

# BES III 主漂移室基于模式匹配的径迹重建\*

张瑶<sup>1;1)</sup> 张学尧<sup>1;2)</sup> 李卫东<sup>2;3)</sup> 毛泽普<sup>2;4)</sup> 马秋梅<sup>2)</sup> 马想<sup>2,3)</sup> 王亮亮<sup>2,3)</sup> 王纪科<sup>2,3)</sup>  
邓子艳<sup>2)</sup> 尤郑昀<sup>4)</sup> 文硕频<sup>2)</sup> 边渐鸣<sup>2,3)</sup> 孙永昭<sup>2)</sup> 孙胜森<sup>2)</sup> 朱永生<sup>2)</sup> 刘怀民<sup>2)</sup>  
刘春秀<sup>2)</sup> 伍灵慧<sup>2,3)</sup> 李海波<sup>2)</sup> 李刚<sup>2)</sup> 张长春<sup>2)</sup> 张令<sup>5)</sup> 张建勇<sup>2)</sup> 邹佳恒<sup>1)</sup>  
邱进发<sup>2)</sup> 何康林<sup>2)</sup> 何苗<sup>2,3)</sup> 季晓斌<sup>2)</sup> 杨明<sup>2,3)</sup> 苑长征<sup>2)</sup> 冒亚军<sup>4)</sup>  
俞国威<sup>2)</sup> 莫晓虎<sup>2)</sup> 袁野<sup>2)</sup> 曹国富<sup>2,3)</sup> 黄彬<sup>2,3)</sup> 谢宇广<sup>2,3)</sup> 臧石磊<sup>2)</sup>

1 (山东大学 济南 250100)

2 (中国科学院高能物理研究所 北京 100049)

3 (中国科学院研究生院 北京 100049)

4 (北京大学物理学院 北京 100871)

5 (湖南大学 长沙 410082)

**摘要** BES III 主漂移室径迹重建算法 MdcPatRec, 是采用面向对象技术用 C++ 开发的软件. 该算法使用模式匹配的方式寻找径迹段, 连接径迹段为径迹并进行最小二乘拟合. 使用模拟数据对算法进行了检验, 结果表明该径迹重建算法能够提供高的重建效率和好的动量分辨, 各项指标均达到设计要求. 同时具有好的抗噪声能力, 可以满足 BES III 的使用要求.

**关键词** BES III 径迹重建 模式匹配 径迹拟合

## 1 引言

北京正负电子对撞机 BEPC II<sup>[1]</sup> 正在建造之中, 计划在 2007 年实现正负电子束对撞. 北京谱仪 BES III<sup>[2]</sup> 是 BEPC II 上的一个全新的高精度探测器, 将用于粲偶素和粲介子物理、轻强子谱物理、D/Ds 物理和  $\tau$  轻子物理的研究.

BES III 由主漂移室 (MDC)、飞行时间计数器 (TOF)、电磁量能器 (EMC) 和  $\mu$  子鉴别器 (MUC) 4 个子探测器组成. MDC 主要用来精确测量从相互作用点产生的带电粒子的动量以及用于粒子鉴别的粒子能量损失. MDC 的径迹重建是 BES III 离线数据处理中的最重要环节之一, 它的主要任务是处理正负电子对撞产生的原始数据, 并精确重建出带电粒子的动量和方向.

本文主要介绍基于 BaBar 实验<sup>[3]</sup> 漂移室径迹重建算法在 BES III 离线软件系统 BOSS<sup>[4]</sup> (BES III Offline Software System) 中开发的 MDC 径迹重建程序包 MdcPatRec 的算法原理及其实现. 文中首先描述主漂移室的几何结构和设计指标. 然后介绍径迹重建算法的设计, 其中着重讨论基于模式匹配的径迹寻找方法和径迹拟合的方法, 并通过模拟数据进行重建算法的各项性能研究. 最后, 给出采用 MdcPatRec 算法进行数据重建的物理分析结果.

