

# 非对称形式的两核心事例

任敬儒 陆穗苓 况浩怀 苏 实 王允信 王殿臣

(中国科学院高能物理研究所)

王承瑞 曹培园 李金玉 李光炬 白光治

(山东大学)

(重庆建筑工程学院)

## 摘 要

介绍了在高山乳胶室中观测到的能量:  $\Sigma E_{\gamma} \simeq 1000\text{TeV}$  的两核心事例. 粒子在两核心中分布的情况不同, 是否预示着存在两种不同形式的集团呢? 对此进行了讨论.

甘巴拉山(海拔5500米)乳胶室1977年建立后, 1979年是第一次扩建. 从13吨铅板的规模, 增加到43吨铅板. 整个乳胶室建立在 $1000\text{m}^2$ 的水泥平台上. 室的厚度为22c.u., 设置时间一年(1979年5月—1980年5月). 所用感光胶片是天津的工业III型x光片及上海5F型x光片, 片子大小为 $11'' \times 14''$ .

在这次实验中, 甘巴拉山乳胶室首次找到了观测能量  $\Sigma E_{\gamma} = 1000\text{TeV}$  的事例, 其编号为: F-319, 这个事例由两部分组成. 一部分由30个分散的簇射组成; 另一部分由一个很大的晕和几个高能簇射组成. 此外, 还有几个高能簇射分布在远离能量中心的地方. 其靶图如图1所示. 晕在6c.u. 感光层中还可以分出一个个核心, 但到8c.u. 时就分不清了. 本文结合这个事例, 对非对称的两核心事例(一个集中, 一个分散)的有关情况进行了讨论. 观测能量达到1000 TeV 的两核心事例, 在实验上这还是很难观察到的.

## 一、能量的确定

事例 F-319 中有一个很大的晕, 对这部分能量的测定, 已不能按照工作 [1] 的常规

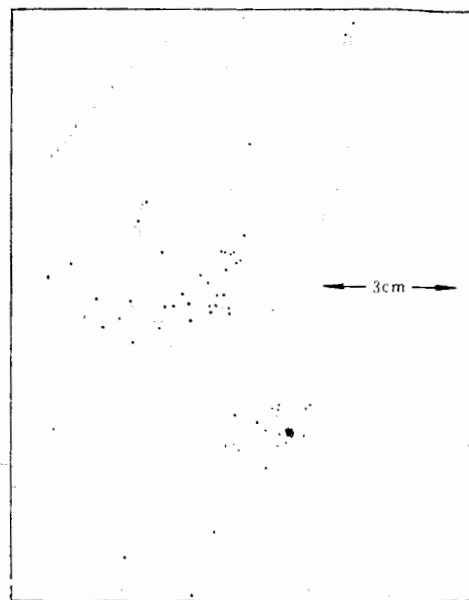


图1 F-319 事例靶图

方法,而是采用了测定晕在各感光层中黑度分布的变化情况,来估计这个族在不同感光层中的电子数目  $n_i$ , 得到总观测能量  $\Sigma E_r$ . 整个晕大致是均匀黑化的,所以根据在各感光层中晕的黑度分布,及  $D$  与  $\rho$  的关系曲线 ( $\rho$  为照射的电子密度,  $D$  为相应的  $x$  光片上的黑度), 得到电子密度  $\rho(r)$  分布. 由于这个分布在远离中心处,按实验点的趋势<sup>[2]</sup>, 近似为  $\rho_i(r) = B_i e^{-A_i \sqrt{r}}$ , 其中  $B_i, A_i$  为待定系数,  $r$  为从晕中心至观测点的距离. 从而得到各层簇射电子数近似于:  $n_i = \frac{24\pi B_i}{A_i}$ . 作出  $n_i$  与穿过 Pb 层厚度  $t$  的关系(见图 2). 在大于 22 c. u. 以后的部分,用  $B$  近似外推,得到在乳胶室中总径迹长度为:

$$Z = \Sigma n_i \cdot \Delta t = 5 \times 10^7 \text{ c.u.}$$

$$\Delta t = h / \sqrt{1 + m^2} \quad (h = 1 \text{ cm})$$

从实验上知道高能电子在乳胶室中的能量耗损为:  $\epsilon_i = 10 \text{ MeV/c.u.}$  所以晕的部分总观测能量为:  $\Sigma E_r = Z \cdot \epsilon_i = 500 \text{ TeV}$ .

