

## 70 厘米流光室性能研究和改进

物理二室\*

(中国科学院高能物理研究所)

## 摘 要

本文主要描述气体种类和成分以及  $SF_6$  负电性气体含量等对流光径迹质量的影响,并测量了流光直径、密度以及时间分辨率和空间分辨率等。也探讨了高压脉冲幅度对流光直径、亮度等的依赖关系。此外还研究了国产底片的感光性能,并与国外底片进行了比较。

主要的改进包括消电晕夹丝有机玻璃电极的制作,选择 Marx 产生器最佳工作条件而使高压脉冲系统的延迟时间由  $\sim 3\mu s$  减小到  $\sim 0.9\mu s$ 。

## 一、引 言

流光直径、流光密度、时间分辨率和空间分辨率等是标志流光室性能优劣的重要指标,通过对这些基本参数的测试,便可选取满足物理实验所需的最佳工作状态。关于流光室的性能已有许多人作了详细研究<sup>[1-4]</sup>。本实验是在常压常温下进行的,对各种工作气体以及不同含量的  $SF_6$  负电性气体,改变加在流光室上的高压脉冲的延迟时间(如图 1 所示),测量了流光直径、流光密度、时间分辨率和空间分辨率等。

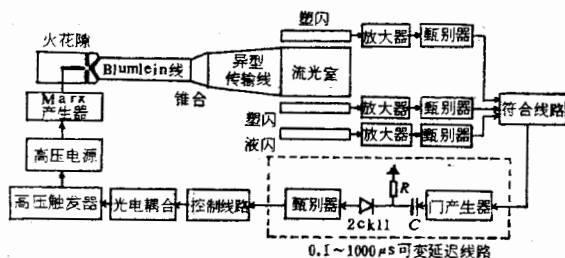


图1 实验装置示意图

先后使用了两种灵敏体积的流光室： $51 \times 38 \times 13\text{cm}^3$  和  $63 \times 49 \times (15 \times 2)\text{cm}^3$ ，前者的工作气体为密封式，后者的工作气体为流通式。关于该流光室结构的详细情况可参阅文献[5]。仍用三重符合选择宇宙线中的  $\mu$  介子触发流光室工作。系统的固有延迟时间  $\lesssim 1.3\mu s$ 。

本文 1982 年 3 月 26 日收到。

\* 王先佩,王孝良,王继华,卢新华,李成泽,李志刚,韩纛,陈元柏,陈昌,陈芝萍,周伟,尧宗元,楼家恕,姜嫚嫚,奚基伟,赵海泉,高文绣,徐雨林,徐蓉芬,谢一冈。

## 二、性能试验

### 1. 不同工作气体对流光径迹质量的影响

在不同工作气体条件下,用两种大小的室测量了流光直径及空间分辨率等,如表1所示。可以看出:不同的工作气体对流光径迹质量的影响很大。纯Ne中最容易形成流光,因在同样电压下,Ne中的流光直径最大(5mm),而且流光明亮,易使底片感光。显然,如果不做流光密度等参量的测量时,用Ne作为流光室的工作气体是有益的。各种气体中流光直径的分布见图2和图3(只取一部分)。

表1 流光室的基本性能

流光室	主要性能 工作气体 (杂质含量 ≤0.2%)	高压	流 <sup>†</sup>	延	时	空
		脉冲 幅度 (kV/cm)	光直 径 (mm)	迟 时 间 (μs)	间 分 辨 率 (μs)	间 分 辨 率 (μm)
51 × 38 × 13cm <sup>3</sup> 密封式气体 (1atm)	Ne	15.8	5	2.1	177	530
	70%Ne + 30%He	15.8	3.5	3	52	390
	Ne + 3 × 10 <sup>-8</sup> SF <sub>6</sub> *	15.8	2.75	3.26	8	320
	Ne + 6 × 10 <sup>-8</sup> SF <sub>6</sub> *	15.8			6.3	
63 × 49 × (15 × 2)cm <sup>3</sup> 流通式气体 (1atm)	Ne + 5 × 10 <sup>-8</sup> SF <sub>6</sub> *	16.7	2.5	1.4		320
	90%Ne + 10%He*	18.7			81	
	69%Ne + 31%He	18.7			52	
	70%Ne + 30%He + 5 × 10 <sup>-8</sup> SF <sub>6</sub> *	18.7			3.4	
	69%Ne + 31%He + 8 × 10 <sup>-8</sup> SF <sub>6</sub> *	18.7			2.1	

<sup>†</sup> 流光直径指峰值。 \* 杂质含量 ≤0.1%。

在气体压力及电场强度都一定的条件下,气体中雪崩的生长用第一汤森系数 $\alpha$ 描述。在很大的电场强度范围内,Ne的 $\alpha$ 都比He的高<sup>[6,7]</sup>,从而,在Ne中的电子雪崩快,这对减小种子电子的扩散、提高室的多径迹效率等都是有益的。但从电子扩散角度讲,Ne的电子扩散系数比He的大,对于提高室的空间分辨率是不利的。