## 2 BES III 主漂移室结构

主漂移室是 BES III 的最内层子探测器 (见图 1), 分为内室和外室, 端面板采用阶梯型结构. MDC 的内半径和外半径分别为 64mm 和 810mm, 半长为

2006-09-12 收稿

\* 国家自然科学基金(10491300)和中国科学院百人计划经费(U-54)资助

1) E-mail: yzhang@hepg.sdu.edu.cn

2) E-mail: zhangxy@hepg.sdu.edu.cn

3) E-mail: liwd@ihep.ac.cn

4) E-mail: maozp@ihep.ac.cn

1171mm, 最大立体覆盖角  $\cos\theta = \pm 0.93$ . 主漂移室沿径向共有 43 个信号读出层, 每 4 个信号读出层为一超层, 最外超层只含 3 个信号读出层. 漂移室的漂移单元基于小单元设计, 单元的半高宽之比接近于 1. MDC 采用铝丝为场丝, 氦基气体为工作气体, 以尽可能地减少多次散射的影响. 主漂移室内室的 8 层信号丝没有相同的单元数, 外室的内 3 个轴丝超层每两层信号丝有相同的单元数, 而且各层单元的起点间选择一定的错开角度, 自然地形成了无序交错的情况. 这样避免了大动量径迹从内到外总是通过近丝的地方, 可以改变径迹的实际分辨. BES III 的磁场由超导磁铁提供, 强度为 1.0T. MDC 单丝空间分辨率设计值为  $130\mu\text{m}$ ; 动量为  $1\text{GeV}/c$  时, 由空间分辨和多次库仑散射两部分贡献的动量分辨的设计值为  $\sigma_{P_t}/P_t = 0.46\%$ <sup>[2]</sup>.

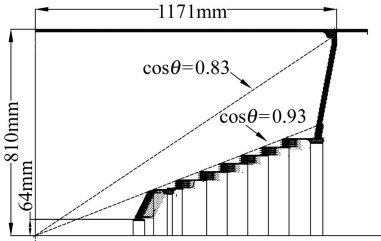


图 1 BES III 主漂移室截面示意图

### 3 MDC 径迹重建算法的原理和实现

带电粒子穿过漂移室时, 与气体介质发生相互作用, 电离产生的电子在电场的作用下沿电场的方向向阳极丝漂移, 利用主漂移室记录的带电粒子与气体相互作用信息, 计算粒子的多个相互作用空间位置, 进一步用这些空间点进行径迹寻找、拟合得到带电粒子的动量等. 带电粒子在磁场中的运动轨迹是空间螺旋线, BES III 磁场与束流管平行,  $z$  轴指向正电子束流的方向, 所以径迹在  $r-\phi$  平面的投影为圆弧线. BES III 径迹重建程序 MdcPatRec 根据主漂移室测量得到的入射粒子或反应产物的位置和方向, 并由带电粒子径迹的曲率半径得到所需物理量. 磁场非均匀性、带电粒子通过介质时的电离能损和多次库仑散射等效应将在卡尔曼径迹拟合中进行处理<sup>[5]</sup>. 下面将对 MdcPatRec 事例重建流程中的主要步骤进行介绍.

MdcPatRec 径迹重建分为径迹寻找和径迹拟合两个主要过程. 径迹寻找首先进行径迹段寻找, 然后进行径迹段连接. 径迹段是一条径迹在主漂移室超层中留下的击中单元的集合. 径迹重建分别在二维和三维空间中进行, 在二维空间中进行圆径迹的寻找和拟合, 在三维空间中进行螺旋线径迹的寻找和拟合. 图 2

描述了一个事例重建的基本流程.

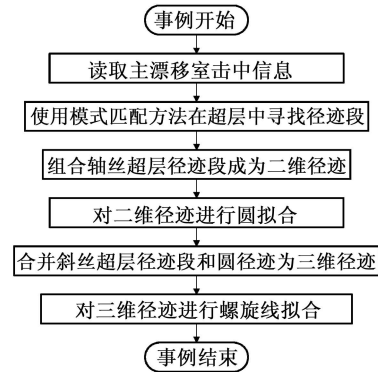


图 2 MdcPatRec 事例重建流程图

#### 3.1 径迹段模式字典

径迹寻找算法使用了基于模式匹配的方法, 这种寻迹方法属于整体的寻迹方法, 对每个输入击中进行同样的处理, 其优点是速度较快, 计算时间原则上与事例中的击中的个数成正比. 这种方法首先将径迹可能构成击中组合生成模式字典. 在径迹寻找时, 将每个事例中的击中组合与模式字典中的模式进行匹配, 匹配成功的击中组合成为径迹. 构造模式字典时把径迹划分成超层内的径迹段, 然后把径迹段合并为径迹, 这样可以减小模式字典的数目, 提高径迹寻找的效率.

