

在 BEPC II / BES III 上寻找 η'_c 和 1P_1 的 Monte Carlo 研究*

李刚 朱永生 张达华 刘怀民

(中国科学院高能物理研究所 北京 100039)

摘要 使用 SimBes(探测器模拟软件)和 UGNT(物理事例产生器)模拟了在即将建造的 BEPC II / BES III 上寻找 η'_c 和 1P_1 的过程. 初步结论是如果收集到 3×10^9 $\psi(2S)$ 事例, 就有能力寻找这两个粒子, 而且, 寻找 η'_c 比寻找 1P_1 需要更少的 $\psi(2S)$ 事例.

关键词 Monte Carlo 模拟, 粲偶素 S 波自旋单态 η'_c , 粲偶素 P 波自旋单态 1P_1

1 引言

自从 1974 年粲偶素家族的第一个成员 $J/\psi - 1^3S_1 (J^{PC} = 1^{--})$ ^[1,2] 被发现以来, 其他成员: $\eta_c(1S)$ ^[3,4] - $1^1S_0 (J^{PC} = 0^{-+})$, $\psi(2S)$ ^[5] - $2^3S_1 (J^{PC} = 1^{--})$, χ_{cJ} ^[6-9] - $1^3P_J (J^{PC} = 1^{+-}, J = 0, 1, 2)$ 相继被发现. 1982 年, Crystal Ball 实验组报道他们利用 $\psi(2S)$ 的辐射衰变的单举光子谱在 3592 MeV 处发现了 $\eta_c(2S) - 2^1S_0 (J^{PC} = 0^{-+})$ ^[10], 但是, 这一实验中信号的统计显著性不够好, 这以后 $\eta_c(2S)$ 的存在再没有被报道过; 另外还有 3 个实验组 R704^[11], E760^[12] 和 E705^[13] 报道观察到了自旋单态 $^1P_1 (J^{PC} = 1^{+-})$, 同样, 这些实验中信号的统计显著性也不够好(见表 1), 所以 η'_c (即 $\eta_c(2S)$)和 1P_1 的存在仍然是一个有待研究的课题.

表 1 η'_c 和 1P_1 实验寻找的现状

文献	共振态	实验组	时间	反应道	N_{evt}	显著性
10	η'_c	CBAL	1982	$e^+e^- \rightarrow \psi(2S) \rightarrow \gamma X$		
11	1P_1	R704	1986	$\bar{p}p \rightarrow J/\psi X \rightarrow e^+e^- X$	5	2.3σ
12	1P_1	E760	1992	同上	59	
13	1P_1	E705	1994	$(\pi, p) Li \rightarrow J/\psi \pi^0 X$	42	2.5σ

在北京谱仪(BES I)^[14,15]上曾经尝试过利用 380 万 $\psi(2S)$ 事例衰变出的所有带电径迹的不变质量来寻找 η'_c , 在 $\pi^+\pi^-K^+K^-$, $3(\pi^+\pi^-)$ 道不变质量 ~ 3600 MeV 处似乎存在事

2001 - 10 - 16 收稿

* 国家自然科学基金(1991483)资助

例数增加的现象^[16-18],但由于质量分辨太差,统计性也不够,不能得出是否存在共振态的结论.此外,没有观察到 1P_1 存在的迹象.

由于 η'_c 和 1P_1 不能由正负电子对撞直接产生,而只能从 $\psi(2S)$ 的衰变末态中寻找,根据 BES I 的寻找的结果来看^[16-18]

BEPC I / BES II,提高亮度(L)和改善光子测量能量分辨(σ_E)和带电粒子动量分辨(σ_p).计划中的 BEPC II 在质心能量 3.1GeV 处峰值亮度将达到 $L = 10^{33}/\text{cm}^2 \cdot \text{s}$. BES III 探测器的参数指标将达到:TOF 系统的时间分辨 $\sigma_t = 120\text{ns}$ (BES II : 174ns),电磁量能器能量分辨 $\sigma_E = 2\% \times \sqrt{E}$ (BES II : 22% $\times \sqrt{E}$),径迹室动量分辨 $\sigma_p = 0.009 \times \sqrt{1+p^2}$ (BES II : 0.017 $\times \sqrt{1+p^2}$).显然,这些比 BEPC I / BES II 有显著的改观.