除此之外的部分,由 69 个能量大于 2TeV 的分散簇射组成. 对这部分簇射我们按工作 [1] 的方法,测定了每个簇射的能量. 得到总观测能量为:  $\Sigma E_r = 1000 \text{ TeV}$

F-319 事例的各项统计平均性质如表 1 所示:

表 1

$\Sigma E_r(\text{TeV})$	$\langle R \rangle(\text{cm})$	$\langle E \cdot R \rangle(\text{TeV} \cdot \text{cm})$
960	0.93	9.6

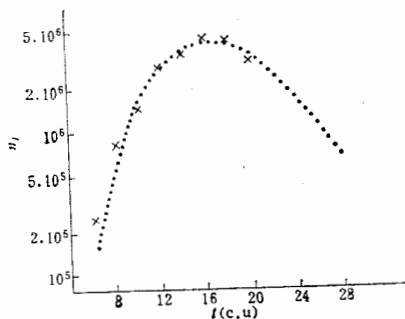


图 2 通过各层软片的电子数变化

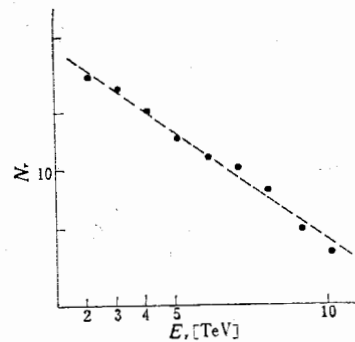


图 3 集团 2 的  $r$  线能谱

## 二、族的性质

F-319 事例从外形上就明显分成了两个集团,现把它们分别讨论一下.

(1) 含有晕的部分. 这部分总观测能量为  $\Sigma E_r \approx 675 \text{ TeV}$ , 晕的观测能量  $\Sigma E_r = 500 \text{ TeV}$ . 在晕的外围有 20 个能量大的簇射,分布范围  $\langle R_i \rangle \approx 0.848 \text{ mm}$ . 预计这部分可能是作用的核心部分,即出射部分. 作用高度可能不高,所以产生的大部分次级粒子还未能分离开,形成了一个晕. 这里要注意,确定晕的能量时取的  $\epsilon_i$  值可能偏低,按工作

[3],  $\epsilon_i$  值应在 20—40 MeV/c.u..

(2) 由 32 个分散簇射组成的松散集团. 总观测能量为  $\Sigma E_r = 226 \text{ TeV}$ ,  $\langle E_r \rangle = 4.5 \text{ TeV}$ , 分布范围  $\langle R_2 \rangle = 5.1 \text{ mm}$ ,  $\langle E_r R_2 \rangle = 2.4 \text{ TeV} \cdot \text{cm}$ .  $\gamma$  线数  $N_r(E_r \geq 2 \text{ TeV}) = 32$ , 其能谱如图 3 所示. 图上直线表示  $e^{-E_r/A}$  的结果. 图 4 是  $E \cdot R$  分布, 实验点近于指数  $e^{-E_r R_2 / \langle E_r R_2 \rangle}$ ,  $\langle E_r R_2 \rangle = 2.48 \text{ TeV} \cdot \text{cm}$ . 按一般 TeV 量级的高能核作用, 平均横动量可取:  $\langle P_{T_r} \rangle = 150 \text{ MeV}/C$ , 从而得到产生高度:  $H = 160 \text{ m}$ . 观测能量大于 100 TeV 以后,  $\langle P_{T_r} \rangle > 150 \text{ MeV}/C$ , 所以  $H \leq 160 \text{ m}$ . 集团 1 和集团 2 间距离  $R_{12} = 1.5 \text{ cm}$ . 如果对事例中  $r$  线进行退级联计算<sup>[4]</sup>, 会发现在所有退级联后的组合中, 只限于各集团内点的组合. 这也反映出两个集团分离还是充分的.