构造模式字典时, 找出径迹穿越超层时留下的所有可能的击中单元组合, 选择出现概率较大的组合. 漂移室虽然利用漂移时间可以精确定位, 但是在一个漂移单元内信号丝左右两边的漂移区是对称的, 因此一个漂移时间对应于两个坐标, 它们分别位于信号丝左边和右边相等的距离的位置上, 这就是漂移室定位的“左右模糊”性. BES III 相邻层的信号丝层设计时错开半个单元, 这样就可以通过左边或右边相邻丝的击中情况, 进行信号丝漂移距离的左右定位. 根据粒子漂移的方向和信号丝的相对位置, 确定击中单元的左右模糊模式, 存储为“模糊”模式字典. 字典中的匹配模式和待匹配径迹段由超层中的 8 根相邻信号丝组成的信号丝组构成 (见图 3). 匹配模式字典有两类匹配模式: 若要求一个超层中的 4 层都有击中, 称为 4 击中匹配模式, 有 8 种组合; 若只要求 3 层有击中, 称为 3 击中匹配模式, 有 22 种组合. 同时 4 击中和 3 击中模式有其相应的若干种“模糊”模式, 用于进行丝的左右判别.

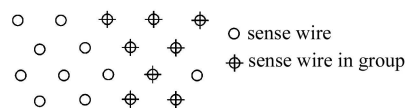


图 3 超层中径迹段邻居示意图

### 3.2 径迹段寻找

模式匹配在超层中进行, 以寻找各轴丝超层和斜丝超层中的径迹段. 首先将每个超层中的由内向外第2层作为参考层, 依次取参考层的每根丝作为参考点, 选取其他3层中的其他7根相邻丝, 由于主漂移室超层中丝的排列存在一定程度上的无序性, 上下层丝在 $\phi$ 向的错开不一定是半个单元宽, 所以按照相邻层丝的方位角来查找邻居, 以保证相邻丝间的左右关系. 然后信号丝组中的8根信号丝上是否有击中信号将被映射成一个8位的待匹配的模式, 如果待匹配模式与字典中相应的模式匹配成功则认为该待匹配模式为一个径迹段. 每根击中信号丝的左右判别问题由该匹配模式的“模糊”模式确定. 接着对径迹段进行直线拟合, 斜丝层则投影到 $r-\phi$ 平面上, 根据斜丝在 $r-\phi$ 平面上的交点进行拟合. 遍历所有参考点, 进行如上的径迹段寻找, 最后将找到径迹段按拟合后的 $\phi$ 角大小排序并保存在径迹段列表中, 则完成整个径迹段模式匹配过程.

### 3.3 径迹段连接

通过模式匹配找到的径迹段将通过径迹段连接算法连接成圆或螺旋线径迹. 径迹段连接在轴丝超层和斜丝超层中分别进行, 在径迹参数的投影子空间内作拟合, 通过最小化 $\chi^2$ 把属于同一径迹的径迹段连接成径迹段组. 轴丝超层以方位角 $\phi_0$ 和曲率 $\kappa$ 为拟合参数, 把轴丝超层径迹段连接成圆径迹. 斜丝超层以 $z_0$ 和极角的余切值 $\cot\theta$ 为拟合参数. 螺旋线连接是在三维空间中把斜丝超层径迹段和找到的圆径迹连接成为空间螺旋线.

### 3.4 径迹拟合及径迹参数的计算

为得到径迹的动量、顶点位置和误差矩阵等物理量, 使用最小二乘法对径迹在 $r-\phi$ 平面的投影圆弧线和空间螺旋线进行拟合. 最小二乘法是以 $\chi^2$ 取最小值为目的, 寻求使 $\chi^2$ 最小值的参数估计值.  $\chi^2$ 定义为

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^n \left( \frac{\text{drift}_i - \text{doca}_i}{\sigma_i} \right)^2, \quad (1)$$

