

# $\tau$ -粲能区物理及对加速器和探测器设计的要求\*

苑长征 张炳云 秦庆

(中国科学院高能物理研究所 北京 100039)

**摘要** 基于  $\tau$ -粲能区的物理目标和各物理过程的截面,估计了该能区新一代加速器典型亮度下的事例率和每年运行取得的事例数.指出加速器亮度应优化在  $\psi'$  和  $\psi(4160)$  之间,峰值亮度决定于探测器触发判选系统、电子学系统及数据获取系统等能处理的最高事例率.

**关键词**  $\tau$ -粲物理 事例率 加速器设计 探测器设计

## 1 简介

拥有一台亮度为  $10^{33} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$  量级的正负电子对撞机以及与之相匹配的具有现代设计的探测器在  $\tau$ -粲能区(2—5GeV)进行物理研究,是自上个世纪 80 年代末以来很多高能物理界人士的愿望<sup>[1]</sup>;原来运行在  $B\bar{B}$  阈附近的 CESR 以及工作在上面的探测器 CLEO,由于无法与同一能区更高亮度的两个 B 工厂实验 BELLE/KEKB 和 BABAR/PEP II 竞争而考虑降低运行的质心系能量到  $\tau$ -粲能区<sup>[2]</sup>,其运行的有效亮度在 3—5GeV 间为  $(2-5) \times 10^{32} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ . 这个所谓的 CLEO-c/CESR-c 计划在部分上实现了这个梦想,但离期望的亮度为  $10^{33} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$  量级的标准尚有一定的差距.北京正负电子对撞机二期工程(BEPC II)<sup>[3]</sup>计划将原来的加速器(BEPC)<sup>[4]</sup>亮度提高至  $10^{33} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ,并将相应的探测器按现代的标准进行升级改造,这无疑是要实现十几年来大家一直祈盼的建成该能区高亮度加速器的目标.

由于  $\tau$ -粲能区物理兴趣广泛,质心系能量跨度大(2—5GeV),因而如何优化加速器的亮度和探测器的设计要从物理的需要上作细致的考虑.本文仅从本能区的物理兴趣、事例率和积累的事例数几个方面讨论对于加速器设计和探测器设计的要求.

2002-02-27 收稿

\* 国家自然科学基金(19991480),中国科学院百人计划经费(U-25)资助

1201—1208

## 2 $\tau$ -粲能区物理

$\tau$ -粲能区物理内容十分丰富,这已为众所周知,CLEO-c/CESR-c 的报告中已作了较为详细的说明<sup>[2]</sup>. 此处仅大致罗列以供参考:

- 1) 利用  $J/\psi$  衰变研究轻强子谱,寻找胶子球、混杂态等非  $q\bar{q}$  态,检验量子色动力学.
- 2) 利用  $\psi'$  衰变研究粲夸克偶素、轻强子谱等,检验量子色动力学.
- 3) 利用  $\psi''$  衰变研究 D 物理,精确测量 D 的衰变常数及 CKM 矩阵元,检验弱相互作用及强相互作用理论.
- 4) 利用  $\psi(4040)$  或  $\psi(4160)$  衰变研究  $D_s$  物理,精确测量  $D_s$  衰变常数及 CKM 矩阵元,检验弱相互作用和强相互作用.
- 5) 在  $\tau^+\tau^-$  质量阈附近作  $\tau^+\tau^-$  的产生和衰变研究,检验标准模型的预言.
- 6) 在  $\Lambda_c^+\Lambda_c^-$  阈附近作  $\Lambda_c$  的产生和衰变研究,精确测定其衰变常数及绝对分支比,检验弱相互作用理论.
- 7) 2—5GeV 之间高精度的  $R$  值测量,提供精确计算真空极化的数据,测定强作用耦合常数  $\alpha_s$ .