当在Ne中加入He或负电性气体SF<sub>6</sub>时,会大大影响室的性能。例如小室时,在同样电场强度下,纯Ne中流光径迹特别明亮,流光直径也大(~5mm);70%Ne + 30%He或者Ne + 3 × 10<sup>-8</sup>SF<sub>6</sub>,流光直径就大大减小(分别为3.5mm和2.75mm),虽然延迟时间增加了,但是室的空间分辨率仍有很大改善(见表1)。

### 2. 延迟时间对流光径迹质量的影响和时间分辨率(即记忆时间)的测量

延迟时间对流光径迹质量的影响也有很多研究。G. E. Chikovani 等人<sup>[8]</sup>认为,产生一条可见的流光径迹所需要的时间 $T$ 由两部分组成:雪崩变成流光所需的时间 $t_1$ 和流光发展时间 $t_2$ ,即 $T = t_1 + t_2$ 。一般情况下, $t_1 = 30 \sim 40$ ns, $t_2 = 5 \sim 6$ ns,与所用气体和延迟时间等都有关系。当延迟时间 $t$ 不同时,所需的 $t_1$ 也不同。通过流光密度与延迟时间 $t$ 、时间分辨率 $\tau$ 的关系

便可  
的济

流光  
作关  
了能  
中加  
在电  
的时

的高  
SF<sub>6</sub>·

的存  
的关  
可堆

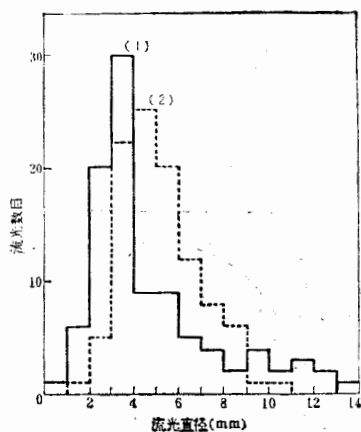


图 2 流光直径分布

- (1) 工作气体 70%Ne + 30%He 延迟时间  $3\mu\text{s}$   
室体  $51 \times 38 \times 13\text{cm}^3$  测量 3 条径迹, 99 个流光点
- (2) 工作气体 Ne 延迟时间  $2.1\mu\text{s}$   
室体  $51 \times 38 \times 13\text{cm}^3$  测量 3 条径迹, 101 个流光点

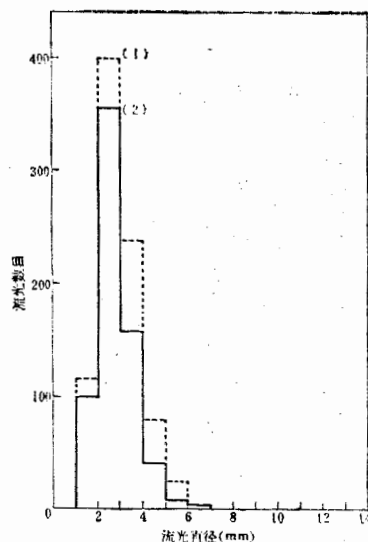


图 3 流光直径分布

- (1) 工作气体 Ne +  $3 \times 10^{-8}\text{SF}_6$   
延迟时间  $3.26\mu\text{s}$  室体  $51 \times 38 \times 13\text{cm}^3$   
测量 13 条径迹, 823 个流光点
- (2) 工作气体 Ne +  $5 \times 10^{-8}\text{SF}_6$  延迟时间  $1.4\mu\text{s}$   
室体  $63 \times 49 \times (15 \times 2)\text{cm}^3$   
测量 9 条径迹, 678 个流光点

$$N = N_0 e^{-\frac{t}{\tau}}$$

便可求出室的时间分辨率  $\tau$ 。式中  $N$  为与延迟时间  $t$  相对应的流光密度,  $N_0$  为  $t = 0$  时的流光密度 ( $\approx 2.5$  个/cm)。

时间分辨率是流光室的一个重要参数, 它定义为带电粒子通过室体后产生电离直到流光室加上高压脉冲而形成可记录下来的流光径迹时的最大时间间隔。一般用惰性气体作为工作介质的流光室, 其时间分辨率为几百微秒, 这大大限制了在强束流下的工作。为了能承受  $\sim 10^6$  次/秒的束流强度, 必须将  $\tau$  减小到  $\sim 1\mu\text{s}$ 。通常的办法就是在工作气体中加入微量负电性气体。不过这时雪崩倍增不再遵守  $e^{ax}$  规律, 而是  $e^{(a-a)x[7,9]}$ ,  $x$  为电子在电场中通过的距离,  $a$  为吸附系数。我们用  $69\% \text{Ne} + 31\% \text{He} + 8 \times 10^{-8}\text{SF}_6$ , 可将室的时间分辨率减小到  $\sim 2.1\mu\text{s}$ , 见表 1。

通过一台连续可变延迟 ( $0.1 \sim 1000\mu\text{s}$ ) 线路 (见图 1 虚线部分), 改变加在流光室上的高压脉冲的延迟时间, 就可简单地从实验上测得时间分辨率, 如图 4 所示。可以看出,  $\text{SF}_6$  含量的微小变化, 对室的时间分辨率影响很大 (只画出两种气体)。

