

## 远距离双心 $\gamma$ 族事例\*

任敬儒 霍安祥 陆穗芬 苏实

(中国科学院高能物理研究所,北京)

王承瑞 张乃健 曹培园 李金玉 邹宝堂

(山东大学,济南)

王士智

(郑州大学)

耿庆熹 白光治

(重庆建筑工程学院)

木钧 周文德

(云南大学,昆明)

### 摘 要

最近在甘巴拉山乳胶室中观测到一个独特的双心事例: K5618, 它的能量  $\sum E_{\gamma} = 547\text{TeV}$ , 天顶角:  $27^{\circ}$ , 每个核心的能量是  $E_1 = 428\text{TeV}$ ,  $E_2 = 119\text{TeV}$ , 相互间距离  $R_{12} = 25.56\text{cm}$ . 这样的事例预示着在超高能区有特大横动量的强子相互作用的讯息.

多年来,高山乳胶室实验中找到了不少有趣的特殊事例,其中一些情况还不能用现有知识简单解释,这就为高能核作用的研究提供了一些新的启示. 最早为人们所注意的是在簇现象中存在着两核心事例. 现在两心事例已在世界各高山乳胶室中有了相当的累积,也作了不少模拟计算,估计了其产生的频数和种种特性. 多数两心事例能用高能核作用中产生的 jet 现象来说明,但少数相距较远的两心事例,用现已了解的大横动量和作用模型来说明还是相当困难的. 这些事例使人们联想到在更高能量的核作用中,可能存在着新的现象,这种新的现象与特大横动量粒子的产生相联系.

曾发表过甘巴拉山乳胶室一般的两心事例<sup>[1]</sup>,非对称的两心事例<sup>[2]</sup>,在1984年和1985年(K4室与K5室)中又找到相距甚远的两心事例,它与恰卡尔塔亚组和帕米尔组的甚远两心事例<sup>[3]</sup>相类似,这种两心事例往往被认为是产生高度极高的普通大横动量事例. 但与引入普通大横动量的模拟计算结果相比较,可以看到产生这种事例几乎是不可能的. 甘巴拉山的又一例远距离两心事例,其能谱是一个相当好的指数能谱,意味着产生高度很

\* 国家自然科学基金资助课题.  
本文1987年12月24日收到.

低,更不能用产生高度极高来解释。

## 一、实验简况

在甘巴拉山上 1984 年和 1985 年建造的乳胶室都是简单的平坦型乳胶室,其中 Pb 室都是 14c. u. 厚,1984 年为 85m<sup>2</sup>,1985 年为 83m<sup>2</sup>,曝光的时间均为一年,所用感光材料为天津工业 III 型,富士 100# 型及少量 N 型 X 光片。簇射斑的黑度测量采用光孔为 50 μm × 50 μm,在三鹰自动光密度计与 Nalumi 光密度计上测量。能量的标定由中日双方共同测量确定。

## 二、两心事例

在 K4Pb 室中找到 K4831 两心事例,观测能量为  $\sum E_\gamma = 190.3 \text{ TeV}$ ,是由 25 个  $\gamma$  线组成的两心事例,一个集团由两个高能  $\gamma$  线组成,总能量为  $E_1 = 62 \text{ TeV}$ ,另一个集团由 17 个 2 TeV 以上的  $\gamma$  线组成,总观测能量为  $E_2 = 89.5 \text{ TeV}$ ,还有 6 个分散的点在集团 2

表 1 K4831 事例和 K5618 事例的特征量

事例名	$\sum E_\gamma$ (TeV)	$N_1$	$E_1$ (TeV)	$N_2$	$E_2$ (TeV)	$R_{12}$ (mm)	$\chi_{12}^2$ (TeV/cm)	$\langle R_1 \rangle$ (mm)	$\langle R_2 \rangle$ (mm)	$R_{1\max}$ (mm)	$R_{2\max}$ (mm)
K4831	190.4	2	62	23	128	137.3	1224.9	3.93	15.01	5.93	54.56
K5618	547	25	428	5	119	255.6	5775.3	3.77	0.35	9.71	0.76