其中 $\text{drift}_i$ 为径迹上第 $i$ 个击中的漂移距离,  $\text{doca}_i$ 为径迹上第 $i$ 个击中信号丝与拟合径迹在空间中的最近距离,  $\sigma_i$ 是径迹漂移距离的测量误差. 拟合经过多次迭代, 修正5个径迹参数直到拟合收敛, 最终得到螺旋线五参数 $P$

$$P \equiv (d_0, \phi_0, \kappa, z_0, \tan\lambda). \quad (2)$$

图4为螺旋线径迹参数示意图. 其中, 取对撞点为

参考点;  $d_0$ 是径迹在 $r-\phi$ 平面上最近点距参考点的距离, 从原点看去, 当径迹逆时针方向运动时 $d_0$ 符号为正;  $\phi_0$ 是最近点处径迹的方位角;  $z_0$ 是沿 $z$ 轴最近点距参考点的距离;  $\kappa$ 的值是横动量的倒数, 符号与径迹电荷相同;  $\tan\lambda$ 是径迹在 $\rho-z$ 平面上投影的倾斜角的正切.

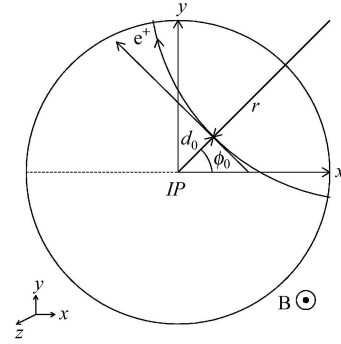


图4 螺旋线径迹参数示意图

## 4 MDC径迹重建性能研究

主漂移室径迹重建的可靠性通过重建结果与蒙特卡罗模拟结果的比较来检验. 模拟数据通过使用基于Geant4<sup>[6]</sup>开发的BESIII探测器完全模拟程序BOOST<sup>[7]</sup> (BESIII Object Oriented Simulation Tool)产生的. 本节径迹性能研究模拟过程中, 单丝效率和空间分辨随距离的关系取自束流实验结果<sup>[8]</sup>, 其中, 单丝效率设为98%, 空间分辨平均值为122 $\mu\text{m}$ 且与电荷( $dE/dx$ )无关; 极角 $\cos\theta$ 范围为 $(-0.93, 0.93)$ ; 方位角范围为 $(0, 2\pi)$ ; 使用的数据样本有单径迹事例、末态为 $e^+e^-$ 和 $\mu^+\mu^-$ 双径迹事例以及包含噪声的事例.

### 4.1 重建效率

径迹重建效率是重建算法的主要性能之一, 它与寻迹算法、粒子种类及粒子的横动量相关. 为检验径迹重建效率, 模拟产生了5种粒子的单径迹事例( $e^-$ ,  $\mu^-$ ,  $\pi^-$ ,  $K^+$ ,  $p$ ). 产生时要求末态不衰变且不带噪声, 横动量范围在0.05GeV/c至1.25GeV/c. 用MdcPatRec进行重建, 检验重建对不同粒子单径迹重建效率随横动量的变化. 重建效率定义为

$$\varepsilon = N_{\text{rec}}/N_{\text{mc}}, \quad (3)$$

效率的统计误差为

$$\sigma_\varepsilon = \sqrt{\varepsilon(1-\varepsilon)/N_{\text{mc}}}, \quad (4)$$

其中 $N_{\text{mc}}$ 为模拟产生的真实带电径迹的数目,  $N_{\text{rec}}$ 为重建出的“好”的带电径迹的数目. 5种粒子在不同横

动量区域内的重建效率如图 5(a) 所示. 对于  $e^-$ ,  $\mu^-$ ,  $\pi^-$  3 种粒子, 当横动量大于  $0.12\text{GeV}/c$  时, 寻迹效率都在 90% 以上. 当横动量小于  $0.12\text{GeV}/c$  时, 径迹将在主漂移室中打圈, 此时仍可以找到超过 60% 的径迹. 由于  $K^+$  介子和质子较重, 它们的能损  $dE/dx$  较大, 因此在低横动量时重建效率较其他 3 种粒子略低. 在 BEPC II 能区, 物理上感兴趣的末态带电粒子的平均动量在  $0.3\text{--}0.5\text{GeV}/c$  附近, 所以径迹重建效率基本可以满足 BESIII 的要求.