需要指出的是,由于 CLEO-c 的计划取数时间非常有限,其物理目标仅限于上述 1), 3), 4) 各一年的运行时间,而且由于有效亮度较低,其目标局限为物理参数的精确测量. 对于按  $10^{31}\text{cm}^{-2}\text{s}^{-1}$  指标设计的加速器,由于亮度要比 CESR-c 高,且总的运行时间较长(10 年左右),上述物理都应在其运行期间内涵盖. 尤其重要的是,物理参数的精确测量只是其目标的一部分,物理重点应在于新物理的寻找,这将表现在两个方面:一是理论可计算的一些参数的精确测量,这些测量与计算值的差别将预示着新物理的贡献;二是稀有衰变的寻找,尤其是超出标准模型外的过程的寻找,任何迹象都将表明新物理的存在.

从以上罗列的物理内容可以看出,最主要的物理内容,包括  $J/\psi$ ,  $\psi'$ , D,  $D_s$  和  $\tau$  等都集中在 3.1—4.2GeV, 加速器应至少在这个能量段内都有足够高的亮度.

## 3 $\tau$ -粲能区的物理过程

在  $e^+e^-$  对撞实验中,在 2—5GeV,除了共振态产生外,还有巴巴、双  $\mu$ ,  $\tau$  对、两光子湮没、非共振强子产生和双光子过程等. 以下给出各过程的产生截面,以供下文估计各能量点的事例产生率.

- 1) 巴巴散射( $e^+e^- \rightarrow e^+e^-$ )

最低阶过程的微分截面可表示为

$$\frac{d\sigma}{d\Omega} = \frac{\alpha^2}{4s} \left( \frac{3 + \cos^2\theta}{1 - \cos\theta} \right)^2,$$

其中  $s$  为质心系能量的平方,  $\alpha$  为电磁相互作用耦合常数,  $\theta$  为出射电子与入射电子之间的夹角. 由上式明显可见,在  $\cos\theta$  较大时,截面快速上升. 考虑辐射修正至  $\alpha^3$  阶,截面上升大约 30%.

2)  $\mu$  子对 ( $e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-$ )

最低阶截面可表示为

$$\frac{d\sigma}{d\Omega} = \frac{\alpha^2}{4s}(1 + \cos^2\theta),$$

考虑  $\alpha^3$  阶修正, 截面约上升 15%.

3)  $\tau$  对 ( $e^+e^- \rightarrow \tau^+\tau^-$ )

在  $\tau^+\tau^-$  质量阈以上, 最低阶的截面可表示为

$$\frac{d\sigma}{d\Omega} = \frac{\alpha^2}{4s}\beta((1 + \cos^2\theta) + (1 - \beta^2)\sin^2\theta),$$

其中  $\beta$  为末态粒子的运动速度. 在  $\tau^+\tau^-$  阈附近, 高阶修正已有很成熟的计算, 详见文献 [5].

4) 两光子湮没 ( $e^+e^- \rightarrow \gamma\gamma$ )

最低阶截面可表示为

$$\frac{d\sigma}{d\Omega} = \frac{\alpha^2}{s} \left( \frac{1 + \cos^2\theta}{1 - \cos^2\theta} \right),$$

考虑  $\alpha^3$  阶修正, 截面上升约 12%.

5) 非共振产生强子 ( $e^+e^- \rightarrow \gamma^* \rightarrow \text{hadrons}$ )

总截面通过  $R$  值可以表示为

$$\sigma = \sigma_{e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-} \times R,$$

$R$  值可由微扰 QCD 计算<sup>6</sup>.

$$R = R^{(0)} \left[ 1 + \frac{\alpha_s}{\pi} + C_2 \left( \frac{\alpha_s}{\pi} \right)^2 + C_3 \left( \frac{\alpha_s}{\pi} \right)^3 + \dots \right],$$

其中  $R^{(0)}$  为单纯考虑组分夸克时的  $R$  值, 在  $\tau$ -粲能区, 粲阈以下为  $3 \times \left( \left( \frac{2}{3} \right)^2 + \left( \frac{1}{3} \right)^2 + \left( \frac{1}{3} \right)^2 \right) = 2$ , 在粲阈以上应考虑粲夸克的贡献, 为  $3 \times \left( \left( \frac{2}{3} \right)^2 + \left( \frac{1}{3} \right)^2 + \left( \frac{1}{3} \right)^2 + \left( \frac{2}{3} \right)^2 \right) = \frac{10}{3}$ . 在下文的估计中, 取粲阈为 4.0 GeV, 粲阈以下  $C_2 = 1.640$ ,  $C_3 = -10.284$ , 粲阈以上  $C_2 = 1.525$ ,  $C_3 = -11.686$ , 为理论计算值.

