

# 高能中微子与核乳胶碰撞中的相对 赝快度和簇射粒子数密度研究\*

刘福虎

(山西师范大学物理系 临汾 041004)

孙君芬

(湖南教育学院物理系 长沙 410012)

**摘 要** 论述了高能中微子与核乳胶碰撞中, 归一化的两粒子相对赝快度分布, 和平均最大簇射粒子数密度与多重数的关联.

**关键词** 簇射粒子 相对赝快度 簇射粒子数密度

**分类号** O572

## 1 引言

在高能碰撞研究中, 一个重要的实验现象是多粒子产生. 多年来, 对这一现象的研究一直是人们感兴趣的课题之一<sup>[1]</sup>. 从参加碰撞的客体种类看, 高能碰撞主要有六种类型: 轻子-轻子、轻子-强子、轻子-核、强子-强子、强子-核及核-核碰撞. 随着加速器技术的发展, 超高能的重核碰撞越来越受到人们的极大关注<sup>[2,3,4]</sup>. 同时, 强子-强子和强子-核碰撞也引人注目<sup>[5,6]</sup>.

由于中性轻子仅参与弱相互作用, 它们与物质作用的截面非常小, 实验观测很困难, 这就使得在实验上研究有高能中性轻子参与的碰撞问题远不如研究没有高能中性轻子参与的碰撞问题来得多<sup>[1]</sup>. 高能中性轻子参与的碰撞会产生什么结果? 这是人们普遍关心的问题之一.

前文<sup>[7]</sup>论述了高能中微子与核乳胶碰撞中的多粒子产生问题, 得到了一些有意义的结果. 这里将对高能中微子与核乳胶的碰撞问题作进一步研究, 具体分析了归一化的两粒子相对赝快度分布, 最大和最小两粒子相对赝快度分布, 平均最大簇射粒子数密度与多重数的关联, 以及这些分布或关联对靶核质量的依赖.

## 2 实验简介

文献[7]指出, 实验上根据次级带电粒子在核乳胶中所留径迹的颗粒密度, 将次级粒子分为两类: 簇射粒子和重电离粒子. 簇射粒子所留径迹的颗粒密度小于或等于 1.4 倍极小电离径迹的颗粒密度, 而重电离粒子所留径迹的颗粒密度大于 1.4 倍极小电离径迹的颗粒密度, 这是在核乳胶实验上判断簇射粒子和重电离粒子的依据.

本文将核乳胶这样一种混合靶分为两部分: 轻靶(H、C、N、O)和重靶(Ag、Br). 重电离粒子多重数(末态重电离粒子数) $N_h \leq 6$ 的事例归于入射中微子与轻靶碰撞,  $N_h > 6$ 的事例归于入射中微子与重靶碰撞. 相应轻靶和重靶的事例分别有 243 和 82 个.

## 3 实验结果

赝快度  $\eta$  的定义为

$$\eta = -\text{Intg}(\theta/2)$$

式中  $\theta$  是簇射粒子的发射角. 根据此式, 可以计算出已测得发射角的簇射粒子的赝快度值. 前文<sup>[7]</sup>已给出了高能中微子与核乳胶碰撞中的簇射粒子赝快度分布及其对靶核质量的依赖. 结果表明, 在 3~210 GeV 能区, 中微子与核乳胶碰撞的簇射粒子赝快度分布符

\* 山西省归国留学人员基金和山西省中青年学科带头人基金资助课题.  
1996 - 09 - 15 收稿, 1997 - 03 - 20 收到修改稿.

合平均值为 2.3, 宽度为 1.1 的高斯分布, 相应轻靶和重靶的最可几速度值不同.