把以上的加速器和探测器的参数作为假设,我们可以估计出将来在一年里可以收集的 $\psi(2S)$ 事例数.从 2001 年 4 月 29 日到同年 5 月 4 日 6 天之中平均亮度(在线值)为 $6.5 \times 10^{30}/\text{cm}^2 \cdot \text{s}$, BES II 探测器收集了 1.1M 强子事例(在线值).如果我们假定 BEPC II 在质心能量 $E_{\text{cm}} = 3.686\text{GeV}$ 处的峰值亮度 $1 \times 10^{33}/\text{cm}^2 \cdot \text{s}$,平均亮度为峰值的 60%,每年取数 180 天,就可以估计出 BES III 1 年可收集的 $\psi(2S)$ 事例数为

$$N_{\psi(2S)} = 1.1\text{M} \times \frac{180}{6} \times \frac{0.6 \times 10^{33}}{6.5 \times 10^{30}} \approx 3000\text{M} = 3 \times 10^9,$$

所以在下面的模拟中,我们假设的 $\psi(2S)$ 总数为 3×10^9 .

2 寻找 1P_1 和 η'_c 过程的 Monte Carlo 模拟

2.1 反应道和事例产生

从 1P_1 和 η'_c 的实验现状和理论模型的估计,我们知道: $B(\psi(2S) \rightarrow \gamma\eta'_c) \geq 1 \times 10^{-3[10]}$,而对于 $B(\psi(2S) \rightarrow ^1P_1\pi^0)$ 理论估计存在分歧,文献[19]和[20]中为 $10^{-4} - 10^{-5}$,文献[21]约为 3×10^{-3} ,故假定其 2×10^{-4} ;理论估计都认为 $^1P_1 \rightarrow \gamma\eta_c$ 是 1P_1 的主要衰变模式^[19,22],但是估计的分支比有所不同,文献[19]是 0.8,文献[22]是 0.5 左右,所以假定其分支比为 0.7; η'_c 和 η_c 通过两个胶子的强衰变具有相似的行为,即 $\frac{B(\eta'_c \rightarrow gg \rightarrow h)}{B(\eta_c \rightarrow gg \rightarrow h)} \sim 1$ ^[23]. 所以对于 η'_c ,假设 $B(\psi(2S) \rightarrow \gamma\eta'_c) = 1 \times 10^{-3}$ 和 $\frac{B(\eta'_c \rightarrow gg \rightarrow h)}{B(\eta_c \rightarrow gg \rightarrow h)} = 1$,因此我们选用 $\psi(2S) \rightarrow \gamma\eta'_c \rightarrow \gamma\pi^0 K^+ K^- \rightarrow 3\gamma K^+ K^-$ 作为信号道¹⁾,它的分支比为 9.06×10^{-6} ;对于 1P_1 ,假定 $Br(\psi(2S) \rightarrow \pi^0 ^1P_1) = 2 \times 10^{-4}$ 和 $Br(^1P_1 \rightarrow \gamma\eta_c) = 0.7$,选用 $\psi(2S) \rightarrow \pi^0 ^1P_1 \rightarrow \pi^0 \gamma\eta_c \rightarrow 3\gamma 4K$ (4K 表示 $K^+ K^- K^+ K^-$,下同)作为信号道,其分支比为 2.90×10^{-6} .

1) 据 PDG2000: $B(\eta_c \rightarrow K\bar{K}\pi) = 5.5\%$, $B(\pi^0 \rightarrow \gamma\gamma) = 98.8\%$,又由同位旋对称性可推知, $B(\eta_c \rightarrow K^+ \bar{K}^0 \pi^-)$: $B(\eta_c \rightarrow K^- K^0 \pi^+)$: $B(\eta_c \rightarrow \pi^0 K^+ K^-)$: $B(\eta_c \rightarrow \pi^0 K^0 \bar{K}^0)$: $B(\eta_c \rightarrow \pi^0 K^+ K^-) = \frac{1}{3} : \frac{1}{3} : \frac{1}{6} : \frac{1}{6}$,故可得 $B(\eta_c \rightarrow \pi^0 K^+ K^- \rightarrow \gamma\gamma K^+ K^-) = 0.00906$.