使用  $J/\psi$  能区  $e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-$  的事例样本来研究极角的变化对重建效率的影响. 由图 5(b) 可见: 各个极角范围内重建效率都在 99% 左右, 在极角接近  $\cos\theta = \pm 0.93$  处, 由于到达 MDC 探测边缘, 重建效率较其他极角范围略有下降.

以上结果表明, 主漂移室径迹重建在各个极角上的重建是均匀的, 而且对于大角度出射的粒子同样具有较高的重建效率.

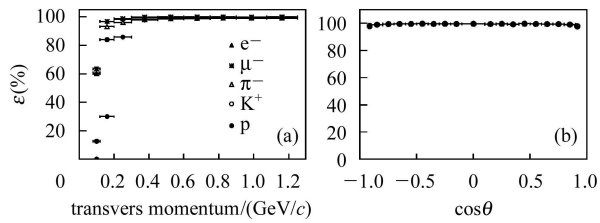


图 5 (a) 5 种粒子 ( $e^-$ ,  $\mu^-$ ,  $\pi^-$ ,  $K^+$ ,  $p$ ) 的径迹重建效率随横动量  $P_t$  的变化; (b) 径迹重建效率随极角  $\cos\theta$  的变化

#### 4.2 动量分辨和空间分辨

动量分辨是主漂移室径迹重建另一个重要指标. 图 6(a) 是模拟  $J/\psi$  能区产生的  $e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-$  事例样本经过重建后粒子的动量分布, 平均值在  $1.54\text{GeV}/c$ , 动量谱分布的宽度经过双高斯拟合加权平均后为  $7.77\text{MeV}/c$ , 动量分辨  $\sigma(p)/p = 0.50\%$ .

主漂移室的空间分辨和次级粒子的多次库仑散射是影响动量分辨的两个主要因素. 由经验公式可知<sup>[2]</sup>, 对高横动量径迹, 动量分辨随横动量的增加而变差; 对于较低横动量径迹, 多次库仑散射对动量分辨的贡献占主要部分, 动量分辨随横动量的减小而迅速变差. 图 6(b) 中 5 种粒子的动量分辨随横动量的分布都很好符合了这一趋势,  $K^+$  介子和质子受  $dE/dx$  的影响, 曲线拐点增大. 对于横动量为  $1\text{GeV}/c$  的  $\mu^-$  径迹, 动量分辨  $\sigma(p)/p = 0.48\%$ , 这与 BESIII 主漂移室的设计要求一致.

空间分辨是空间位置重建精度的重要指标, 由残差分布的分辨率来表示. 残差定义为:  $\Delta d = \text{drift} -$

$\text{doca}$ , 其中 drift 与 doca 的定义见式 (1). 漂移距离的计算使用了刻度提供的漂移距离和漂移时间的转换关系. 对模拟  $J/\psi$  能区的  $e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-$  事例进行重建, 使用排除测量点的径迹拟合方法<sup>[9]</sup>, 即最小二乘拟合中  $\chi^2$  的构造不包括测量点的贡献, 由此得到的平均空间分辨为  $135\mu\text{m}$ , 与预期值符合.

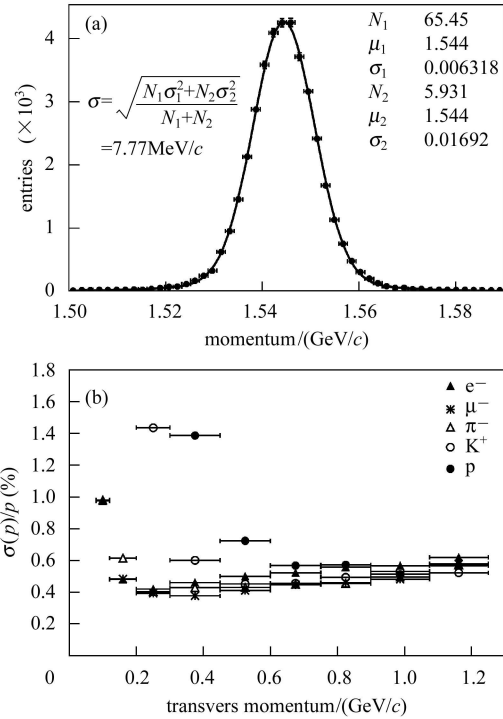


图 6 (a)  $e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-$  事例样本重建后径迹的动量分布; (b) 5 种粒子的动量分辨随横动量  $P_t$  的分布

