

# 北京谱仪桶部簇射计数器的改进升级

周 莉 阙友昆 崔象宗 方 健 顾维新 韩世温  
胡海明 黄光顺 李佩琴 李新华 刘 延 毛泽普  
漆纳丁 祁向荣 孙汉生 王临州 熊伟军 薛生田  
徐芷菁 喻纯旭 张 羽 赵海文 赵政国

(中国科学院高能物理研究所 北京 100039)

**摘要** 描述了北京谱仪桶部簇射计数器(Barrel Shower Counter)的改进升级工作,改进后的桶部簇射计数器在能量分辨和位置分辨方面有了明显的提高,经对Bhabha事例进行离线刻度后,能量分辨好于 $21\%/\sqrt{E}$ ,  $z$ 向位置分辨小于3cm.

**关键词** 桶部簇射计数器 改进 能量分辨 位置分辨

## 1 引言

桶部簇射计数器(BSC)是北京谱仪(BES)<sup>[1]</sup>的主要探测器之一,它利用电磁簇射的方法探测正负电子对撞后产生次级粒子中的电子和光子的位置和能量. 它的能量分辨和位置分辨的好坏直接影响到粒子的分辨.

BSC自1988年10月投入运行以来与BES的其它探测器一起成功地在3.097、3.55、3.686、4.03GeV能区获取了大量物理数据,在BES的 $\tau$ 轻子质量测量中<sup>[2]</sup>,  $J/\psi$ 物理<sup>[3]</sup>,  $D_s$ 物理<sup>[4]</sup>及 $\psi(2S)$ 物理<sup>[5]</sup>工作中起到了重要的作用.

1995年夏天北京谱仪改进升级时, BSC经过七年的运行,探测器部分部件已出现老化,断丝,探测器中正戊烷比份不均匀等问题. 能量分辨率变差达到 $(26\%—28\%)/\sqrt{E}$ ,  $z$ 向位置分辨大于8cm. 我们仔细分析了多年来的数据情况认为进行以下几个方面的改进可以改善探测器现有的性能: 首先改进现有的高压供电方式, 进行补断丝和处理断丝, 减少电子学死道和不正常工作的电子学道数, 然后改进谱仪大厅内探测器供气系统, 同时增加监测器(Monitor)对动态的正戊烷比份进行实时的监测.

我们对桶部簇射计数器进行了全面检修和改进升级工作. 同时谱仪的气体组对正戊烷供气系统也进行了改进, 提高了正戊烷比份的稳定性. 改进后的桶部簇射计数器明显地提高了能量分辨和位置分辨.

## 2 探测器的 高压供电系统的改进

BSC 是一个内径为 2.5m, 外径为 3.4m 的圆柱体. 桶部簇射计数器是共有 23 层铅和 24 层自猝灭流光管组成的探测器. 每个探测器层有 560 个单元, 每层每个单元的高度相同为 1.3cm, 宽度由最内层的 1.42cm 到最外层的 1.87cm. 每层单元的尺寸从内层到外层大小不同, 而改进前内外各层所加的高压都一样, 根据对矩型流光管电场强度的计算, 如果保持最内层与最外层的单元在阳极丝 (直径  $50\mu\text{m}$ ) 附近有相同的电场强度, 从第 1 层到第 24 层的高压应有约 100V 左右的变化<sup>[6]</sup>. 在实验中我们知道, 探测器高压变化超出一定范围, 能量分辨率将会明显变差, 其原因是高压过低, SQS 计数管的效率低, 高压过高则二次流光影响严重, 且容易断丝. 所以在实际运行中, 应在保证计数管效率足够高的前提下采用尽可能低的高压. 基于此种考虑我们将高压系统由原来的 24 层一种供电形式改成为 A, B, C, D 四种供电方式. 并增加了 24 个高压分线盒, 将 48 路高压扇出为 1120 路高压. 这样在运行中如有断丝, 可及时去掉有断丝的高压道, 保证其余丝正常工作. 改进后的高压供电方式, 电子学读出层, 探测器结构层以及相应的单元数如表 1.

表1 高压供电方式、电子学层、探测器层及单元数对应关系

| 高压供电分组 | A    | B     | C     | D      |
|--------|------|-------|-------|--------|
| 每组高压路数 | 280路 | 280路  | 280路  | 280路   |
| 每路供电单元 | 4个单元 | 8个单元  | 12个单元 | 24个单元  |
| 探测器层数  | 1—2层 | 3—6层  | 7—12层 | 13—24层 |
| 电子学读出层 | 第1层  | 第2、3层 | 第4、5层 | 第6层    |

此种高压供电系统的优点是可以根据运行的具体情况来调整 BSC 各层和在  $\phi$  方向 12 个分区的高压, 使不同尺寸的单元和探测器不同部位都工作在效率最佳的情况下, 特别是当混合气的比份发生变化, 而加速器又能提供较好的束流时, 为了充分利用宝贵的束流, 可根据以往的经验调整 BSC 相应高压, 最大限度的获取高质量的数据.

