]. 在文献[11]中,

1999-09-29收稿
* 国家自然科学基金和中国科学院基金资助

我们提出了在 BEPC/BES 上通过 J/ψ 衰变过程 $J/\psi \to V+X, X\to A+P$(其中 V,A 和 P 分别代表矢量粒子,轴矢量粒子和赝标介子)寻找同位旋矢量 1^{-+} 奇特态 $\hat{\rho}$ 的建议. 按照文献[10],同位旋标量 1^{-+} 奇特态 $\hat{\omega}$ 的主要衰变道是 $\pi a_1(1260)$,因此,文献[11]的讨论对于寻找同位旋标量 1^{-+} 奇特态 $\hat{\omega}$ 也是适用的. 但是,由于 $a_1(1260)$ 的宽度和衰变分支比等至今还没有一个确定的测量值,通过衰变道 $\pi a_1(1260)$ 寻找 $\hat{\omega}$ 在实验上有困难. 所以,为了寻找同位旋标量 1^{-+} 奇特态 $\hat{\omega}$,需要考虑新的衰变道. 对于同位旋标量 1^{-+} 奇特态 $\hat{\omega}$,除了主要衰变道 $\pi a_1(1260)$ 外,还有 $\rho\rho, \omega\omega, \pi a_2(1320)$ 等可能的衰变道[10]. $\rho\rho$ 和 $\omega\omega$ 衰变道虽然比 $\pi a_2(1320)$ 道可能有更大的衰变分支比,但 $\rho\rho$ 道的测量在实验上也存在困难;对于 $\omega\omega$ 道,目前已有的 J/ψ 数据量是不够的;而 $a_2(1320)$ 衰变到 $\eta\pi$ 有不小的分支比($(14.5\pm1.2)\%$),因此,在 BEPC/BES 上从 J/ψ 衰变过程 $J/\psi\to V+X, X\to a_2(1320)+\pi$ 寻找同位旋标量 1^{-+} 奇特态 $\hat{\omega}$ 是有意义的.

不久前,文献[12]的作者分析了有关同位旋矢量 1^{-+} 奇特态 $\hat{\rho}(1600)$ 的实验现状,认为它有可能是一个混杂态. 并指出,为了进一步确认这个粒子的存在,建议 BES 实验组通过 J/ψ 辐射衰变过程,从末态为 $\omega\omega, \rho\rho, K^*K$ 和 $a_2\pi$ 的衰变道中寻找与同位旋矢量 1^{-+} 奇特态 $\hat{\rho}(1600)$ 相伴的同位旋标量 1^{-+} 奇特态 $\hat{\omega}$.

本文将在单态和多态耦合两种情况下,用推广的矩分析方法[13]讨论在 BEPC/BES 上通过过程 $J/\psi\to V+X, X\to a_2+\pi$ 寻找同位旋标量 1^{-+} 奇特态 $\hat{\omega}$ 的可能性. 结果表明,不论对于 J/ψ 的辐射衰变过程,还是 J/ψ 的强子衰变过程,这种可能性都是存在的.

2　单态情况下的矩分析

考虑过程

$$e^+ + e^- \to J/\psi \to V + X,\ X \to a_2 + \pi, \tag{1}$$

其中 V 代表同位旋等于零的矢量介子. 选取 J/ψ 的静止系,并选 e^+ 方向为 z 轴方向,矢量介子 V 位于 x-z 平面. 因此,矢量介子 V 的动量方向可以用极角 θ_V 来描述,而方位角 $\phi_V=0$. 在 X 的静止系中,终态 a_2(或 π)的动量方向类似地可以用(θ,ϕ)来描述,其中第 3 轴取为平行于 J/ψ 的静止系中 X 的运动方向.

