

自淬灭流光模式 μ 子鉴别器模型初步测试

张良生 徐芷菁 陈乐珺

张英平 高文绣 魏诚林

(中国科学院高能物理研究所)

摘 要

对于 μ 子鉴别器运行于自淬灭流光模式的可行性进行了初步实验探讨。在几个方管模型中观测了从正比模式至自淬灭流光模式的过渡特性及其它基本特性,在细至 $\phi = 24.5\mu\text{m}$ 的阳极丝上也测得了上述特性;并测量了多脉冲的时间分布及工作气体成分、工作电压对多脉冲的影响。

为研制“北京正、负电子对撞机谱仪”中的 μ 子鉴别器,考虑到气体放电的自淬灭流光模式^[1-5](Self-Quenching Streamer mode, 简称SQS)具有信号幅度高、幅度分散度小、坪区长、信号快、阳极丝较粗、运行寿命长等优点,我们对此 μ 子鉴别器运行于SQS模式的可行性进行了初步实验探讨。

用 $50 \times 50\text{mm}^2$ 的方管作阴极,制作了几个方管模型,中心阳极丝直径 ϕ 分别为 $102\mu\text{m}$, $80\mu\text{m}$, $50\mu\text{m}$ 及 $24.5\mu\text{m}$,管壁都开有人射窗,信号从中心阳极丝引出。

采用廉价并较易获得的气体作工作气体,工作方式为流气式,用放射源作粒子源。

随着施加的电压逐渐升高,观测到了从正比模式逐渐过渡至饱和雪崩模式,又从饱和雪崩跳变至SQS模式的特性,电压更高时还出现第二个SQS区(即出现幅度更高的SQS脉冲),所得结果与国外文献报道的一致(图1a、b、c、d);对于 $\phi = 24.5\mu\text{m}$ 这样细的阳极丝,也观测到了SQS信号及上述过渡、跳变特性(见图1c与d)。

对于SQS模式,有时一个人射粒子会引起两个或更多个时间上很接近的脉冲,这种多脉冲现象对于 μ 子计数是不利的。为测量多脉冲比例,把人为地拉长电子学死时间(2—11 μs)测得的坪、与同时直接测(信号直接进入快甄别器后又直接进入定标器,快甄别器的双脉冲分辨时间 $\leq 9\text{ns}$)得的坪相比较(见图2a与b);对于所取的计数率($\sim 200/\text{秒}$),在11 μs 间隔内偶然有两个或更多个人射粒子进入管子的总几率是很小的($\leq 1\%$),所以由于人为的11 μs 电子学死时间而丢失的脉冲基本上就是多脉冲。对比图2(a)曲线1与3可见,当工作气体中无二甲氧基甲烷时,多脉冲比例相当高(在坪头约25%,到坪末达60%),坪也短;对比图2(a)与2(b)可见,工作气体中加入二甲氧基甲烷后,多脉冲比例显著减少(整个坪区不超过4%),坪长也达500伏。对比图2(a)曲线2与3还可见,多脉冲集中在2 μs 间隔以内。可见,多脉冲的不利影响可用拉长电子学死时间的方法及

