

产生多个大横动量成份的超高能核作用事例

任敬儒 况浩怀 霍安祥 陆穗苓
苏 实 王殿臣 胡文珺 范海昆

(中国科学院高能物理研究所)

王承瑞 曹培园 李金玉

(山东大学物理系)

李 光 炬

(重庆建筑工程学院)

1983年8月4日收到

提 要

对甘巴拉山乳胶室得到的一个 $\sum E_\gamma \approx 1300 \text{ TeV}$ 的 γ 线簇进行了分析, 这个事例是发生在乳胶室上方的核作用, 产生的高度低于 150 m, 事例的中心部分由 5 个集团组成, 对此事例的特性进行了讨论.

我们利用甘巴拉山乳胶室, 观察宇宙线能谱及 γ 簇现象, 研究能量越过 10^{14} eV 的超高能核作用^[1]. 高山乳胶室观察的簇现象, 是作用中产生的向前的粒子组成的. 在这些簇中, 引人注意的是双核心与多核心结构现象^[2,3]. 对它们的解释有两种: 一种解释与大横动量 jet 产生相联系; 另一种解释认为, 在引起作用的原初粒子中较重的高能原子核占大部分, 且作用发生在乳胶室上空很高的地方, 经多次作用到达乳胶室内产生这种簇现象. 但对于低空事例第二种机制不太可能. 本文报道一个在 1980 年 9 月—1981 年 9 月曝光的甘巴拉山乳胶室底片中找到一个低空作用事例, 其观察能量 $\sum E_\gamma \approx 1300 \text{ TeV}$ (作用初能约为 10^{16} eV), 估计这个事例是在乳胶室上空 150 m 处产生的, 其中心部分明显由 5 个能量高的集团组成.

一、实 验

乳胶室面积为 14.8 m^2 , 厚度为 28 C. U. 的铅. 共得 $\sum E_\gamma > 200 \text{ TeV}$ γ 簇事例 9 个, 其中 KOE 19 是能量最大的一例. 记录事例的每层感光材料含有 N 型 X 光片两张, 100 型 X 光片一张, 核乳胶片一张. 事例中心部份在 N 片中完全黑化. 而在 100 型 X 光片和核乳胶中, 中心部分簇射可以清晰分辨, 并可分别测定其能量和座标.

二、总能量和产生高度的估计

为估计事例 KOE 19 的能量, 分别对 100 型和 N 型 X 光片及核乳胶片进行有关测量, 将所得结果互相核对。

在 N 型 X 光片上, 因为事例的核心部份已完全黑化, 只能根据各感光层上的黑度分布变化情况, 估计簇的总观测能量^[4], 由此得到

$$\sum E_{\gamma} = 1200 \text{ TeV}.$$

在 100 X 光片中, 可以对事例的簇射逐个进行测量, 从而得总观测能量为

$$\sum E_{\gamma} = 1307 \text{ TeV}.$$

在原子核乳胶中, 选取了 7 个簇射, 用数电子径迹的方法¹⁾, 对由 X 光片测得的能量进行了校准。

对 N 型片的中心晕部分, 作等黑度线描绘, 如图 1 所示。明显地看出中心部分分成 5 个核心。在 100 型片上相应部分是 5 组高能 γ 簇射集团 (图 1 下部), 集团之间很少出现分散的簇射。从下述讨论中可以看到 KOE19 是一个低空产生的事例。

