

探索高能质子-铍作用中领头重子 Λ 和 Δ^{++} 的产生*

明庭尧^{1;1)} 冯笙琴^{1,2;2)}

1(三峡大学理学院物理系 宜昌 443002)

2(武汉大学物理科学与技术学院 武汉 430070)

摘要 分析 E941 实验数据库中 19.6 GeV 质子轰击固定铍核所得到的产生粒子的实验数据, 通过质子与 π 介子对的搭配, 利用一种新的循环迭代的混合事件方法, 从复杂背景中, 提炼出领头共振态粒子 Λ 和 Δ^{++} 的信号.

关键词 领头粒子 混合事件方法 不变质量分布

1 引言

E941 实验是工作在 BNL/AGS 的一个实验组. 它是把原来从事高能重离子核-核碰撞的 E864 (AGS 能区) 实验探测器^[1], 改装成专门从事领头重子碎裂机制研究的高能质子诱导核反应 (p-A) 的实验装置, 详细的关于 E941 实验介绍请参看文献 [2].

本文专门分析在 19 GeV/c 入射能量下, 质子轰击固定铍核的 Λ 和 Δ^{++} 产生. 由于领头粒子 Λ 和 Δ^{++} 不稳定, 容易发生 $\Lambda \rightarrow p + \pi^-$ 以及 $\Delta^{++} \rightarrow p + \pi^+$ 的衰变. 本文利用一种新的循环迭代的混合事件方法^[3] 研究 Λ 和 Δ^{++} 粒子的产生. 首先介绍混合事件方法, 然后详细讨论利用这一方法来探索领头粒子 Λ 和 Δ^{++} .

2 用混合事件方法探索 Λ 和 Δ^{++}

Drijard 等人对共振态信号的提取有过详细的研究^[4], 随后在高能物理实中得到进一步的应用与发展^[5, 6]. 这里将用一种新的循环迭代的混合事件方法^[3] 来探索共振态信号.

对于 Λ 和 Δ^{++} 的信号可用不变质量分布 $D(M)_{\text{signal}}$ 来表示, 具体的循环迭代混合事件方法可以由下式给出:

$$D(M)_{\text{signal}} = D(M)_{\text{same}} - \frac{N_{\text{same}} - N_{\text{R}}}{N_{\text{mix}}} D(M)_{\text{mix}}, \quad (1)$$

其中 $D(M)_{\text{same}}$ 和 $D(M)_{\text{mix}}$ 分别来自于相同事件对和混合事件对的不变质量分布. 利用一种迭代的混合事件方法^[3] 来消除背景. 在一次迭代运算中, 如果把来自相同事件对的数记为 N_{same} , 来自混合事件对的数记为 N_{mix} , 用相同事件对的不变质量分布减去混合事件对的不变质量分布与标度因子 $\frac{N_{\text{same}}}{N_{\text{mix}}}$ 的乘积,

由此得到的不变质量分布的直方图的净记录结果应为零. 但是, 只记下粒子数记录为正数的 bin, 并把所有正记录相加, 总数为 N_{R} . 然后重复上述过程, 但对应的标度因子换成 $\frac{N_{\text{same}} - N_{\text{R}}}{N_{\text{mix}}}$. 直到相邻两次 N_{R} 的差值小于某一给定值时, 这种循环过程才结束.

下面简要地概括如何确定关于 Λ 和 Δ^{++} 配对的粒子对, 即 (p, π^-) 和 (p, π^+) : 1) 关于 Λ 的粒子对: (1) 为了重建 Λ 的事件取样, 我们取至少有一个带正电荷和一个带负电荷的径迹的事件作为取样事件, 并且正径迹和负径迹必须在描述器、稻草管阵列和量能器的置信区间内. (2) 为了准确区分描述器上的两个径迹, 配成对的两径迹在描述器的撞击点也必须有两个狭条的间距. (3) 在一个事件中, 把质子的质量赋值于具有最大动量且带正电荷的径迹, 其他的所有负径迹赋值于 π 介子的质量. 2) 关于 Δ^{++} 的粒子对: (1) 为了重建 Δ^{++} 的事件取样, 我们取至少有两个正电荷的径迹的事件作为取样事件, 要求给定的正径迹必须在描述

* 湖北省自然科学基金青年杰出人才项目(2006ABB036), 湖北省教育厅重大科研项目(2003Z02)和三峡大学重大科技项目(2003C02)资助

1) E-mail: mtyy007@ctgu.edu.cn

2) E-mail: fengsq@ctgu.edu.cn

器、稻草管阵列和量能器的置信区间内同时有准确的定义. (2) 为了准确区分配成对的两径迹在描述器的撞击点的位置, 要求这两个径迹必须有两个狭条的间距. (3) 在一个事件中, 把质子的质量赋值于具有最大动量且带正电荷的径迹, 其他的所有正径迹赋值于 π 介子的质量. (4) 为了建造 Δ^{++} 的背景, 要求来自不同事件的带正电荷径迹的动量不能同时大于 $10\text{GeV}/c$, 因为这将违背能量-动量守恒定律. 在这种情况下, 这两个带正电荷的径迹很可能都为质子.