表 2 η'_c 的信号和本底道及其分支比

	$\psi(2S) \rightarrow n\gamma + 2\text{Prong}$	$B(10^{-6})$	M. C. 样本事例数
0	$\psi(2S) \rightarrow \gamma\eta'_c \rightarrow \gamma\pi^0 KK \rightarrow 3\gamma 2K$	9.06	27180
1	$\psi(2S) \rightarrow \gamma\chi_{c2} \rightarrow \gamma\gamma\psi \rightarrow 4\gamma 2\pi$	158	474000×0.1
2	$\psi(2S) \rightarrow \gamma\chi_{c1} \rightarrow \gamma\gamma\psi \rightarrow 4\gamma 2\pi$	356	1068000×0.1
3	$\psi(2S) \rightarrow \gamma\eta_c \rightarrow \gamma\eta\pi\pi \rightarrow 3\gamma 2\pi$	35.8	107400×0.1
4	$\psi(2S) \rightarrow \gamma\eta_c \rightarrow \gamma\pi^0 KK \rightarrow 3\gamma 2K$	25.4	76200
5	$\psi(2S) \rightarrow \pi^0 \pi^0 \psi \rightarrow 4\gamma e^+ e^-$	10792.6	32400000×0.033
6	$\psi(2S) \rightarrow \pi^0 \pi^0 \psi \rightarrow 4\gamma \mu^+ \mu^-$	10701.6	32100000×0.033

表 3 1P_1 的信号和本底道及其分支比

	$\psi(2S) \rightarrow n\gamma + 4\text{Prong}$	$B(10^{-6})$	M. C. 样本事例数
0	$\psi(2S) \rightarrow \pi^0 ^1P_1 \rightarrow \gamma\gamma\eta_c \rightarrow \gamma\gamma 4K$	2.90	8700
1	$\psi(2S) \rightarrow \gamma\chi_{c1} \rightarrow \gamma\gamma\psi \rightarrow \gamma\gamma\phi\phi \rightarrow \gamma\gamma 4K$	2.29	6870
2	$\psi(2S) \rightarrow \gamma\chi_{c2} \rightarrow \gamma\gamma\psi \rightarrow \gamma\gamma\phi\phi \rightarrow \gamma\gamma 4K$	1.02	3060
3	$\psi(2S) \rightarrow \eta\psi \rightarrow \gamma\gamma\phi\phi \rightarrow \gamma\gamma 4K$	1.02	3060
4	$\psi(2S) \rightarrow \pi^0 \pi^0 \psi \rightarrow 5\gamma\phi\phi \rightarrow 5\gamma 4K$	17.26	51780
5	$\psi(2S) \rightarrow \pi^0 \pi^0 \psi \rightarrow \pi^0 \pi^0 \phi K\bar{K} \rightarrow 4\gamma 4K$	88	645000
	$\psi(2S) \rightarrow \pi^0 \pi^0 \psi \rightarrow \pi^0 \pi^0 4K \rightarrow 4\gamma 4K$	127	(两道总和)

所选定的信号道和考虑的本底道及其分支比见表 2 和表 3 其中有些本底道的带电粒子虽然不是 K^+ 介子,但是由于它们的分支比很大,探测器存在粒子误判的问题,所以也必须加以考虑.

之所以选用带电粒子为 $K^+ K^-$ 和 $K^+ K^- K^+ K^-$ 末态,作为寻找 η'_c 和 1P_1 态的信号道,重要原因之一是可能的本底反应中包含 J/ψ 粒子,后者产生 $K^+ K^-$ 和 $K^+ K^- K^+ K^-$ 末态的分支比较小,分别为 $(2.37 \pm 0.31) \times 10^{-4}$ 和 $(7.0 \pm 3.0) \times 10^{-4}$,而且 J/ψ 衰变为 $K^+ K^- + X$ 和 $K^+ K^- K^+ K^- + X$ 的衰变道很少,因此排除 J/ψ 本底比较容易. 如果选用带电粒子 $\pi^+ \pi^-$ 和 $\pi^+ \pi^- \pi^+ \pi^-$,或者选用 $\pi^+ \pi^- K^+ K^-$ 末态作为信号道,则或者 J/ψ 衰变道的这些末态分支比本身就很大,同时 $J/\psi \rightarrow \pi^+ \pi^- + X, 4\pi + X, 2(\pi K) + X$ 的衰变道数目很多,排除 J/ψ 本底变得很困难.