#### 4.3 噪声对重建的影响

主漂移室的噪声将主要来自探测器本身、电子学硬件、束流本底和同步辐射等. 和 BES II<sup>[10]</sup> 漂移室比较, BESIII 主漂移室更接近束流管. 因此由束流本底产生的噪声将成为噪声的主要部分. 噪声的增加会增大径迹寻找的难度, 使动量分辨和空间分辨变差. 为检验噪声对重建性能的影响, 模拟产生了不同噪声水平上, 动量分别为  $1\text{GeV}/c$  和  $200\text{MeV}/c$  的单电子事例. 其中, 噪声模型基于 BES II 典型的噪声分布特征, 噪声水平定义为主漂移室第一层噪声几率<sup>[11]</sup>. 在噪声水平 10% 时, 各超层的噪声几率见表 1.

表 1 BES II 噪声模型在 10% 噪声水平下的噪声几率分布

超层编号	1	2	3—4	5	6—11
噪声几率/%	10.0	7.0	4.4	2.0	1.0

以上噪声数据的重建性能如图 7 所示. 图 7(a) 显示了重建算法在两个能量点不同噪声水平下的重建效

率. 可以看到重建效率在噪声水平低于一定值时与不含噪声时基本持平, 高于此噪声比例的噪声会使重建效率迅速下降.  $1\text{GeV}/c$  的阈值为  $90\%$ ,  $200\text{MeV}/c$  的阈值比  $1\text{GeV}/c$  的事例低约  $10\%$ , 但效率曲线下降更缓慢. 图 7(a) 还显示了重建径迹包含噪声点的几率随着噪声水平的增加而线性增加, 在噪声水平  $100\%$  时动量为  $1\text{GeV}/c$  和  $200\text{MeV}/c$  的重建径迹包含噪声点的水平分别为  $5.5\%$  和  $4.7\%$ .

动量分辨随噪声水平的分布结果如图 7(b) 所示, 动量分辨会随着噪声水平的增加而变差, 在噪声水平为  $100\%$  时,  $1\text{GeV}/c$  和  $200\text{MeV}/c$  的动量分辨分别为  $0.64\%$  和  $0.55\%$ . 同时, 噪声的增加会使重建径迹的顶点分辨和空间分辨不同程度地略有变坏.

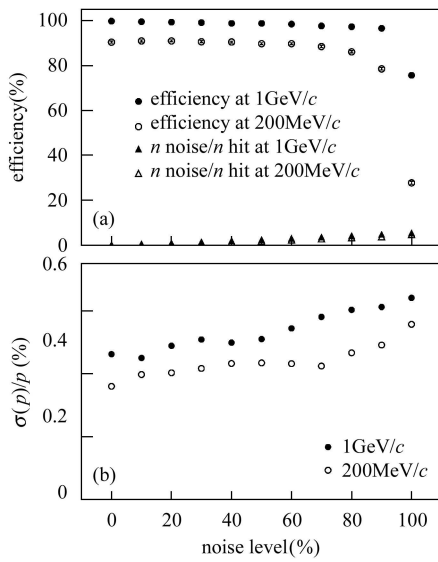


图 7 (a) 重建效率随噪声水平的分布以及重建径迹包含噪声点的比率随噪声水平的分布; (b) 动量分辨随噪声水平的分布

对基于 BES II 噪声模型的噪声数据的分析结果表明, 重建算法对此噪声模型有较强的抑制能力.

#### 4.4 重建时间

根据 BES II 实验的经验, 漂移室径迹重建是事例重建中占用 CPU 时间最多的部分. 主漂移室径迹重建在保证重建质量的基础上, 应该使用尽可能少的时间进行重建, 所以提高重建速度是重建的一项重要任务. 我们在中科院高能所的计算集群 lxplus 的计算节点上 (CPU: Intel® Xeon™ 3.2GHz, 内存: 2GB) 进行了测试. 对于从对撞点射出的  $J/\psi$  能区的  $e^+e^- \rightarrow e^+e^-$  和  $e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-$  事例样本, 平均重建一根径迹所消耗的 CPU 时间分别为  $16.4\text{ms}$  和  $17.3\text{ms}$ . 该运行速度能够满足 BES III 的需求.

