

# $\sqrt{s} = 29-35\text{GeV}$ $e^+e^-$ 湮没中 $D^{*\pm}$ 介子的平均多重数\*

陈鄂生 王群 谢去病<sup>1)</sup>

(山东大学物理系 济南 250100)

陈岩

(山东大学出版社 济南 250100)

**摘要** 分析了 TASSO 等 5 个实验组的数据, 并采用最新衰变分支比, 得到了  $\sqrt{s} = 29-35\text{GeV}$   $e^+e^-$  湮没中  $D^{*\pm}$  介子的平均多重数  $\langle D^{*+} + D^{*-} \rangle$  为  $0.24 \pm 0.02$ . 这个结果同在 Review of Particle Physics 中公布的  $\langle D^{*+} + D^{*-} \rangle$  为  $0.43 \pm 0.07$  严重不符. 我们认为, 我们的结果是可信的.

**关键词**  $e^+e^-$ 湮没 粲介子 平均多重数

## 1 引言

每两年公布一次的 Review of Particle Physics (RPP), 从 1990 年开始给出  $e^+e^-$  湮没

表1 能量 $\sqrt{s}=10, 29-35$ 与 $91\text{GeV}$ 的 $e^+e^-$ 湮没中部分粲介子的产额

	$\sqrt{s} \approx 10\text{GeV}$	$\sqrt{s} = 29-35\text{GeV}$	$\sqrt{s} = 91\text{GeV}$
$\langle D^{*+} + D^{*-} \rangle$	$0.22 \pm 0.04$	$0.43 \pm 0.07$	$0.180 \pm 0.013$
$\langle D^{*0} + \bar{D}^{*0} \rangle$	$0.23 \pm 0.06$	$0.27 \pm 0.11$	—
$\langle D^+ + D^- \rangle$	$0.16 \pm 0.03$	$0.17 \pm 0.03$	$0.20 \pm 0.03$
$\langle D^0 + \bar{D}^0 \rangle$	$0.37 \pm 0.06$	$0.45 \pm 0.07$	$0.40 \pm 0.06$

中产生的各种强子的平均多重数. 表 1 中列出 1996 年 RPP<sup>[1]</sup> 中  $\sqrt{s} = 10, 29-35$  与  $91\text{GeV}$  的部分粲介子的平均多重数. 由表 1 看出, 三种粲介子的多重数  $\langle D^{*0} + \bar{D}^{*0} \rangle$ ,  $\langle D^+ + D^- \rangle$  与  $\langle D^0 + \bar{D}^0 \rangle$  随能量  $\sqrt{s}$  的变化不大, 可以认为在误差范围内不随能量变化, 而带电矢量介子  $D^{*\pm}$  在  $\sqrt{s} = 29-35\text{GeV}$  的多重数  $\langle D^{*+} + D^{*-} \rangle$  大约是  $\sqrt{s} = 10$  与  $91\text{GeV}$  的两

1997-02-24收稿

\* 国家自然科学基金资助

1) CCAST成员及中国科学院理论物理所客座研究人员

倍. 这种  $D^{*\pm}$  介子多重数随能量  $\sqrt{s}$  的异常变化是现行理论模型难以解释的. 为此, 我们分析了 TASSO, JADE, DELCD, HRS 与 TPC 等 5 个实验组对  $e^+e^-$  湮没反应在  $\sqrt{s} = 29-35\text{GeV}$  的  $D^{*\pm}$  介子单举产生截面测量的 5 组数据, 得到了同 RPP 中完全不同的  $D^{*\pm}$  介子平均多重数, 它同 RPP 中  $\sqrt{s} = 10$  与  $91\text{GeV}$  的值相近, 这表明  $D^{*\pm}$  介子的多重数也是在误差范围内不随能量变化的.

