

2M 网式气体契伦科夫探测器

计数器组*

(中国科学院高能物理研究所)

摘 要

本文描述了为鉴别 5—10 GeV/c 的 π -K、K-P 而研制的网式气体契伦科夫探测器。速度分辨率达 3.5×10^{-5} ，对粒子的探测效率为 99.99%，对阈能以下的粒子的排斥比为 1.6×10^{-5} 。

网式气体契伦科夫(以下简称为 \check{C})探测器是识别高能带电粒子的一个重要设备。它是根据相同动量不同种类的粒子具有不同的速度，因而在探测器的气体中产生 \check{C} 光的情况也不同的这一特性，来辨别不同种类的粒子的。本探测器是为鉴别 5—10 GeV/c 的 π 、K、P 而研制的。

探测器由室本体(内充气体)、球面反射镜和光电倍增管(以下简称为 PM) 组成。其结构如图 1 所示。室本体长为 2m，中间等间距地放置 6 个环形障板。障板的孔径由设计的、最大的 \check{C} 角 (30mr) 所决定。球面镜的曲率半径为 1.2 米，直径为 14.5cm。镜子装在一个框架上，倾角调为 7.5 度。光电倍增管置于室本体一侧的探头内，让 PM 的光阴极处于球面镜的焦平面上。

我们用宇宙线中的 μ 介子，对探测器作了性能测量。

(1) 观测探测器的输出信号是否 μ 子产生的 \check{C} 光的信号

实验安排如图 2 所示。S₁、S₂ 为塑料闪烁体探测器，它们组成计数器望远镜，以选择一定入射方向的 μ 子，PM 的型号为 XP2020。为接收更多的 μ 子，我们把探测器竖立起来。表 1 列出了测量结果。正立时三重符合数为 45。同时我们测量了抽空和倒置情况下的三重符合数。可以看出，它们比正



图 1 结构示意图

表 1

	气 体	气压 (atm)	测量时间(时)	S ₁ S ₂ 符合数	三重符合数
正 立	CO ₂	7	50	241	45
抽 空			50	266	7
倒 立	CO ₂	7	50	271	7

本文 1982 年 3 月 20 日收到。

* 马金源, 朱永生, 李金, 李佩琴, 宋明玉, 汪宗吉, 周月华, 陈乐籍, 张羽, 陆伟达, 姚小光。

立时少很多。这说明正立时探测器的输出信号大多数确是 μ 介子产生的 \check{C} 光的信号。

(2) 测量 \check{C} 光在 PM 上的脉冲幅度, 算出探测器的速度分辨率

用多道分析器测量 \check{C} 光在 PM 上的输出幅度(参看图 2)。经 68 小时的测量得 20 个事例, 其幅度如表 2 所列。经定标, μ 介子产生的 \check{C} 光在 PM 上的脉冲幅度平均为 114mv。

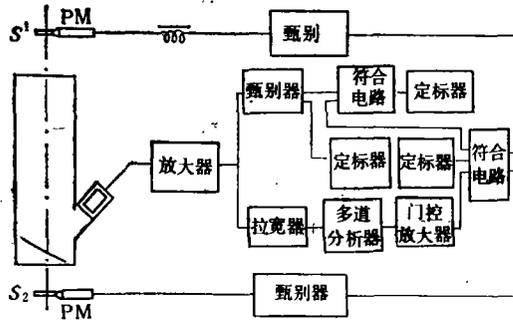


图 2. 实验安排

表 2

分析器上测得的幅度(道数)									
18	23	84	80	55	41	72	74	13	16
210	50	42	51	82	55	75	128	24	62

为了求得 μ 子的 \check{C} 光在 PM 光阴极上平均产生的光电子数, 我们测量了在光阴极上产生一个光电子时 PM 的输出幅度。采用的方法是测量 PM 光阴极发射的热电子(通常是每次发射仅一个电子)的脉冲幅度。经测量它们在 PM 上的平均幅度为 10mv。因此 μ 介子的 \check{C} 光在 PM 光阴极上平均产生 11.4 个光电子。

平均光电子数 \bar{N} 与 \check{C} 角 θ 、辐射体长度 L 有关^[1]

$$\bar{N} = AL\bar{\theta}^2 = AL \frac{\sum \theta_i^2 f(E_i \pm \Delta E)}{\sum f(E_i \pm \Delta E)} \tag{1}$$

其中 A 为常数, $f(E_i \pm \Delta E)$ 为某一能量范围内的 μ 介子在探测器所记录的 μ 子总数中所占的比重。它可以从宇宙线中 μ 子的能谱曲线中求得。 θ_i 可以从气体的折射率及被记录的 μ 介子的能量(在本探测器上述的工作条件下, 只有能量为 1.50—1.69 GeV 的 μ 子才能被记录)求出。

探测器的速度分辨率为

$$\delta = \frac{1}{2AL} \tag{2}$$

把 $\bar{\theta}^2$ 、 \bar{N} (=11.4) 代入 (1) (2) 式得 $\delta = 3.5 \times 10^{-5}$ 。再把 $L = 2m$ 代入 (2) 式得 $A = 71$ 。

探测器对粒子的探测效率 ε 依赖于 \check{C} 光在光阴极上产生的光电子数^[2]

$$\varepsilon = 1 - \exp(-N) \tag{3}$$

若让探测器工作在使 \check{C} 角为 26mr 的气体折射率下, 则得 $N = AL\theta^2 \approx 10$, 故 $\varepsilon = 99.99\%$.

此外, 根据探测器的参数, 还可以算出, 本探测器在分辨 5—10 GeV/c 的 π , K, P 阈能以下的粒子的排斥比为 2×10^{-5} .

从测得的结果看, 本探测器达到理论预计的指标, 满足了使用要求.

参 考 文 献

- [1] J. Litt and R. Meunier, *Ann. Rev. Nucl. Sci.*, 23(1973), 1.
 [2] S. P. Denisov, et al., *Nucl. Instr. and Meth.*, 85(1970), 101.

2-METER THRESHOLD GAS CERENKOV DETECTOR

COUNTER GROUP*

(Institute of High Energy Physics, Academia Sinica)

ABSTRACT

This paper describes a 2m threshold gas cerenkov counter for identifying π , K, P particles with momenta of 5 to 10 GeV/c. Velocity resolution of 3.5×10^{-5} has been achieved. Detection efficiency on plateau is more than 99.99%. The rejection factor for particle with energy below threshold is about 1.6×10^{-5} .

* Ma Jin-yuan, Zhu Yong-sheng, Li Jin, Li Pei-jin, Song Ming-yu, Wang Zong-ji, Zhou Yue-hua, Xhen Je-jun, Zhang Yu, Lu Wei-da, Yao Xiao-guang.