## 5 物理分析中的应用

为检验主漂移室径迹重建在物理分析工作中的正确性和性能, 我们对重建后的  $\psi(2S) \rightarrow \pi^+\pi^-J/\psi$ ,  $J/\psi \rightarrow \mu^+\mu^-$  过程的模拟数据进行了分析 (图 8). 这个物理过程中最终末态是  $\pi^+\pi^-\mu^+\mu^-$ , 根据这个过程的运动学特征, 在  $\pi^+\pi^-$  的反冲质量谱和  $\mu^+\mu^-$  的不变质量谱上可以观察到明显的  $J/\psi$  共振信号, 它们分别由  $\pi^+\pi^-$  和  $\mu^+\mu^-$  的动量测量结果计算得到, 因此可以作为衡量 MDC 动量分辨的标志. 对这两种分布的双高斯拟合结果根据公式:  $\sigma = f\sigma_1 + (1-f)\sigma_2$  加权平均后得到的分辨率分别为  $1.7\text{MeV}$  和  $13.3\text{MeV}$ , 和 BES II 约  $7\text{MeV}$  和  $80\text{MeV}$  的结果比较, 有显著改善.

我们还对  $\psi(2S) \rightarrow K_S^0K_L^0$ ,  $K_S^0K_L^0 \rightarrow \pi^+\pi^-$  的重建效率作了分析, 得到  $\varepsilon_{\text{MC}}$  约为  $85\%$ , 与 BES II 的  $41.6\%$  相比有明显的提高<sup>[12]</sup>.

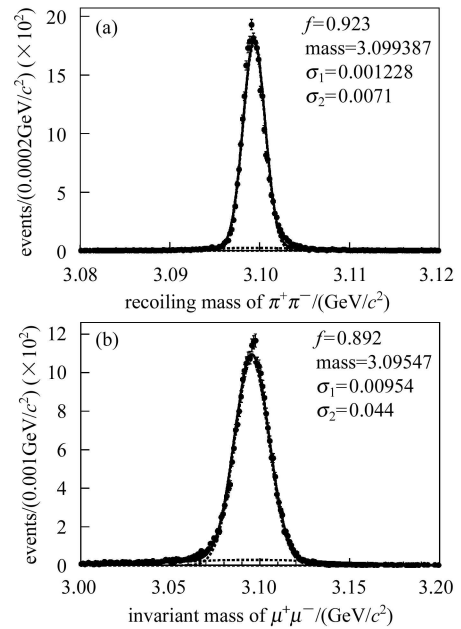


图 8  $\psi(2S) \rightarrow \pi^+\pi^-J/\psi$ ,  $J/\psi \rightarrow \mu^+\mu^-$  过程的模拟数据分布

(a)  $\pi^+\pi^-$  的反冲质量谱, 双高斯拟合后得到的分辨率为  $1.7\text{MeV}$ ; (b)  $\mu^+\mu^-$  的不变质量谱, 双高斯拟合后得到的分辨率为  $13.3\text{MeV}$ .

## 6 结论

BES III 主漂移室径迹重建的开发工作已经初步完成, 正处于使用、维护和改进过程中. 从模拟事例的重建结果和各项指标来看, 主漂移室重建软件 Mdc-PatRec 处于较好的状态, 具有效率高, 各项分辨好, 速度快的优点, 为其他子探测器重建和物理分析提供了

较好的重建径迹参数, 性能能够基本满足 BESIII 实验的要求. 进一步的工作是要提高算法对于低动量径迹

和非对撞点出发径迹的寻迹效率, 并调整和优化寻迹条件参数.