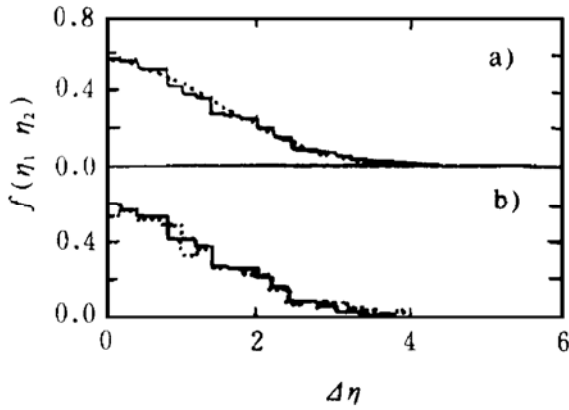


图 1 两粒子速度分布

为研究高能中微子与核乳胶碰撞中, 簇射粒子发射时可能存在的相互关联, 此处将簇射粒子速度值两两相减(大减小), 得到新的参量  $\Delta\eta = \eta_1 - \eta_2$ , 称为两粒子相对速度. 分析给出了归一化的  $\Delta\eta$  分布  $f(\eta_1, \eta_2)$ , 见图 1a. 可以看出, 在两粒子相对速度的取值范围内,  $\Delta\eta$  分布近似符合高斯型, 取分布宽度为 1.4 时得到的高斯分布曲线见图中的点曲线. 由于  $\eta_1$  和  $\eta_2$  均符合高斯分布, 它们的差也符合高斯分布, 根据概率论和数理统计的有关知识, 可以认为  $\eta_1$  和  $\eta_2$  不相关. 也就是说, 在高速中微子与核乳胶碰撞中, 没有证据表明簇射粒子发射时相互之间存在关联. 从而可以认为, 在高速中微子与核乳胶碰撞中, 簇射粒子不是成团(共振态等)产生(衰变)的, 而是直接产生的. 这一点与没有高速中性轻子参与的碰撞不同<sup>[8]</sup>, 这可能是由于在目前能区, 还看不出中微子有内部结构, 而强子有一定结构的缘故. 图 1b 给出了相应重靶(点线直方图)和轻靶(实线直方图)的  $\Delta\eta$  分布. 可以看出, 在低  $\Delta\eta$  端, 重靶相应的  $f(\eta_1, \eta_2)$  值比轻靶的稍小; 在高  $\Delta\eta$  端, 重靶相应的  $f(\eta_1, \eta_2)$  值比轻靶的稍大.

这说明了重靶和轻靶相应的核内次级碰撞效应程度不同, 重靶核内次级碰撞效应较之轻靶为大.

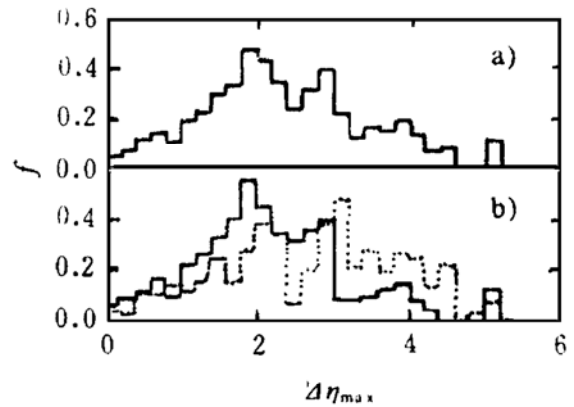


图 2 最大两粒子速度分布

为了进一步研究高能中微子与核乳胶碰撞中的两粒子速度分布, 在图 2a 和 3a 分别给出了最大和最小两粒子相对速度  $\Delta\eta_{\max}$  和  $\Delta\eta_{\min}$  的归一化分布. 相应重靶(点线直方图)和轻靶(实线直方图)的  $\Delta\eta_{\max}$  分布在图 2b 中给出,  $\Delta\eta_{\min}$  分布在图 3b 中给出. 可以看出, 相应重靶的最可几  $\Delta\eta_{\max}$  值明显比轻靶的大, 而相应重靶的  $\Delta\eta_{\min}$  分布与轻靶的基本重合. 这也说明了重靶核内次级碰撞效应较之轻靶为大(图 2b), 同时说明了不同靶核中没有经历次级碰撞或经历了相似次级碰撞( $\eta$  值小或  $\Delta\eta_{\min}$  值小)的簇射粒子的产生机制是一样的(图 3b).

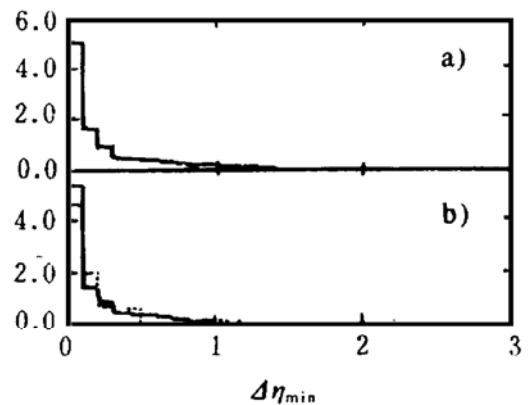


图 3 最小两粒子速度分布

图 4 给出了平均最大簇射粒子数密度  $[\langle(\Delta\nu/\Delta\eta)_{\max}\rangle]$  与多重(末态粒子数  $n$ ) 的关

联, 赝快度窗口的宽度  $\Delta\eta=0.1$ , 实线、虚线和点线分别为核乳胶、重靶和轻靶的结果, 误差棒是统计误差. 可以看出, 平均最大簇射粒子数密度随多重数的增大而增大(这一点与高能 pp 碰撞的结果类似<sup>[5]</sup>), 不同大小靶核相应的结果之间没有表现出明显不同.

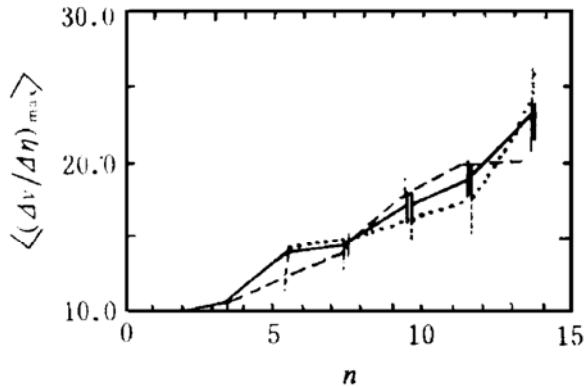


图 4 平均最大簇射粒子数密度与多重数的关联

## 4 结 论

通过对目前能区中微子与核乳胶碰撞中簇射粒子赝快度值的进一步分析, 可以得到以下结论:

1) 相对赝快度分布依赖于靶核质量, 重靶核内次级碰撞效应较轻靶为大, 从而证实了前文中观测到的在中微子与核乳胶碰撞中重靶核内存在明显次级碰撞效应的结论.