### 3. 流光密度分布

流光密度 (即单位径迹长度上的流光数目) 与气体成分、杂质含量 (特别是负电性气体的存在) 以及光学系统的分辨率和灵敏阈密切相关。图 5 表明 Ne 中流光密度与延迟时间的关系。由图可见, 在最小延迟 ( $\sim 1.4\mu\text{s}$ ) 时, 流光密度  $\sim 2.2$  个/cm, 当延迟时间增加时可增加到  $\sim 3$  个/cm, 并近似保持不变, 这是因为气体中杂质含量较低的缘故 ( $< 0.1\%$ )。

下  
，  
直  
流

述。  
射  
减  
电

同  
样  
电  
或  
时  
间

产  
生  
流  
光  
体  
和  
迟  
时

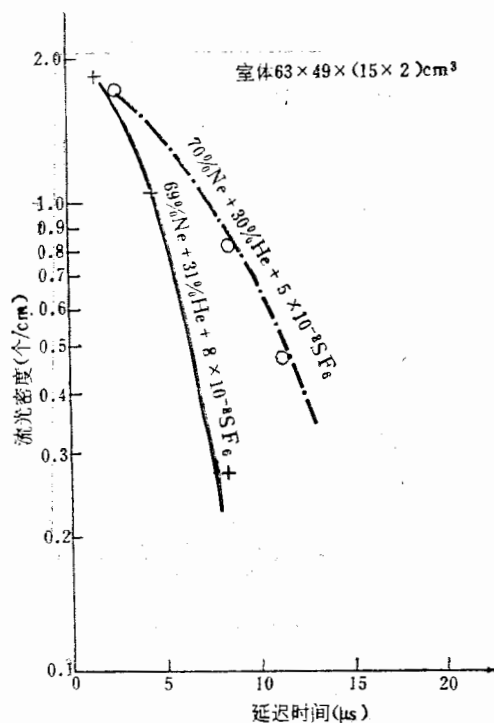


图4 流光密度分布  
室体  $63 \times 49 \times (15 \times 2) \text{cm}^3$

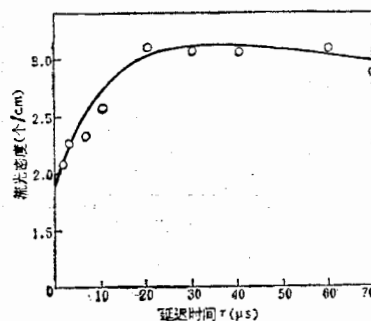


图5 流光密度分布  
工作气体 Ne 室体  $63 \times 49 \times (15 \times 2) \text{cm}^3$   
延迟时间  $1.4 \mu\text{s} \sim 70 \mu\text{s}$

#### 4. 在不同工作气体条件下空间分辨率的测量

流光室的空间分辨率定义为可将空间中相邻二流光点分开的最小距离,或者说可确定的流光点中心位置的准确程度。

随着延迟时间的增加,由于形成流光的种子电子的扩散而使空间分辨率明显变坏。当然也与高压脉冲幅度和宽度、气体成分和纯度以及光学系统的灵敏阈等有关。此外,电子的多次散射也有影响,但在气体中这种影响较小。

我们用两种方法测量了流光室的空间分辨率。

方法 1: 流光直径测量法。

F. Bulos 等人<sup>[10]</sup>认为,对直接照相而言,把空间中有效光源大小  $S$  的  $1/10$  作为流光室的空间分辨率。空间中有效光源的大小可表示为:

$$S^2 = s^2 + \left[ \frac{\Delta u/2}{(M+1)F} \right]^2 + \left[ \frac{M^2 \delta/2}{(M+1)F} \right]^2 + [(M+1)F\lambda]^2 + \left( \frac{M}{R_1} \right)^2 + \left( \frac{M}{R_2} \right)^2$$

其中  $s$  为沿电场方向观察时的流光直径 (mm),  $\Delta u$  为景深 ( $= 300 \text{mm}$ ),  $M$  为相机的缩小倍数 ( $= 50$ );  $F$  为透镜的  $f$ -数 ( $= 2$ );  $\delta$  为底片抖动 ( $= 0.01 \text{mm}$ );  $\lambda$  为流光波长 ( $= 6 \times 10^{-4} \text{mm}$ );  $R_1$  为透镜分辨率 (50 线对/mm);  $R_2$  为底片分辨率 (60 线对/mm)。

用这种方法确定的流光室的空间分辨率如表 1 所示。可以看出,纯 Ne 时空间分辨率

第一  
明  
率,

率,

线

求

与  
最  
点

其  
中  
出

故

式

多  
少  
值

延  
流  
图

明显不好，而在 Ne 中加入  $(3 \sim 5) \times 10^{-8} \text{SF}_6$  则大大改善，可得到  $\sim 0.32 \text{mm}$  的空间分辨率，与国外大多数流光室的空间分辨率 ( $\sim 0.3 \text{mm}$ ) 相近。