过程(1)的 S 矩阵元为:

$$\begin{aligned}\langle V_{\lambda_V}(a_2)_{\lambda_2}\pi \mid S-1 \mid e^+_r e^-_{r'}\rangle \propto \sum_{\lambda_J,\lambda_X}\langle \psi_{\lambda_J} \mid T_1 \mid e^+_r e^-_{r'}\rangle \times \\ \langle V_{\lambda_V}X_{\lambda_X} \mid T_2 \mid \psi_{\lambda_J}\rangle\langle (a_2)_{\lambda_2}\pi \mid T_3 \mid X_{\lambda_X}\rangle.\end{aligned} \tag{2}$$

等式右边的矩阵元分别可以写成

$$\begin{aligned}&\langle \psi_{\lambda_J} \mid T_1 \mid e^+_r e^-_{r'}\rangle \propto e^{\lambda_J *}_{\mu}(\boldsymbol{p}_J)\bar{\nu}_r(\boldsymbol{p}_+)\gamma^{\mu}u_{r'}(\boldsymbol{p}_-);\\ &\langle V_{\lambda_V}X_{\lambda_X} \mid T_2 \mid \psi_{\lambda_J}\rangle \propto A_{\lambda_V,\lambda_X}\, D^{1}_{\lambda_J,\lambda_V-\lambda_X}{}^{*}(0,\theta_V,0);\\ &\langle (a_2)_{\lambda_2}\pi \mid T_3 \mid X_{\lambda_X}\rangle \propto B_{\lambda_2}\, D^{J_X}_{\lambda_X,\lambda_2}{}^{*}(\phi,\theta,-\phi).\end{aligned} \tag{3}$$

其中 A_{λ_V,λ_X} 和 B_{λ_2} 分别称为过程 $J/\psi\to V+X$ 和 $X\to a_2+\pi$ 的螺旋度振幅;r 和 r' 是正电子

和电子的极化指标;$e_{\mu}^{\lambda_J}(\boldsymbol{p}_J)$是J/ψ粒子的极化矢量. 由于宇称守恒,螺旋度振幅A_{λ_V,λ_X}和B_{λ_2}分别满足如下关系:

$$A_{-\lambda_V,\ \lambda_X} = (-1)^{J_X} P_X A_{\lambda_V,\lambda_X},\ B_{-\lambda_2} = (-1)^{J_X+1} P_X B_{\lambda_2}, \tag{4}$$

其中J_X和P_X分别是共振态X的自旋和宇称. 由(3)式,可以得到如下用螺旋度振幅A_{λ_V,λ_X}和B_{λ_2}表示的过程公式(1)的角分布:

$$W(\theta_V,\theta,\phi) \propto \sum_{\substack{\lambda_J,\lambda'_J,\lambda'_V,\\ \lambda_X,\lambda'_X,\lambda_2}} I_{\lambda_J,\lambda'_J} A_{\lambda_V,\lambda_X} A^*_{\lambda_V,\lambda'_X} B_{\lambda_2} B_{\lambda_2} \quad D^{1}_{\lambda_J,\lambda_V-\lambda_X}{}^*(0,\theta_V,0)$$
$$D^{1}_{\lambda'_J,\lambda_V-\lambda'_X}(0,\theta_V,0) D^{J_X}_{\lambda'_X,\lambda_2}{}^*(\phi,\theta,-\phi) D^{J_X}_{\lambda'_X,\lambda_2}(\phi,\theta,-\phi), \tag{5}$$

其中I_{λ_J,λ'_J}为J/ψ衰变成不极化电子和正电子对的密度矩阵,在上面选定的坐标系中有[14]:

$$I_{\lambda_J,\lambda'_J} = 2p^2 \delta_{\lambda_J,\lambda'_J} \delta_{\lambda_J,\pm1}, \tag{6}$$

其中$p \equiv |\boldsymbol{p}_+| = |\boldsymbol{p}_-|$是正、负电子动量的绝对值.

定义过程(1)式的矩:

$$M(j,L,M) = \int d\theta_V \sin\theta_V\, d\theta \sin\theta\, d\phi W(\theta_V,\theta,\phi) D^{j}_{0,-M}(0,\theta_V,0) D^{L}_{M,0}(\phi,\theta,-\phi).$$

将(5)式代入(7)式,利用D函数的性质,可得

$$M(j,L,M) \propto \sum_{\lambda_V,\lambda_X,\lambda'_X,\lambda_2} A_{\lambda_V,\lambda_X} A^*_{\lambda_V,\lambda'_X} B_{\lambda_2} B^*_{\lambda_2} \langle 1\lambda_J j0 \mid 1\lambda_J\rangle \times$$
$$\langle 1(\lambda_V-\lambda'_X) j(-M) \mid 1(\lambda_V-\lambda_X)\rangle \langle J_X\lambda'_X L\, M \mid J_X\lambda_X\rangle \langle J_X\lambda_2 L\ 0 \mid J_X\lambda_2\rangle,$$

其中$\langle j_1 m_1 j_2 m_2 | j_3 m_3\rangle$代表Clebsch-Gordan系数.

