

Z^0 能区正负电子湮没强子多重数 分布及有关参数^{*}

谢一冈¹⁾ 黄秀萍¹⁾ 林建锋¹⁾ 徐蓉芬¹⁾

(中国科学院高能物理研究所 北京 100039)

1995-11-15 收稿

摘 要

对 91.1—91.3GeV 正负电子湮没带电强子多重数的负二项式分布的适用性及其有关参数、多重数前后关联、集团模型参数、半单举快度分布和反映喷注横动量特点的海鸥图的结果进行了报道。特别对有限快度区的上述有关参数的特点进行了分析，并与多重产生中的唯象模型的理论结果进行了比较。所述实验结果由 LEP 上 ALEPH 国际合作组的 5 万个 Z^0 事例得到。

关键词 Z^0 ，正负电子湮没，强子多重数，负二项式分布，多重数前后关联，海鸥图。

1 引 言

某些多强子末态分布及其参数，如带电粒子多重数的负二项式分布参数的适用性及其与泊松分布和 KNO 无标度性的关系、前后向多重数关联、集团(clan)模型参数、快度半单举分布及其与一些唯象模型的联系以及反映喷注特点的横动量分布与费曼纵动量依赖关系的海鸥图等都是重要的感兴趣的基本问题。而且在有限快度窗口中由于不受能量守恒和电荷守恒的限制，从而能给出更多的与动力学唯象模型有关的信息^[1,2]，因此许多分布及参数都是在有限快度窗口内做的。

用目前世界最高能量正负电子对撞机 LEP 的 Z^0 能区的结果与低能区正负电子湮没的结果进行比较，并进一步与强子-强子碰撞，轻子-强子碰撞的结果进行比较也是令人感兴趣的^[2,3]。特别是最近，LEP 即将运行在 140—160GeV 能区，经过半年或更长时间的运行后将提高到 LEP II 即 200GeV 能区，了解更高能区内上述分布和参数的变化趋势和规律将是很有意义的。

本文结果是用 ALEPH 国际合作组近几年来选出的约 5 万个 91.1—91.3GeV Z^0 事例得到的。限于 ALEPH 北京组计算机的空间，只选择了 5 万个事例，但对于研究强子多

^{*} 国家自然科学基金资助。

1) ALEPH 国际合作组北京组成员。

重产生问题, 这个统计量是合适的. 经过 ALEPH 组普遍采用的径迹和强子事例选择条件后^[4,5] 得到 39000 个事例. 利用 Lund-PS 模型的 JETSET6.3 蒙特卡罗产生器产生的 4 万个强子事例进行效率修正. 对快度分布等类型的物理量(如快度半单举分布及海鸥图中的费曼动量等)按其区间逐一修正. 对多重数分布则按多重数几率矩阵法(或称正矩阵法)^[5,6,7] 进行修正. ALEPH 的 CERN 方面用最大熵逆矩阵方法^[8,9] 可以得到对模型依赖很小的修正因子从而可以减小不同的蒙特卡罗产生器引起的系统误差, 由于较繁复且占用计算机机时和空间太多, 我们采用了正矩阵法.

2 不同快度窗口多重数分布及负二项式分布(NBD)拟合的适用性

图 1(a) 给出用 KNO 变量表示的快度窗口为 $|Y| \leq 0.25 - 3.0$ 及全快度区间 Y_{full} 的多重数分布. 图中 $\psi = P(n) \cdot \langle n \rangle$, $z = n / \langle n \rangle$, $P(n)$ 为多重数 n 的分布几率, $\langle n \rangle$ 为平均多重数. 为使图形显示不重叠, 除最上曲线外各曲线自上而下人为地下移一个数量级. 该实验结果与 Lund-PS 模型的 MC 模拟结果图 1(b) 符合. Y_{full} 的分布用负二项式拟合有一定的歧离, 而在 $|Y| \leq 0.5 - 2.0$ 的几条曲线则出现明显的肩状结构, 用负二项式拟合歧离较大(如表 1 中拟合参数 χ^2 / N_{df} 所示, 其中 N_{df} 为拟合自由度). DELPHI 组^[10] 对肩状结构的出现进行了报道. 作者已有专文^[5] 对肩状结构和多重数分布符合近泊松形式进行了报道和讨论. 最近作者参与撰写的论文^[9] 指出, 用负二项式拟合全快度空间和有限快度窗口的多重数分布都不够成功, 而在全快度空间(Y_{full})和极小有限快度窗口($|Y| \leq 0.5$) 用标准对数分布(LND)拟合结果较好.