改进后的 BSC 高压系统如图 1:

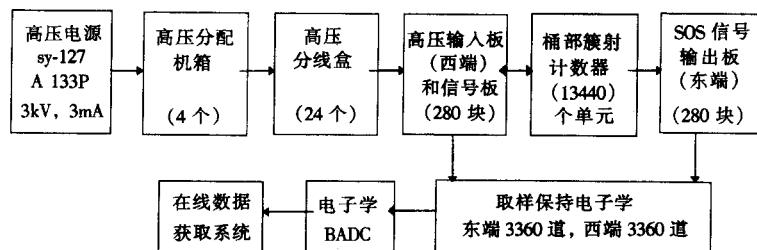


图1 改进后的BSC高压系统

## 3 对断丝情况的处理

经过近七年的运行, BSC 共有断丝 253 根, 虽然它只占 BSC 丝总数 (13340 根) 的

1.5%，但是由于 BSC 的电子学读出层只有 6 层，即纵向的 2 根丝，3 根丝和 12 根丝以 2-2-2-3-3-12 的方式并联而成，所以实际上死道和不正常电信号输出的道数 (253 道) 已占电子学读出道 (3360 道) 的 7.5%，影响到 BSC 的有关单元为 1999 个，占 BSC 13440 个单元的 14.9%。

在 BSC 的改进升级中，针对死丝所在的不同位置进行了补断丝或去掉断丝的处理，使得电子学读出道对 BSC 的影响下降到 1.1%。死丝和不正常电信号读出道的减少，使簇射计数器的能量分辨和位置分辨得到改善。

## 4 气体系统的改进

BSC 采用自猝灭流光的工作模式，它的工作气体是 80% Ar + 20% CO<sub>2</sub> 的混合气吹泡通过 4℃ 左右的正戊烷，控制正戊烷含量约占 (30 ± 0.5)%，正戊烷在工作中起猝灭作用。

BSC 改进前在出气口有一个 U 型气体大环，造成探测器上半部和下半部工作气体的均匀性较差，到 BSC 改进升级前，顶部和底部高压值最大差别达 210V。

为了使探测器的各个部分有相同的气阻，并且可以控制各个分路的流量使之一致，在改进升级工作中，去掉 U 型气体大环并在探测器的各分路入口上安装了气体流量计，在进出口各增加一个混气罐使得入气口的正戊烷气体可以进一步充分混合，而出气口的气体在排放前有一定的缓冲。改进后 BSC 在  $\phi$  方向的均匀性得到了提高，大桶的顶部和底部的高压差有了减小。

## 5 增加气体监测系统

在 BSC 中猝灭气体正戊烷在混合气体中含量的多少直接关系到 BSC 探测器的工作状态和安全，而正戊烷由于其本身的特性所决定受温度的影响极大，所以如何直观可靠的监测进入 BSC 的正戊烷的含量成为 BSC 运行中非常重要的问题。为此，在 BSC 的进出端各安装了一个监测管，用来监测进入探测器以前和从探测器出来的气体情况，并可以根据气体的变化来调整探测器的工作高压。从而保证了探测器的安全和高质量的运行。

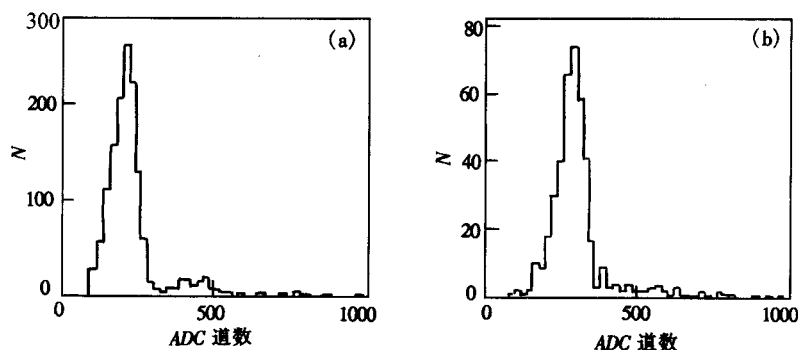


图2 (a) 监测器进气口的SQS幅度谱; (b) 监测器出气口的SQS幅度谱

为了真实的模拟 BSC 的情况, 监测管中单元的尺寸有两种, 相当于 BSC 室体的最小 (1.42cm) 和最大 (1.87cm) 单元. 监测管中用的工字梁, 绝缘子和丝均与 BSC 室本体一样. 整个监测管长 30cm, 表面相应单元位置钻有 0.5mm 的小孔, 用放射源  $Fe^{55}$  测量, 从 1997 年开始监测管参加了北京谱仪的运行监测. 图 2 是监测管进气口和出气口的 SQS 电荷谱.