6) 共振态的贡献 ( $e^+e^- \rightarrow R$ )

这是该能区最重要的部分, 因为几乎所有的物理取数都将在共振峰上进行. 共振态的产生截面可表示为

$$\sigma(\sqrt{s}) = \frac{4\pi(2J+1)\Gamma_e\Gamma}{(s-M^2)^2 + M^2\Gamma^2},$$

其中  $J$  为粒子的自旋, 对于  $e^+e^-$  对撞产生的共振态,  $J=1$ ;  $\Gamma_e$  为  $R \rightarrow e^+e^-$  的分宽度,  $\Gamma$  为  $R$  的总宽度;  $M$  为  $R$  的质量,  $\sqrt{s}$  为质心系能量.

因为该能区的共振态如  $J/\psi, \psi'$  的宽度很窄, 远小于加速器的能散, 因此观测截面应考虑到束流能量的分布, 有

$$\sigma_{\text{obs}}(W) = \int_0^\pi dW' G(W, W') \sigma(W'),$$

其中  $W$  为质心系能量,  $G(W, W') = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\Delta} e^{-\frac{(W-W')^2}{2\Delta^2}}$  为能量的分布函数,  $\Delta$  为质心系能量的能散. 考虑了初态辐射修正等效效应后的截面详见文献[7].

7) 双光子过程 ( $e^+e^- \rightarrow e^+e^-\gamma^*\gamma^*$ )

其截面与双光子的有效对撞亮度及  $\gamma\gamma \rightarrow X$  的截面有关, 可表示为

$$\sigma = \frac{\alpha^2}{\pi^2} \int_{z_{\min}}^1 \frac{dz}{z} \left[ f(z) \left( \log \frac{(-q^2)_{\max}}{m_e^2 z} - 1 \right)^2 - \frac{1}{3} \left( \log \frac{1}{z} \right)^3 \right] \sigma_{\gamma\gamma \rightarrow X(s)},$$

其中  $f(z) = (1 + 0.5z)^2 \log \frac{1}{z} - 0.5(1-z)(3+z)$ ,  $z = \frac{W^2}{s}$ . 这个过程非常复杂, 但在  $\tau$ -粲能区截面并不很大, 在此我们没有考虑, 详细的描述可见文献[8].

## 4 加速器的能散

正负电子束流在储存环中会受到量子激发和辐射阻尼的作用. 两者共同作用的结果, 是使粒子的能量有一个关于理想粒子能量的分布, 通常为高斯分布. 这个分布的标准偏差, 即通常所说的能散. 电子储存环中粒子的相对能散可以表示为

$$\sigma_r = \sqrt{\frac{C_q}{J_e \rho}} \gamma,$$

其中  $\gamma$  为束流的相对论能量,  $J_e$  为纵向衰减分配系数,  $\rho$  为储存环磁铁的弯转半径,  $C_q = 3.84 \times 10^{-13} \text{ m} \cdot \text{rad}$ , 为常数. 对于 BEPC, 二极铁的弯转半径  $\rho = 10.345 \text{ m}$ , 相对能散  $\sigma_r = 2.64 E_b \times 10^{-4}$ ; 由于 BEPC II 将继续使用 BEPC 的隧道, 但同时增加一个内环, 这使得平均弯转半径有所减小, 从而使  $\sigma_r$  增大至  $2.73 E_b \times 10^{-4}$ .

对于质心系能量而言, 其绝对能散  $\Delta = \sqrt{2} \sigma_r E_b = 2.73 \sqrt{2} E_b^2 \times 10^{-4}$ .