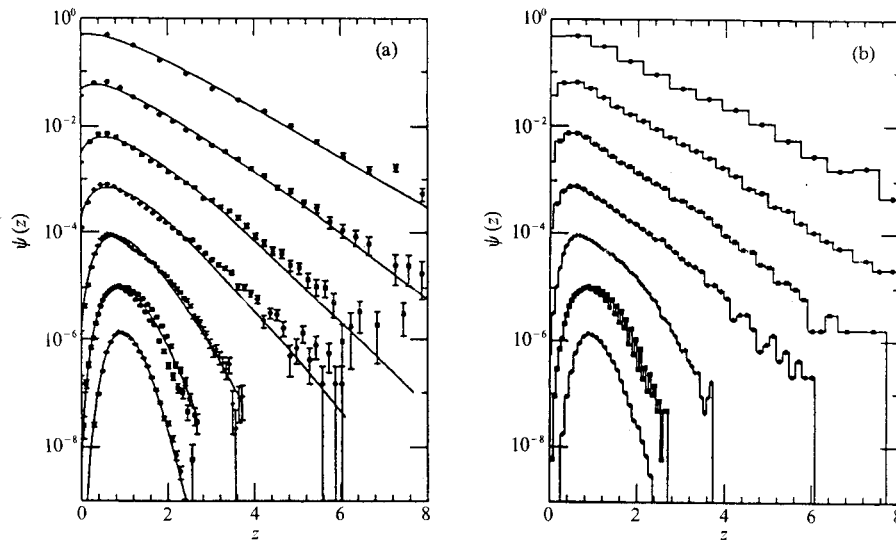


图 1 全快度空间(Y_{full})及有限快度窗口内($|Y| \leq Y_w$)带电粒子多重数分布
(a) 数据, -NBD 拟合; (b) Lund-PS 的 MC 模拟. 曲线自上而下: $|Y| \leq 0.25$,
 $|Y| \leq 0.50$, $|Y| \leq 0.75$, $|Y| \leq 1.00$, $|Y| \leq 2.00$, $|Y| \leq 3.00$, Y_{full} .

DELPHI 合作组近期结果表明, 将多重数分布按 2-3-4 喷注分别研究, 注意到它们皆遵守负二项式分布^[1]. Giovannini 从理论角度指出: 用 QCD 部分子簇射模型计算的正负电子湮没末态的部分子和强子两个层次都可用负二项式很好地描述^[2], 并指出带电粒子多重数分布若遵循负二项式分布 $P_n^{(NB)}(\langle n \rangle, k)$, 则该分布中两个自由参数, 平均多重数 $\langle n \rangle$ 和 k , 与分布宽度 $D(D^2$ 亦称方差, $D^2 = \langle n^2 \rangle - \langle n \rangle^2$) 满足关系 $D^2 / \langle n \rangle^2 = 1/k + 1/\langle n \rangle$, 且 $P_n^{(NB)}$ 满足

$$(n+1) \cdot \frac{P_{n+1}^{(NB)}}{P_n^{(NB)}} = a + bn, \quad (1)$$

其中 $a = \langle n \rangle k / (\langle n \rangle + k)$, $b = \langle n \rangle / (\langle n \rangle + k)$. 在一定条件下, 负二项式转化为以下几种分布:

- 1) $b=0$, 得到泊松分布, b 为偏离泊松分布的量.
- 2) $a=b$, 得到几何分布.
- 3) $a \rightarrow k, b \rightarrow 1$, 得到伽马分布.
- 4) $a \rightarrow 0$, 得到对数分布.

因此, 我们得到 Z^0 能区正负电子湮没带电粒子多重数分布遵守近泊松分布形式^[5], 满足杨-邹提出的修正几何模型, 在全快速区和极小快速区并满足标准对数分布^[9], 仍然是和负二项式分布有密切联系的, 因而进一步探讨 $D^2 / \langle n \rangle^2 = 1/\langle n \rangle + 1/k$ 的规律和参数 k 的本质是很有意义的. 图 2 和表 1 给出不同 e^+e^- 对撞质心能量下参数 $1/k$ 与快速窗口 Y_w 的关系. 对一定的 Y_w , 负二项式拟合参数 $1/k$ 随能量增加而增加. 由于 $1/\langle n \rangle$ 随能量的增加而减小, 即 $1/k$ 和 $1/\langle n \rangle$ 随能量变化是互补的, 因此也证明了 $D/\langle n \rangle$ 是一个很稳定的量, 基本上不随能量变化. 这就证明 Wroblevski 规则^[13] 成立. 我们的结果恰也证明 Z^0 能区(91GeV)与低能 PETRA 能区(14—43.6GeV)不同快速窗口的 $D/\langle n \rangle$ 值在 10% 误差内保持不变^[5,6]. 这也是 KNO 无标度性近似成立的证明.