## 6 小结

1) BSC 经过改进升级之后, 能量分辨有明显的提高, 据 1997 年上半年和 1998 年 4 月  $J/\psi$  数据离线分析的结果, BSC 平均能量分辨已达到好于  $21\% / \sqrt{E}$ , 比改进升级前 (1995 年) 的离线刻度结果<sup>[7]</sup>有了较大提高, 目前 BSC 的性能指标是运行以来最好的. 如图 3 所示.

2) 输出脉冲幅度在  $\phi$  方向的均匀性也得到显著的改善如图 4 所示.

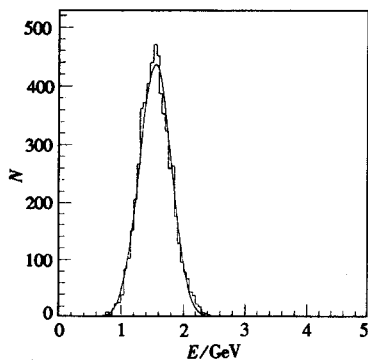


图3 bhabha事例在BSC中的沉积能量分布

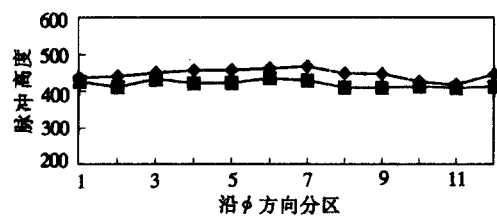


图4 将桶部簇射计数器沿 $\phi$ 方向分为12个分区, 第1层和第4层的输出脉冲幅度分布

3)  $z$  向位置分辨达到小于 3cm, 比改进前 4cm 也有所提高. 如图 5 所示.

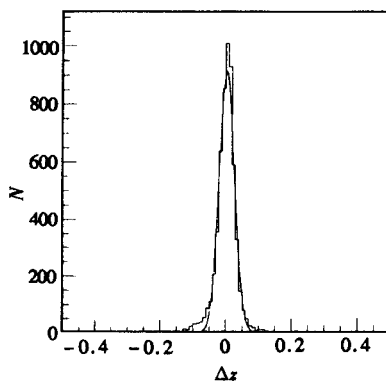


图5 bhabha事例径迹的 $z$ 向位置分辨

桶部簇射计数器在改进升级工作中北京谱仪气体组、在线组和刻度组对改善桶部簇

射计数器的性能也做了大量的工作,罗鸿,张锦龙,徐春城,李海波,谢跃红,叶诗章 1995 年暑期参加了该项工作,在此一并表示感谢.

### 参 考 文 献

- 1 Bai, Jingzhi et al. Nucl. Instr. Meth., 1994, A334:319
- 2 Bai Jingzhi et al. Phys. Rev. Lett., 1992, 69:3021
- 3 Bai Jingzhi et al. Phys. Rev. Lett., 1995, B355:374
- 4 Bai Jingzhi et al. Phys. Rev., 1997, D56:3779
- 5 Bai Jingzhi et al. High Energy Phys. and Nucl. Phys. (in Chinese), 1996, 20:97  
(白景芝等. 高能物理与核物理, 1996, 20: 97)
- 6 Zhou Yuehua et al. High Energy Phys. and Nuclear Phys. (in Chinese), 1989, 13:973  
(周月华等. 高能物理与核物理, 1989, 13: 973)
- 7 Mao Zepu, et al. High Energy Phys. and Nuclear Phys. (in Chinese), 1996, 20:1073  
(毛泽普等. 高能物理与核物理, 1996, 20: 1073)

### Upgrade on the Barrel Shower Counter at BES

Zhou Li    Que Youkun    Cui Xiangzong    Fang Jian    Gu Weixin    Han  
Shiweng    Hu Haiming    Huang Guangshun    Li Peiqin    Li Xinhua  
Liu Yan    Mao Zepu    Qi Nading    Qi Xiangrong    Sun Hansheng  
Wang Linzhou    Xiong Weijun    Xue Shengtian    Xu Zhijing  
Yu Chunxu    Zhang Yu    Zhao Haiwen    Zhao Zhengguo

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

**Abstract** An upgrade has been performed on the barrel shower counter at Beijing spectrometer to improve the performance of this detector. For Bhabha events, the energy resolution is better than  $21\% / \sqrt{E}$  ( $E$  in GeV) and the spatial resolution along  $z$  axis is smaller than 3cm.

**Key words** BSC (Barrel Shower Count), upgrade, energy resolution, spatial resolution