

$$\tau^{\pm} \rightarrow \pi^{\pm} + n\pi^0 + \nu_{\tau} \quad (n=0, 1, 2)$$

## 衰变分支比测量\*

BES合作组

白景芝<sup>1</sup> O. Bardon<sup>6</sup> I. Blum<sup>11</sup> A. Breakstone<sup>9</sup> T. Burnett<sup>12</sup>  
陈光培<sup>1</sup> 陈宏芳<sup>4</sup> J. Chen<sup>5</sup> 陈少敏<sup>1</sup> 陈雅清<sup>1</sup> 陈宇<sup>1</sup>  
陈元柏<sup>1</sup> 程宝森<sup>1</sup> R. F. Cowan<sup>6</sup> 崔象宗<sup>1</sup> 丁慧良<sup>1</sup> 杜志珍<sup>1</sup>  
W. Dunwoodie<sup>8</sup> 范晓舲<sup>1</sup> 方建<sup>1</sup> 冯胜<sup>1</sup> M. Fero<sup>6</sup>  
高翠山<sup>1</sup> 高美丽<sup>1</sup> 高树琦<sup>1</sup> P. Gratton<sup>11</sup> 顾建辉<sup>1</sup> 顾树棣<sup>1</sup>  
顾维新<sup>1</sup> 顾以藩<sup>1</sup> 过雅南<sup>1</sup> 韩世温<sup>1</sup> 韩缨<sup>1</sup>  
F. A. Harris<sup>9</sup> M. Hatanaka<sup>3</sup> 何炬<sup>1</sup> 何瑁<sup>1</sup> D. G. Hitlin<sup>3</sup>  
胡贵云<sup>1</sup> 胡涛<sup>1</sup> 胡晓庆<sup>1</sup> 黄德强<sup>1</sup> 黄因智<sup>1</sup>  
J. M. Izen<sup>11</sup> Q. P. Jia<sup>5</sup> 姜春华<sup>1</sup> 金山<sup>1</sup> 金艳<sup>1</sup>  
L. Jones<sup>3</sup> 康书辉<sup>1</sup> 柯尊建<sup>1</sup> M. H. Kelsey<sup>3</sup> B. K. Kim<sup>11</sup>  
D. Kong<sup>9</sup> 赖元芬<sup>1</sup> 兰慧彬<sup>1</sup> 郎鹏飞<sup>1</sup> A. Lankford<sup>10</sup>  
李芳<sup>1</sup> 李金<sup>1</sup> 李佩琴<sup>1</sup> 李群<sup>1</sup> 李如柏<sup>1</sup> 李蔚<sup>1</sup>  
李卫东<sup>1</sup> 李卫国<sup>1</sup> 李新华<sup>1</sup> 李小南<sup>1</sup> 林树子<sup>1</sup> 刘怀民<sup>1</sup>  
刘靖<sup>1</sup> 刘经华<sup>1</sup> 刘琦<sup>1</sup> 刘荣光<sup>1</sup> 刘延<sup>1</sup> 刘振安<sup>1</sup>  
X. C. Lou<sup>11</sup> B. Lowery<sup>11</sup> 鲁建业<sup>1</sup> 吕峰<sup>1</sup> 吕军光<sup>1</sup>  
罗栓群<sup>1</sup> 罗勇<sup>1</sup> 马爱民<sup>1</sup> 马恩成<sup>1</sup> 马基茂<sup>1</sup> 毛慧顺<sup>1</sup>  
毛泽普<sup>1</sup> R. Malchow<sup>5</sup> M. Mandelkern<sup>10</sup> 孟祥承<sup>1</sup> 倪蕙苓<sup>1</sup>  
聂晶<sup>1</sup> S. L. Olsen<sup>9</sup> J. Oyang<sup>3</sup> D. Paluselli<sup>9</sup> L. J. Pan<sup>9</sup>  
J. Panetta<sup>3</sup> F. Porter<sup>3</sup> E. Prabhakar<sup>3</sup> 漆纳丁<sup>1</sup> 钱诚德<sup>14</sup>  
阙友昆<sup>1</sup> J. Quigley<sup>6</sup> 荣刚<sup>1</sup> M. Schernau<sup>10</sup> B. Schmid<sup>10</sup>  
J. Schultz<sup>10</sup> 邵毓莺<sup>1</sup> 沈本蔚<sup>1</sup> 沈定力<sup>1</sup> 沈红<sup>1</sup> 沈肖雁<sup>1</sup>  
盛华义<sup>1</sup> 史焕章<sup>1</sup> X. R. Shi<sup>3</sup> A. Smith<sup>10</sup> E. Soderstrom<sup>8</sup>  
宋晓非<sup>1</sup> J. Standifird<sup>11</sup> D. Stoker<sup>10</sup> 孙舫<sup>1</sup> 孙汉生<sup>1</sup>  
孙式军<sup>1</sup> J. Synodinos<sup>8</sup> 谈益平<sup>1</sup> 唐素秋<sup>1</sup> W. Toki<sup>5</sup>  
童国梁<sup>1</sup> E. Torrence<sup>6</sup> 王锋<sup>1</sup> 王临洲<sup>1</sup> 王灵淑<sup>1</sup>