利用这一方法, 分析了磁场为 -0.2T , 能量为 $19\text{GeV}/c$ 的p-Be碰撞产生的数据. 值得注意的是, 对于 Λ 和 Δ^{++} 的重建, 要求混合事件(p, π^-)以及(p, π^+)对的能量、动量分布能够重现相同事件对的分布. 图1和图2分别给出了扣除背景后的 Λ 和 Δ^{++} 的不变质量谱, 其中信号用高斯分布来拟合.

从p-Be的实验数据中, 在 $1.10\text{GeV}/c < \text{mass} < 1.13\text{GeV}/c$ 的范围内得到了3256个 Λ 粒子, 在 $1.10\text{GeV}/c < \text{mass} < 1.40\text{GeV}/c$ 的范围内得到了9072个 Δ^{++} 粒子. 从图1和图2可以看出, 利用这种混合事件方法得到了 Λ 和 Δ^{++} 的不变质量谱, Λ 质量约为 $1.116\text{GeV}/c$, 分布宽度很窄, Δ^{++} 的质量约为 $1.232\text{GeV}/c$, 分布较宽.

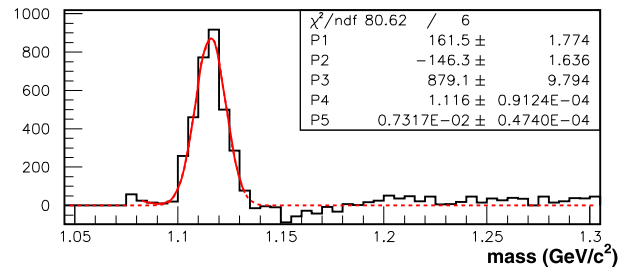


图1 扣除背景后的 Λ 不变质量分布(其中信号用高斯分布来拟合)

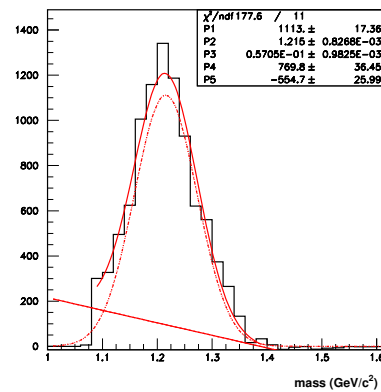


图2 扣除背景后的 Δ^{++} 不变质量分布(其中信号用高斯分布来拟合)

参考文献(References)

- 1 Armstrong T A et al. Nucl. Inst. Meth., 1999, **A425**(11): 210
- 2 FENG Sheng-Qin. Introduction to High Energy Multi-hadrons Production. Beijing: Beijing Institute of Technology Publishers, 2005, 84—85 (in Chinese)
(冯笙琴. 高能多强子产生物理导论. 北京: 北京理工大学出版社, 2005. 84—85)

- 3 FENG S Q, LIU L S et al. HEP & NP, 2003, **27**(4): 349 (in Chinese)
(冯笙琴, 刘连寿. 高能物理与核物理, 2003, **27**(4): 349)
- 4 Drijard D et al. Nucl. Instrum. Methods, 1984, **A225**: 367
- 5 Barish K N et al(E941 Collaboration). Phys. Rev., 2003, **C67**: 014902
- 6 Barish K N et al(E941 Collaboration). Phys. Rev., 2002, **C65**: 014904

Research on Production of Leading Particle Λ and Δ^{++} in p-Be Collisions*

MING Ting-Yao^{1;1)} FENG Sheng-Qin^{1,2;2)}

1(Department of Physics, College of Science, Three Gorges University, Yichang 443002, China)

2(College of Physics and technology, Wuhan University, Wuhan 430070, China)

Abstract Some experimental data in p-Be collisions at $19\text{GeV}/c$ with the E864/E941 spectrometer at the Alternating Gradient Synchrotron(AGS) has been analyzed. The invariant mass distribution of leading Λ and Δ^{++} in p-Be collisions at $19\text{GeV}/c$ is presented with a new iterative algorithm through studying distribution of the pairs of proton and pion.

Key words leading particles, mixed event methods, invariant mass distribution

* Supported by Program for Excellent Youth Talents of Hubei Province Science Foundation (2006ABB036), Major Science Foundation of Education Department of Hubei Province(2003Z002) and Major Science Foundation of China Three Gorges University(2003C02)

1) E-mail: mtyy007@ctgu.edu.cn

2) E-mail: fengsq@ctgu.edu.cn