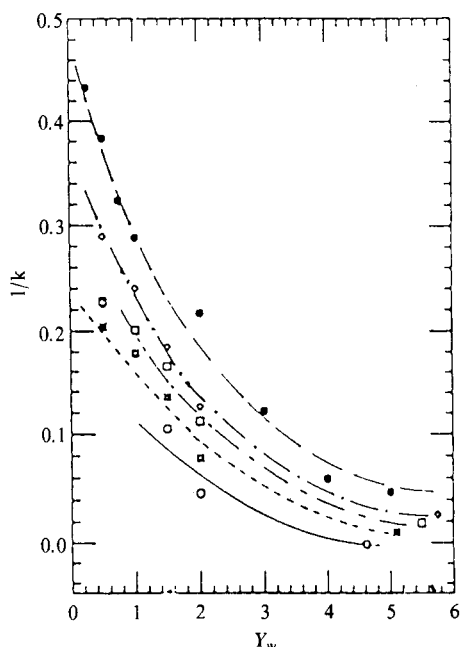


图 2 不同正负电子湮没能量的 $1/k$ 与快速窗口 $Y_w (|Y| \leq Y_w)$ 的关系

ALEPH: ■ ---- 91.2GeV;
 TASSO: ○ — 14.0GeV,
 ○ ---- 22.0GeV,
 □ ---- 34.8GeV,
 ◇ - · - 43.6GeV.

3 集团模型的集团参数

在 L. Van Hore 提出的一种称为 Clan 的集团模型^[14]中, 平均集团数 $\langle N \rangle$ 可表示为

$$\langle N \rangle = -\frac{a}{b} \ln(1-b) = k \ln(1 + \langle n \rangle / k), \quad (2)$$

表 1 不同快度窗口带电粒子多重数分布的负二项式拟合平均多重数 $\langle n \rangle$ 和参数 $1/k$

	Y_w	$\langle n \rangle$	$\langle n \rangle / D$	k^{-1}	χ^2 / N_{df}
数 据	0.25	1.61 ± 0.01	0.91 ± 0.01	0.593 ± 0.027	
	0.50	3.23 ± 0.01	1.11 ± 0.01	0.503 ± 0.011	
	0.75	4.85 ± 0.02	1.26 ± 0.01	0.420 ± 0.011	
	1.00	6.49 ± 0.02	1.39 ± 0.01	0.365 ± 0.008	
	1.50	9.77 ± 0.03	1.62 ± 0.01	0.275 ± 0.007	
	2.00	12.92 ± 0.03	1.85 ± 0.01	0.212 ± 0.005	
	2.50	15.96 ± 0.03	2.18 ± 0.01	0.147 ± 0.005	
	3.00	18.15 ± 0.03	2.51 ± 0.01	0.103 ± 0.004	
	Y_{fit}	20.81 ± 0.03	3.26 ± 0.01	0.046 ± 0.003	
拟 合	0.25	1.59 ± 0.01	0.93 ± 0.01	0.521 ± 0.040	71 / 16
	0.50	3.20 ± 0.01	1.16 ± 0.01	0.425 ± 0.024	170 / 25
	0.75	4.83 ± 0.02	1.34 ± 0.01	0.348 ± 0.017	223 / 33
	1.0	6.47 ± 0.02	1.47 ± 0.01	0.307 ± 0.013	239 / 39
	2.0	12.91 ± 0.03	1.91 ± 0.01	0.199 ± 0.008	197 / 47
	3.0	17.86 ± 0.03	2.61 ± 0.01	0.092 ± 0.004	271 / 48
	Y_{fit}	20.77 ± 0.03	3.28 ± 0.01	0.045 ± 0.003	30 / 25