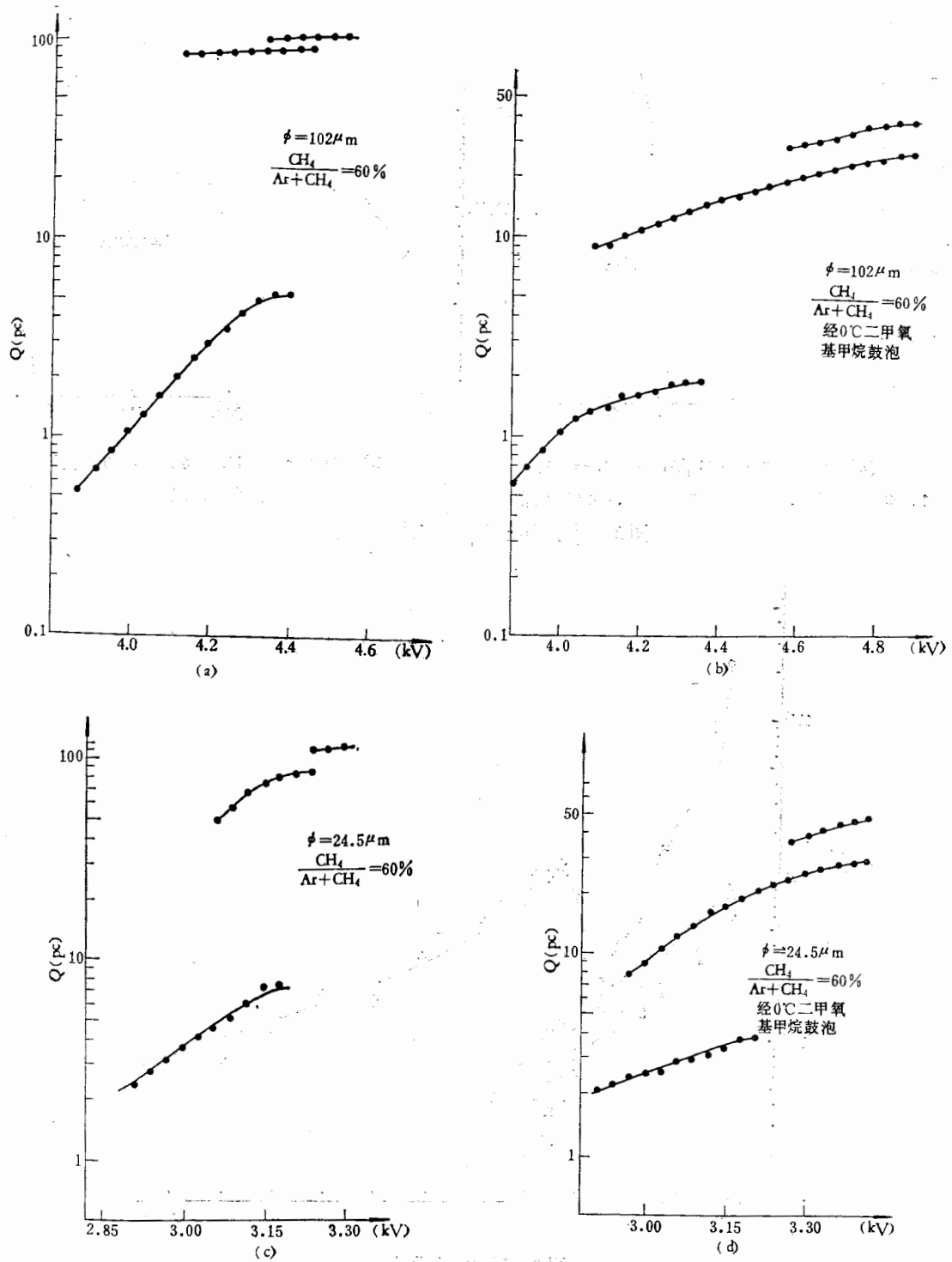
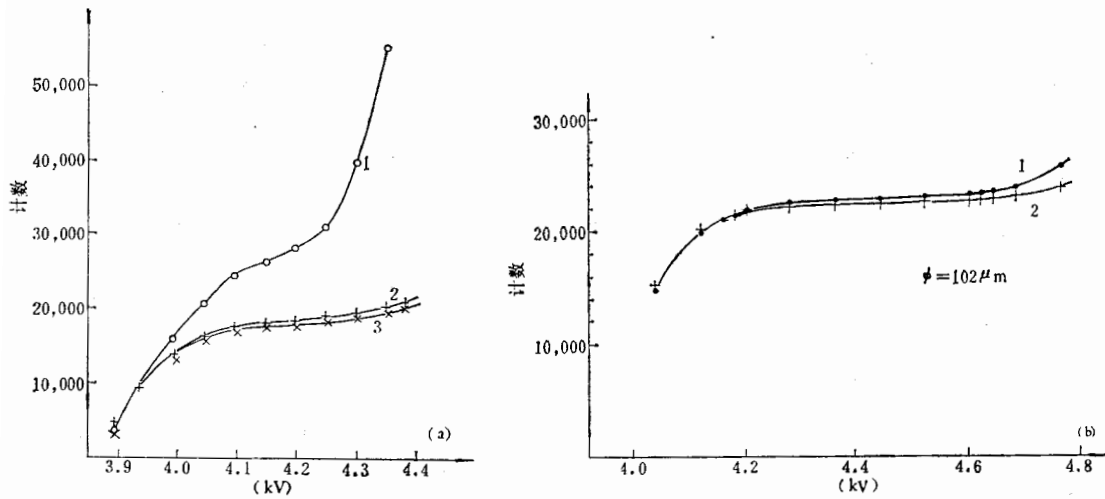