方法 2：径迹标准偏差法

通过最小二乘法求出最佳拟合曲线与实验点之间的标准偏差也可定出室的空间分辨率。

根据最小二乘法原理，对我们的测量数据作了如下处理：

设  $x_i, y_i$  为某条径迹上实测的第  $n_i$  个流光点的坐标，则用最小二乘法拟合的最佳直线为：

$$y = A + Bx$$

其中：

$$A = \frac{\sum x_i^2 \sum y_i - \sum x_i \sum (x_i y_i)}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}$$

$$B = \frac{n \sum (x_i y_i) - \sum x_i \sum y_i}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}$$

求出沿  $y$  轴各点的偏差即得残差

$$\sigma_{y_i} = y_i - (A + Bx_i)$$

与最佳拟合直线的垂直距离  $r_i$  就代表了流光点的投影散射

$$r_i = \sigma_{y_i} \cos \theta$$

其中  $\theta$  为最佳拟合直线与  $x$  轴的夹角。可见， $r_i$  与所选取的坐标系无关，如图 6 所示。可求出直线斜率：

$$B = \text{tg} \theta$$

而：

$$\cos \theta = \frac{1}{\sqrt{1 + B^2}}$$

故标准偏差

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum [y_i - (A + Bx_i)]^2}{n - 2}} \cdot \frac{1}{\sqrt{1 + B^2}}$$

式中  $n$  为某条径迹上的实测流光点数。

我们编写了 DJS-8 机的 FORTRAN-2 程序语言，其特点是一次可处理  $M$  条 ( $M$  的多少不限) 径迹，而每条径迹上的流光点数可以不同。用这种方法测量了三种不同气体的  $\sigma$  值，每个  $\sigma$  值都取四条径迹的算术平均。纯 Ne 的电子扩散系数大，吸附小，所以  $\sigma$  值大，延迟时间可加到  $120 \mu\text{s}$ 。当加微量  $\text{SF}_6$  后，由于吸附能力很强，延迟时间只能加到  $\sim 7 \mu\text{s}$ ，流光密度急剧下降，测量困难，其  $\sigma$  值亦最小。 $\sigma$  与  $\tau^{\frac{1}{2}}$  近似呈直线关系，与理论相符，如图 7 所示。

测量结果如表 2 所示。表中也给出了文献[1]的结果。

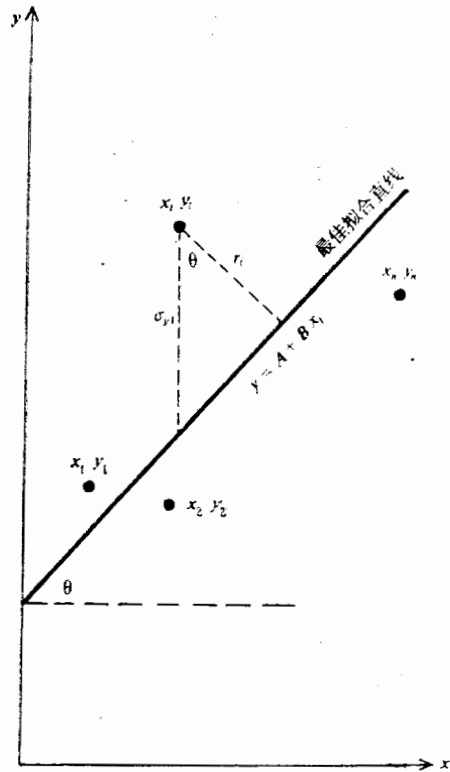


图 6 最小二乘拟合直线方法示意图

可确

坏。

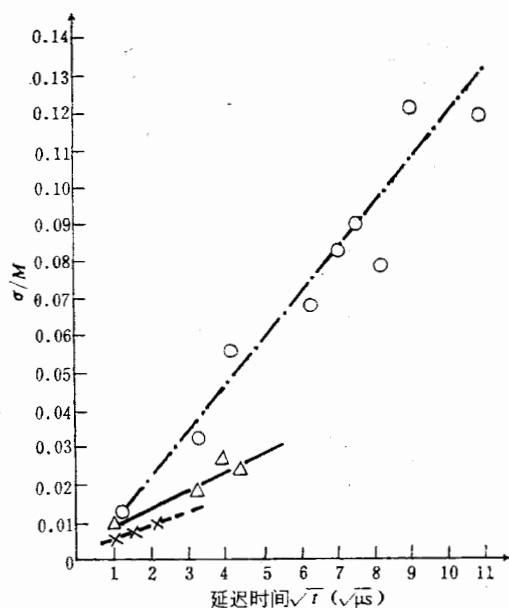
卜，电

流光

勺缩小

(= 6

分辨率

图7 标准偏差  $\sigma$  与延迟时间  $t$  的关系曲线

- - - ○ - - - Ne  
 — △ — 69%Ne + 31%He  
 — × — 69%Ne + 31%He +  $8 \times 10^{-8}$  SF<sub>6</sub>  
 M 缩小倍数 (= 50)  
 高压脉冲幅度 ( $16.7 \pm 0.7$ ) kV