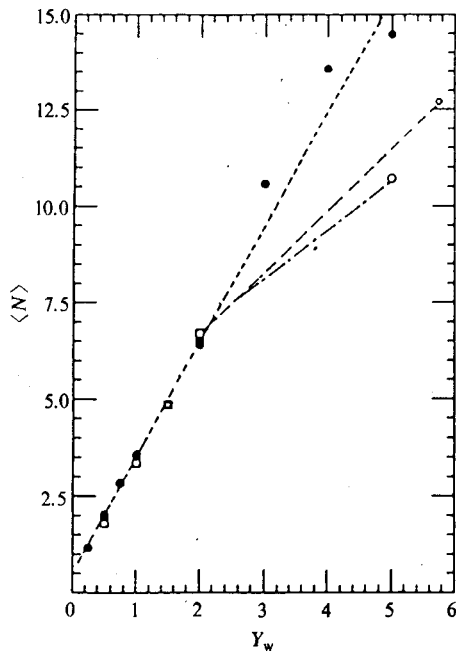


图 3 不同正负电子湮没能量的平均集团数 $\langle N \rangle$ 与快度窗口 $Y_w (Y \leq Y_w)$ 的关系

ALEPH: ● 91.2GeV;
TASSO: ○ 14.0GeV, ◐ 22.0GeV,
□ 34.8GeV, ◑ 43.6GeV.

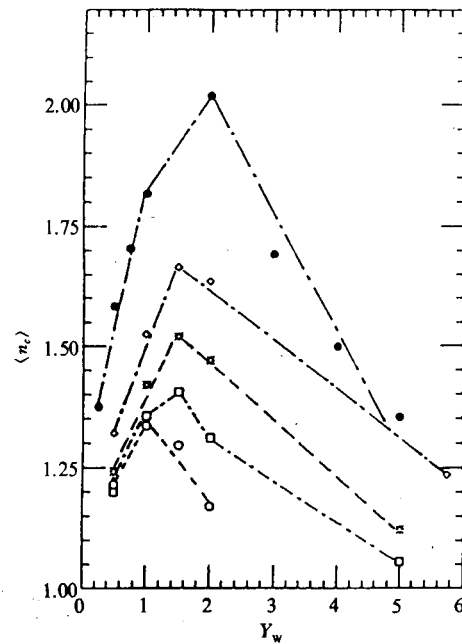


图 4 不同正负电子湮没能量的集团内平均粒子数 $\langle n_c \rangle$ 与快度窗口 $Y_w (|Y| \leq Y_w)$ 的关系

ALEPH: ● 91.2GeV;
TASSO: ○ 14.0GeV, □ 22.0GeV,
◐ 34.8GeV, ◑ 43.6GeV.

每个集团中的平均粒子数 $\langle n_c \rangle$ 则为

$$\langle n_c \rangle = \langle n \rangle / \langle N \rangle = \frac{\langle n \rangle / k}{\ln(1 + \langle n \rangle / k)} \quad (3)$$

这种集团模型也可由负二项式关系引伸出来, 这里参数 k 即负二项式基本参数, 在 clan 模型中它表示集团聚集的程度^[1]. 我们的结果如图 3、图 4 所示.

图 3 为平均集团数 $\langle N \rangle$ 与快度窗口的关系. 可见在 91.2 GeV 能区, 直到 Y_w 为 2 以下, $\langle N \rangle$ 的值与低能 14.0—43.6 GeV 的值一样. 在 $Y_w > 2$ 区间, 高能下的 $\langle N \rangle$ 才随 Y_w 的增加而明显增加, 即 $\langle n_c \rangle$ 逐渐减小. 图 4 的 $\langle n_c \rangle - Y_w$ 的关系曲线正说明了这一变化趋势. 由图 4 也可看到高能下 Z^0 能区的 $\langle n_c \rangle$ 值虽然总是大于低能下的值, 但当 $Y_w > 2$ 后, $\langle n_c \rangle$ 随 Y_w 增加反而急剧减小, 因而才导致图 3 中 $Y_w > 2$ 的区域集团 $\langle N \rangle$ 随 Y_w 增加而激增的结果, 与理论预言一致^[2,10,14,15].

4 半单举快度分布

半单举快度分布即不同多重数窗口内的快度分布, 与几种唯象模型的结果有密切关系.

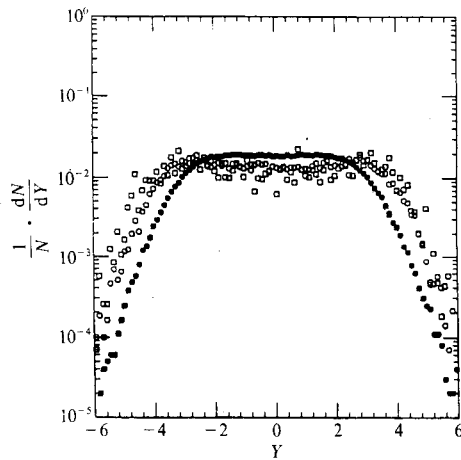


图 5 Z^0 能区多重数窗口内的快度半单举分布

■ $n \geq 14$, ○ $10 \leq n \leq 12$, □ $6 \leq n \leq 8$.