## 5 事例率及事例数估计

### 5.1 总观测截面

利用第 3 节中各过程的截面以及第 4 节中的能散, 在 2—5 GeV 之间各能量点的观测截面均可计算, 结果见图 1. 其中, 对于巴巴、双  $\mu$ 、 $\tau$  对产生、两光子湮没等过程, 用  $\cos\theta_{\max} = 0.93$  的条件, 这是一般的现代探测器的最大覆盖立体角, 对于末态为强子的过程及共振态过程, 由于末态粒子一般较多, 我们认为探测器的效率为 100%. 在计算中, 用到的物理参数<sup>[6]</sup>列在表 1 中.

由图 1(a) 可以看出, 在除  $J/\psi$  和  $\psi'$  以外的能量点, 截面主要为巴巴和两光子湮没过程的贡献. 在图 1(b) 和 1(c) 中, 给出了在  $J/\psi$  和  $\psi'$  峰上的总截面、共振态产生和其他过程的截面, 可见  $J/\psi$  处总截面高于 4300 nb,  $\psi'$  处也有约 1300 nb.  $J/\psi$  和  $\psi'$  峰区共振产生的截面估计的可靠性已为 BES 实验证实, 在 BES I 上的  $J/\psi$  共振峰扫描<sup>[9]</sup> 和在 BES II 上的  $\psi'$  共振峰

扫描<sup>[7]</sup>给出在这两点上的共振截面分别为 3100nb 和 700nb,质心系能量能散分别为  $(0.964 \pm 0.008)\text{MeV}$ 和  $(1.305 \pm 0.002)\text{MeV}$ ,与 BEPC 的设计指标,0.895MeV 和 1.268MeV,基本一致.

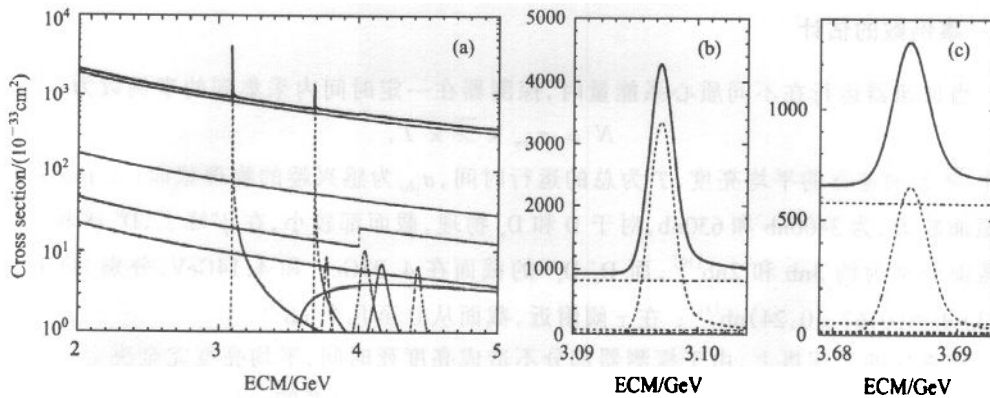


图 1 τ-粲能区的物理截面

(a) 2—5GeV 之间各能量点的物理总截面、共振态产生和其他各过程的截面,质心系能量为 5.0GeV 处自上而下分别为总截面、巴巴、两光子湮没、非共振态强子产生、双 μ 和 τ 对的产生截面,共振态部分自左至右依次为 J/ψ, ψ', ψ'', ψ(4040), ψ(4160) 和 ψ(4415);(b) 在 J/ψ 峰上的物理总截面、共振态产生和其他过程的截面;(c) 在 ψ' 峰上的物理总截面、共振态产生和其他过程的截面.