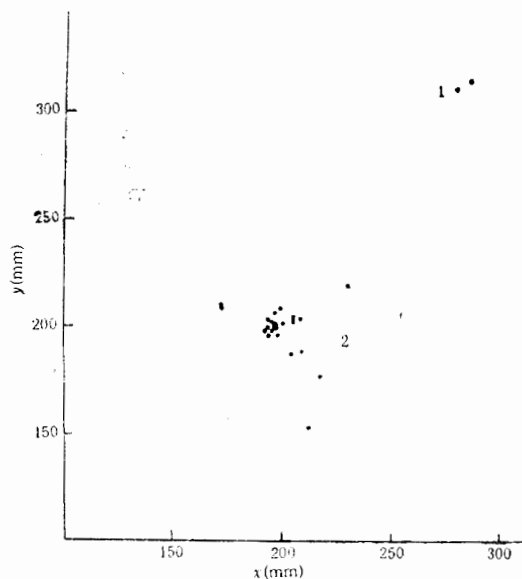


图 1 K4831 事例靶图

的外  
见图:  
测能量  
 $\langle R_1 \rangle$ ,

Pb室  
材料为  
 $\alpha \times 50$   
E同测

$\gamma$ 线  
集团由  
集团 2

$R_{1\max}$   
(mm)

54.56

0.76

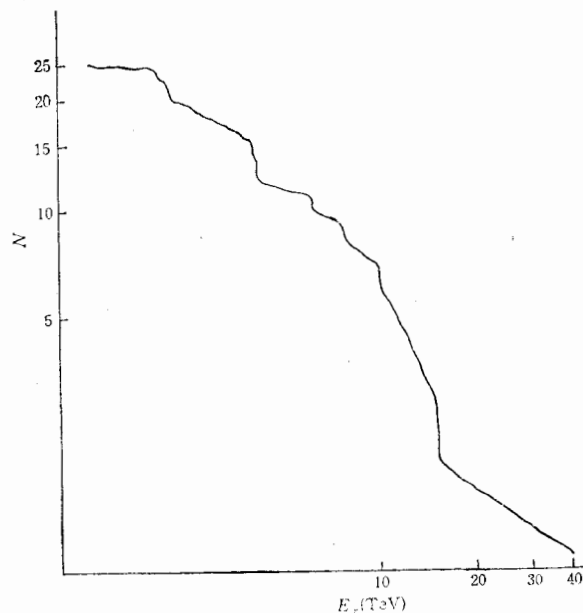


图 2 K4831 事例能谱

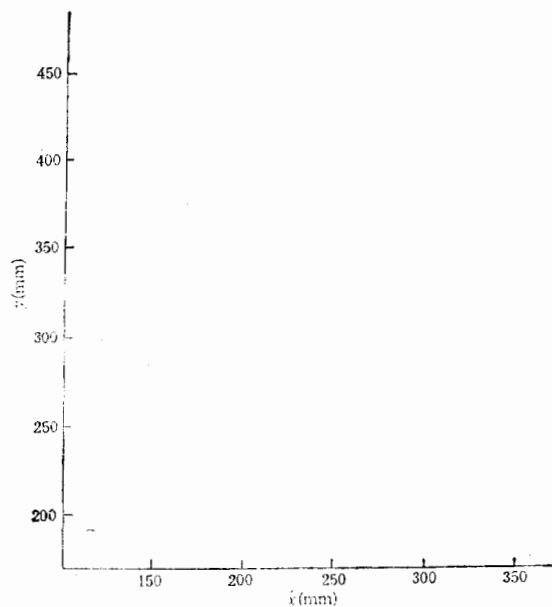


图 3 K5618 事例靶图

的外围,两个集团的能量  $E_1 + E_2$  为总能量的 81%。两核心的距离为 14.1cm。其靶图见图 1, 各项参数列于表 1。表中  $N_1, N_2, E_1, E_2$  分别为组成两核心的簇射斑点数与观测能量,  $R_{12}$  表示两核心间距离,  $x_{12} = R_{12} \sqrt{E_1 \cdot E_2}$  是标志两核心分散程度的物理量,  $\langle R_1 \rangle, \langle R_2 \rangle$  是每个集团平均半径,  $R_{1\max}$  与  $R_{2\max}$  是最大分散半径。

K4831 事例符合一般选择两心事例的标准:

(1) 总观测能量  $\sum E_r > 100\text{TeV}$ ;

(2)  $E_1 + E_2 > 0.8 \sum E_r$ ;

(3)  $E_1, E_2 > 10\text{TeV}$  且  $R_{12}$  大于  $\langle R_1 \rangle$  与  $\langle R_2 \rangle$  中较大值的 5 倍。但集团 2 的外围还存在着几个高能散点,使集团 2 显得分散,其能谱如图 2 所示,集团 1 与集团 2 好像分开的两段,其中最高能量点组成集团 1。