对于$J^{PC}=1^{-+}$的态X,存在6个非零矩:

$$M(0,0,0) \propto 4(|A_{0,0}|^2 + 2|A_{0,1}|^2 + 2|A_{1,0}|^2 + 2|A_{1,1}|^2)|B_1|^2,$$
$$M(0,2,0) \propto \frac{4}{5}(-|A_{0,0}|^2 + |A_{0,1}|^2 - 2|A_{1,0}|^2 + |A_{1,1}|^2)|B_1|^2,$$
$$M(2,0,0) \propto \frac{4}{5}(-|A_{0,0}|^2 + |A_{0,1}|^2 + |A_{1,0}|^2 - 2|A_{1,1}|^2)|B_1|^2,$$
$$M(2,2,0) \propto \frac{2}{25}(2|A_{0,0}|^2 + |A_{0,1}|^2 - 2|A_{1,0}|^2 - 2|A_{1,1}|^2)|B_1|^2,$$
$$M(2,2,1) \propto \frac{6}{25}\mathrm{Re}(A_{0,1}A^*_{0,0} - A_{1,1}A^*_{1,0})|B_1|^2,$$
$$M(2,2,2) \propto \frac{6}{25}|A_{0,1}|^2|B_1|^2.$$

可以发现,如果定义:

$$E \equiv M(0,0,0) + 5M(0,2,0) + 5M(2,0,0) + 25M(2,2,0) - 75M(2,2,2), \tag{10}$$

对于$J^{PC}=1^{-+}$的态X,有

$$E = 0. \tag{11}$$

而对于 $J^{PC}=0^{-+}$ 的态 X，有

$$E = 6|A_{1,0}|^2|B_0|^2. \tag{12}$$

对于 $J^{PC}=1^{++}$ 的态 X，有

$$E = 18(-|A_{0,1}|^2+|A_{1,0}|^2)|B_0|^2+36|A_{0,1}|^2|B_1|^2 \tag{13}$$

对于 $J^{PC}=2^{++}$ 的态 X，有

$$\begin{aligned}E = &\frac{12}{7}[17|A_{0,1}|^2+12|A_{1,0}|^2+2|A_{1,2}|^2+5\sqrt{6}\mathrm{Re}(A_{1,2}A_{1,0}^*)]|B_1|^2+\\ &\frac{12}{7}[-13|A_{0,1}|^2-3|A_{1,0}|^2+17|A_{1,2}|^2-10\sqrt{6}\mathrm{Re}(A_{1,2}A_{1,0}^*)]|B_2|^2.\end{aligned} \tag{14}$$

对于 $J^{PC}=2^{-+}$ 的态 X，有

$$\begin{aligned}E = &\frac{6}{7}[-3|A_{0,1}|^2+17|A_{1,0}|^2-3|A_{1,2}|^2+10\sqrt{6}\mathrm{Re}(A_{1,2}A_{1,0}^*)]|B_0|^2+\\ &\frac{6}{7}[4|A_{0,1}|^2+24|A_{1,0}|^2+4|A_{1,2}|^2+10\sqrt{6}\mathrm{Re}(A_{1,2}A_{1,0}^*)]|B_1|^2+\\ &\frac{6}{7}[34|A_{0,1}|^2-6|A_{1,0}|^2+34|A_{1,2}|^2-20\sqrt{6}\mathrm{Re}(A_{1,2}A_{1,0}^*)]|B_2|^2.\end{aligned} \tag{15}$$

对于(12—15)式，它们在一般情况下都不会等于零．对于 $J^P=3^{\pm}$ 或 $4^{\pm}$ 的态 X，也有类似的复杂形式（为节省篇幅，不再一一写出），它们在一般情况下也都不会等于零．

3　多态耦合情况下的矩分析

下面我们来考虑这样一种可能性：如果这个同位旋标量 1^{-+} 奇特态 $\hat{\omega}$ 不是在 J/ψ 衰变过程中单独产生，而是隐藏在普通的 $q\bar{q}$ 介子态中，在 J/ψ 衰变过程中和普通的 $q\bar{q}$ 介子态一起产生．这时如何探测 1^{-+} 奇特态产生的信息呢？