表 1 截面计算中用到的物理参数

共振态	质量/GeV	总宽度	e <sup>+</sup> e <sup>-</sup> 分宽度
J/ψ	3.09687	87keV	5.26keV
ψ'	3.68596	277keV	2.12keV
ψ''	3.7699	23.6MeV	0.26keV
ψ(4040)	4.040	52MeV	0.75keV
ψ(4160)	4.159	78MeV	0.77keV

### 5.2 事例率估计

典型的加速器设计峰值亮度为  $10^{33} \text{cm}^{-2} \text{s}^{-1}$ ,按  $1 \times 10^{33} \text{cm}^{-2} \text{s}^{-1}$  在 J/ψ, ψ', ψ'' 计算了最高物理事例率,实际亮度如有不同,可直接按比例改变.事例率的计算公式为

$$R = \sigma \cdot \mathcal{L}$$

注意到  $1\text{nb} = 10^{-33} \text{cm}^2$ ,当亮度  $\mathcal{L} = 1 \times 10^{33} \text{cm}^{-2} \text{s}^{-1}$ ,截面以 nb 为单位时,上式可简化为  $R = \sigma$ ,即图 1 中的纵坐标可直接读作最高的物理事例率,单位为 Hz. 即 J/ψ 峰上的物理事例率约为 4300Hz, ψ' 峰上约为 1300Hz,其他各能量点主要为 QED 过程贡献,事例率为 400—1000Hz.

在加速器的实际运行中,尤其是在大流强运行情况下,束流与真空管道中残存气体的相互作用,宇宙线本底,电子学噪声等都会对事例率造成影响.有效地去除这些本底是触发系统的重要任务.但一般说来,要求触发系统的效率接近 100%,而本底率低于 50% 是

一个很高的要求. 换句话说, 为保证触发效率, 事例的触发率至少为物理事例率的两倍. 即在  $J/\psi$  和  $\psi'$  峰上, 触发率至少为 8000Hz 和 2600Hz. 在其他能量点, 事例率在 2000Hz 以下.

### 5.3 事例数的估计

当加速器运行在不同质心系能量时, 探测器在一定时间内采集到的事例数为

$$N = \sigma_{\text{phy}} \times \bar{\mathcal{L}} \times T,$$

其中  $\bar{\mathcal{L}}$  为加速器的平均亮度,  $T$  为总的运行时间,  $\sigma_{\text{phy}}$  为感兴趣的物理截面, 在  $J/\psi$  和  $\psi'$  峰上截面较大, 为 3400nb 和 630nb, 对于  $D$  和  $D_s$  物理, 截面都较小, 在  $\psi'$  峰上,  $D^0 \bar{D}^0$  和  $D^+ D^-$  的截面分别为约 3nb 和 2nb<sup>[10]</sup>, 而  $D_s^+ D_s^-$  的截面在 4.03GeV 和 4.14GeV, 分别为  $(0.31 \pm 0.13)\text{nb}$  和  $(0.67 \pm 0.24)\text{nb}$ <sup>[11]</sup>. 在  $\tau$  阈附近, 截面从 0 至几个 nb<sup>[15]</sup>.

在现代的对撞机上, 由于探测器部分不造成亮度死时间, 平均亮度完全决定于注入时间和亮度寿命, 设计时一般考虑平均亮度  $\bar{\mathcal{L}}$  不低于峰值亮度的一半. 如果按每年实际运行取数时间为  $10^7\text{s}$  (一年约为  $3.2 \times 10^7\text{s}$ ), 则一年运行各物理可积累的事例数见表 2. 需要指出的是, 我们取了在任意能量点峰值亮度均为  $1 \times 10^{33}\text{cm}^{-2}\text{s}^{-1}$ , 实际情况中如有不同, 可将表中事例数按比例改变.

表 2 运行一年 ( $10^7\text{s}$ ) 各物理积累的事例数 (取平均亮度为  $0.5 \times 10^{33}\text{cm}^{-2}\text{s}^{-1}$ )

物理	质心系能量/GeV	截面/nb	每年产生事例数
$J/\psi$	3.097	~ 3400	$17 \times 10^9$
$\psi'$	3.686	~ 640	$3.2 \times 10^9$
$D$	3.770	~ 5	$25 \times 10^6$
$D_s$	4.030	~ 0.32	$1.6 \times 10^6$
$D_s$	4.140	~ 0.67	$3.3 \times 10^6$

## 6 事例率和事例数对于探测器和加速器设计的要求

由以上分析可见, 触发率和事例数最高的点是在  $J/\psi$  峰上, 似乎探测器的设计应以  $J/\psi$  峰处的触发率和事例数来决定, 实际并非如此.