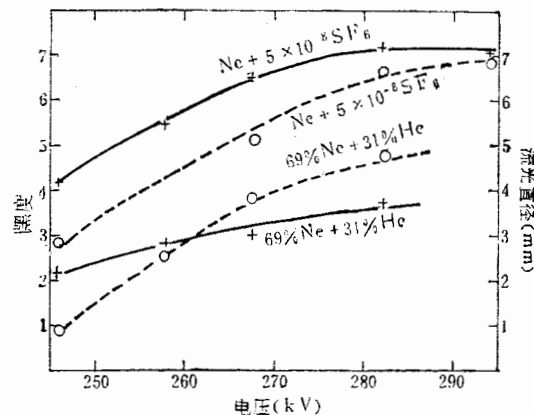


图8 径迹亮度和流光直径与高压脉冲幅度的关系

两种方法所得到的空间分辨率是一致的。

### 5. 高压脉冲幅度对流光径迹亮度和流光直径的影响

在高压脉冲宽度 (10ns) 固定的情况下, 高压脉冲幅度的变化对流光径迹质量亦有重大影响。

我们观察了工作气体为 Ne、69%Ne + 31%He 以及  $Ne + 5 \times 10^{-8} SF_6$  时的流光径迹变化情况。用两台孔雀牌照相机, 物距 1.23 和 1.77 米两种情况下取得 10 组径迹照片, 作出了径迹亮度 (通过底片上流光点黑度测量) 和流光直径与高压脉冲幅度的关系。如图 8 所示。

由图 8 可见:

① 流光点黑度和平均直径随高压幅度的升高而增大, 而当电压幅度升高到一定程度

表2 与理论比较

工作 气体 (mm) $\tau^{1/2}(\mu s^{1/2})$	文 献 [1]			本 实 验		
	Ne	He	Ne + 酒精	Ne	69%Ne + 31%He	69%Ne + 31%He + $8 \times 10^{-8} SF_6$
1	0.5	0.3	0.15	0.5	0.45	0.3
2	1.3	0.6	0.3	1.05	0.675	0.5
5	3.3	1.5		2.75	1.40	
6	4.0			3.38		



增加时流光的发展情况。由于距离较近(距流光室中心 0.75m),所以缩小倍数的起伏较大,从流光室的近端到远端,缩小倍数的改变为 15~33,中心值为 24,所以难以定量测量,仅从不同高压幅度的照片中选出较为清晰的作为每种高压幅度的代表,如图 10 所示。

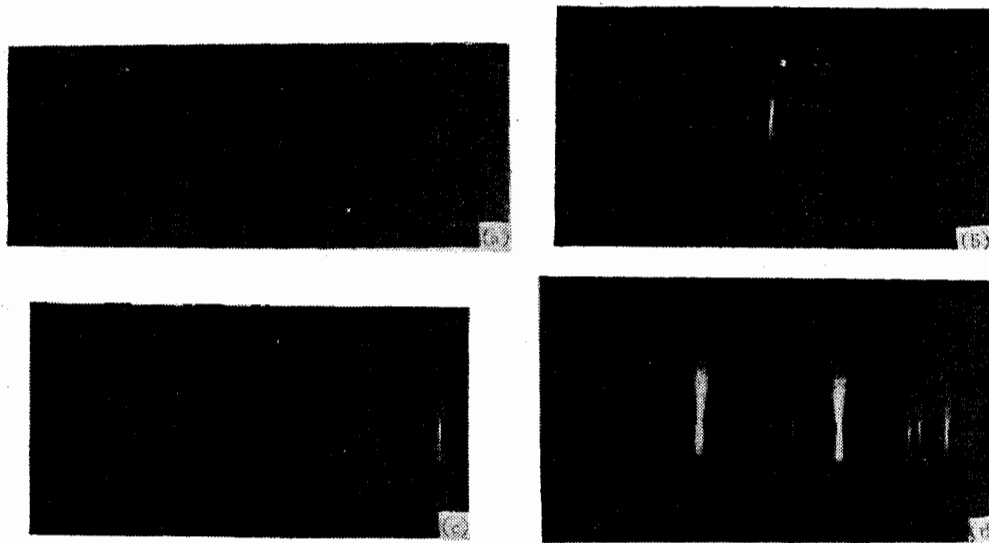


图 10 流光长度与高压脉冲幅度的关系

(距流光室中心 0.75m, 光圈  $f/2$ , 1087-1 胶片, 气体 69%Ne + 31%He, 杂质  $\sim 0.2\%$ )  
(a) 16.75kV/cm (b) 18.13kV/cm (c) 18.74kV/cm (d) 19.64kV/cm