2) 最大两粒子相对赝快度分布依赖于靶核质量, 而最小两粒子相对赝快度分布不依赖于靶核质量. 前者再次说明了重靶和轻靶核内次级碰撞效应程度不同, 后者则说明了

不同靶核中没有经历次级碰撞或经历了相似次级碰撞的簇射粒子的产生机制是一样的.

3) 在高能中微子与核乳胶碰撞中, 没有证据表明簇射粒子发射时相互之间存在关联, 簇射粒子可能不是成团(共振态)产生(衰变)的, 而是直接产生的.

4) 平均最大簇射粒子数密度随多重数的增大而增大, 不同大小靶核相应的结果之间没有表现出明显不同, 即使在中微子与重靶碰撞中簇射粒子也并不更易成团产生.

## 参 考 文 献

- 1 Frodriksson S, Eilam G, Berlad G et al. High-energy Collisions with Atomic Nuclei: The Experimental Results. Phys Rep, 1987, 144:187
- 2 Videbank F. The BRAHMS Experiment at RHIC. Nucl Phys, 1994, A566:299C
- 3 Wyslouch B. The PHOBOS Experiment at RHIC and AGS. Nucl Phys, 1994, A566: 305C
- 4 Schukraft J. The ALICE Heavy Ion Experiment at the CERN LHC. Nucl Phys, 1994, A566:311C
- 5 王韶舜, 肖臣国, 张 杰等. 400 GeV/c pp 碰撞赝快度空间带电粒子数密度的研究. 高物理与核物理, 1994, 18(5):391~392
- 6 Akesson T (Helios Collaboration). Transverse Energy Measurements in Proton-Nucleus Interactions at High Energy. Z Phys, 1993, C58:239
- 7 刘福虎, 孙君芬. 高能中微子与核乳胶碰撞中的多粒子产生. 核物理动态, 1996, 13(1):19~22
- 8 Liu Fuhu, Sun Hancheng. Transverse Momentum and Pseudorapidity Distribution of Negative particles in Relativistic Heavy Ion Collisions. High Energy Phys & Nucl Phys, (in English). 1995, 19:21

# Relative Pseudorapidity and Number Density of Shower Particles in High Energy Neutrino-emulsion Collisions

LIU Fuhu

(Department of Physics, Shanxi Teacher University, Linfen 041004)

SUN Junfen

(Department of Physics, Hunan Education Institute, Changsha 410012)

**Abstract** In high energy neutrino-emulsion collisions, the normalized (下转第 74 页)

- Objective Evidence for Quantized Spin Alignment in Superdeformed Nuclei. Phys Rev, 1992, C46:1339~1345
- 7 Crowell B, Carpenter M P, Janssens R V F et al. Relative Spins and Excitation Energies of Superdeformed Bands in  $^{190}\text{Hg}$ : Further evidence for octupole vibration. Phys Rev, 1995, C51:R1599~R1603
- 8 Farris L P, Henry E A, Becker J A et al. Neutron Blocking and Delayed Proton Pair Alignment in Superdeformed  $^{195}\text{Pb}$ . Phys Rev, 1995, C51:R2288~R2292
- 9 Fallon P, Lauritsen T, Ahmad I et al. Quasiparticle Excitations in Superdeformed  $^{192}\text{Hg}$ . Phys Rev, 1995, C51:R1609~R1612
- 10 Joyce M J, Sharpey-schafer J F, Riley M A et al. The  $N=7$  Unfavored Superdeformed Band in  $^{193}\text{Hg}$ , Coriolis Splitting and Neutron Shell Structure at Extreme Deformation. Phys Lett, 1994, B340:150~154

## Study on Superdeformed Nuclei in $A \sim 190$ Region with Cranking Bohr-Mottelson Hamiltonian

ZHOU Shangui ZHENG Chunkai XU Furong HU Jimin

(Department of Technical Physics, Peking University, Beijing 100871)

**Abstract** 55 superdeformed bands in 20 nuclei of the  $A \sim 190$  region are studied with formulas derived from the Cranking Bohr-Mottelson Hamiltonian. From fitting the experimental  $E_\gamma$ , the level spins are determined and mass parameter  $B_1$  and rigidity parameter  $C_0$  are obtained. The  $B_1$  and  $C_0$  values show clear odd-even effects.

**Key Words** superdeformation cranking model B-M Hamiltonian mass parameter odd-even effects

(上接第 101 页)

distribution of two-particle relative pseudorapidity and the correlation between the mean maximum number density of shower particles and multiplicity are investigated.

**Key Words** shower particle relative pseudorapidity number density of shower particles