在用事例产生子产生 M. C. 模拟事例(具体数目见表 2 和表 3)时,作者采用了 $\psi(2S)$ 总数为 3×10^9 和第一节所述的探测器的参数作为假设. 其中 1P_1 的信号和本底事例数按分支比的比例产生;但是 η'_c 的一些本底道并没有按分支比的比例产生,而是为了节约计算机资源,按照一定的比例缩小了,然而从下面的分析结果来看,由于经过事例判选后这些本底道的贡献是零,所以这样做并不影响结果的合理性.

2.2 对 Monte Carlo 样本事例的分析

BES III 主要由顶点探测器(VC),主漂移室(MDC),桶部飞行时间计数器(BTOF),BGO 晶体桶部电磁量能器(BEMC), μ 探测器(μ Counter)组成. VC 用于测量事例的顶点位置;MDC 用于测量带电粒子的动量并提供 dE/dX 信息来做粒子鉴别,立体角假设为 $0.8 \times$

4π ; BEMC 用来测量 γ 和电子的能量和位置, 立体角为 $0.75 \times 4\pi$; μ Counter 用来做 μ 的鉴别, 立体角为 $0.6 \times 4\pi$. 一般使用 dE/dX , TOF 及 BEMC 和 μ Counter 的信息来做粒子鉴别.

对于这两个信号道及其本底道的模拟事例样本, 在进行事例初选时 (TRACK 级), 使用以下选择条件:

- (1) 带电径迹总数 $N_c = 2$ 或 4 , 事例纯电荷 $\sum Q = 0$;
- (2) 带电粒子的极角 $\cos(\theta_c) \leq 0.8$, 带电粒子为 K^+ ;
- (3) BEMC 探测到的中性径迹满足: $3 \geq N_{neu} \geq 5$, $\cos(\theta_{neu}) \leq 0.75$;

(4) 对于 η'_c , 由于 γ 数目可以多于 3 个, 因此对 $\psi(2S) \rightarrow \gamma_1 \pi^0 (\rightarrow \gamma_2 \gamma_3) K^+ K^-$ 的所有可能的 3 个光子的组合进行 5C 拟合, 其中 χ^2 最小者所对应的 3 个 γ 作为候选光子; 对于 1P_1 , 先挑出能量最接近 $503\text{MeV}(\gamma_1)$ 的光子, 然后再用其余的光子两两组合, 其中不变质量最接近 π^0 的 2 个光子作为 $\gamma_2 \gamma_3$.

我们所选定的 η'_c 的信号道 $\psi(2S) \rightarrow \gamma_1 \eta'_c \rightarrow \gamma_1 \pi^0 K^+ K^- \rightarrow \gamma_1 \gamma_2 \gamma_3 K^+ K^-$, 其中 γ_1 的能量只有 93MeV , 且和 η'_c 呈严格的背对背, 反应末态有 π^0 共振态, 可以用作 5C 拟合. 由于拓扑结构的不同, 用 5C 可以去掉来自 $\chi_{cJ} (J=1, 2)$ 的大部分本底; 虽然本底 $\psi(2S) \rightarrow \gamma_1 \eta_c$ 的拓扑结构与信号 $\psi(2S) \rightarrow \gamma_1 \eta'_c$ 相同, 但是前者的 γ_1 的能量大于 600MeV , 也可以非常容易地用 γ_1 能量 CUT 来排除掉; 同时也可以利用 $\psi(2S) \rightarrow \pi^0 \pi^0 J/\psi$ 的 J/ψ 的共振峰非常干净地去掉来自该道的本底.

根据以上的分析, 在事例级对于 η'_c , 采用以下的 CUT 条件来排除本底.

Cut1: $E_{\gamma_1} < 0.3\text{GeV}$. (信号事例软光子的能量只有 93MeV)

Cut2: $M_{2\text{Prong}} < 3.0\text{GeV}$. (这一条件可以干净地扣除 $J/\psi \rightarrow 2$ Prong 的本底)

Cut3: $M_{\gamma_2 \gamma_3 K^+ K^-} > 3.52\text{GeV}$. (η'_c 的质量假定为 3592MeV)

Cut4: $\chi^2_{\text{telens}}(5C) < 50$.

