

我国卫星回收核乳胶中一个 宇宙线的高多重数事例

蔡 勛 周代翠 钱婉燕 罗来奇

(华中师范大学粒子物理研究所, 武汉)

摘 要

本文报告了在我国卫星回收核乳胶中发现的一个宇宙线的高多重数事例。利用 Castagnoli 方法和有效核作用模型, 估计了入射粒子的能量和类型。

高能重离子碰撞可能在原子核线度内造成一种高温高密条件, 导致禁闭解除的相变, 产生一种新的物质形态——夸克胶子等离子体^[1]。目前, 重离子加速器的能量不够高, 因此, 宇宙线实验仍然是进行这方面研究的重要手段。本文报告了在我国卫星回收核乳胶中发现的一个宇宙线高多重数事例。

实验采用的靶和探测器, 是国产 N-4 型核乳胶。共有 40 片 $400\mu\text{m}$ 厚的片子, 装置在“中国七号”人造回收卫星上(卫星于 1976 年 12 月发射, 飞行高度 200—500 公里)。我们在东德制 Zeiss 显微镜(16×10 倍)上以“面积扫描法”作扫描, 在苏联制 МБИ-9 显微镜(15×90 倍, 用油)上进行测量。

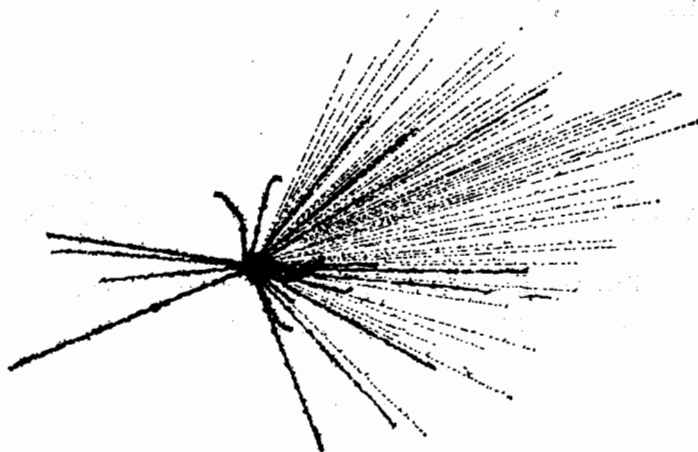


图 1

相互作用星的次级粒子按其速度分为三类: 簇射粒子 ($\beta > 0.7$), 记为 n_s , 主要为 π 介子; 灰径迹粒子 ($0.3 < \beta < 0.7$), 记为 N_g , 主要为反冲质子; 黑径迹粒子 ($\beta < 0.3$), 记为 N_b , 是核碎片. 后两类粒子又统称为重叉径迹粒子, 记为 $N_h = N_g + N_b$. 本文所报告的事例, 总次级粒子数为 129, 其中 $n_s = 111$, $N_h = 18$ (见图 1). 分组测量的结果表明, 径迹数目的误差低于 2%. 图 2 给出的是簇射粒子的二维角分布. 簇射粒子的 θ 角分布和 ϕ 角分布, 分别见图 3(a) 和图 3(b). 约有 57% 的簇射粒子, θ 角小于 22° . 横向的 ϕ 角分布各向同性.

由图 1 可见, 在向前的锥内无重叉径迹, 因此本事例的重叉径迹全部为靶核碎片. 利用表 1, 靶核应为 AgBr.

核乳胶实验的信息主要依据作用星次级粒子的多重数分布和角分布. 本次实验测得的簇射粒子的赝快度 ($\eta = -\ln \tan(\theta/2)$) 分布和横动量分布, 由图 4 和图 5 给出. 图 4 同时给出文献[2]的数据.

宇宙线粒子的人射能量不能直接测量, 通常由作用量的次级粒子角分布来作估计.