## 2 数据与分析

本节对 TASSO 等 5 个实验组对  $\sqrt{s} = 29-35\text{GeV}$   $e^+e^-$  湮没中  $D^{*\pm}$  介子单举产生截面测量的 5 组数据, 作详细的分析. 这 5 个实验组对  $D^{*\pm}$  介子的测量都是通过以下两个衰变道进行的:

$$D^{*+} \rightarrow \pi^+ D^0, D^0 \rightarrow K^- \pi^+ . \quad (1)$$

$D^{*\pm}$  介子的单举产生截面测量值, 同上述两个衰变道的衰变分支比的乘积  $B(D^{*+} \rightarrow \pi^+ D^0)B(D^0 \rightarrow K^- \pi^+)$  有关. 由于这些实验组的测量数据是在 1983—1988 年得到的, 他们在当时用到的分支比与目前最新的, 即在 1996 年 RPP 中公布的分支比

$$B(D^{*+} \rightarrow \pi^+ D^0) = 0.683 \pm 0.014, B(D^0 \rightarrow K^- \pi^+) = 0.038 \pm 0.0012, \quad (2)$$

有很大的差异. 最新分支比比当时他们采用的旧分支比更可靠, 且误差并也小得多. 在以下的分析中将采用最新分支比 (2), 对原有数据作出修正. 在 5 个实验组的测量数据中都没有计入分支比引起的误差. 在我们的分析中, 将计入分支比引起的误差.

### 2.1 TASSO 实验组数据

文献 [2] 给出的 TASSO 实验组对  $\sqrt{s} = 34.4\text{GeV}$   $e^+e^-$  湮没中  $D^{*\pm}$  介子单举产生微分截面测量值如图 1 所示. 能量分数  $Z = 2E_{D^{*\pm}} / \sqrt{s} > 0.3$  的相对截面

$$R(D^{*\pm}, Z > 0.3) = [\sigma(D^{*+}, Z > 0.3) + \sigma(D^{*-}, Z > 0.3)] / \sigma_{\mu\mu} = 1.25 \pm 0.32(\text{stat.}) \pm 0.44(\text{syst.}), \quad (3)$$

其中

$$\sigma_{\mu\mu} = 4\pi\alpha^2 / 3s = 86.856 / (34.4)^2 \text{ nb} = 0.073\text{nb}. \quad (4)$$

图 1 中的曲线是 Peterson 函数

$$\left(\frac{s}{\beta}\right) \frac{d\sigma}{dZ} \sim \frac{1}{Z \left(1 - \frac{1}{Z} - \frac{\epsilon}{1-Z}\right)^2}, \quad (5)$$

式中参数  $\epsilon$  通过曲线同实验数据拟合, 确定为  $\epsilon = 0.18 \pm 0.07$ . 为了得到全  $Z$  区的  $R(D^{*\pm})$ , 利用 Peterson 函数, 将测量值外推. 由下式求出外推系数

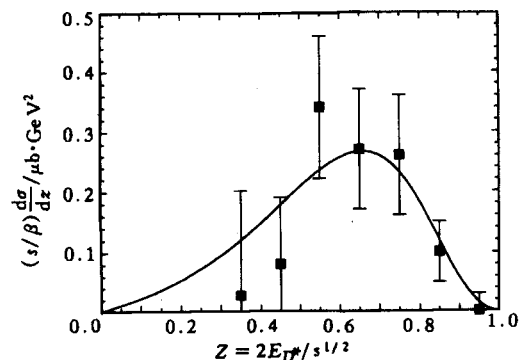


图1  $\sqrt{s} = 34.4\text{GeV}$   $e^+e^-$  湮没中  $D^{*\pm}$  介子的单举产生微分截面 (Tasso data)

$$\eta = \int_{Z_{\min}}^1 \frac{dZ}{Z \left[ 1 - \frac{1}{Z} - \frac{\varepsilon}{1-Z} \right]^2} \bigg/ \int_{Z_0}^1 \frac{dZ}{Z \left[ 1 - \frac{1}{Z} - \frac{\varepsilon}{1-Z} \right]^2}, \quad (6)$$

其中  $Z_{\min} = 2m_{D^{*\pm}} / \sqrt{s}$  为  $D^{*\pm}$  介子的理论上的最小能量分数 ( $m_{D^{*\pm}}$  为  $D^{*\pm}$  介子的质量),  $Z_0$  为实验上测量的最小能量分数. 将  $Z_{\min} = 2 \times 2 / 34.4 = 0.116$ ,  $Z_0 = 0.3$  与  $\varepsilon = 0.18$  代入 (6) 式, 得  $\eta = 1.09$ . 全  $Z$  区的  $R(D^{*\pm}) = \eta R(D^{*\pm}, Z > 0.3) = 1.36 \pm 0.35 \pm 0.48$ . TASSO 组采用的分支比为  $B(D^{*+} \rightarrow \pi^+ D^0) = 0.44 \pm 0.10$ ,  $B(D^0 \rightarrow K^- \pi^+) = 0.030 \pm 0.006$ . 我们改用式 (2) 的最新分支比. 由分支比引起的截面修正因子为  $\xi = 0.44 \times 0.03 / (0.683 \times 0.0383) = 0.505$ . 经分支比修正后,  $R(D^{*\pm}) = 0.69 \pm 0.18 \pm 0.24 \pm 0.03$ , 其中最后一个误差为分支比引起的. 将三个误差按平方相加开方的规则合并成一个, 便有  $R(D^{*\pm}) = 0.69 \pm 0.30$ .