\* 国家自然科学基金资助。

王曼<sup>1</sup> 王佩良<sup>1</sup> 王平<sup>1</sup> 王少敏<sup>1</sup> 王泰杰<sup>1</sup> 王运永<sup>1</sup>  
 魏诚林<sup>1</sup> S. Whittaker<sup>2</sup> R. Wilson<sup>5</sup> W. J. Wisniewski<sup>8</sup> 吴济民<sup>1</sup>  
 吴义根<sup>1</sup> 席德明<sup>1</sup> 夏小米<sup>1</sup> 谢佩佩<sup>1</sup> 熊伟军<sup>1</sup> 徐德之<sup>1</sup>  
 许明康<sup>13</sup> 许榕生<sup>1</sup> 许亚娣<sup>13</sup> 徐芷菁<sup>1</sup> 薛生田<sup>1</sup>  
 R. Yamamoto<sup>6</sup> 颜洁<sup>1</sup> 严武光<sup>1</sup> 杨长友<sup>1</sup> 杨春敏<sup>1</sup>  
 杨杰<sup>1</sup> 杨蔚<sup>1</sup> 叶红<sup>1</sup> 叶铭汉<sup>1</sup> 叶诗章<sup>1</sup> 叶树伟<sup>4</sup>  
 易凯<sup>1</sup> K. Young<sup>12</sup> 于传松<sup>1</sup> 喻纯旭<sup>1</sup> 虞炎华<sup>13</sup> 郁忠强<sup>1</sup>  
 苑长征<sup>1</sup> 张炳云<sup>1</sup> 张长春<sup>1</sup> 张达华<sup>1</sup> 张会领<sup>1</sup> 张建<sup>1</sup>  
 张家文<sup>1</sup> 张霖<sup>1</sup> 张良生<sup>1</sup> 张少强<sup>1</sup> 张学尧<sup>1</sup> 张羽<sup>1</sup>  
 张月元<sup>1</sup> 赵棣新<sup>1</sup> 赵海文<sup>1</sup> 赵京伟<sup>1</sup> 赵萌<sup>1</sup> 赵平德<sup>1</sup>  
 赵维仁<sup>1</sup> 郑建平<sup>1</sup> 郑林生<sup>1</sup> 郑志鹏<sup>1</sup> 仲崇昌<sup>1</sup> 周光谱<sup>1</sup>  
 周化十<sup>1</sup> 周莉<sup>1</sup> 周小帆<sup>1</sup> 周月华<sup>1</sup> 朱启明<sup>1</sup> 朱永生<sup>1</sup>  
 祝玉灿<sup>1</sup> 庄保安<sup>1</sup> G. Zioulas<sup>10</sup>

1 (中国科学院高能物理研究所 北京 100039)

2 (Boston University, Boston, Massachusetts 02215, U. S. A. )

3 (California Institute of Technology, Pasadena, California 91125, U. S. A. )

4 (中国科学技术大学近代物理系 合肥 230026)

5 (Colorado State University, Fort Collins, Colorado 80523, U. S. A. )

6 (Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, MA 02139, U. S. A. )

7 (山东大学物理系 济南 250100)

8 (Stanford Linear Accelerator Center, Stanford, California, 94309, U. S. A. )

9 (University of Hawaii, Honolulu, Hawaii 96822, U. S. A. )

10 (University of California at Irvine, Irvine, California 92717, U. S. A. )

11 (University of Texas at Dallas, Richardson, Texas 76083—0688, U. S. A. )

12 (University of Washington, Seattle, Washington 98195, U. S. A. )

13 (杭州大学物理系 杭州 310028)

14 (上海交通大学应用物理系 上海 200030)

1996-05-31 收稿

## 摘 要

基于北京谱仪收集的 4.03 GeV 质心系能量下  $e^+e^-$  对撞数据, 分析  $\tau^+\tau^- \rightarrow e^+ + \pi^+ + n\pi^0 + \nu' s (n=0, 1, 2)$  事例, 给出分支比值  $Br(\tau^+ \rightarrow \pi^+\nu_\tau) = (11.64 \pm 0.49_{-0.73}^{+0.76})\%$ ,  $Br(\tau^+ \rightarrow \pi^+\pi^0\nu_\tau) = (24.00 \pm 1.34_{-1.30}^{+1.36})\%$ ,  $Br(\tau^+ \rightarrow \pi^+2\pi^0\nu_\tau) = (9.39 \pm 1.68_{-1.66}^{+1.69})\%$ .