在 K5Pb 室中找到一个更为典型的两心事例 K5618, 其各项参数见表 1, 靶图如图 3 所示。它与 K4831 事例相比: (1) 两核心相距更远, 且集团外围没有一个散点,  $E_1 + E_2 / \sum E_r \approx 1$ ; (2) 两个集团的观测能量都超过 100TeV, 组成集团的黑斑数较多; (3) 能谱是一个典型的指数谱, 意味着它产生的高度较低(见图 4)。因此这一事例受次级核作用及空气级联等干扰较少, 因此大的  $x_{12}$  值与大的横动量联系更为明显。

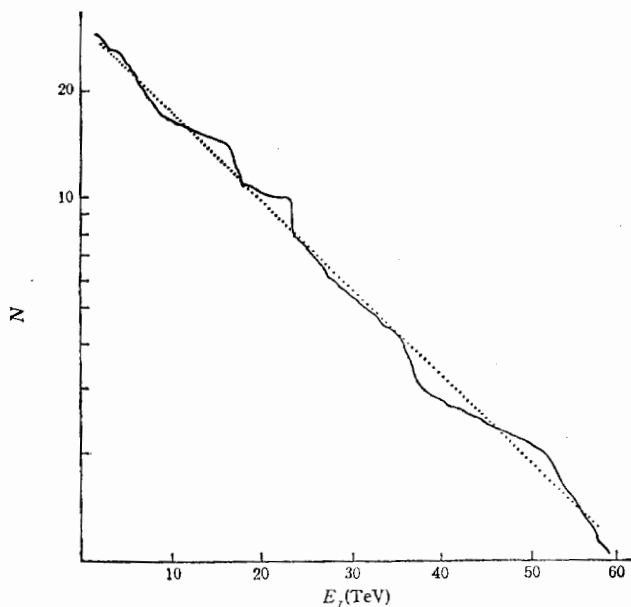


图 4 K5618 事例能谱

### 三、事例分析与讨论

从图 4 的能谱可推断 K5618 事例是低空作用事例, 由于经历空气级联较少, 记录的簇射斑点分布很集中, 平均能量也很高, 仔细在事例周围扫描, 未找到离开集团的斑点。

为了显示双核心事例的特性, 我们取两核心中较大集团的能量中心为事例坐标的原点, 作出事例各成员的  $\lg R$  分布(图 5)。与一般大族事例的  $\lg R$  分布相比, 差别是显著的, 它明显分成两个中心, 同样在能流分布上也有明显差异(图 6)。

按一般两心事例的选择标准, 在 HDSQI 与 PFQI[4] 模型的一系列假定下进行模拟计算, 得到图 7 的结果。HDSQI——初级成份重核比例较大, 作用模型为 scaling +

2 的外  
2 好像  
把图如  
散点，  
较多；  
例受次

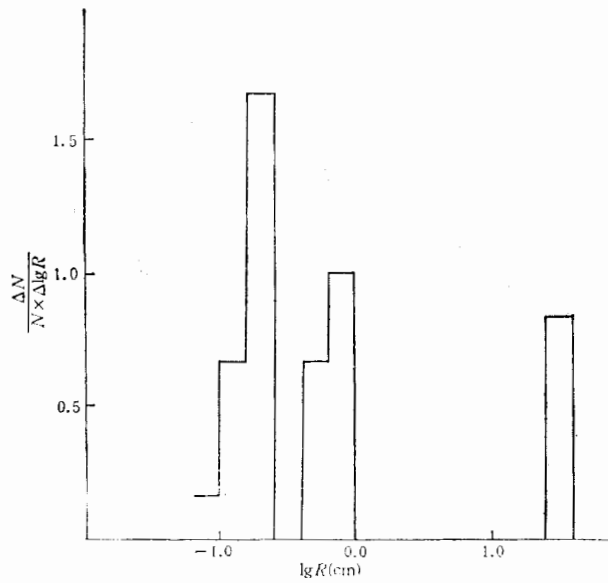


图 5 K5618 事例的  $\lg R$  分布(以  $E_1$  集团为事例座标原点)