图 5 给出多重数窗口为 $n \geq 14$ 、 $10 \leq n \leq 12$ 和 $6 \leq n \leq 8$ 的快度分布. 可见多重数窗口愈低, 对应的快度坪愈宽且中心愈低陷. 将夸克组合模型的结果与低能区实验结果进行比较, 证实了这一变化趋势^[16,17]. 本文的结果与该模型预言的变化趋势也是较一致的. 几何模型的作者^[18]也曾建议本文作者分析在类似的多重数窗口条件的半单举快度分布等.

5 前后向多重数关联

前后向多重数关联是强子-强子碰撞和正负电子湮没的多重产生研究领域中都关心的问题. 前者比后者的关联大得多, 引起人们的兴趣. 前后向多重数数关联可用垂直

于球度轴的平面前侧半球内多重数平均值 $\langle n_F \rangle$ 与后半球多重数 n_B 的关系式 $\langle n_F \rangle = a + b n_B$ 描述. 式中斜率 b 称为关联强度. 图 6 及图 7 分别给出不同快度窗口内 ($|Y| \leq Y_w$) 及不同的快度窗口外 ($|Y| > Y_w$) 的快度区间内多重数的关联强度 b 与窗口值 Y_w 的关系.

由图 6 可见, 随 Y_w 增加, b 先增加至极大值后逐渐减小. 这说明快度中心区 (一般指 $|Y| < 1$ 的小快度窗口区域) 近程关联强, 这可用末态强子共振态产物特别是重夸克 (s, c, b) 的影响解释. 由图 6 可见, $b(Y_{\text{mid}}) = 0.0965 \pm 0.0061$, 这与 Lund-PS 蒙特卡罗产生器所得结果 $b(Y_{\text{mid}}) = 0.1015 \pm 0.0061$ 很一致. 在典型的快度中心区 $|Y| < 1$, 实验结果 $b = 0.2282 \pm 0.0095$, 与 Lund-PS 模型的蒙特卡罗模拟所得结果 $b = 0.2359 \pm 0.012$ 一致. 本

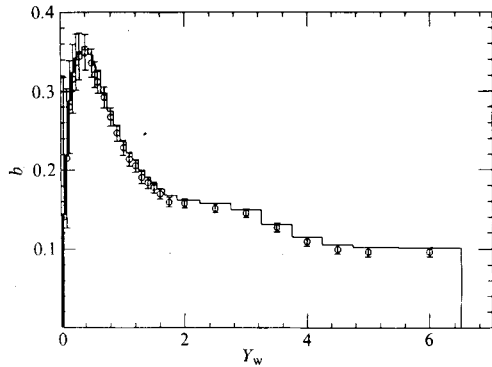


图 6 不同快度窗口内 ($|Y| \leq Y_w$) 多重数前后
关联强度 b 与窗口值 Y_w 的关系

— MC (Lund-PS) 模拟; ○ ALEPH 数据.

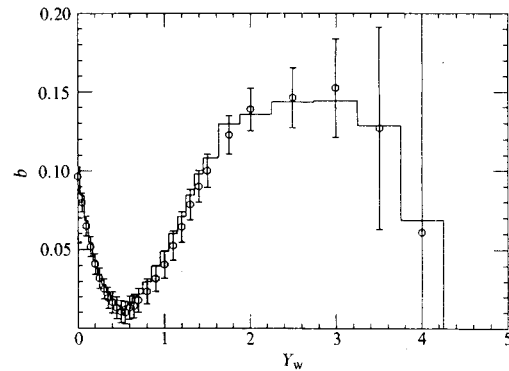


图 7 不同快度窗口外 ($|Y| > Y_w$) 的多重数
前后关联强度 b

— MC (Lund-PS) 模拟; ○ ALEPH 数据.

文的这一结果比 DELPHI 的 $|Y| < 1$ 典型快度中心区的结果 $b = 0.289 \pm 0.012$ 稍小^[7], 而比低能区 TASSO 的 43.6 GeV 的值 $b = 0.131 \pm 0.009$ 明显地大, 这是符合随能量增高关联强度增加规律的. 另外值得注意的是当 $Y_w = 0.4$ 时, 图 6 中的 b 达到极大值, $b = 0.3496 \pm 0.0223$, 比典型的快度中心区 $|Y| < 1$ 的 b 值大很多.