**关键词** 北京谱仪,  $\tau$  衰变, 分支比, 事例挑选.

## 1 引 言

通过交换 W 粒子,  $\tau$  轻子有轻子和强子衰变两种模式, 测量  $\tau$  的强子衰变分支比对

理解弱带电流耦合特征是很重要的.  $\tau^\pm$  的强子衰变道  $\pi^\pm + n\pi^0 + \nu_\tau$  ( $n=0, 1, 2$ ) 已有许多实验组作了测量, 但所得分支比仍有较大差异<sup>[1]</sup>, 且目前最好的测量结果都是在远离  $\tau$  产生阈(质心系能量  $\geq 8\text{GeV}$ ) 的  $e^+e^-$  对撞机上获得的.

北京正负电子对撞机(BEPC)是目前唯一工作在  $\tau$ -Charm 能区的正负电子对撞机, 工作在 BEPC 上的北京谱仪(BES)<sup>[2]</sup> 由中心漂移室(CDC)、主漂移室(MDC)、飞行时间计数器(TOF)、桶部簇射计数器(BSC)、端盖簇射计数器(ESC)和  $\mu$  子计数器等组成, 提供了较好的粒子能动量及粒子鉴别等测量. 1992 年至 1995 年 BEPC 运行在质心系能量  $4.03\text{GeV}$  处, 在此期间, 共收集了  $23.0\text{pb}^{-1}$  积分亮度的  $e^+e^-$  对撞数据, 这些数据中包含有 75200 个  $\tau^+\tau^-$  事例. 本文报道我们利用这批数据, 从中挑选出  $e^+e^- \rightarrow \tau^+\tau^- \rightarrow e^\pm + \pi^\mp + n\pi^0 + \nu_\tau$  ( $n=0,1,2$ ) 事例, 给出了近  $\tau$  产生阈此类衰变分支比的测量结果.

## 2 事例挑选

在近  $\tau$  产生阈能区,  $\tau^+\tau^-$  衰变终态粒子背对背特征不明显, 且  $e^+e^-$  产生的强子事例的多重数也不高, 不能利用拓扑特征来挑选  $\tau^+\tau^-$  事例. 为了减少本底, 选择一支  $\tau$  衰变到电子加中微子, 另一支  $\tau$  衰变到  $\pi^\pm + n\pi^0 + \nu_\tau$  ( $n=0, 1, 2$ ). 在给出具体选择条件前, 先给出孤立光子和  $\pi^0$  重建的要求如下:

1. 满足下列条件的中性径迹, 定义为孤立光子:

(1) 与所有带电径迹的夹角大于  $15^\circ$ ;

(2) 在 BSC 中的能量沉积大于  $30\text{MeV}$ ;

(3) 在 BSC 中第一击中点与对撞点的连线方向和 BSC 中重建拟合出的簇射发展方向的夹角小于  $18^\circ$ .

2. 满足下列条件的孤立光子体系, 定义为  $\pi^0$ :

(1) 必须有两个孤立光子;

(2) 两个孤立光子体系的不变质量小于  $250\text{MeV}$ ;

(3) 两个孤立光子拟合到  $\pi^0$  的  $\chi_n^2$  小于 8.

下面给出三类事例共同的选择条件:

(1) 只有两个电荷相反的带电粒子;

(2) 好的带电径迹动量重建, 且每根带电径迹动量范围为  $0.1\text{GeV} < p_i < 1.5\text{GeV}$ ,  $i=1, 2$ ;

(3) 每个带电粒子自对撞区的出射极角  $\theta_i$  满足  $|\cos\theta_i| < 0.80$ ,  $i=1, 2$ , 以保证有较好的粒子识别能力;

(4) 每个带电粒子都来自对撞区附近, 即顶点  $(x, y, z)$  满足:  $|x| \leq 1.5\text{cm}$ ,  $|y| \leq 1.5\text{cm}$ ,  $|z| \leq 15\text{cm}$ , 以去除非  $e^+e^-$  对撞事例;

(5) 两个带电粒子的飞行时间差小于  $4\text{ns}$ , 以去除宇宙线本底;

(6) 两个带电粒子的非共线角  $\theta_{\text{acol}}$  和非共面角  $\theta_{\text{acop}}$  满足:  $5^\circ < \theta_{\text{acol}} < 175^\circ$ ,  $\theta_{\text{acop}} > 5^\circ$ , 以去除辐射 Bhabha 和双  $\mu$  事例;

(7) 两个带电粒子中必须有一个被判定为电子, 另一个被判定为  $\pi$  介子.