由于  $J/\psi$  物理的主要内容为轻强子谱的研究和胶子球、混杂态等的寻找, 而这些过程按理论预期都有很大的分支比<sup>[12]</sup>. 对于典型遍举道如  $J/\psi \rightarrow \gamma X$ ,  $X \rightarrow \pi^+ \pi^-$ ,  $K^+ K^-$ ,  $2(\pi^+ \pi^-)$  等, 分支比均为  $10^{-3}$  量级, 即使对于分支比为  $1 \times 10^{-3}$  的遍举道, 对应于一年采集的  $J/\psi$  事例数, 假设接收度为 30%, 可估计观测事例数为

$$n^{\text{obs}} = 17 \times 10^9 \times 10^{-3} \times 0.3 = 5.1 \times 10^6.$$

假设这些事例中的  $X$  质量均匀分布在 0—3.0GeV 之间, 相当于每 30MeV 的质量区间内有 51000 事例, 统计量对于利用分波分析进行强子谱研究已经很大了. 换句话说, 这个物理目标需要的  $J/\psi$  事例数在峰值亮度为  $1.0 \times 10^{33}\text{cm}^{-2}\text{s}^{-1}$  的情况下, 大致只需一年的运

行时间. 探测器为适应高事例率的设计在大多数时间是没有用的(加速器/探测器的典型运行寿命为 10 年左右).

由以上分析我们得出的结论是: 加速器和探测器的优化应以其他物理为主, 只需兼顾  $J/\psi$  物理就足够了.

由各主要物理的质心系能量显然可见, 除  $J/\psi$  外, 其他都集中在  $\psi'$  至  $\psi(4160)$ , 由于  $\psi'$  的截面也很大, 而且与  $\psi''$  离得很近, 加速器的优化只需考虑从  $\psi'$  至  $\psi(4160)$  即可. 即应在可能的条件下, 尽量优化加速器在  $D$  和  $D_s$  物理上的亮度.

在“自然”情况下, 当加速器的亮度优化在某一能量点上时, 假设此时约束峰值亮度的只有射频功率, 那么当能量提高时, 亮度按束流能量的  $-10$  次方变化; 当能量降低时, 亮度受发射度、束流参数等的影响基本按束流能量的  $+4$  次方变化<sup>[2]</sup>; 如果将亮度优化在  $\psi'$  处, 相对亮度随能量的变化见图 2, 可见此时在  $\psi(4040)$  和  $\psi(4160)$  等处还有可观的亮度, 在  $J/\psi$  处仍有最高亮度的 45%.

此时亮度优化点的亮度值决定于两种情况:

1) 探测器按高事例率设计, 即 8000Hz, 此时在  $J/\psi$  峰区需  $1 \times 10^{33} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ , 相应于亮度优化点峰值亮度为约  $2 \times 10^{33} - 3 \times 10^{33} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ . 此时, 在  $\psi'$  峰上的这样, 高事例率设计的探测器几乎可以在所有的数据获取时间内有效地利用.

2) 探测器按中等事例率设计, 即主要考虑  $\psi''$ ,  $\psi'$  处的事例率, 为不浪费设计的亮度, 峰值亮度基本由  $\psi'$  处的事例率决定. 当峰值亮度为  $1 \times 10^{33} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$  时,  $\psi'$  处的事例率为 2600Hz, 当运行在  $J/\psi$  峰上时, 事例率仍有 3600Hz, 此时可考虑加速器在低亮度下运行以保证探测器的正常工作. 当然, 针对巴巴事例的触发条件可以去除大部分这些事例的贡献, 从而使事例率降低约 30%--50%.