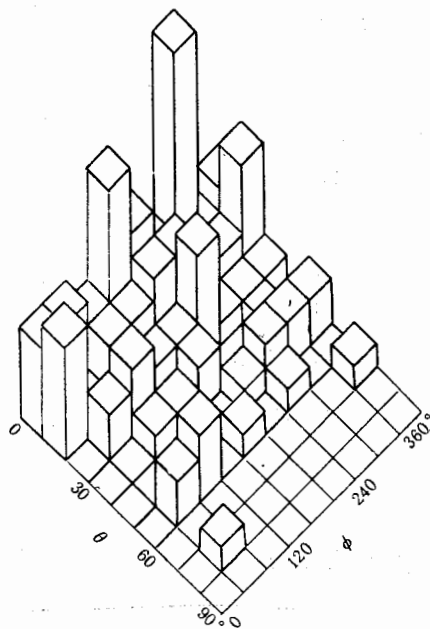


图 2

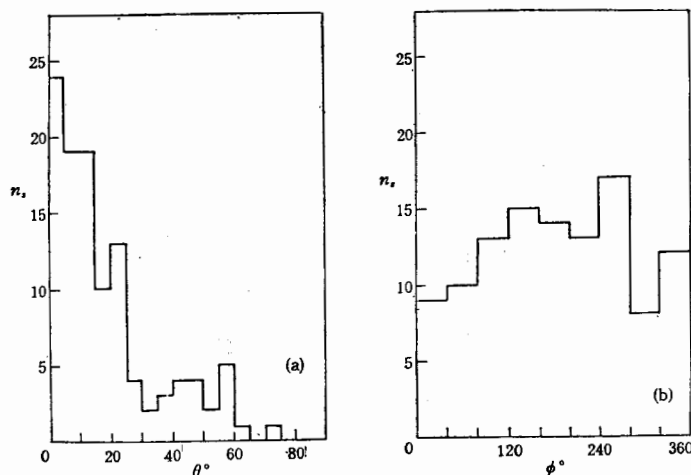


图 3

根据 Castagnoli 方法^[3], 有

$$\ln \gamma = -\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \ln \tan \theta_i, \quad (1)$$

$$E \approx 2\gamma^2 (\text{GeV}),$$

表 1

乳胶成份	A	Z	比例	靶核碎片数估计
H	1	1	3.0	—
C N O	12—16	6—8	23.0	$N_k < 8$
Ag Br	80—108	35—47	74.0	$N_k > 8$

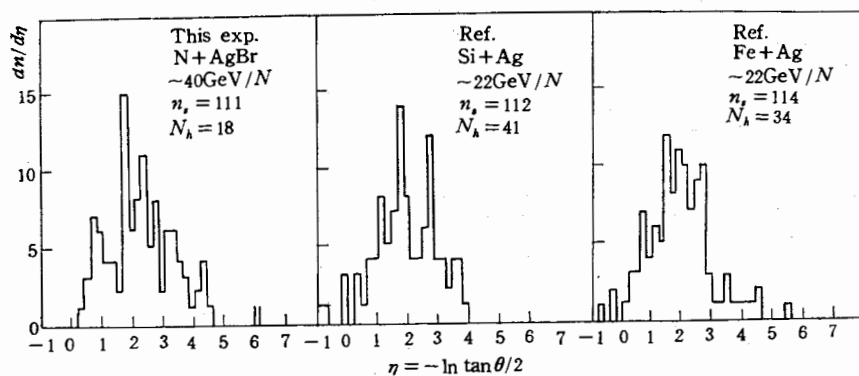


图 4

式中, γ 为 Lorentz 因子, θ_i 为第 i 个簇射粒子的发射角。计算给出, $E \approx 39A \text{ GeV}$ 。

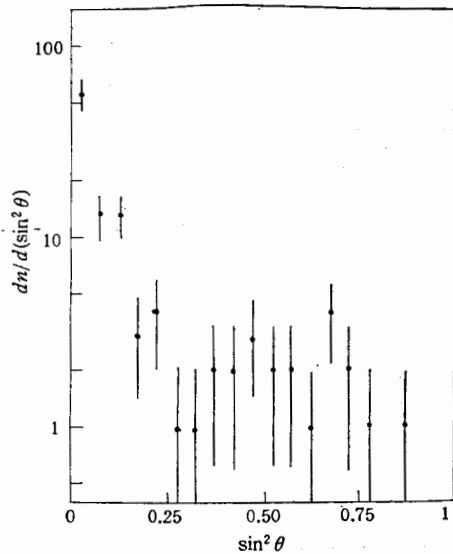


图 5

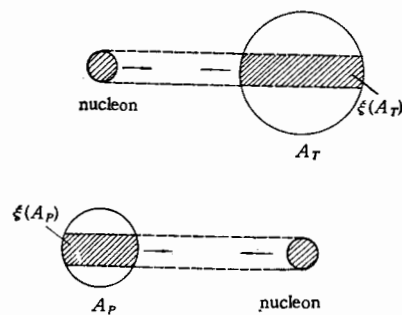


图 6

为了估计入射核的类型, 这里给出一个简单的“有效核作用模型”。模型假设: i) 中心核-核 (AA') 碰撞与核子-核子 (NN) 碰撞所产生的粒子数之比(在相同能量下)为