除了上述共同条件外,  $e\pi\nu_e$  道还要求: (1) 孤立光子数为零; (2)  $\pi$  的动量  $p_\pi > 0.55\text{GeV}$ .  $e\pi\pi^0\nu_e$  道要求: (1) 孤立光子数等于 2, 且它们之间的夹角  $\theta_{\gamma\gamma}$  满足  $\cos\theta_{\gamma\gamma} > 0$ ; (2) 能重建出  $\pi^0$ ; (3)  $\pi$  和  $\pi^0$  拟合到  $\rho$  的  $\chi^2 < 50$ ; (4) 总的中性径迹数小于 4.  $e\pi 2\pi^0\nu_e$  道要求: (1) 孤立光子数等于 4; (2) 这四个孤立光子可以重建出两个  $\pi^0$ , 且至少有一个  $\pi^0$  与  $\pi$  拟合到  $\rho$  的  $\chi^2 < 50$ ; (3) 总的中性径迹数小于 6.

### 3 分支比计算

经过上述挑选, 从  $23.0\text{pb}^{-1}$  的数据中获得  $\tau\tau \rightarrow e\pi\nu's$ ,  $\tau\tau \rightarrow e\pi\pi^0\nu's$  和  $\tau\tau \rightarrow e\pi 2\pi^0\nu's$  事例分别是 1796、752 和 144 个. 利用 Koralb、Lund 和其它产生子模型模拟研究  $\tau\tau$  到上述各道的选择效率、 $\tau\tau$  其它道产生的本底、辐射 Bhabha、双  $\mu$ 、强子(含粲)和双光子本底, 所得效率 - 本底率见表 1. 选择后的数据与 Monte Carlo 模拟的  $\pi$  动量谱、 $\pi\pi^0$  体系和  $\pi 2\pi^0$  体系的不变质量谱的比较分别见图 1—3, 从图上可以看出, Monte Carlo 的模拟和实际数据是相符合的.

不难推得对应于  $e\pi\nu's$ 、 $e\pi\pi^0\nu's$  和  $e\pi 2\pi^0\nu's$  事例数的预期值为:

$$N_i = \mathcal{L} \varepsilon_{if} \left\{ \sigma_{\tau\tau} \left[ 2Br_i^e \left( \sum_{j=1}^3 \varepsilon_{ij} Br_j^e \right) + \varepsilon_i^{\pi\pi} \right] + n_{bi} \right\}, \quad (1)$$

式中  $i, j=1, 2, 3$  分别对应于  $e\pi\nu's$ 、 $e\pi\pi^0\nu's$  和  $e\pi 2\pi^0\nu's$  事例,  $\mathcal{L}$  是实验的积分亮度, 其值为  $23.0 \pm 0.9\text{pb}^{-1[3]}$ ,  $\sigma_{\tau\tau}$  为  $e^+e^- \rightarrow \tau^+\tau^-$  的产生截面, 由文献[4]可计算其值为  $3.27 \pm 0.01\text{nb}$ ,  $Br_i^e$  为  $\tau$  到电子的分支比, 其值为  $(17.88 \pm 0.18)\%[5]$ ,  $Br_j^e$  是  $\tau$  到  $e\pi\nu's$ 、 $e\pi\pi^0\nu's$  和  $e\pi 2\pi^0\nu's$  各道的分支比值(待求),  $\varepsilon_{ij}, \varepsilon_i^{\pi\pi}$  和  $n_{bi}$  的定义见表 1 注释,  $\varepsilon_{if}$  为触发效率和

表1 事例选择效率 - 本底率

来源		事例类型		
		$e\pi\nu's$	$e\pi\pi^0\nu's$	$e\pi 2\pi^0\nu's$
$\varepsilon_{ij}^e$ (0/0)	$e\pi\nu's$	32.5	0.011	0
	$e\pi\pi^0\nu's$	3.49	8.55	0.060
	$e\pi 2\pi^0\nu's$	0.433	3.26	2.66
$\tau$ 其它道产生的本底 $\varepsilon_i^{\pi\pi}(0/0)$		0.446	0.048	0.027
非 $\tau\tau$ 本底 $n_{bi}^e$		7.60	2.93	2.22

①  $\varepsilon_{ij}$  是  $e\pi\nu's$ 、 $e\pi\pi^0\nu's$  和  $e\pi 2\pi^0\nu's$  的效率 - 本底率矩阵.