### 三、若干改进

#### 1. 缩短高压毫微秒脉冲系统的延迟时间

在流光室调试初期,整个流光室系统的延迟时间  $\sim 3.5\mu\text{s}$ ,其中事例触发选择及自动控制系统的延迟  $0.36\mu\text{s}$ , $\sim 90\%$ 的延迟都来自高压脉冲系统。而在高压脉冲系统中又主要来自 Marx 产生器 and 高压触发器。为此,我们仔细研究了充电电压系数、球隙距离、气体成份及压力和外触发电压等对 Marx 产生器延迟时间的影响。通过对 Marx 产生器最佳工作条件的选择以及高压触发器的线路及元件等的改进,不仅使高压系统的延迟时间大大减小,也使延迟时间的分散性和脉冲波形等都有所改进。目前,高压脉冲系统的延迟时间  $\sim 0.9\mu\text{s}$ ,整个流光室系统的延迟时间  $\sim 1.3\mu\text{s}$ ,接近国外水平。

#### 2. 制作夹丝有机玻璃消电晕电极

按原设计,流光室室体的高压电极直接与工作气体(Ne 或 Ne-He)相接触,加不到形成流光所需的高压时,便沿电极丝出现严重的电晕放电现象,曾尝试加入少量异丁烷以减小形成流光所需的高压幅度,仍无济于事。所以,在流光室调试见光以及性能试验初期,只好改用小些的气体盒,放入一个间隙中,使高压电极与工作气体分开。

消除电晕放电的办法是将高压电极丝浇铸在  $\sim 8\text{mm}$  厚的有机玻璃板中,大大提高了丝附近的绝缘性能,消除了沿电极丝表面的电晕放电现象,直到  $\sim 20\text{kV/cm}$  的脉冲高压都得到较好的流光径迹,基本上满足了 Ne 或 Ne-He 流光室的工作需要。该电极的透明

其差

体内  
光学  
间堆  
时间  
纯小  
和文  
含量  
度随子捕  
小。



度  $> 80\%$ , 方块电阻  $\sim 0.01\Omega/\square$ . 国外流光室尚未见采用此法.

#### 四、讨 论

1. 本实验所得到的流光密度与延迟时间的关系曲线与国外很多实验室的结果相比, 其趋势是一致的.

根据 V. A. Davidenko 的分析, 流光密度与照相系统的几何重迭以及种子电子被室内体的负电性气体的吸附效应有关. 当延迟时间较小时, 种子电子扩散的不够远, 但由于光学系统的灵敏阈和分辨率的限制, 会出现流光的光强不足或几何重迭现象. 当延迟时间增加时, 此种效应随之减小, 流光密度渐增, 但在电子扩散过程中的吸附效应将随延迟时间的增加而变得越来越严重, 流光密度则按指数律  $N = N_0 e^{-\frac{t}{\tau}}$  下降. 本实验中观察到, 纯 Ne 中只有轻微的下降趋势, 峰值在  $20\mu s$  左右, 介于文献[1, 3](流光密度饱和值  $\sim 10\mu s$ ) 和文献[2](流光密度饱和值  $\sim 50\mu s$ ) 之间, 三者略有不同可能是由于纯 Ne 中杂质气体的含量不同所致. 图 11 和图 12 分别为 Ne 和  $69\% \text{ Ne} + 31\% \text{ He} + 8 \times 10^{-8} \text{ SF}_6$  时流光密度随外加延迟时间的变化所得到的径迹照片.

2. 为把时间分辨率从几百  $\mu s$  减小到几  $\mu s$ , 目前国外常用强负电性气体  $\text{SF}_6$ , 因其电子捕获截面很大 ( $\sim 1.7 \times 10^{-14} \text{ cm}^2$ )<sup>[12]</sup>, 故用极微量的  $\text{SF}_6$ , 就可使时间分辨率明显减小. 一般用  $0.1 \sim 1.0 \text{ ppm SF}_6$ , 就可减小到几微秒. 正因如此, 只要 Ne 或 Ne-He 气体中杂