$$R(A, A') = n_{AA'} / n_{NN}, \quad (2)$$

它是 AA' 反应中的有效 NN 碰撞数; ii) $R(A, A')$ 等于入射核与靶核分别在 (NA) 反应中的有效碰撞数 $\xi(A)$ 的乘积(见图 6),

iii) 。

见图

为 4
图 7
的估
计。

$$R(A, A') = \xi(A) \cdot \xi(A'); \quad (3)$$

iii) $\xi(A)$ 简单考虑为核子穿过核的最大几何体积

$$\xi(A) = A[1 - (1 - A^{-2/3})^{3/2}], \quad (4)$$

见图 7 的曲线; iv) NN 反应中产生粒子数 n_{NN} 的能量依赖关系采用文献[4]的经验公式

$$\bar{n}_{NN} = aS^{1/4}, \quad a = 1.668. \quad (5)$$

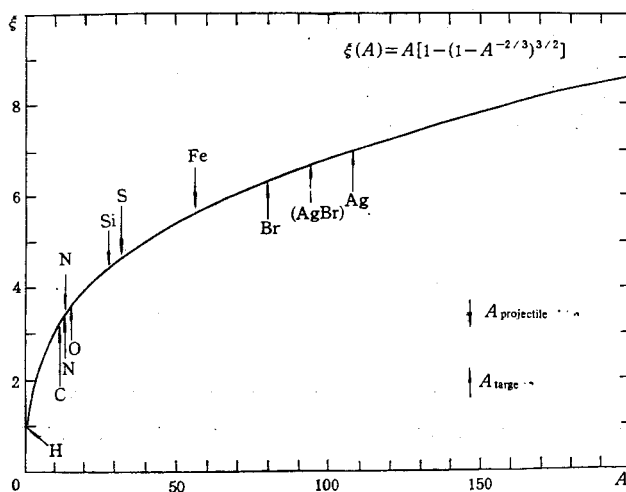


图 7

基于上述模型,本次实验的入射能量每核子 39GeV (即 $\sqrt{S} = 8.8\text{GeV}$), 对应的 n_{NN} 为 4.95, 求得 $R(A_P, A_T) \approx 22.4$. 靶核 AgBr 的 \bar{A}_T 为 94, 故得到 $\xi(A_P) \approx 3.36$, 又由图 7 的曲线估计入射核可能是 ^{14}N . 由于 Castagnoli 方法只能对入射能量给出量级大小的估计, 以及“有效核作用模型”较为粗糙, 因此对于入射核类型的判断仅是一种粗略地估计.

表 2

文 献	相互作用	$E_{lab}(A\text{GeV})$	n_s	n_h
本次实验	N + AgBr	39	111	18
文献[2]	Si + Ag	22	112	41
	Fe + Ag	22	114	34
	N + Ag	70	142	42
文献[5]	Mg + Ag	70	182	32
	B + Ag	300	204	30
	Si + AgBr	4000	1010	35
文献[6]	C + AgBr	1000	289	26
	Si + AgBr	300	515	15

表 2 列出了本次实验与文献[2, 5, 6]的结果,以作比较.

作者感谢中国科学院高能物理研究所郑蒲英同志的帮助.

参 考 文 献

- [1] 刘连寿,蔡勛,“高能重离子碰撞”,1982年武汉粒子物理讨论会文集.
- [2] B. Jakobsson et al., *Z. Physik*, **A272**(1975), 159.
- [3] C. Castagnoli et al., *Nuovo Cimento*, **10**(1953), 1239.
- [4] W. Thome et al., *Nucl. Phys.*, **B129**(1977), 365.
- [5] S. Garpman et al., *Z. Physik*, **C20**(1983), 281.
- [6] I. Otterlund et al., *Nucl. Phys.*, **A418**(1984), 87c.

A HIGH MULTIPLICITY COSMIC RAY EVENT OBSERVED IN CHINESE SATELLITE EMULSION

CAI XU ZHON DAICUI QIAN WANYAN LUO LAIQI

(*Institute of Particle Physics, Hua-Zhong Normal University, Wuhan*)

ABSTRACT

A high multiplicity cosmic ray event observed in Chinese satellite emulsion is presented. The incident energy and the kind of projectile particle are estimated by using the Castagnoli method and the effective nuclear interaction model.

和
置
构、
器
果。

束
它
流
验
起, 从
—