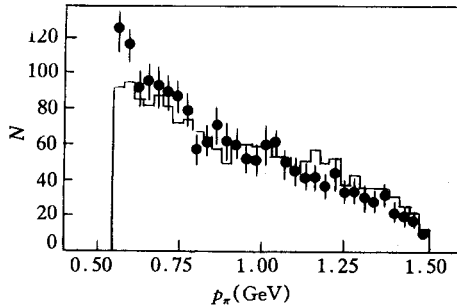
②  $\varepsilon_i^{\pi\pi}$  是除上述三道外,  $\tau\tau$  其它衰变道产生的本底之和(是归一的, 也即对应于一对  $\tau\tau$ ), 其中  $e\mu\nu's$  的影响占此项  $e\pi\nu's$  本底的 60%.

③  $n_{bi}$  对应于  $1\text{pb}^{-1}$  亮度下的辐射 Bhabha、双  $\mu$ 、强子和双光子本底数之和.

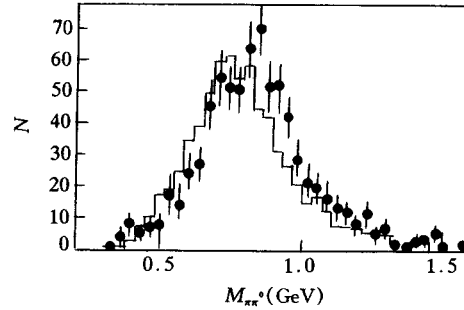
过滤效率乘积, 估计为  $(99.0 \pm 1.0)\%$ .

采用最小二乘法拟合(1)式中的  $Br_j^e$ , 得到分支比值为:

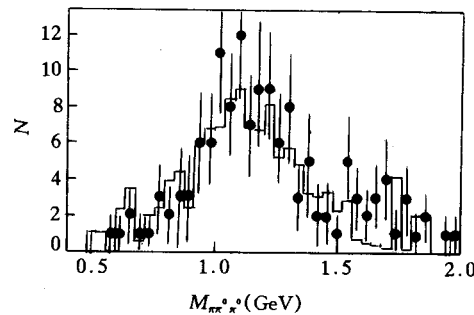
$$\begin{aligned} Br(\tau^\pm \rightarrow \pi^\pm\nu_\tau) &= (11.64 \pm 0.49)\%; \\ Br(\tau^\pm \rightarrow \pi^\pm\pi^0\nu_\tau) &= (24.00 \pm 1.34)\%; \\ Br(\tau^\pm \rightarrow \pi^\pm 2\pi^0\nu_\tau) &= (9.39 \pm 1.65)\%, \end{aligned} \quad (2)$$

图1  $\tau^\pm \rightarrow \pi^\pm \nu_\tau$  中  $\pi$  的动量谱

● 实验数据, — M. C. 模拟.

图2  $\tau^\pm \rightarrow \pi^\pm \pi^0 \nu_\tau$  中  $\pi^\pm \pi^0$  体系不变质量

● 实验数据, — M. C. 模拟.

图3  $\tau^\pm \rightarrow \pi^\pm 2\pi^0 \nu_\tau$  中  $\pi^\pm 2\pi^0$  体系不变质量

● 实验数据, — M. C. 模拟.

这里的误差仅为统计误差.

#### 4 误差分析和讨论

在我们的分析中, 系统误差的主要来源是亮度  $\mathcal{L}$  测量值、 $\tau\tau$  产生截面  $\sigma_{\tau\tau}$  的计算值、 $Br_i^{\tau}$  世界测量平均值等的误差,  $\varepsilon_{ij}$  的误差、 $\varepsilon_i^{\pi}$  的误差(包括各衰变道分支比的世界测量平均值误差)和  $n_{\nu}$  的误差(包括了产生子模型的不确定性). 各项对系统误差的贡献见表2.

从表2中可以看出,  $e\pi\nu$ 's 道的系统误差主要来源于  $\mathcal{L}$  的不确定性,  $e\pi\pi^0\nu$ 's 道亮度和本底的影响较大, 而  $e\pi 2\pi^0\nu$ 's 则主要来自本底的影响.