表 4 给出了经过径迹级判选后的事例数 $N_{\text{trk sel}}$, 和再经过事例级的 CUT 及其组合后的事例数.

表 4 η'_c 事例的判选

	信号事例	bkgd1	bkgd2	bkgd3	bkgd4	bkgd5	bkgd6
N_{tot}	27180	47400	106800	10740	76200	10^6	10^6
$N_{\text{trk sel}}$	1664	17	34	3	2939	207	335
Cuts 1	744	1		1	44	104	164
Cuts 1&2	665	1	1	1	44	0	0
Cuts 1&2&3	601	0	0	0	13	0	0
Cuts 1&2&3&4	598	0	0	0	12	0	0

可以看到大部分的本底道经过 CUT 条件后, 都被扣除了, 只剩下 $\psi(2S) \rightarrow \gamma \eta_c \rightarrow 3\gamma 2K$ 这一道产生了 12 个本底, 信噪比为 $50:1$, 本底污染很小. 从表 4 可以看出, 在事例级本底道 bkgd5 和 bkgd6 只须经过两个 CUT 条件就可以完全被扣除; bkgd1—bkgd3 也仅仅只在 3 个 CUT 后完全被扣除. 这样即使考虑到事例样本没有按分支比的比例产生所引起的统计

涨落,也能比较有把握的认为这些道对本底没有贡献,对模拟的结果不会产生影响.

经过事例判选后, η'_c 的信号和本底的 $M_{\gamma_2\gamma_3K^+K^-}$ 的不变质量分布见图 1 和图 2. 图 1 中的信号事例的不变质量除了在 η'_c 质量处的峰处,两边还有一些散布的事例. 这是由于对电磁量能器的快速模拟较为简单不够完善引起的. 如果有量能器的完整模拟,事例会更集中到 η'_c 质量的峰值处.

由图 1 和图 2 可见,信号有将近 600 个事例,而本底事例仅仅 12 个,所以信号显著性很好,完全可以确认 η'_c 的存在. 由于信号事例数量十分充足,所以,可以放松对 $\psi(2S)$ 事例总数的要求.

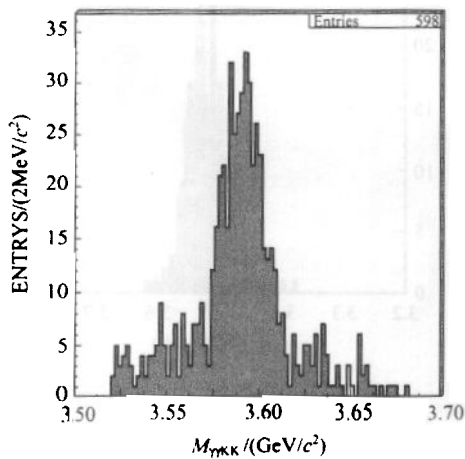


图 1 η'_c 的信号事例

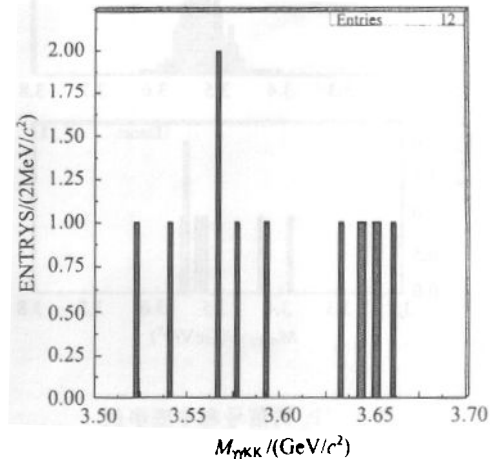


图 2 η'_c 的本底事例

我们选定的信号道 $\psi(2S) \rightarrow \pi^0 P_1 \rightarrow \pi^0 \gamma_1 \eta_c \rightarrow \gamma_1 \gamma_2 \gamma_3 4K$ 中, γ_1 基本上是单能的 (503MeV) 且与 η_c 基本上是背对背的,而且反应末态中的 4 个带电粒子的不变质量应该接近 η_c 的质量. 利用这些特征,就可以排除掉大部分本底;而使用 $\psi(2s) \rightarrow \pi^0 \pi^0 \psi \rightarrow 5\gamma\phi\phi \rightarrow 5\gamma 4K$ 中的 ϕ 共振峰的特性 $M_{K^+K^-} \sim M_\phi$, 可以干净的去掉这一道本底.