窗口范围为 $|Y| > Y_w$ (有时也称为排除快度中心区的窗口) 的结果示于图 7, 可见 $Y_w = 0.55$ 时 b 达到最小值. 比较图 6 与图 7 可见, 两图内的 b 在 $Y_w < 3$ 的范围内恰有相反的变化趋势, 可以说二者是互补的. 这也说明它们正是在互补的快度窗口内, 即 $|Y| \leq Y_w$ 和 $|Y| > Y_w$ 应得到的规律. 应指出的是, 在图 7 中 $Y_w > 3$ 范围内 b 随 Y_w 增加而逐渐减小, 作者认为这个区域统计误差变得很大已不能说明什么规律性问题.

由图 7 可得, $b(|Y| > 1) = 0.0409 \pm 0.0091$. MC 模拟结果为 $b(|Y| > 1) = 0.0491 \pm 0.0089$. 本文的结果与 DELPHI 的结果 $b = 0.057 \pm 0.008$ 很接近.

由文[19, 20]给出的理论公式

$$b = (D_n^2 - d_n^2) / (D_n^2 + d_n^2) \quad (4)$$

可计算得到 $b(Y_{full}) = 0.1024 \pm 0.0162$, 这与我们的实验结果 $b(Y_{full}) = 0.0965 \pm 0.0061$ 很接近.

式(4)中 D_n 和 d_n 分别为 $n_F + n_B$ 和 $n_F - n_B$ 的相对弥散 (方差平方根 $\sqrt{\langle n \rangle}$).

用(4)式计算了 20 个 $Y_w (|Y| < Y_w)$ 区间内的关联强度 b 值, 结果表明在 $Y_w > 0.5 - Y_{full}$ 的范围内 b 的值与图 6 符合得很好. 另外, 从负二项式的母函数可直接推导出 b 的表达式^[20,21]

$$b = \langle n \rangle / 2k [1 / (1 + \langle n \rangle / 2k)]. \quad (5)$$

利用表 1 中 $Y_w = 0.25 - 3.0$ 中 6 个有限快度窗口的 $\langle n \rangle$ 和参数 k 的值代入(5)式, 得到的 b 值虽然比实验结果偏大, 但在 $Y_w \sim 1$ 附近有一极大值. 这一理论结果与 $Y_w \sim 0.5$ 附近有极大值的实验结果是一致的. 由于无论是高能还是低能方面, 正负电子的关联强度随 Y_w 变化的数据极为缺乏, 所以仅与 NA-22 强子碰撞实验结果^[22] 进行了比较. 值得注意的是其结果与图 6 和图 7 很相似.

表2 异号和同号电荷在全快度空间 Y_{full} 及快度窗口内 $|Y| \leq 1.0$ 的关联强度 b

Y_w	电荷	MC 模拟		数据	
		b	χ^2 / N_{df}	b	χ^2 / N_{df}
Y_{full}	$Q^+ - Q^-$	0.1955 ± 0.0105	15 / 21	0.1905 ± 0.0104	15 / 21
Y_{full}	$Q^- - Q^+$	0.2027 ± 0.0106	10 / 17	0.1926 ± 0.0105	13 / 17
Y_{full}	$Q^+ - Q^+$	-0.0593 ± 0.0106	14 / 17	-0.0577 ± 0.0105	12 / 17
Y_{full}	$Q^- - Q^-$	-0.0348 ± 0.0105	36 / 21	-0.0356 ± 0.0104	35 / 21
1.0	$Q^+ - Q^-$	0.1952 ± 0.0184	14 / 16	0.1971 ± 0.0186	13 / 16
1.0	$Q^- - Q^+$	0.2031 ± 0.0185	10 / 14	0.1999 ± 0.0188	9 / 14
1.0	$Q^+ - Q^+$	0.1386 ± 0.0185	11 / 13	0.1379 ± 0.0187	9 / 13
1.0	$Q^- - Q^-$	0.1653 ± 0.0184	6 / 16	0.1608 ± 0.0187	6 / 16

同号和异号电荷多重数前后关联的结果如表2所示。可见异号电荷关联远大于同号电荷关联。同号电荷甚至在全快度区间出现反关联($b < 0$)。如表2所示, $b(Y_{\text{full}}, Q^+ - Q^+) = -0.0577 \pm 0.0105$, $b(Y_{\text{full}}, Q^- - Q^-) = -0.0356 \pm 0.0104$ 。这是令人感兴趣的结果。引文[19]已从理论角度指出过这一现象。

总之, 与强子-强子碰撞相比, 即使能量高至 Z^0 能区, 正负电子湮没的关联也是较弱的。但是本文的结果似乎已打破低能正负电子湮没不存在关联的提法^[23]。

6 海鸥图

事例平均横动量 $\langle P_T \rangle$ 或 $\langle P_T^2 \rangle$ 与费曼纵动量 $x = 2P_L / \sqrt{S}$ (其中 P_L 为纵动量, \sqrt{S} 为正负电子湮没质心系能量) 的关系曲线即海鸥图 (Seagull plot), 如图8所示。 P_T 和 x 在本