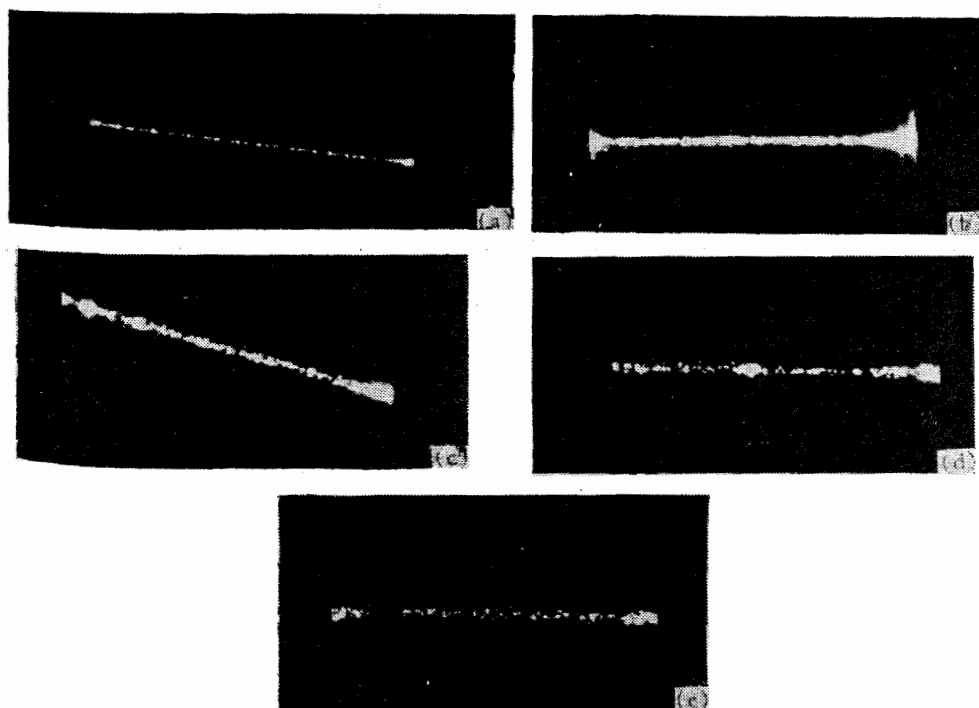


图 11 流光密度与外加延长时间的关系

(Ne, 杂质 0.2%)

(a)  $1\mu s$  (b)  $10\mu s$  (c)  $40\mu s$  (d)  $60\mu s$  (e)  $70\mu s$

动中  
各、最  
间迟

形  
以减  
期,

毛了  
高压  
透明

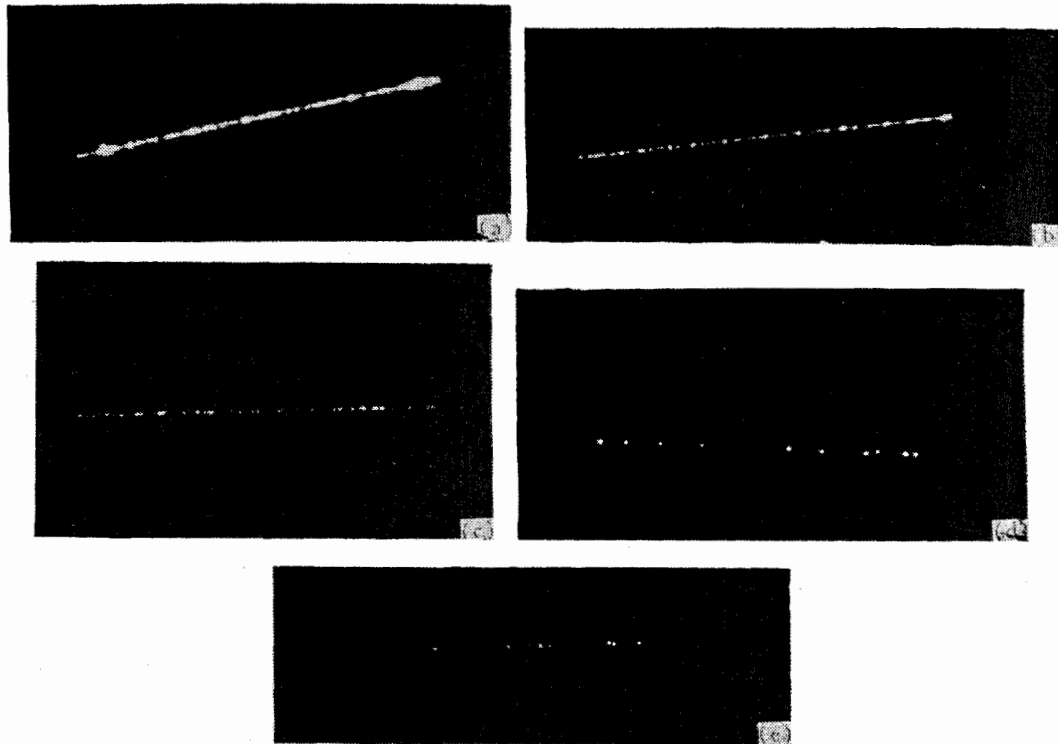


图 12 流光密度与外加延迟时间的关系  
 $(69\%Ne + 31\%He + 8 \times 10^{-8}SF_6)$   
 (a) 100ns (b)  $1\mu s$  (c)  $3\mu s$  (d)  $5\mu s$  (e)  $7\mu s$

质含量不同或者在  $SF_6$  的配气、送气以及循环过程中存在轻微差别,要想把时间分辨率降到同样数值时所需  $SF_6$  的含量也可能有很大差别。例如表 3 所示。由表可见,各组之间所用  $SF_6$  的含量有明显差别。而且,如果不对  $SF_6$  的含量严格控制的话,时间分辨率会有明显变化的,例如文献 [13] 给的一个结果:当将  $1ppmSF_6$  刚加进去时测得的时间分辨率为  $5\mu s$ ,对  $SF_6$  的含量无控制措施,一小时后则变为  $20\mu s$ 。我们的  $SF_6$  含量是按比例加进去后,立即拍照持续约一小时,故所得结果可能有些出入。如果  $SF_6$  的含量合适并采取严格控制措施后,该流光室的时间分辨率还可进一步减小。

表 3

工 作	工 作 气 体	$\tau(\mu s)$	$SF_6$
[4]	70%Ne + 30%He	1~2	0.1ppm (控制)
[11]	90%Ne + 10%He	2	$10^{-8}\%$ (控制)
[13]	90%Ne + 10%He	5~20	1ppm (固定)
本实验	69%Ne + 31%He	2.1~	0.08ppv (固定)