结合(2)式, 得到分支比的结果为:

$$Br(\tau^\pm \rightarrow \pi^\pm \nu_\tau) = (11.64 \pm 0.49^{+0.76}_{-0.73})\%;$$

$$Br(\tau^\pm \rightarrow \pi^\pm \pi^0 \nu_\tau) = (24.00 \pm 1.34^{+1.36}_{-1.30})\%;$$

$$Br(\tau^\pm \rightarrow \pi^\pm 2\pi^0 \nu_\tau) = (9.39 \pm 1.68^{+1.69}_{-1.66})\%.$$

与 PDG94 数据表相比, 可以看出本文的结果在误差范围内是一致的. 与近  $\tau$  产生阈能区已有的最好结果<sup>[6,7]</sup>  $Br(\tau^\pm \rightarrow \pi^\pm \nu_\tau) = (11.7 \pm 0.4 \pm 1.8)\%$ ,  $Br(\tau^\pm \rightarrow \pi^\pm \pi^0 \nu_\tau) = (23.0 \pm 1.3 \pm 1.7)\%$  相比, 我们的精度更高.

表 2 各项系统误差的贡献(%)

系统误差来源	事例类型		
	$e\pi\nu's$	$e\pi\pi^0\nu's$	$e\pi2\pi^0\nu's$
$\varphi$ 不确定性	+0.696	+1.029	+0.796
	-0.662	-0.949	-0.735
$\sigma_{\pi\pi}$ 不确定性	$\pm 0.047$	$\pm 0.074$	$\pm 0.038$
$Br$ 不确定性	+0.151	+0.244	+0.095
	-0.147	-0.240	-0.094
$\epsilon_{ij}$ 和 $\epsilon_{ij}^{\pi\pi}$ 的误差	+0.122	+0.395	+0.625
	-0.120	-0.417	-0.624
$n_{\nu}$ 的误差	$\pm 0.243$	+0.756	$\pm 1.352$
		-0.758	
总 计	+0.76	+1.36	+1.69
	-0.73	-1.30	-1.66

感谢 BEPC 运行组的精心运行, 高能所计算中心的大力支持. 感谢陈国明博士的有益讨论.

## 参 考 文 献

- [1] PDG, Review of Particle Properties, *Phys. Rev.*, **D50**(1994)1404.
- [2] BES collab., *Nucl. Instr. & Method*, **A344**(1994)319.
- [3] BES 合作组, 高能物理与核物理, **21**(1997)97
- [4] 吴济民、赵佩英, 高能物理与核物理, **17**(1993)379.
- [5] PDG, 1995 Partial Update to the Review of Particle Properties.
- [6] Blocker *et al.*, *Phys Lett.* **109B**(1982)119.
- [7] Adler *et al.*, *Phys Rev Lett.*, **59**(1987)1527.

## Measurement of the Branching Ratios of $\tau^{\pm} \rightarrow \pi^{\pm} + n\pi^0 + \nu_{\tau}$ ( $n = 0, 1, 2$ ) decays

BES Collaboration

Bai Jingzhi<sup>1</sup> O. Bardon<sup>6</sup> I. Blum<sup>11</sup> A. Breakstone<sup>9</sup> T. Burnett<sup>12</sup>  
 Chen Guangpei<sup>1</sup> Chen Hongfang<sup>4</sup> J. Chen<sup>5</sup> Chen Shaomin<sup>1</sup> Chen Yaqing<sup>1</sup>  
 Chen Yu<sup>1</sup> Chen Yunbo<sup>1</sup> Cheng Baosen<sup>1</sup> R. F. Cowan<sup>6</sup> Cui Xiangzong<sup>1</sup>  
 Ding Huiliang<sup>1</sup> Du Zhizhen<sup>1</sup> W. Dunwoodie<sup>8</sup> Fan Xiaoling<sup>1</sup> Fang Jian<sup>1</sup>  
 Feng Sheng<sup>1</sup> M. Fero<sup>6</sup> Gao Cuishan<sup>1</sup> Gao Meili<sup>1</sup> Gao Shuqi<sup>1</sup>  
 P. Gratton<sup>11</sup> Gu Jianhui<sup>1</sup> Gu Shudi<sup>1</sup> Gu Weixin<sup>1</sup> Gu Yifan<sup>1</sup>  
 Guo Ya'nan<sup>1</sup> Han Shiwen<sup>1</sup> Han Ying<sup>1</sup> F. A. Harris<sup>9</sup> M. Hatanaka<sup>3</sup>  
 He Ju<sup>1</sup> He Mao<sup>7</sup> D. G. Hitlin<sup>3</sup> Hu Guiyun<sup>1</sup> Hu Tao<sup>1</sup> Hu Xiaoqing<sup>1</sup>  
 Huang Deqiang<sup>1</sup> Huang Yinzi<sup>1</sup> J. M. Izen<sup>11</sup> Q. P. Jia<sup>5</sup> Jiang Chunhua<sup>1</sup>  
 Jin Shan<sup>1</sup> Jin Yan<sup>1</sup> L. Jones<sup>3</sup> Kang Shuhui<sup>1</sup> Ke Zunjian<sup>1</sup>