## 2.2 JADE 实验组数据

JADE 实验组<sup>[3]</sup>测得  $\sqrt{s} = 34.4 \text{ GeV}$   $e^+e^-$  湮没中  $Z > 0.4$  的  $D^{*\pm}$  单举产生截面为  $\sigma(D^{*\pm}, Z > 0.4) = 0.14 \pm 0.02 \pm 0.03 \text{ nb}$ , 与它相应的  $R(D^{*\pm}, Z > 0.4) = 1.9 \pm 0.3 \pm 0.4$ . 通过 Peterson 曲线同微分截面数据拟合, 他们得到 Peterson 函数中的参数  $\varepsilon = 0.24$ . 将  $Z_{\min} = 0.116$ ,  $Z_0 = 0.4$  及  $\varepsilon = 0.24$  代入 (6) 式, 得外推系数  $\eta = 1.27$ . 全  $Z$  区的  $R(D^{*\pm}) = 2.4 \pm 0.4 \pm 0.5$ . 文献 [3] 采用的分支比同文献 [2] 相同, 分支比修正因子也是  $\xi = 0.505$ . 经分支比修正后,  $R(D^{*\pm}) = 1.2 \pm 0.2 \pm 0.3 \pm 0.05$ . 合并三个误差后,  $R(D^{*\pm}) = 1.2 \pm 0.36$ .

## 2.3 HRS 实验组数据

HRS 实验组<sup>[4]</sup>测得  $\sqrt{s} = 29 \text{ GeV}$   $e^+e^-$  湮没中  $D^{*\pm}$  介子单举产生相对截面为  $R(D^{*\pm}) = 0.995 \pm 0.175$ . 他们采用的分支比为  $B(D^{*+} \rightarrow \pi^+ D^0) = 0.57 \pm 0.056$ ,  $B(D^0 \rightarrow K^- \pi^+) = 0.042 \pm 0.0056$ . 分支比修正因子  $\xi = 0.915$ . 经分支比修正后,  $R(D^{*\pm}) = 0.91 \pm 0.16 \pm 0.03$ . 合并两个误差后,  $R(D^{*\pm}) = 0.91 \pm 0.16$ .

## 2.4 DELCO 实验组数据

DELCO 实验组<sup>[5]</sup>测得  $\sqrt{s} = 29 \text{ GeV}$   $e^+e^-$  湮没中  $D^{*\pm}$  介子单举相对截面  $R(D^{*\pm}, x > 0.3) = 1.36 \pm 0.20 \text{ (stat.)} \pm 0.32 \text{ (syst.)}$ , 其中  $x = p_{D^*} / p_{\max} = p_{D^*} / (E_{\text{beam}}^2 - m_{D^*}^2)^{1/2}$  为  $D^{*\pm}$  介子的动量分数. 通过 Peterson 曲线同  $D^{*\pm}$  微分截面测量值的拟合, 他们得到 Peterson 函数中参数  $\varepsilon = 0.36$ . 为了得到全  $x$  区 (0—1) 的  $R(D^{*\pm})$  值, 利用 Peterson 函数将实验值外推. 外推系数仍由 (6) 式计算, 只是将其中  $Z \rightarrow x$ ,  $Z_{\min} \rightarrow x_{\min} = 0$ ,  $Z_0 \rightarrow x_0 = 0.3$ . 于是得  $\eta = 1.18$ ,  $R(D^{*\pm}) = 1.6 \pm 0.24 \pm 0.37$ . 文献 [5] 采用的分支比为  $B(D^{*+} \rightarrow D^0 \pi^+) = 0.64 \pm 0.11$ ,  $B(D^0 \rightarrow K^- \pi^+) = 0.030 \pm 0.006$ . 分支比修正因子  $\xi = 0.734$ . 经分支比修正后,  $R(D^{*\pm}) = 1.17 \pm 0.18 \pm 0.27 \pm 0.04$ . 将三个误差合并后,  $R(D^{*\pm}) = 1.17 \pm 0.32$ .