基于以上分析,对于 1P_1 , 采用以下的 CUT 条件来排除本底:

Cut1: $\cos(\theta_{\gamma_1, 4K}) \leq -0.96$;

Cut2: $M_{K^+K^-} > 1.1\text{GeV} (M_\phi \approx 1.02\text{GeV})$;

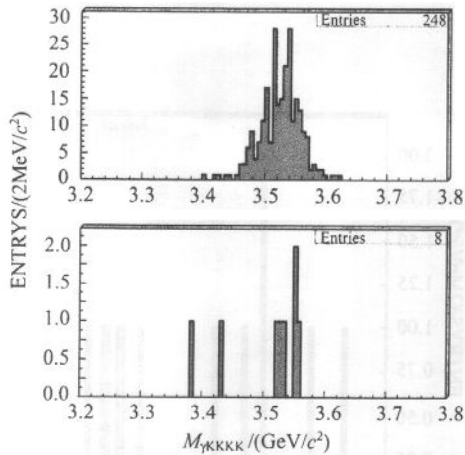
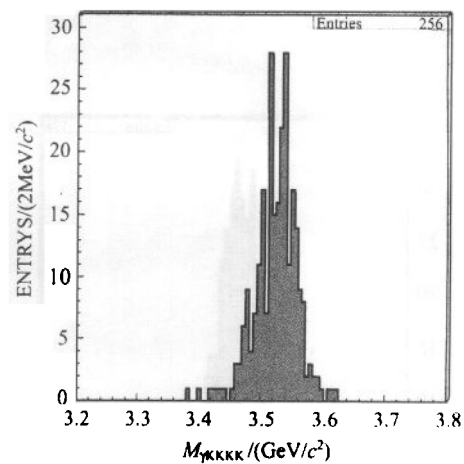
Cut3: $2.8\text{GeV} < M_{4K} < 3.06\text{GeV} (M_{\eta_c} \approx 2.98\text{GeV}, M_{J/\psi} \approx 3.1\text{GeV})$;

Cut4: $0.45\text{GeV} < E_{\gamma_1} < 0.56\text{GeV}$.

表 5 给出了经过径迹级判选后的事例数 $N_{\text{track-level}}$, 和再经过事例级的 CUT 及其组合后的事例数. 可见,本底主要来自 $\psi(2S) \rightarrow \pi^0 \pi^0 \psi (\rightarrow 4\gamma 4K)$, 而其他本底完全被扣除了.

表 5 1P_1 事例的判选

	信号事例	$\eta\psi$	$\gamma\chi_{c1}$	$\gamma\chi_{c2}$	$\pi^0\pi^0\psi(5\gamma4K)$	$\pi^0\pi^0\psi(4\gamma4K)$
N_{tot}	8700	3060	6870	3060	51780	645000
N_{bksel}	617	198	425	161	2234	45481
Cuts1	364	27	40	11	230	4978
Cuts1&2	265	0	0	3	2	4076
Cuts1&2&3	256	0	0	1	1	220
Cuts1&2&3&4	248	0	0	0	0	8

图 3 1P_1 的信号和本底事例图 4 1P_1 的谱型

最终得到 248 个好事例和 8 个本底, 信噪比 31:1. 信号, 本底和得到的谱型见图 3, 图 4. 由图可以看出, 有足够的信号显著性来确认 1P_1 的存在, 但是和 η'_c 一样, 信号的谱型不够理想, 这可能是因为模拟软件对光子的模拟不够好的原因.