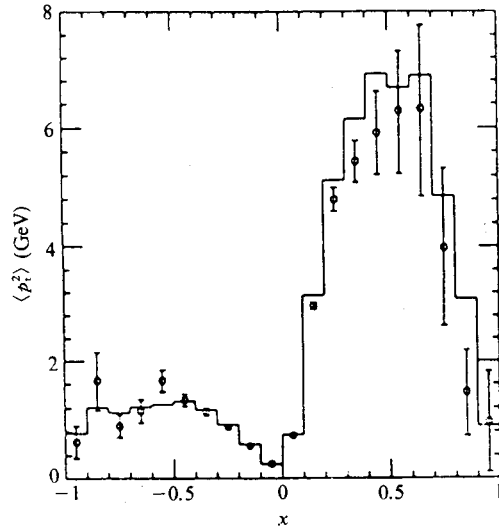


图8 Z^0 能区海鸥图 ($\langle P_T^2 \rangle - x$)
 $\sqrt{S} = 91.2 \text{ GeV}$, — MC 模拟, ○ 数据。

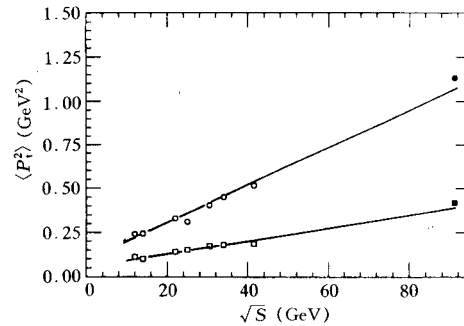


图9 宽窄喷注 $\langle P_T^2 \rangle$ 与正负电子湮没能量的关系

○ 宽喷注 (TASSO), □ 窄喷注 (TASSO),
● 宽喷注 (ALEPH), ■ 窄喷注 (ALEPH).

文中都是相对于冲度轴的. 由于 x 正负两侧 $\langle P_x \rangle$ 或 $\langle P_x^2 \rangle$ 分布极似海鸥双翅, 故称海鸥图, 它反映喷注的动量分布, 而海鸥图两翼的不对称性恰反映出胶子喷注的贡献. 翼高的一侧相当于宽喷注, 而低的一侧相当于窄喷注. 胶子喷注混在宽喷注中. 事例总平均横动量 $\langle P_x \rangle = 0.6732 \pm 0.0018 \text{ GeV}/c$, 宽喷注平均横动量 $\langle P_x \rangle = 1.0953 \text{ GeV}/c$, 窄喷注平均横动量 $\langle P_x \rangle = 0.4211 \text{ GeV}/c$. 与 TASSO 的结果^[23] 比较如图 9 所示. 可见本文 Z^0 能区的结果在低能外推直线附近. LEP II 能区的值将如何, 以及与轻子-强子碰撞^[25] 和介子-核子碰撞^[26] 的结果的比较都是人们感兴趣的问题.

7 结 论

1) 由于 Z^0 能区正负电子湮没肩状结构的出现, 负二项式分布只能“粗略地”或“总体地”描述带电粒子多重数分布, 其拟合参数 $1/k$ 随能量增高而增加, 能解释 $D/\langle n \rangle$ 随能量基本不变的规则和 KNO 无标度性.

2) Z^0 能区正负电子湮没多重数前后关联有弱的正关联强度. 随中心区有限快度窗口 Y_w 的变化在 $Y_w \sim 0.5$ 处出现极大值, 与理论计算和强子-强子碰撞实验所得的结果有相似的变化趋势. 异号电荷关联远大于同号电荷关联.

3) 集团模型参数随快度窗口的变化及半单举快度分布与 14—44 GeV $/c$ 低能区的结果相似, 并分别符合理论模型的结果.

4) Z^0 能区海鸥图的宽窄喷注平均横动量在低能区外推直线附近. 胶子成份随正负电子湮没能量增加而增加.

作者谨对高崇寿, 谢去病, 刘连寿及意大利 A. Giovannini, 德国 S. Barshay, 美国 T. T. Chou, ALEPH 合作组的 M. Schmelling 诸教授的多方面有益的讨论和帮助以及 ALEPH 国际合作发言人 L. Foà 与 J. Lefrançois 和 QCD 组负责人 R. Settles 教授对本工作的大力支持表示深深的谢意.