## 2.5 TPC 实验组

TPC 实验组<sup>[6]</sup>对  $\sqrt{s} = 29\text{GeV}$   $e^+e^-$  湮没中  $D^{*\pm}$  介子单举产生微分截面测量值如表 2 所示,  $Z > 0.2$  的总截面为  $\sigma(D^{*\pm}, Z > 0.2) = 0.15 \pm 0.02\text{nb}$ , 相应的  $R(D^{*\pm}, Z > 0.2) = \sigma(D^{*\pm}, Z > 0.2) / \sigma_{\mu\mu} = 1.46 \pm 0.19$  ( $\sigma_{\mu\mu} = 0.103\text{nb}$ ). 由 Peterson 曲线拟合实验数据得  $\epsilon = 0.25 \pm 0.12$ . 将  $Z_{\min} = 0.138, Z_0 = 0.2$  与  $\epsilon = 0.25$  代入 (6) 式得  $\eta = 1.028$ . 全  $Z$  区的  $R(D^{*\pm}) = 1.50 \pm 0.20$ . TPC 实验组采用的分支比为  $B(D^{*+} \rightarrow \pi^+ D^0) = 0.64 \pm 0.11$ ,  $B(D^0 \rightarrow K^- \pi^+) = 0.24 \pm 0.004$ . 分支比修正因子  $\xi = 0.587$ . 经分支比修正后,  $R(D^{*\pm}) = 0.88 \pm 0.12 \pm 0.03$ . 合并两个误差后,  $R(D^{*\pm}) = 0.88 \pm 0.12$ .

表 2  $\sqrt{s}=29\text{GeV}$   $e^+e^-$  湮没中  $D^{*\pm}$  介子单举产生微分截面 (TPC 实验组)

$Z$	$(\frac{s}{\beta}) \frac{d\sigma}{dZ} / \mu\text{b} \cdot \text{GeV}^2$
0.2—0.3	0.0±0.10
0.3—0.4	0.21±0.07
0.4—0.5	0.22±0.07
0.5—0.6	0.25±0.07
0.6—0.7	0.33±0.08
0.7—0.8	0.15±0.06
0.8—0.9	0.08±0.04
0.9—1.0	0.04±0.02

## 3 $D^{*\pm}$ 介子的平均多重数

在  $e^+e^-$  湮没中  $D^{*\pm}$  介子的平均多重数由下式决定

$$\langle D^{*+} + D^{*-} \rangle = R(D^{*\pm}) / R(h), \quad (7)$$

其中

$$R(h) = \sigma(e^+e^- \rightarrow h) / \sigma_{\mu\mu} = 3s\sigma(e^+e^- \rightarrow h) / 4\pi a^2. \quad (8)$$

在标准模型中<sup>[7]</sup>

$$R(h) = 3 \sum_q \left\{ \frac{1}{2} \beta_q (3 - \beta_q^2) \left[ e_q^2 - 8e_q \left( 2\sin^2\theta_w - \frac{1}{2} \right) a_q \chi_1 + 16 \left( \left( 2\sin^2\theta_w - \frac{1}{2} \right)^2 + \frac{1}{4} \right) a_q^2 \chi_2 \right] (1 + C_{\text{QCD}}^V) + 4\beta_q^3 \left( \left( 2\sin^2\theta_w - \frac{1}{2} \right)^2 + \frac{1}{4} \right) \chi_2 (1 + C_{\text{QCD}}^A) \right\}, \quad (9)$$

其中  $\beta_q = [1 - (2m_q / \sqrt{s})^2]^{1/2}$  为夸克  $q$  的速度,  $e_q$  为夸克  $q$  的电荷 (以质子电荷为单位), 对  $u, c$  夸克,  $e_q = 2/3$ , 对  $d, s, b$  夸克,  $e_q = -1/3$ .  $\theta_w$  为 Weinberg 角.