3 结果和讨论

如果 BES III 能收集到 $3 \times 10^9 \psi(2S)$ 事例, 假设 BES III 的探测器参数达到第一节所述的指标, 并使用表 2—表 3 的 $\psi(2S)$ 衰变为 η'_c 和 1P_1 态的分支比, 我们就有能力在 BEPC II / BES III 寻找 η'_c 和 1P_1 . 模拟的结果是可以得到足够的信号事例以寻找和确认这两个粒子的存在. 实际上, 少于 3×10^9 个 $\psi(2S)$ 事例也可以达到这一目标, 尤其是对于 η'_c , 可以从 $6 \times 10^8 \psi(2S)$ 事例中得到 119 个信号事例, 如果想进一步得到更清晰的信号, 关键是改善探测器对带电粒子和光子的分辨和探测效率, 好的分辨和探测效率会给出更高的判选效率, 更清晰的信号, 更少的本底.

感谢高能所实验物理中心蒙特卡罗组的每一位成员对作者的帮助, 尤其是莫晓虎、房双世、彭海平博士对作者在物理分析基础方面的帮助.

参考文献 (References)

- 1 Aubert J J et al. Phys. Rev. Lett., 1974, **33**:1405
- 2 Augustin J E et al. Phys. Rev. Lett., 1974, **33**:1406
- 3 Partridge R et al. Phys. Rev. Lett., 1980, **45**:1150
- 4 Himel T et al. Phys. Rev. Lett., 1980, **45**:1146
- 5 Abrams G S et al. Phys. Rev. Lett., 1974, **33**:1453
- 6 Rapidis P A et al. Phys. Rev. Lett., 1977, **39**:526
- 7 Braunschweig W et al. Phys. Rev., 1975, **B57**:407
- 8 Whittaker J S et al. Phys. Rev. Lett., 1976, **37**:1596
- 9 Tanenbaum W et al. Phys. Rev. 1978, **D17**:1731
- 10 Edwards et al. Phys. Rev. Lett., 1982, **48**:70
- 11 Baglin et al. Phys. Lett., 1986, **B171**:135
- 12 Armstrong et al. Phys. Rev. Lett., 1992, **69**:2337
- 13 Antoniazzi et al. Phys. Rev., 1994, **D50**:4258
- 14 BAI J Z et al. BES Collab., Nucl. Inst. Meth., 1994, **A344**:319
- 15 DING Hui-Liang et al (BES Collab). HEP & NP, 1992, **16**:769 (in Chinese)
(丁慧良等(北京谱仪合作组). 高能物理与核物理, 1992, **16**:769)
- 16 BAI J Z et al. Phys. Rev. Lett. 1998, **81**:3091
- 17 YUAN Chang-Zheng. Search for η'_c and Study of χ_{c1} BES97, The 6th Annual Meeting. Beijing 1997, 191 (in Chinese)
(苑长征. η'_c 的寻找和 χ_{c1} 的研究. BES97, 第 6 次 BES 年会文集. 1997, 北京 191)
- 18 ZHU Yong-Sheng. Search for η'_c at BEPC II /BES III. Proceedings of Work-shop on the Development Strategy of HEP of China, the Part of Accelerator, May 2000, Beijing 82 (in Chinese)
(朱永生. Search for η'_c at BEPC II /BES III. 中国高能物理发展战略研讨会报告文集, 加速器分册, 2000 年 5 月, 北京 82)
- 19 KUANG Y P, Tuan S F, YAN T M. Phys. Rev. 1988, **D37**:1210
- 20 Voloshin M B, Sov J. Nucl. Phys. 1986, **43**:1011
- 21 Ko Pyungwon. Phys. Rev. 1995, **D52**:1710
- 22 Bodwin G T et al. DPF Conf. 1992, 1063—1066
- 23 CHAO K T, GU Y F, TUAN S F. Comm. Theo. Phys., 1996, **25**:471

Simulation of Searching for 1P_1 and η'_c on BEPC II /BES III *

LI Gang ZHU Yong-Sheng ZHANG Da-Hua LIU Huai-Min

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

Abstract The construction of BEPC II /BES III is under plan. Both the accelerator and detector will have much better performance than BEPC I /BES II. Under certain assumptions on 1P_1 and η'_c decay modes and branching ratios and on the BES III detector performance, and assuming $3 \times 10^9 \psi(2S)$ events data sample, the simulation shows that clear signals of 1P_1 and η'_c can be identified with rather low background.

Key words Monte Carlo simulation, charmonium S wave spin singlet η'_c , charmonium P wave spin singlet 1P_1

Received 16 October 2001

* Supported by NSFC(1991483)