(3) 两集团之外的点. 离开集团 1、集团 2 存在着两个能量大的簇射, 能量分别为 10 TeV 与 29 TeV. 与集团 1 的距离为 2.7 cm 与 5.0 cm. 相应的  $E \cdot R$  值为: 27 TeV · cm 与 145 TeV · cm 都比较大. 预计它们是更高地方发生作用的产物.

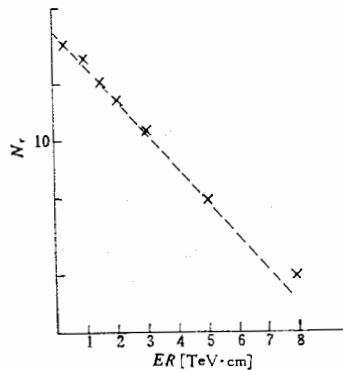


图 4 集团 2 中  $r$  线的  $ER$  分布

### 三、讨 论

在分析多核心现象中, 我们讨论过两核心现象<sup>[5]</sup>, 与产生多个大横动量粒子现象<sup>[6]</sup>. 前者两核心大致相似, 而绝大多数观测能量低于 500 TeV<sup>[7]</sup>, 后者是在一些松散点的外围, 存在着几个高能量的簇射. 而 F-319 事例是两个分布形式不同的集团. 仔细观察两个集团会发现, 集团 1 是一般低空超高能  $\gamma$  族, 族的核心就是那个黑团——晕. 由于晕中簇射斑不易分别测量, 我们不便预计高度. 但集团 1 与松散的集团 2 比较, 集团 1 可能与集团 2 同时产生, 或在较低处产生. 在集团 2 内,  $\langle P_{T_r} \rangle$  值并不大, 同 TeV 量级核作用  $\langle P_T \rangle$  一样, 但把集团 2 作为一个总体来看, 相对集团 1,  $P_T$  值就相当可观了. 集团 2 又是怎么产生的呢? 这是个很有意思的问题. 过去的两心事例, 两心相似, 且构成核心的斑点少, 不便深入探讨以上的问题. F-319 的集团 2 斑点多又易测量, 形式上明显不同于集团 1. 为进一步研究提供了方便. 此外, 从不同形式又使我们联想到观测能量在 100 TeV 左右的非对称形式的双心事例探测效率问题. 许多这种形式的事例, 集团 1 因室的厚度限制, 未能充分发展起来, 或者由于产生高度较高, 集团 2 过于分散点数又少, 不能形成一个明显的集团.

提高这部分事例的观测效率,是全面认识两心事例的重要方面。F-319 事例使我们认识到,双核心事例不一定是对称的,集团内部结构也不一定很紧密。不对称的形式可能意味着两集团是不同原因形成的。观测能量  $\Sigma E_{\gamma} \geq 1000$  TeV 时,双核心现象还会出现,较低能区的双心事例比例,应比现在给出的高一些。

作者感谢何泽慧先生对工作的大力支持,并感谢霍安祥同志多次讨论。

### 参 考 文 献

- [1] 高能物理研究所乳胶组,物理学报, **25**(1976), 342.
- [2] 汤田利典,宇宙线研究, **24**(1981), 92.
- [3] 三云英子,宇宙线研究, **26**(1983), 1.
- [4] Mt. Fuji. Collaboration, Nuovo Cimento, **67A N3** (1982), 221.
- [5] 任敬儒等,高能物理与核物理, **4**(1980), 349.
- [6] 任敬儒等,高能物理与核物理, **5**(1981), 706.
- [7] Mt. Fuji Collaboration, ICR.Report-96-81-2.

## AN EVENT WITH TWO NON-SYMMETRICAL CORES

REN JING-RU LU SUI-LING KUANG HAO-HUAI SU SHI WANG YUN-XIN

WANG DIAN-CHEN

(*Institute of High Energy Physics, Academia Sinica*)

WANG CHENG-RUI CAO PEI-YUAN LI JIN-YU

(*Shandong University*)

LI GUANG-JI BAI GUANG-ZHI

(*Chongqing Architecture College*)

### ABSTRACT

A double core event with  $\Sigma E_{\gamma} \simeq 1000$  TeV observed in MEC is reported. The distributions of particles in the two cores are quite dissimilar from each other. The possible existence of two different types of clusters is discussed.