因为能从 J/ψ 衰变中伴随一个同位旋等于零的矢量介子（例如 ω 介子）一起产生，并且衰变成 $a_2+\pi$ 的 $q\bar{q}$ 粒子，只可能是 $I^G=0^+$，C 宇称为正的粒子，而且不可能是 $J^{PC}=0^{++}$ 的粒子．所以从粒子表[15]上已经被确认的粒子看，只可能是 $J^{PC}=2^{++}$，4^{++} 这两类粒子（如果把粒子表上没有被完全确认的粒子也考虑进来，则还有 2^{-+}，1^{++}，0^{-+} 等粒子，但处理的方法是一样的，结果也是类似的，因此不失一般性，这里只考虑已经被确认的粒子）．因此，下面考虑过程

$$e^+ + e^- \to J/\psi \to V + X,\ X \to a_2 + \pi. \tag{16}$$

这里的 $X=X_1+X_2+X_4$，其中 X_2 和 X_4 分别代表 2^{++} 和 4^{++} 的 $q\bar{q}$ 粒子，X_1 为同位旋标量 1^{-+} 奇特态 $\hat{\omega}$．这时过程(16)的 S 矩阵元为：

$$\begin{aligned}&\langle V_{\lambda_V}(a_2)_{\lambda_2}\pi\mid S-1\mid e_r^+e_{r'}^-\rangle \propto \sum_{\lambda_J,\lambda_i}\langle\psi_{\lambda_J}\mid T_1\mid e_r^+e_{r'}^-\rangle\times\\ &\Big\{\langle V_{\lambda_V}(X_1)_{\lambda_1}\mid T_2\mid\psi_{\lambda_J}\rangle\langle(a_2)_{\lambda_5}\pi\mid T_3\mid(X_1)_{\lambda_1}\rangle\delta_1+\\ &\langle V_{\lambda_V}(X_2)_{\lambda_2}\mid T_2\mid\psi_{\lambda_J}\rangle\langle(a_2)_{\lambda_5}\pi\mid T_3\mid(X_2)_{\lambda_2}\rangle\delta_2+\\ &\langle V_{\lambda_V}(X_4)_{\lambda_4}\mid T_2\mid\psi_{\lambda_J}\rangle\langle(a_2)_{\lambda_5}\pi\mid T_3\mid(X_4)_{\lambda_4}\rangle\delta_4\Big\},\end{aligned} \tag{17}$$

其中

$$\delta_i = \frac{e^{i\varphi_i}}{m^2 - m_i^2 - im_i\Gamma_i} \qquad (i = 1,2,4). \tag{18}$$

m_j 和 $\Gamma_j(j=2,4)$分别是自旋为 j 的介子的质量和宽度的实验值,m_1 和 Γ_1 为需要测量的 1^{-+} 奇特态的质量和宽度,m 是终态介子($a_2\pi$)系统的不变质量. 相应于(17)式中的矩阵元为

$$\langle V_{\lambda_V}(X_i)_{\lambda_i} \mid T_2 \mid \psi_{\lambda_J}\rangle \propto A^i_{\lambda_V,\lambda_i} D^1_{\lambda_J,\lambda_V-\lambda_i}{}^*(0,\theta_V,0),$$

$$\langle (a_2)_{\lambda_5}\pi \mid T_3 \mid (X_i)_{\lambda_i}\rangle \propto B^i_{\lambda_5} D^i_{\lambda_i,\lambda_5}{}^*(\phi,\theta,-\phi),(i = 1,2,4).$$

如果把过程(16)的角分布记为 $W(\theta_V,\theta,\phi)$,并定义过程(16)的矩:

$$M(j,L,M) = \int d\theta_V \sin\theta_V d\theta \sin\theta d\phi W(\theta_V,\theta,\phi) \times$$
$$[D^j_{0,-M}(0,\theta_V,0)D^L_{M,0}(\phi,\theta,-\phi) + D^{j\,*}_{0,-M}(0,\theta_V,0)D^{L\,*}_{M,0}(\phi,\theta,-\phi)].$$