M. H. Kelsey<sup>3</sup> B. K. Kim<sup>11</sup> D. Kong<sup>9</sup> Lai Yuanfen<sup>1</sup> Lan Huibin<sup>1</sup>  
 Lang Pengfei<sup>1</sup> A. Lankford<sup>10</sup> Li Fang<sup>1</sup> Li Jin<sup>1</sup> Li Peiqin<sup>1</sup>  
 Li Qun<sup>1</sup> Li Rubo<sup>1</sup> Li Wei<sup>1</sup> Li Weidong<sup>1</sup> Li Weiguo<sup>1</sup> Li Xinhua<sup>1</sup>  
 Li Xiaonan<sup>1</sup> Lin Shuzi<sup>1</sup> Liu Huaimin<sup>1</sup> Liu Jing<sup>1</sup> Liu Jinghua<sup>1</sup>  
 Liu Qi<sup>1</sup> Liu Rongguang<sup>1</sup> Liu Yan<sup>1</sup> Liu Zhen'an<sup>1</sup> X. C. Lou<sup>11</sup>  
 B. Lowery<sup>11</sup> Lu Jianye<sup>1</sup> Lü Feng<sup>1</sup> Lü Junguang<sup>1</sup> Luo Shuanqun<sup>1</sup>  
 Luo Yong<sup>1</sup> Ma Aimin<sup>1</sup> Ma Encheng<sup>1</sup> Ma Jimao<sup>1</sup> Mao Huishun<sup>1</sup>  
 Mao Zepu<sup>1</sup> R. Malchow<sup>5</sup> M. Mandelkern<sup>10</sup> Meng Xiangcheng<sup>1</sup>  
 Ni Huiling<sup>1</sup> Nie Jing<sup>1</sup> S. L. Olsen<sup>9</sup> J. Oyang<sup>3</sup> D. Paluselli<sup>9</sup> L. J. Pan<sup>9</sup>  
 J. Panetta<sup>3</sup> F. Porter<sup>3</sup> E. Prabhakar<sup>3</sup> Qi Nading<sup>1</sup> Qian Chengde<sup>14</sup>  
 Que Youkun<sup>1</sup> J. Quigley<sup>6</sup> Rong Gang<sup>1</sup> M. Schernau<sup>10</sup> B. Schmid<sup>10</sup>  
 J. Schultz<sup>10</sup> Shao Yuying<sup>1</sup> Shen Benwei<sup>1</sup> Shen Dingli<sup>1</sup> Shen Hong<sup>1</sup>  
 Shen Xiaoyan<sup>1</sup> Sheng Huayi<sup>1</sup> Shi Huanzhang<sup>1</sup> X. R. Shi<sup>3</sup> A. Smith<sup>10</sup>  
 E. Soderstrom<sup>8</sup> Song Xiaofei<sup>1</sup> J. Standifird<sup>11</sup> D. Stoker<sup>10</sup> Sun Fang<sup>1</sup>  
 Sun Hansheng<sup>1</sup> Sun Shijun<sup>1</sup> J. Synodinos<sup>8</sup> Tan Yiping<sup>1</sup> Tang Suqiu<sup>1</sup>  
 W. Toki<sup>5</sup> Tong Guoling<sup>1</sup> E. Torrence<sup>6</sup> Wang Feng<sup>1</sup> Wang Linzhou<sup>1</sup>  
 Wang Lingshu<sup>1</sup> Wang Man<sup>1</sup> Wang Peiliang<sup>1</sup> Wang Ping<sup>1</sup> Wang Shaomin<sup>1</sup>  
 Wang Taijie<sup>1</sup> Wang Yunyong<sup>1</sup> Wei Chenglin<sup>1</sup> S. Whittaker<sup>2</sup> R. Wilson<sup>5</sup>  
 W. J. Wisniewski<sup>8</sup> Wu Jimin<sup>1</sup> Wu Yigen<sup>1</sup> Xi Demin<sup>1</sup> Xia Xiaomi<sup>1</sup>  
 Xie Peipei<sup>1</sup> Xiong Weijun<sup>1</sup> Xu Dezhi<sup>1</sup> Xu Minkang<sup>13</sup> Xu Rongsheng<sup>1</sup>  
 Xu Yadi<sup>13</sup> Xu Zhijing<sup>1</sup> Xue Shengtian<sup>1</sup> R. Yamamoto<sup>6</sup> Yan Jie<sup>1</sup>  
 Yan Wuguang<sup>1</sup> Yang Changyou<sup>1</sup> Yang Chunmin<sup>1</sup> Yang Jie<sup>1</sup>  
 Yang Wei<sup>1</sup> Ye Hong<sup>1</sup> Ye Minghan<sup>1</sup> Ye Shizhang<sup>1</sup> Ye Shuwei<sup>4</sup>  
 Yi Kai<sup>1</sup> K. Young<sup>12</sup> Yu Chuansong<sup>1</sup> Yu Chunxu<sup>1</sup> Yu Yanhua<sup>13</sup>  
 Yu Zhonggiang<sup>1</sup> Yuan Changzheng<sup>1</sup> Zhang Bingyun<sup>1</sup> Zhang Changchun<sup>1</sup>  
 Zhang Dahua<sup>1</sup> Zhang Huiling<sup>1</sup> Zhang Jian<sup>1</sup> Zhang Jiawen<sup>1</sup> Zhang Lin<sup>1</sup>  
 Zhang Liangsheng<sup>1</sup> Zhang Shaoqiang<sup>1</sup> Zhang Xueyao<sup>1</sup> Zhang Yu<sup>1</sup>  
 Zhang Yueyuan<sup>1</sup> Zhao Dixin<sup>1</sup> Zhao Haiwen<sup>1</sup> Zhao Jinwei<sup>1</sup>  
 Zhao Meng<sup>1</sup> Zhao Pingde<sup>1</sup> Zhao Weiren<sup>1</sup> Zheng Jianping<sup>1</sup>  
 Zheng Linsheng<sup>1</sup> Zheng Zhipeng<sup>1</sup> Zhong Chongchang<sup>1</sup> Zhou Guangpu<sup>1</sup>  
 Zhou Huashi<sup>1</sup> Zhou Li<sup>1</sup> Zhou Xiaofan<sup>1</sup> Zhou Yuehua<sup>1</sup> Zhu Qimin<sup>1</sup>  
 Zhu Yongsheng<sup>1</sup> Zhu Yucan<sup>1</sup> Zhuang Bao'an<sup>1</sup> G. Zioulas<sup>10</sup>