$$a_q = \begin{cases} \frac{1}{2} - \frac{4}{3} \sin^2\theta_w, & q = u, c, \\ -\frac{1}{2} + \frac{2}{3} \sin^2\theta_w, & q = d, s, b, \end{cases}$$

$$\chi_1 = \frac{1}{16\sin^2\theta_w\cos^2\theta_w} \frac{S(S-M_Z^2)}{(S-M_Z^2)^2 + \Gamma_Z^2 M_Z^2},$$

$$\chi_2 = \frac{1}{256\sin^4\theta_w\cos^4\theta_w} \frac{S^2}{(S-M_Z^2)^2 + \Gamma_Z^2 M_Z^2},$$

$$C_{\text{QCD}}^V = f_1^V \frac{\alpha_s}{\pi} + f_2^V \left(\frac{\alpha_s}{\pi}\right)^2 + f_3^V \left(\frac{\alpha_s}{\pi}\right)^3,$$

$$C_{\text{QCD}}^A = f_1^A \frac{\alpha_s}{\pi} + f_2^A \left(\frac{\alpha_s}{\pi}\right)^2 + f_3^A \left(\frac{\alpha_s}{\pi}\right)^3,$$

$$f_1^V = 2\pi^2 / (3\beta_q) - (3 + \beta_q)(2\pi^2 - 3) / 12,$$

$$f_1^A = 2\pi^2 / (3\beta_q) - (1.9 - 4.4\beta_q + 3.5\beta_q^2)(2\pi^2 - 3) / 3,$$

$$f_2^V = f_2^A = 1.9857 - 0.1153N_f,$$

$$f_3^V = f_3^A = -6.6368 - 1.2001N_f - 0.0052N_f^2 - 1.2395 \left(\sum_q e_q\right)^2 / \left(3\sum_q e_q^2\right),$$

$$\alpha_s = \frac{12\pi}{(33 - 2N_f)\ln(s/\Lambda^2)} \left\{ 1 - \frac{6(153 - 19N_f)\ln[\ln(s/\Lambda^2)]}{(33 - 2N_f)^2 \ln(s/\Lambda^2)} + \frac{36(153 - 19N_f)^2}{(33 - 2N_f)^4 \ln^2(s/\Lambda^2)} \left[ \left( \ln[\ln(s/\Lambda^2)] - \frac{1}{2} \right)^2 + \frac{(33 - 2N_f)(77139 - 15099N_f + 32N_f^2)}{72(153 - 19N_f)^2} - \frac{5}{4} \right] \right\}.$$

图 2 给出由 (9) 式算出的  $\sqrt{s} = 10 - 60\text{GeV}$   $e^+e^- \rightarrow h$  的  $R(h)$  理论曲线. 公式中的参数  $N_f$

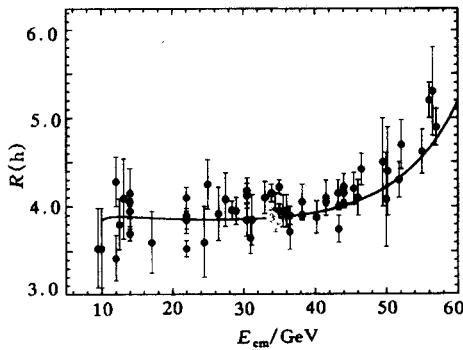


图 2 在  $e^+e^-$  对撞中  $R(h)$  的理论计算值与实验值

$= 5$ ; 5 种夸克的质量  $m_q$  取如下值:  $m_u = m_d = 0.34\text{GeV}$ ,  $m_s = 0.45\text{GeV}$ ,  $m_c = 1.5\text{GeV}$ ,  $m_b = 4.73\text{GeV}$ ; 另外 4 个参数分别取如下实验值:  $\sin^2\theta_w = 0.230 \pm 0.0048^{[8]}$ ,  $M_Z = 91.187 \pm 0.007\text{GeV}$ ,  $\Gamma_Z = 2.490 \pm 0.007\text{GeV}$ ,  $\Lambda = 0.209^{+0.039}_{-0.033}\text{GeV}$  (以上 3 个参数值取自文献 [1]). 图 2 还给出  $R(h)$  的实验值<sup>[1]</sup>. 可以看出,  $R(h)$  的理论曲线同实验值符合得很好. 通常在由 (7) 式确定平均多重数时,  $R(h)$  采用理论计算值. 计入  $\sin^2\theta_w$ ,  $M_Z$ ,  $\Gamma_Z$  与  $\Lambda$  的误差后,  $\sqrt{s} = 29$  与  $34.4\text{GeV}$  的  $R(h)$  计算值分别为  $3.856 \pm 0.008$  与  $3.876 \pm 0.009$ . 由各实验

组数据及公式 (7) 与 (9) 确定的  $D^{*+}$  介子平均多重数列于表 3. 由表 3 看出, 5 个  $D^{*+}$  介子的平均多重数值在误差范围内相互符合. 由这 5 个值得到的加权平均值为  $\langle D^{*+} + D^{*-} \rangle = 0.24 \pm 0.02$ .