由(20)式可以得到一系列的非零矩. 这些矩可以分成两类,一类是 L 为偶数的矩,另一类是 L 为奇数的矩. 下面仅给出后面要用到的部分 L 为奇数的矩:

$$M(0,1,0)\propto \frac{64}{15}\mathrm{Re}\Big\{\delta_1\delta_2^*\Big[\sqrt{3}(A^1_{0,0}A^{2\,*}_{0,0} + 2A^1_{1,0}A^{2\,*}_{1,0}) + 3(A^1_{0,1}A^{2\,*}_{0,1} + A^1_{1,1}A^{2\,*}_{1,1})\Big]B^1_1B^{2\,*}_1\Big\},$$

$$M(2,1,0)\propto\frac{32}{75}\mathrm{Re}\Big\{\delta_1\delta_2^*\Big[-2\sqrt{3}A^1_{0,0}A^{2\,*}_{0,0} + 3A^1_{0,1}A^{2\,*}_{0,1}\ 2\sqrt{3}A^1_{1,0}A^{2\,*}_{1,0} - 6A^1_{1,1}A^{2\,*}_{1,1}\Big]B^1_1B^{2\,*}_1\Big\},$$

$$M(2,1,1)\propto\frac{8\sqrt{2}}{25}\mathrm{Re}\Big\{\delta_1\delta_2^*\Big[-\sqrt{6}A^1_{0,0}A^{2\,*}_{0,1} + \sqrt{2}A^1_{0,1}A^{2\,*}_{0,0} + \sqrt{6}A^1_{1,0}A^{2\,*}_{1,1} - \sqrt{2}A^1_{1,1}A^{2\,*}_{1,0} - 2\sqrt{3}A^1_{1,1}A^{2\,*}_{1,2}\Big]B^1_1B^{2\,*}_1\Big\},$$

$$M(0,5,0)\propto\frac{32\sqrt{2}}{33}\mathrm{Re}\Big\{\delta_1\delta_4^*\Big[-\sqrt{5}A^1_{0,0}A^{4\,*}_{0,0} + 2\sqrt{2}A^1_{0,1}A^{4\,*}_{0,1} - 2\sqrt{5}A^1_{1,0}A^{4\,*}_{1,0} + 2\sqrt{2}A^1_{1,1}A^{4\,*}_{1,1}\Big]B^1_1B^{4\,*}_1\Big\}, \tag{21}$$

$$M(2,5,0)\propto\frac{32\sqrt{5}}{825}\mathrm{Re}\Big\{\delta_1\delta_4^*\Big[5\sqrt{2}A^1_{0,0}A^{4\,*}_{0,0} + 2\sqrt{5}A^1_{0,1}A^{4\,*}_{0,1} - 5\sqrt{2}A^1_{1,0}A^{4\,*}_{1,0} - 4\sqrt{5}A^1_{1,1}A^{4\,*}_{1,1}\Big]B^1_1B^{4\,*}_1\Big\},$$

$$M(2,5,1)\propto\frac{16\sqrt{5}}{275}\mathrm{Re}\Big\{\delta_1\delta_4^*\Big[4A^1_{0,0}A^{4\,*}_{0,1} + \sqrt{10}A^1_{0,1}A^{4\,*}_{0,0} - 4A^1_{1,0}A^{4\,*}_{1,1} - \sqrt{10}A^1_{1,1}A^{4\,*}_{1,0} - 2A^1_{1,1}A^{4\,*}_{1,2}\Big]B^1_1B^{4\,*}_1\Big\},$$

$$M(2,5,2)\propto\frac{32\sqrt{35}}{275}\mathrm{Re}\{\delta_1\delta_4^*[A^1_{0,1}A^{4\,*}_{0,1} - A^1_{1,0}A^{4\,*}_{1,2}]B^1_1B^{4\,*}_1\}.$$

这些矩有一个共同的特点,前面的 3 个矩只依赖于 δ_1 和 δ_2,即只和 1^{-+} 奇特态和普通

2^{++} $(q\bar{q})$介子态有关，而后面的 4 个矩只依赖于 δ_1 和 δ_4，即只和 1^{-+} 奇特态和普通 4^{++} $(q\bar{q})$介子态有关．