间分  
近期

益建  
料等  
场调  
改进

[1]

[2]

[3]

[4]

[5]

[6]

[7]

[8]

[9]

[10]

[11]

[12]

[13]

## 五、结 论

性能测量结果表明,该流光室的基本性能指标(流光直径、流光密度、时间分辨率、空间分辨率以及流光径迹的均匀性等)已接近或达到国外同类型流光室的水平,可基本满足近期物理实验的需要,例如下步即将进行的测量宇宙线中高能 $\mu$ 子通量实验等。

## 六、感 谢

关于该流光室性能从定性观察到定量实验中,承蒙王殿荣、林建锋等同志提出不少有益建议;李革涛同志帮助冲洗大量胶片并洗印、放大等工作;谢琦同志帮助描图并抄写资料等;中国科学院西安光学精密机械研究所研制成 LGS-1 型自动流光摄影机并参加现场调试;化工部第一胶片厂研制成初步满足流光室性能试验所需的快速胶片,并积极帮助改进条件。在此,向以上各位同志和有关单位及其参加工作的同志一并致谢。

## 参 考 文 献

- [1] V. A. Davidenko et al., *Nucl. Instr. Meth.*, **67** (1969), 325; V. a. Davidenko et al., *Nucl. instr. Meth.*, **75**(1969), 277.
- [2] F. Bulos et al., *IEEE Trans. on NS12*(1965) 22.
- [3] Eckart Diplomat, *Messung der Ionisation mit der Streamer Kammer* (1974).
- [4] K. Eggert and W. Thome, *Nucl. Instr. Meth.*, **126**(1975) 477.
- [5] 中国科学院高能物理所, 物理二室, “七十厘米流光室系统”, “高能物理与核物理”, **6**(1982)1.
- [6] P. Rice-Evans, *Spark, Streamer, Proportional and Drift Chambers*, London (1974).
- [7] O. C. Allkofer, *Spark Chambers*, Munich (1969).
- [8] G. E. Chikovani et al., *Nucl. Instr. Meth.*, **29**(1964) 261.
- [9] V. Eckardt et al., *Nucl. Instr. Meth.*, **143**(1977) 235.
- [10] F. Bulos et al., *Streamer Chamber Development*, SLAC Report, No. 74(1967).
- [11] A. Grigorian et al. *The UCLA-LBL Streamer Chamber Facility Proc. of the First Intern. Conf. on Streamer Chamber Technology*, (Argonne, 1972).
- [12] N. F. Anisimova et al. *Pribory i Tehk, Eksperimenta*, No. 2(1971) 70.
- [13] P. Sokolsky, *The University of Illinois-ANL Streamer Chamber, Proc. of the First Intern. Conf. on Streamer Chamber Technology*, (Argonne, 1972).
- A. Abshian et al. *Nucl. Instr. Meth.*, **115**(1974) 455.

## RESEARCH ON SOME CHARACTERISTICS AND IMPROVEMENTS OF A 70cm STREAMER CHAMBER

THE SECOND EXPERIMENTAL DIVISION\*

(Institute of High Energy Physics, Academia Sinica)

### ABSTRACT

In this paper the influence of various proportion of Ne-He gases and the time delay on the quality of streamer tracks has been studied. The diameter and density of streamers under these mixed-gas conditions have been measured.

The time resolution of this streamer chamber was determined to be  $2.1 \mu\text{s}$  in 69% Ne + 31% He +  $8 \times 10^{-8} \text{SF}_6$ , and as  $177 \mu\text{s}$  in pure neon by using the exponentially decreasing relation of streamer density with delay time. The spatial resolution was determined to be 0.32 mm in Ne +  $3 \times 10^{-8} \text{SF}_6$  by measuring the streamer diameters, and the method of track standard deviation was also used.

Some results show that the diameter and brightness increase with increasing high voltage, but become rather even when high voltage continues increasing.

Photographs were taken with domestically produced special film (32 DIN, 60 lines/mm), being similar to Kodak SO-143.

A special designed central electrode of the streamer chamber with its wires inlaid in lucite plate is successful for preventing gas from breakdown near wires. Besides, delay time has been reduced to  $1.3 \mu\text{s}$ , mainly by the Marx generator and its trigger system, the parameters of which have been chosen by a series of experiments.

\* Wang Xian-pei, Wang Xiao-liang, Wang Ji-hua, Lu Xin-hua, Li Cheng-ze, Li Zhi-gang, Han Ying, Chen Yuan-bo, Chen Chang, Chen Zhi-ping, Zhou Wei, Yao Zong-yuan, Lou Jia-shu, Jiang Ying-yuan, Xi Ji-wei, Zhao Hai-quan, Gao Wen-xiu, Xu Yu-liu, Xu Rong-fen, Xie Yi-gang.

很久  
现在  
子,而  
于 G  
这样  
出信  
吸引  
进入  
其探  
子那  
板, 月