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

2 (Boston University, Boston, Massachusetts 02215, U. S. A. )

3 (California Institute of Technology, Pasadena, California 91125, U. S. A. )

4 (Department of Modern Physics, University of Science and Technology of China, Hefei 230026)

5 (Colorado State University, Fort Collins, Colorado 80523, U. S. A. )

6 (Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, MA 02139, U. S. A. )

7 (Department of Physics, Shandong University, Jinan 250100)

8 (Stanford Linear Accelerator Center, Stanford, California, 94309, U. S. A.)

9 (University of Hawaii, Honolulu, Hawaii 96822, U. S. A. )

10 (University of California at Irvine, Irvine, California 92717, U. S. A. )

11 (University of Texas at Dallas, Richardson, Texas 75083—0688, U. S. A. )

12 (University of Washington, Seattle, Washington 98195, U. S. A. )

13 (Department of Physics, Hangzhou University, Hangzhou 310028)

14 (Department of Applied Physics, Shanghai Jiaotong University, Shanghai 200030)

Received 31 May 1996

### Abstract

Using the data sample accumulated with the Beijing Spectrometer at the center-of-mass energy of 4.03 GeV, we have analysed  $\tau^{\pm}\tau^{\mp} \rightarrow e^{\pm}\pi^{\mp}n\pi^0\nu'$  s ( $n=0,1,2$ ) events. The branching ratios are given as  $Br(\tau^{\pm} \rightarrow \pi^{\pm}\nu_{\tau}) = (11.64 \pm 0.49^{+0.76}_{-0.73})\%$ ,  $Br(\tau^{\pm} \rightarrow \pi^{\pm}\pi^0\nu_{\tau}) = (24.00 \pm 1.34^{+1.36}_{-1.30})\%$  and  $Br(\tau^{\pm} \rightarrow \pi^{\pm}2\pi^0\nu_{\tau}) = (9.39 \pm 1.68^{+1.69}_{-1.66})\%$ .

**Key words** Beijing Spectrometer,  $\tau$  decay, branching ratio, events selection.