4 讨论

在单态和多态耦合两种情况下，利用矩分析方法，讨论了在 BEPC/BES 上通过 J/ψ 衰变过程 $J/\psi \to V + X$，$X \to a_2 + \pi$ 寻找同位旋标量 1^{-+} 奇特态的可能性．结果表明，这种可能性是存在的．实验上，可以首先测量由(21)式给出的 L 为奇数的那些矩，如果其中的某一个矩不等于零，则表明除了存在一个普通的 J^{PC} = 偶$^{++}$的$(q\bar{q})$粒子外，一定还存在一个 1^{-+} 奇特态．例如，如果矩 $M(0,1,0)$，或 $M(2,1,0)$，或 $M(2,1,1)$不等于零，则表明同时存在一个 1^{-+} 奇特态和一个普通的 2^{++} $(q\bar{q})$介子态；如果矩 $M(0,5,0)$，或 $M(2,5,0)$，或 $M(2,5,1)$或 $M(2,5,2)$不等于零，则表明同时存在一个 1^{-+} 奇特态和一个 4^{++} $(q\bar{q})$介子态．如果由(20)式定义的所有 L 为奇数的矩的测量值都等于零，则表明不存在双态耦合．我们再测量由(10)式定义的矩的组合 E，如果 E 的测量值等于零，则表明所研究的这个态一定是一个同位旋等于零的 1^{-+} 奇特态．

可以看到，如果令振幅 $A_{0,0}$ 和 $A_{0,1}$ 等于零，上面的讨论同样成立．因此，当过程(1)中的 V 为 γ 光子，即过程(1)不是 J/ψ 的强子衰变过程，而是 J/ψ 的辐射衰变过程时，上面的讨论同样成立．

参考文献(References)

1 Baltrusaitis R M et al. Phys. Rev. Lett., 1986, **56**: 107; ZHENG ZhiPeng. XVI Inter. Symp. on Lepton-Photon Interections, Cornel, 1993

2 Anisovich V et al. Phys. Lett., 1994, **B323**: 233; 1994, **B340**: 259; 1995, **B342**: 433; 1995; **B353**: 571; 1995, **B355**: 425

3 Edwards C et al. Phys. Rev. Lett., 1982, **48**: 458; Baltrusaitis R M. Phys. Rev., 1987, **D35**: 2077; Augustin J E et al. Phys. Rev. Lett., 1988, **60**: 2238; BAI J Z et al. Phys. Rev. Lett., 1996, **77**: 3959

4 Alde D et al. Phys. Lett., 1988, **B205**: 397

5 Aoyagi H et al. Phys. Lett., 1993, **B314**: 246

6 Thompson D R et al. Phys. Rev. Lett., 1997, **79**: 1630

7 Gouz Yu P et al. VES Collaboration. In: Sanford J R Ed. Proc. of the 26th ICHEP. DALLAS, 1992, 572

8 Weygand D P, Ostrovidov A I. E582 Collaboration, Proc. of HADRON'97. BNL, 1997

9 Barnes T et al. Nucl. Phys., 1983, **B224**: 241

10 Gutsche T et al. Nuclear Physics, 1993, **A558**: 63c

11 SHEN QiXing, CHAO Ming, YU Hong. Commun. Theor. Phys., (Beijing, China) 1999, **31**: 429

12 Page Philip R. Phys. Lett., 1997, **B415**: 205

13 YU Hong. Commu. Theor. Phys., 1989, **12**: 229

14 SHEN QiXing, CHAO Ming, YU Hong. High Energy Phys. and Nucl. Phys. (in Chinese), 1997, **21**: 408 (沈齐兴，晁明，郁宏．高能物理与核物理，1997，**21**：408)

15 Particle Data Group. Euro. Phys., 1998, **JC3**: 1

Search for the Isoscalar 1^{-+} Exotic State at BEPC/BES*

SHEN QiXing[1,2] YU Hong[1,2] LI DeMin[1]

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

2 (*Institute of Theoretical Physics, The Chinese Academy of Sciences, Beijing* 100080, *China*)

Abstract A possibility to search for the isoscalar 1^{-+} exotic state through the J/ψ decay process $J/\psi \to V + X, X \to a_2 + \pi$ at BEPC/BES is discussed in two cases of single state and two-state coupling. The results show that this possibility is existent both in J/ψ radiative decay and hadronic decay processes.

Key words J/ψ decay, exotic state, moment analysis

Received 29 September 1999

* Supported by National Natural Science Foundation of China and the Foundation of The Chinese Academy of Sciences