表3  $\sqrt{s} = 29-35\text{GeV}$   $e^+e^-$  湮没中  $D^{*\pm}$  介子的平均多重数

$\sqrt{s}/\text{GeV}$	实验组	$R(D^{*\pm})$	$\langle D^{*+} + D^{*-} \rangle$	数据来源
34.4	TASSO	$0.69 \pm 0.30$	$0.18 \pm 0.08$	[2]
34.4	JADE	$1.20 \pm 0.36$	$0.31 \pm 0.09$	[3]
29	HRS	$0.91 \pm 0.16$	$0.24 \pm 0.04$	[4]
29	DELCO	$1.17 \pm 0.32$	$0.30 \pm 0.08$	[5]
29	TPC	$0.88 \pm 0.12$	$0.23 \pm 0.03$	[6]

## 4 结论

通过对 TASSO 等 5 个实验组数据的分析, 得到  $\sqrt{s} = 29-35\text{GeV}$   $e^+e^-$  湮没中  $D^{*\pm}$  介子的平均多重数  $\langle D^{*+} + D^{*-} \rangle = 0.24 \pm 0.02$ . 这个结果同在 RPP 中公布的  $\langle D^{*+} + D^{*-} \rangle = 0.43 \pm 0.07$  严重不符. 由于以下理由, 确信我们的结果是可信的.

(1) 采用最新分支比, 由 5 个实验组数据得到结果在实验误差范围内相互符合.

(2) TASSO 实验组<sup>[9]</sup>在 1989 年测得  $\sqrt{s} = 28-46.8\text{GeV}$  (平均能量为  $36.2\text{GeV}$ ) 的比过去更为准确的  $R(D^{*\pm}) = 1.28 \pm 0.09(\text{stat.}) \pm 0.18(\text{syst.})$ , 其中系统误差不含分支比引起的误差. 上述  $R(D^{*\pm})$  值是利用如下两种衰变方式测得的:

- ①  $D^{*+} \rightarrow D^0 \pi^+ \rightarrow K^- \pi^+ \pi^+$ ,
- ②  $D^{*+} \rightarrow D^0 \pi^+ \rightarrow K^- \pi^+ \pi^- \pi^+ \pi^+$ .

他们采用的分支比为  $B(D^{*+} \rightarrow D^0 \pi^+) = 0.49 \pm 0.08$ ,  $B(D^0 \rightarrow K^- \pi^+) = 0.0377^{+0.0037}_{-0.0032}$ ,  $B(D^0 \rightarrow K^- \pi^+ \pi^- \pi^+) = 0.079^{+0.010}_{-0.009}$ . 现采用最新分支比 (2) 及  $B(D^0 \rightarrow K^- \pi^+ \pi^- \pi^+) = 0.075 \pm 0.004$ <sup>[11]</sup>, 可得分支比修正因子  $\xi_1 = 0.49 \times 0.0377 / (0.683 \times 0.383) = 0.706$  及  $\xi_2 = 0.49 \times 0.079 / (0.683 \times 0.075) = 0.756$ . 由文献 [9] 给出的衰变方式 (1) 与 (2) 的事例数之比  $N_1:N_2 = 132.6:93$  得  $R(D^{*\pm})$  的分支比修正因子  $\xi = \xi_1 \times 132.6 / 225.6 + \xi_2 \times 93 / 225.6 = 0.727$ . 经分支比修正后,  $R(D^{*\pm}) = 0.93 \pm 0.07 \pm 0.13 \pm 0.04$ . 合并 3 个误差后,  $R(D^{*\pm}) = 0.93 \pm 0.15$ . 由 (9) 与 (7) 两式算出,  $\sqrt{s} = 36.2\text{GeV}$  的  $R(h) = 3.888 \pm 0.009$ ,  $\langle D^{*+} + D^{*-} \rangle = 0.24 \pm 0.04$ . 这个结果同我们的  $\langle D^{*+} + D^{*-} \rangle = 0.24 \pm 0.02$  完全一致. 由于  $\sqrt{s} = 36.2\text{GeV}$  超出了  $\sqrt{s} = 29-35\text{GeV}$  的范围, 所以在我们的结果中没有采用它.