图1 过渡特性

在工作气体中加入淬灭成分的方法解决。

由于对撞机的正、负电子束在对撞点每隔约 790ns 对撞一次，每次对撞产物在谱仪中

台
平
匀
与
日
S
匀
中
可
瓦
/
>
衰
平
中
>
及



(a) $\phi = 102 \mu\text{m}$ $\text{CH}_4/\text{Ar} + \text{CH}_4 = 60\%$ (b) $\text{CH}_4/\text{Ar} + \text{CH}_4 = 60\%$ 经 0°C 二甲氧基甲烷鼓泡

1. \circ 直接测 2. $+2\mu\text{s}$ 死时间 3. $\times 11\mu\text{s}$ 死时间

图 2 死时间及淬灭成分对坪的影响

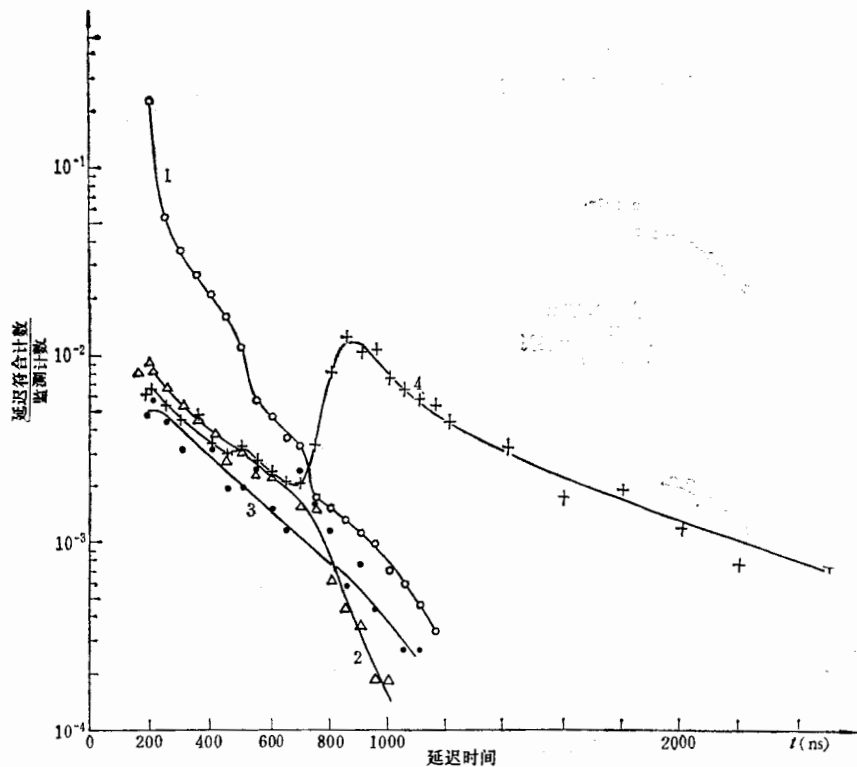


图 3 延迟符合曲线

$\text{CH}_4/\text{Ar} + \text{CH}_4 = 60\%$

1. \circ 无二甲氧基甲烷; 2. Δ 经 0°C 二甲氧基甲烷鼓泡, $HV = -4.22\text{kV}$; 3. \bullet 经 0°C 二甲氧基甲烷鼓泡, $HV = -4.4\text{kV}$; 4. $+$ 经 0°C 二甲氧基甲烷鼓泡, $HV = 4.76\text{kV}$