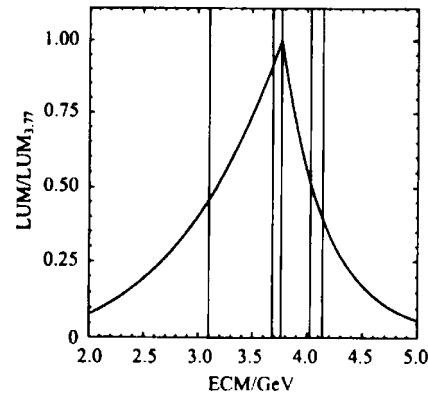


图 2 “自然”情况下, 当加速器的亮度优化在  $\psi'$  上时, 亮度随束流能量的变化. 图中竖线自左至右依次为  $J/\psi$ ,  $\psi'$ ,  $\psi''$ ,  $\psi(4040)$  和  $\psi(4160)$  的位置.

## 7 结论

$\tau$ -粲能区丰富的物理内容要求高亮度  $e^+e^-$  对撞机和高性能探测器的出现,  $J/\psi$  和  $\psi'$  峰区的大截面对探测器触发、电子学、数据获取等系统提出了很高的要求, 与  $DD$  和  $D_s D_s$  能区比较, 我们认为:

1) 加速器亮度应优化在质心系能量 3.770 至 4.160GeV 之间, 峰值亮度为  $1 \times 10^{33} - 3 \times 10^{33} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ , 具体数值决定于探测器触发判选系统、电子学系统、数据获取系统等能处理的事例率的高低.

2) 由于新实验将拥有的前所未有的高亮度和大数据样本, 其物理目标除物理参数的

精确测量外,应着重对新物理的寻找.

感谢薛生田研究员对本文提出的建设性意见.

### 参考文献 (References)

- 1 Proc. of tau-Charm Factory Workshop. Stanford, CA, May 23—27, 1989, SLAC-Report-343
- 2 CLEO-c Collaboration. CLEO-c and CESR-c: A New Frontier of Weak and Strong Interactions. 2001, CLNS 01/1742
- 3 ZHANG Chuang. BEPC II Overview. talk given on BES-III workshop, Oct. 13—15, 2001, Beijing
- 4 ZHANG C, TANG J Y. Proceedings of the Workshop on BEPC Luminosity Upgrades, IHEP-01, December 1991; FANG S X. The BEPC Upgrade. Third Workshop on the Tau-Charm Factory, Marbella, Spain, June 1993, edited by J. Kirkby and R. Kirkby
- 5 Ruiz-Femenia P, Pich A. Phys. Rev., 2001, **D64**:053001
- 6 Particle Data Group. Eur. Phys. J., 2000, **C15**
- 7 MO Xiao-Hu. Ph.D thesis, Institute of High Energy Physics, Chinese Academy of Sciences, 2001 (in Chinese)  
(莫晓虎. 博士论文,  $\psi'$  共振参数测量, 中国科学院高能物理研究所, 2001)
- 8 Kolanoski H. Two-Photon Physics at  $e^+e^-$  Storage Rings. Springer-Verlag, 1984
- 9 BAI J Z et al. Phys. Lett., 1995, **B355**:374
- 10 Baltrusaitis R M et al. Phys. Rev. Lett., 1986, **56**:2140; Adler J et al. Phys. Rev. Lett., 1988, **60**:89; Appendix A of [2]
- 11 BAI J Z et al. Phys. Rev., 1995, **D52**:3781; Adler J et al. Phys. Rev. Lett., 1989, **63**:1211
- 12 Koepke L, Wermes N. Phys. Rep., 1989, **174**:67

## $\tau$ -Charm Factory Physics and Restriction to the Accelerator and Detector Design

YUAN Chang-Zheng ZHANG Bing-Yun QIN Qing

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

**Abstract** It is of great interest to build a high luminosity accelerator in  $\tau$ -charm energy region. The physics interest in this energy region is briefly reviewed. Events rate and events number at different energy in one year's data taking are estimated under typical luminosity of  $10^{33} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ . It is pointed out that the luminosity of a newly designed accelerator should be optimized between  $\psi'$  and  $\psi(4160)$ , the peak luminosity should be determined by the events rate which the trigger system, detector electronics and data acquisition system could handle.

**Key words**  $\tau$ -charm factory physics, events rate, accelerator design, detector design

Received 27 February 2002

\* Supported by National Natural Science Foundation of China (19991480), 100 Talent Programme of CAS (U-25)