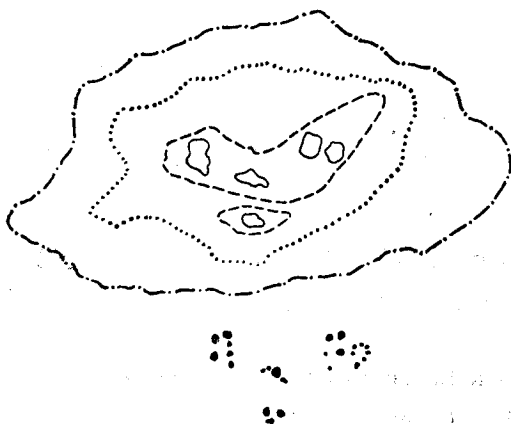


图 1 上部在中心晕区 N 型片上的等黑度描绘; 下部在对应区域 100 型片显示 5 个集团

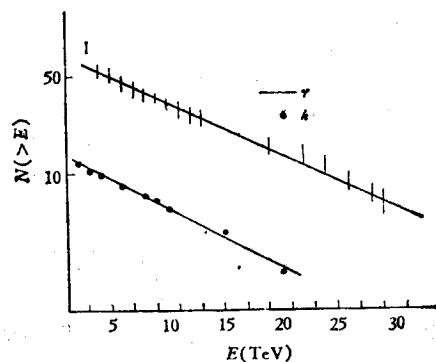


图 2 γ 线和强子的积分能谱

KOE 19 的主要统计平均量为

$$N_{\gamma}(E_{\gamma} \geq 2 \text{ TeV}) = 131, \quad \sum E_{\gamma}(E_{\gamma} \geq 2 \text{ TeV}) = 1083 \text{ TeV},$$

$$\langle E_{\gamma} \rangle = 8.3 \text{ TeV}, \quad \langle R \rangle = 3.23 \text{ TeV} \cdot \text{cm}.$$

这里 R 为事例能量中心到簇射的距离。 $\langle E_{\gamma} \rangle$ 值大和 $\langle E \cdot R \rangle$ 值很小, 表明 KOE 19 事例的产生高度比较低, 可能比类似的事例^[5] 还低。

图 2 为能量大于 3 TeV 的 γ 能谱和强子能谱。二者为形状相似的指数谱, 它们很可能是产生高度低的同一作用的次级粒子。从强子与 γ 线的 ER 分布都可以估计事例的产生高度为 $h \lesssim 150 \text{ m}$ 。

1) 任敬儒等人, 乳胶室簇射的能量标定, 第三届全国宇宙线会议。

三、簇 的 性 质

为了尽可能还原出作用发生时的状态,对 KOE 19 中的 γ 簇射进行了退级联和“组团”处理^[6]. 考虑产生高度为 150 m, 由“组团”构成了 5 个大 ER 值集团, 正是图 1 中的 5 个集团. 假定观测能量为集团总能量的三分之一, 可以求出每个集团的 P_t 值, 其中 4 个超过 2 GeV/c, 它们是

$$2.3 \text{ GeV/c}; 5.1 \text{ GeV/c}; 3.9 \text{ GeV/c}; 2.3 \text{ GeV/c}.$$

此事例与文献 [2, 3] 的有一定相似性, 即在一个事例中可有几个 ER 值大的粒子或集团产生, 但 KOE19 是在低空中发生的作用, 因此这个事例的大 ER 集团的产生不可能是多次作用或入射粒子是高能原子核的结果, 很可能是几个大 P_t 粒子或集团在一次作用中产生的.

这项工作得到了中国科学院高能物理研究所张文裕教授, 何泽慧教授, 日本东京大学宇宙线研究所三宅三郎教授的支持. 我们所用乳胶室是中日学者共同建造的. 作者深致谢意.

参 考 文 献

- [1] 任敬儒等人, 高能物理与核物理, 4(1980), 349.
- [2] 任敬儒等人, 高能物理与核物理, 5(1981), 706.
- [3] M. Akashi *et al* 14th Int Conf Cosmic Ray, 7(1977), 184.
- [4] 汤田利典, 宇宙线研究, 24(1981), 92.
- [5] M. Akashi *et al.*, Cosmic Rays and Particle Physics, (Bartor Conf 1978), p. 334.
- [6] M. Akashi *et al.*, Phys. Rev. D, 24(1981), 2353.

REPORT ON A SUPERHIGH ENERGY HADRONIC EVENT WITH SEVERAL HIGH P_T COMPONENTS

REN JING-RU KUANG HAO-HUAI HUO AN-XIAN LU SUI-JING SU SHI WANG DIAN-CHN

HU WEN-JUN FAN HAI-KUEN

(Institute of High Energy Physics, Academia Sinica)

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

(Department of Physics, Shandong University)

LI GUANG-JU

(Chongqing Architecture College)

ABSTRACT

An analysis of the gamma-ray family ($\sum E_\gamma \simeq 1300 \text{ TeV}$) obtained with emulsion chambers at Mt. Kambala was made. The event is produced by one nuclear interaction occurred at an altitude less than $\sim 150 \text{ m}$ above the chamber. The central region of the event is composed of 5 clusters. The characteristics of the event is discussed.