(3) 利用 CLEO, ALEPH, DELPHI 与 OPAL 等实验组的数据<sup>[10]</sup>及最新分支比 (2), 我们可以得到同 RPP 中  $\sqrt{s} = 10\text{GeV}$  与  $91\text{GeV}$  的  $\langle D^{*+} + D^{*-} \rangle = 0.22 \pm 0.04$  与  $0.180 \pm 0.013$  相符的结果. 而利用前述 TASSO, JADE, DELCO 与 TPC 等 4 个实验组的数据, 要想得到同 RPP 中  $\sqrt{s} = 29-35\text{GeV}$  的  $\langle D^{*+} + D^{*-} \rangle = 0.43 \pm 0.07$  相符的结果, 除非采用这些实验组曾采用过的旧分支比.

(4) 在  $e^+e^-$  湮没中粲介子的平均多重数同  $e^+e^- \rightarrow c\bar{c}$  与  $e^+e^- \rightarrow b\bar{b}$  的几率  $P_c$  与  $P_b$  有关. 根据电弱统一标准模型<sup>[11]</sup>, 在  $\sqrt{s} = 10-35\text{GeV}$  能量范围内,  $P_c \approx 4/11$ ,  $P_b \approx 1/11$ . 故在  $\sqrt{s} = 10-35\text{GeV}$  能量范围内,  $\langle D^{*+} + D^{*-} \rangle$  的值应该近似不变. 这正是我们的结果所表示的.

## 参 考 文 献

- [ 1 ] Particle Data Group. Phys. Rev., 1996, **D54**: 187, 19, 83
- [ 2 ] Althoff M et al. Phys. Lett., 1983, **B126**: 493
- [ 3 ] Bartel W et al. Phys. Lett., 1984, **B146**: 121
- [ 4 ] Baringer P et al. Phys. Lett., 1988, **B206**: 551
- [ 5 ] Yamamoto H et al. Phys. Rev. Lett., 1985, **54**: 522
- [ 6 ] Aihara H et al. Phys. Rev., 1986, **D34**: 1945
- [ 7 ] Mori T et al. Phys. Lett., 1989, **B218**: 499 and references therein; Gorishny S G et al. Phys. Lett., 1991 **B259**: 144
- [ 8 ] Amaldi U et al. Phys. Rev., 1987, **D36**: 1385
- [ 9 ] Brauschwig W et al. Z Phys., 1989, **C44**: 365
- [10] Bortoletto D et al. Phys. Rev., 1988, **D37**: 1719  
Decamp D et al. Phys. Lett. 1991, **B266**: 218  
Abreu P et al. Z Phys., 1993, **C59**: 533  
Alexaender G et al. Phys. Lett., 1991, **B262**: 341
- [11] Chen Esheng, Li Mingming. High Energ. Phys. and Nucl. Phys. (in Chinese), 1991, **15**: 981  
(陈鄂生, 李明明, 高能物理与核物理, 1991, **15**: 981)

### Multiplicity of $D^{*\pm}$ in $e^+e^-$ Annihilation at $\sqrt{s} = 29-35$ GeV\*

Chen Esheng    Wang Qun    Xie Qubing

(Department of Physics, Shandong University, Jinan 250100)

Chen Yan

(Shandong University Press, Shandong University, Jinan 250100)

**Abstract** We question the validity of the multiplicity data  $\langle D^{*+} + D^{*-} \rangle = 0.43 \pm 0.07$  in  $e^+e^-$  annihilation at  $\sqrt{s} = 29-35$  GeV which is listed in Review of Particle Physics. After analyzing five sets of data provided by five different collaborations, we derive the world average value:  $\langle D^{*+} + D^{*-} \rangle = 0.24 \pm 0.02$ . This result is in contradiction with that listed in Review of Particle Physics.

**Key words**  $e^+e^-$  annihilation, charmed meson, multiplicity

Received 24 February 1997

\* Supported by the National Natural Science Foundation of China