## 参考文献(References)

- 1 BEPC II Preliminary Design Report, 2002
- 2 Preliminary Design Report of the BESIII Detector, Jan, 2004
- 3 BaBar Technical Design Report, SLAC-REP-950457. 1995
- 4 LI Wei-Dong, LIU Huai-Min et al. The Offline Software for the BESIII Experiment. Proceeding of CHEP06. Mumbai, 2006
- 5 WANG Da-Yong et al. Kalman Track Fitting for BESIII. Nuclear Electronics & Detection Technology, accepted (in Chinese)  
(王大勇等. 核电子学与探测技术(已接收))
- 6 Agostinelli S et al(Geant 4 Collaboration). Nucl. Instrum. Methods, 2003, **A506**: 250
- 7 DENG Zi-Yan et al. HEP & NP, 2006, **30**(5): 371—377 (in Chinese)  
(邓子艳等. 高能物理与核物理, 2006, **30**(5): 371—377)
- 8 LIU Jian-Bei et al. Nucl. Instrum. Methods, 2006, **A557**: 436—444
- 9 Robert Kutschke, Anders Ryd. Billoir Fitter for CLEO II, CBX 96-20. 1996
- 10 BAI J Z et al(BES Collaboration). Nucl. Instrum. Methods, 2001, **A458**: 627
- 11 DENG Zi-Yan et al. HEP & NP, 2003, **27**(10): 909—913 (in Chinese)  
(邓子艳等. 高能物理与核物理, 2003, **27**(10): 909—913)
- 12 BAI J Z et al(BES Collaboration). Phys. Rev. Lett., 2004, **92**: 052001

# Pattern-Matching Track Reconstruction for the BES III Main Drift Chamber<sup>\*</sup>

ZHANG Yao<sup>1;1)</sup> ZHANG Xue-Yao<sup>1;2)</sup> LI Wei-Dong<sup>2;3)</sup> MAO Ze-Pu<sup>2;4)</sup> MA Qiu-Mei<sup>2</sup> MA Xiang<sup>2,3</sup>  
 WANG Liang-Liang<sup>2,3</sup> WANG Ji-Ke<sup>2,3</sup> DENG Zi-Yan<sup>2</sup> YOU Zheng-Yun<sup>4</sup> WEN Shuo-Pin<sup>2</sup>  
 BIAN Jian-Ming<sup>2,3</sup> SUN Yong-Zhao<sup>2</sup> SUN Sheng-Sen<sup>2</sup> ZHU Yong-Sheng<sup>2</sup> LIU Huai-Min<sup>2</sup>  
 LIU Chun-Xiu<sup>2</sup> WU Ling-Hui<sup>2,3</sup> LI Hai-Bo<sup>2</sup> LI Gang<sup>2</sup> ZHANG Chang-Chun<sup>2</sup> ZHANG Ling<sup>5</sup>  
 ZHANG Jian-Yong<sup>2</sup> ZOU Jia-Heng<sup>1</sup> QIU Jin-Fa<sup>2</sup> HE Kang-Lin<sup>2</sup> HE Miao<sup>2,3</sup> JI Xiao-Bin<sup>2</sup>  
 YANG Ming<sup>2,3</sup> YUAN Chang-Zheng<sup>2</sup> MAO Ya-Jun<sup>4</sup> YU Guo-Wei<sup>2</sup> MO Xiao-Hu<sup>2</sup>  
 YUAN Ye<sup>2</sup> CAO Guo-Fu<sup>2,3</sup> HUANG Bin<sup>2,3</sup> XIE Yu-Guang<sup>2,3</sup> ZANG Shi-Lei<sup>2</sup>

1 (Shandong University, Ji'nan 250100, China)

2 (Institute of High Energy Physics, CAS, Beijing 100049, China)

3 (Graduate University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

4 (School of Physics, Peking University, Beijing 100871, China)

5 (Hunan University, Changsha 410082, China)

**Abstract** The tracking algorithm, MdcPatRec, is developed for the Drift Chamber of the BES III detector using C++ language and object-oriented techniques. This algorithm uses a pattern matching method to find track segments and then combine them into track candidates followed by a least square fit. With the simulation data, the tracking performances such as efficiencies and momentum resolution have been studied and results are consistent with parameters from detector design. The algorithm is also proved to be robust enough to process data with severe background expected by the BES III experiment.

**Key words** BES III, track reconstruction, pattern matching, track fitting

Received 12 September 2006

<sup>\*</sup> Supported by NSFC (10491300) and 100 Talents Programme of CAS (U-54)

1) E-mail: yzhang@hepg.sdu.edu.cn

2) E-mail: zhangxy@hepg.sdu.edu.cn

3) E-mail: liwd@ihep.ac.cn

4) E-mail: maozp@ihep.ac.cn