

高山 5500 米超高能宇宙线强子的能谱

霍安祥 任敬儒 陆穗苓 况浩怀 苏 实

(高能物理研究所)

王承瑞 曹培园 李金玉

(山东大学物理系)

摘 要

高能强子在大气中的传播对于研究初级宇宙线的能谱,超高能宇宙线与核的相互作用都是很有意义的。近几年来,我们在西藏甘巴拉山(5500米高度,大气深度是520克/厘米²)设置了乳胶室^[1,2],对于宇宙线电磁成份的研究已有报道。本文对 $E_h^* = 3-50 \text{ TeV}$ 的强子性质进行了初步的研究。测量了这个能区的垂直流强、积分能谱、在 Pb 中的核作用平均长度及其在大气中的衰减长度。现将结果报道如下:

实 验 安 排

本工作所利用的乳胶室,是由铅板和 X 光片交替堆积而成的, X 光片是上海 SF 型和天津工业 III 型,详细情况在 [1, 2] 中已有描述。数据是由 20 c. u. 和 40 c. u. 两种类型的乳胶室取得并综合得到的。

在乳胶室中观察到的簇射事例,是由高能 γ 或电子引起的和超高能强子在室内引起的铅喷注所导致的簇射。为了区分是强子还是 γ 线引起的簇射,我们选择簇射的起始点深度 $\Delta r \geq 6 \text{ c. u.}$ (c. u. 为电磁辐射单位),这时 γ 或电子引起簇射的几率小于千分之三。因此,我们以此标准作为强子簇射的选择,另外所有事例还要满足 $E_h^* \geq 3 \text{ TeV}$ 和它们的天顶角要小于 50° , 满足上述条件的事例为 111 个(在计算强子在大气中的衰减长度和在 Pb 的平均核作用长度时,取 $E_h^* \geq 2 \text{ TeV}$)。

实 验 结 果

一、积分能谱和垂直流强

宇宙线强子的积分能谱(见图 1) 可以用下式表示:

$$N(E_h^* \geq 3 \text{ TeV}) = N_0 (E_h^*)^{-\beta}$$

式中 E_h^* 是强子簇射的能量, β 是能谱指数。经过数据处理,我们得到:

$$\beta = 1.95 \pm 0.18$$

在对各种实验上的因素修正之后, 得到垂直流强为:

$$I(E_0 \geq 3\text{TeV}) = 145 \pm 14 / \text{年} \cdot \text{米}^2 \cdot \text{立体角}$$

二、强子在大气中的衰减长度

强子在大气中的流强, 依赖于大气的深度和天顶角。可用下式表示:

$$I(x, \theta) = I(x, 0) e^{-\left(\frac{x}{\Lambda \cos \theta}\right)^{\beta}}$$

式中 x 为大气深度, 甘巴拉山为 520 克/厘米², Λ 是强子在大气中衰减长度。我们得到的结果如下:

$$\Lambda = 101 \pm 13 \text{ 克/厘米}^2$$

三、强子在 Pb 中平均核作用长度

我们用厚乳胶室的数据, 得到能量大于 2TeV 的宇宙线强子在 Pb 中的平均核作用长度 λ_{Pb} 为:

$$\begin{aligned} \lambda_{\text{Pb}} &= (16.5 \pm 4.5) \text{ 厘米} \\ &= (187 \pm 51) \text{ 克/厘米}^2 \end{aligned}$$

由于统计数据较少, 结果是相当粗糙的。

表 1 列出了我们和其他类似工作结果的比较。可以看出, 二者之间在实验误差范围内是一致的。

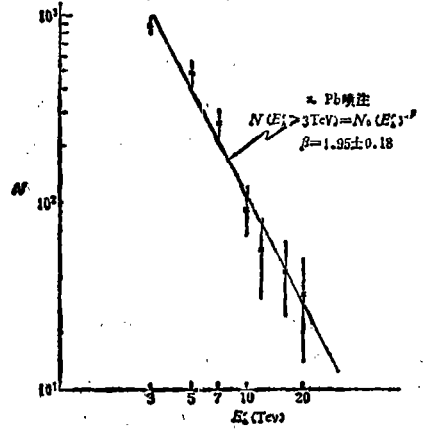


图 1 强子的积分能谱

表 1

实验地点	垂直流强 $I(E_0 \geq 3\text{TeV})$	积分能谱指数 β	强子在大气中 的衰减长度 g/cm^2
甘巴拉山(本工作)	145 ± 14	1.95 ± 0.18	101 ± 13
Chacaltaya ^[3]	123 ± 9	2.01 ± 0.10	104 ± 4
Pamir ^[3]	96 ± 18	2.00 ± 0.10	103 ± 4
Fuji ^[3]	82 ± 10	1.80 ± 0.15	105 ± 5

参 考 文 献

- [1] 王承瑞等, 17th ICRC, 5(1981), 251.
- [2] 任敬儒等, 高能物理与核物理, 5(1981), 205.
- [3] M. T. Fuji Collaboration ICR-Report-89-81-5.
- [4] Bayburina et al., Nucl. Phys. B191(1981), 26.

THE ENERGY SPECTRA OF COSMIC RAY HADRONS AT MT. KAMBALA 5500m ABOVE SEA LEVEL

HUO AN-XIANG REN JING-RU LU SUI-LING KUANG HAO-HUAI SU SHI

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

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

(*Shandong University*)

ABSTRACT

The energy spectra of cosmic ray hadrons is studied by use of mountain emulsion chambers installed on Mt. Kambala 5500 m above sea level. The power index of the energy spectra is 1.95 ± 0.18 in the energy region from 3 to 50 TeV. The vertical flux of hadrons with $E_h \geq 3$ TeV is $(145 \pm 14)/\text{year} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{sr}$, their attenuation length in air is $(101 \pm 13) \text{g}/\text{cm}^2$, and mean interaction length in Pb is $(187 \pm 51) \text{g}/\text{cm}^2$.