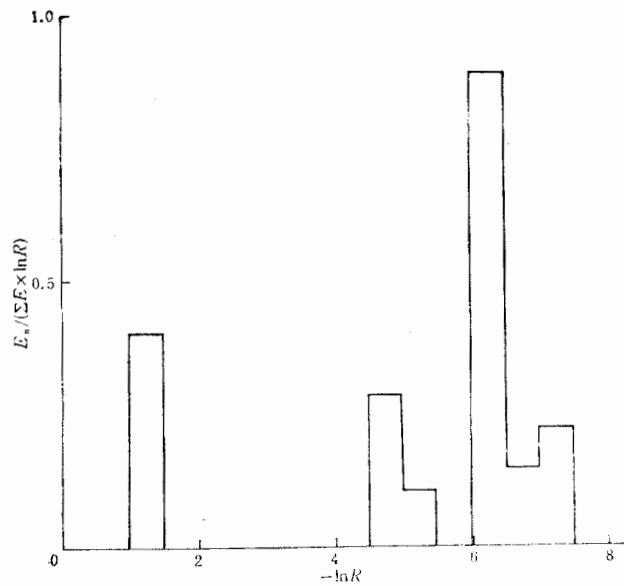


图 6 K5618 事例的能流分布

，记录的  
斑点。  
坐标的原  
则是显著

下进行模  
caling +

QCD jets, 作用截面随能量增长; PFQI——初级成份为质子, 作用模型是火球模型, 其余同 HDSQI. 按这种模拟的趋势向  $x_{12}$  更高值方向延伸, 延到  $x_{12} \geq 2500 \text{ TeV} \cdot \text{cm}$  时, 产生的几率应为  $10^{-4}$  或更小, 实际上这部分远距离双心事例产生几率  $\approx 10^{-2}$ , 预示着可能有不同于现已了解的 jet 产生的高能核作用机制。

由于两心事例 K5618 在接近乳胶室的上方产生, 那么空气级联引起的能量衰减就可以略去,  $x_{12}$  可近似表示为:

$$x_{12} \approx (pt)H,$$

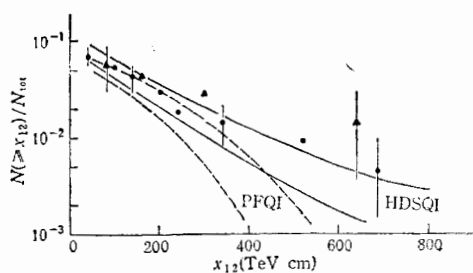


图7  $\sum E_r \geq 100\text{TeV}$  事例的  $x_{12}$  分布

▲ 甘巴拉山; ● 富士山

表明集团在大气中传播距离短,此外,标志两集团事例状态的重要参量  $x_{12} = 5775.3\text{TeV}\cdot\text{cm}$ ,也是至今找到的远距离两心事例中最大的。其他事例  $x_{12}$  值比 K5618 小一倍多,这些特征对远距离两心事例研究是重要的。

最后,向中日双方参加甘巴拉山乳胶室建设、处理的诸位深表谢意。

### 参 考 文 献

- [1] 任敬儒等,高能物理与核物理,3(1980)349.
- [2] 任敬儒等,高能物理与核物理,3(1984)257.
- [3] C. M. G. LATTES et al., PHYSICS REPORTS 65 No. 3(1980) 151.
- [4] China-Japan and Mt. Fuji EC Collaboration., ICR-Report-153-87-7.

## GAMMA FAMILY EVENTS WITH LARGE-SEPARATION DOUBLE CORES

REN JINGRU HUO ANXIANG LU SUILING SU SHI

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

WANG CHENGRUI ZHANG NAIJIAN CAO PEIYUAN LI JINYU ZOU BAOTANG

(Shandong University, Jinan)

WANG SHIZHI

GENG QINGXI BAI GUANGZHI

MU JUN ZHOU WENDE

(Zhengzhou University)

(Chongqing Architecture College)

(Yunnan University, Kunming)

### ABSTRACT

A peculiar cosmic ray double core event K5618 was recently found in Mt. Kanbala emulsion chamber, with the following characteristic quantities: zenith angle=27°, total visible energy  $\sum E = 547\text{TeV}$ ; energies of the two cores  $E_1 = 428\text{TeV}$  and  $E_2 = 119\text{TeV}$  with the separation between them  $R_{12} = 25.56\text{cm}$ . It is expected that such an event might give some indication of the signal of the production of extraordinarily large transverse momentum particles in super high energy hadronic interactions.

质克由稳停

的子通E们块

子度实与子道