引起的各种信号都要作实时处理,故需要了解脉冲的时间特性。将脉冲延迟一定时间 t (不超过 $2\mu\text{s}$) 与后来的脉冲相符合(分辨时间约 50ns),测延迟符合计数率随 t 的变化,同时监测总计数率;为避免虚假的延迟符合计数,在 $11\mu\text{s}$ 间隔内只容许最多有一次延迟符合。延迟符合计数率与总计数率之比即多脉冲的相对比例(与分辨时间相关)。测得结果如图 3。对比图 3 曲线 1 与 2、3、4 可见,工作气体中加入二甲氧基甲烷后,多脉冲比例的确显著减少;从图 3 曲线 2、3 可见,在坪头(曲线 2)与中段(曲线 3),多脉冲比例呈现指数下降的趋势 ($\propto e^{-t/\tau}$, $\tau \cong 300\text{ns}$),而且大部分多脉冲发生在 $t < 500\text{ns}$ 区域;从图 3 曲线 4 可见,在坪末端,多脉冲比例在 t 约 900ns 和可能还在 500ns 处呈现峰,整个趋势(包括两个峰的右侧)也大体是按 $\tau \cong 300\text{ns}$ 指数下降;此时管子已运行于第二个 SQS 区;这两个峰,或许是光子从阴极打出电子,电子又漂移至阳极丝附近再次引起流光所致。通过初步测量后认为,使本谱仪的 μ 子鉴别器运行于 SQS 模式有许多有利之处。

文献[6]报道,在 $\phi = 20\mu\text{m}$ 的阳极丝上没有观测到 SQS 模式,我们在 $\phi = 24.5\mu\text{m}$ 的阳极丝上观测到了 SQS 模式(就所取的阴极尺寸而言);较细的阳极丝,有利于降低工作电压,但机械强度较差。

对于每根 μ 子计数管,由 e^+ 、 e^- 对撞产生的 μ 子的平均计数率,不会高于 10^{-4} /秒,而由宇宙线等引起的本底可达 ~ 25 /秒;若每个脉冲(主要是本底脉冲)后有 $2\mu\text{s}$ 的电子学死时间,由此造成 e^+ 、 e^- 对撞的 μ 子被丢失的几率仍不超过 10^{-4} ,可见拉长电子学死时间的办法原则上是可行的,不过这会带来一些其它困难,所以用加入淬灭成分的方法更好。

本工作在叶铭汉同志指导下进行;感谢物理一室簇射计数器组同志的有益讨论;感谢电子学室方澄、顾树棣、钟戈平同志的讨论与帮助。

参 考 文 献

- [1] G. Charpak, *Nucl. Instr. and Meth.*, 176 (1980), 9.
- [2] G. D. Alekseev et al., JINR-P13-80-653.
- [3] G. D. Alekseev et al., *Nucl. Instr. and Meth.*, 177 (1980), 385.
- [4] M. Atac, Fermilab FN-348 October 1981.
- [5] G. D. Alekseev et al., JINR-P13-81-762 Dec. 1981.
- [6] G. D. Alekseev et al., *Nucl. Instr. and Meth.*, 153 (1978) 157.

PRELIMINARY INVESTIGATION OF SQS COUNTER AS MUON IDENTIFIER

ZHANG LIANG-SHENG XU ZHI-QING CHEN LE-JUN

ZHANG YING-PING GAO WEN-XIU WEI CHENG-LIN

(Institute of High Energy Physics, Academia Sinica)

ABSTRACT

The possibility to use SQS counter as muon identifier is investigated. We measured the characteristics of gas discharge from proportional to SQS mode of the counter with square cross-section. Even with thin sense wire of $24.5\mu\text{m}$ diameter, SQS mode has been observed. The time distribution of the multipulse and the influence of gas composition on the multipulse is also investigated.