参 考 文 献

- [1] A. Giovannini *et al.*, proceeding of the International Conference on Elastic Diffractive Scattering, La Biodola, d'Elba, (4th Blois Workshop) May, 1991.
- [2] W. Kittel, proceeding of the Workshop on Physics, at future Accelerators, CERN Yellow Reports, 87-07 Vol 2(1987)424.
- [3] W. Kittel *et al.* (NA22), Proceeding of Multiparticle Dynamics, Shandong, China (1987)1.
- [4] D. Decamp *et al.*, ALEPH Coll., *Phys. Lett.* **B234**(1990)209.
- [5] 谢一冈等, 高能物理与核物理, **18**(1994)778; Xie Yigang *et al.*, *High Energy Physics and Nuclear Physics.* **18**(1994) 223.
- [6] W. Braunschweig *et al.*, TASSO Coll., *Z. Phys.*, **C45**(1989)193.
- [7] P. Abreu *et al.*, DELPHI Coll. *Z. Physics*, **C50**(1990)185; CERN PPE /90-173 (Nov. 1990).
- [8] D. Decamp *et al.*, ALEPH Coll., *Phys. Lett.*, **B273**(1991)181.

- [9] D. Decamp *et al.*, ALEPH Coll., *Z. Phys.*, **C69**(1995)15.
- [10] P. Abreu *et al.*, DELPHI Coll., *Z. Phys.* **C52**(1991)271; *Z. Phys.*, **C50**(1991)185; *Z. Phys.*, **C56**(1992)63.
- [11] F. Bianchi *et al.*, *Z. Phys.*, **C58**(1993)71; P. Abreu *et al.* DELPHI Coll., *Z. Phys.*, **C56**(1992)63.
- [12] A. Giovannini *et al.*, XXI International Symposium on Multiparticle Dynamics (1991), Wuhan, China, p285.
- [13] S. Barshay *et al.*, *Z. Phys.*, **C51**(1991)399; *Z. Phys.*, **C50**(1990)447; A. Wroblewski, *Acta Phys. Pol.*, **B4**(1974)857.
- [14] Van Hove CERN–TH5885 /90 (Oct. 1990); *Z. Phys.*, **C**(1986)391.
- [15] N. Schmitz, Proceeding of Multiparticle Dynamics, Festschrift for Leon Van Hove, La Thuile, Italy (1990).
- [16] 谢去病等, 高能物理与核物理, **14**(1990)24; XIE Qubin *et al.*, Proceeding of Multiparticle production Workshop, Jinan, Shandong, June (1987)460; *Phys. Rev.*, **D38**(1987)2169.
- [17] Derrick *et al.* (HRS), *Phys. Lett.*, **168B**(1986)299; *Phys. Rev.*, **D34**(1986)3304.
- [18] T. T. Chou, Private Communication; T. T. Chou, C. N. Yang, Proceeding of 25th International Conference on High Energy Physics (Singapore, 1991), Vol.2, p1013.
- [19] S. Barshay, *Z. Phys.*, **C32**(1986)513; *Phys. Lett.*, **199B**(1987)121.
- [20] P. Carruthers *et al.*, *Int. J. Mod. Phys.*, **A2**(1987)1447.
- [21] 高崇寿, 私人通信.
- [22] V. V. Aivazyan (NA22), *Z. Phys.*, **C42**(1989)533.
- [23] S. Barshay, *Z. Phys.*, **C32**(1986)513.
- [24] M. Althoff *et al.* (TASSO), *Z. Phys.*, **C22**(1984)307.
- [25] M. Arreodo *et al.* (EMC), *Z. Phys.*, **C35**(1987)417.
- [26] I. V. Ajineko (EHS /NA22), *Phys. Lett.*, **B197**(1987)457.

Hadron Multiplicity Distributions and the Related Parameters in e^+e^- Annihilation at Z^0 Energy Region

Xie Yigang Huang Xiuping Lin Jianfeng Xu Rongfen

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

Received 15 November 1995

Abstract

The adaptability of charged hadron multiplicity distributions fitted with negative binomial and its related parameters, forward-backward multiplicity correlation, parameters of clan model, semi-inclusive rapidity distribution and the seagull plots describing the characteristics of transverse momenta of jets are discussed. In particular, the above mentioned parameters in restricted rapidity intervals are analysed and compared with theoretical results of some phenomenological models of multiparticle production. Most of the results are obtained from 50000 Z^0 events of ALEPH Collaboration at LEP.

Key words Z^0 , e^+e^- annihilation, hadron multiplicity, negative binomial, forward-backward multiplicity correlation, seagull plot.