

## 塑料流光管感应读出的某些特性

王孝良 陈元柏 林建峰 张家铨

徐雨林 徐蓉芬 谢一冈

(中国科学院高能物理研究所)

### 摘 要

本文介绍了新型塑料自猝灭流光管的感应读出特点。对用于二维读出方式的感应条上的感应输出电荷脉冲分布谱与高压关系及相邻条上的感应电荷分布进行了研究。对空间分辨率进行了测量分析及估算。文中并对分布谱的双峰效应进行了解释,指出阳极丝两侧的流光距感应条有远近两类是产生双峰的根源。最后报导了感应板(Pad)读出方式的初步测量结果。

### 一、引 言

近几年来在粒子探测领域新发展起来的感应读出塑料自猝灭(SQS)流光管<sup>[1-3]</sup>,由于其具有一系列优点已越来越受到重视,并在 CERN 的 LEP, SP $\bar{P}$ S 等对撞机上大型高能物理实验,质子衰变,宇宙线物理等方面逐渐广泛地被采用。其优点为:1)脉冲信号大于 50mV, 上升时间快( $\sim 5$ ns), 节省电子学;2)由于读出部份与管体高压部份完全隔离,故读出方便,灵活,安全可靠;3)结构简单,材料便宜,易于定型成批制造。文[2]对这种流光管的发展,应用及性能等已作了全面评述。本文部份作者对石墨阻性阴极自猝灭流光管的不同工作气体,阳极丝直径等对坪特性的影响进行了研究<sup>[4,5]</sup>。本文主要报导将用于欧洲核子研究中心(CERN) LEP 对撞机上 ALEPH 实验中用作 $\mu$ 子探测器的新型塑料流光管的几种感应读出方式的特性,并对其机制进行了初步分析<sup>[6]</sup>。

### 二、实验装置

塑料流光管结构及 X-Y 二维感应读出条系统参见文[6]。本实验装置如图 1 所示。Y 方向感应条垂直于阳极丝。其条宽  $d = 9.5$  mm, 间隙  $s = 2.5$  mm, 条距  $p = d + s = 12$  mm,  $40\mu$  厚的铝感应条紧贴在流光管下壁上。条与屏蔽接地板间夹有 1 mm 厚的聚氯乙烯(pvc)介质,三者粘合在一起形成带状传输线系统,其特性阻抗为  $25\Omega$ 。将准直的<sup>55</sup>Fe 放射源置于管上部,并对准塑料管壁上开的  $\phi 2$  mm 小孔。孔上贴有薄 Mylar 膜,这样所

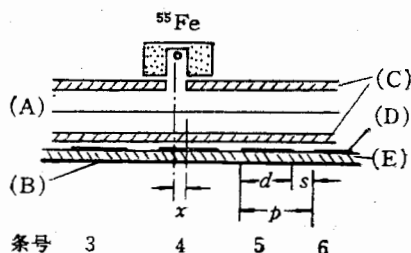


图 1 测量流光管感应读出特性的实验装置

(A) 阳极丝 (B) 屏蔽地 (C) PVC 管壁 (D) 感应条 (E) PVC 板

得到的脉冲分布谱比用  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{106}\text{Ru}$  的  $\beta$  源穿过塑料壁所得的谱峰尖锐些。曾利用微计算机及 cAMAC 的 ADC 卡件 LRS2249A 进行脉冲感应谱的测量。本文介绍的结果是用多道分析器及电荷灵敏放大器系统得到的。由感应条输出的信号经衰减器  $G_1$ , 电荷灵敏放大器  $G_2$ , 电压放大器  $G_3$ , 脉冲拉宽器  $G_4$ , 输入至多道分析器  $G_5$ , 设  $G_1$ - $G_5$  分别为电压增益或电荷灵敏度, 则总灵敏度  $S$  为

$$S = G_5 / (G_1 \cdot G_2 \cdot G_3 \cdot G_4) = 41.5(\text{mV}/\text{道}) / [0.28 \times 105(\text{mV}/\text{pc}) \times 6.8 \times 1.5] = 72 \text{ 道}/\text{pc} (\text{或 } 0.0136\text{pc}/\text{道})$$

### 三、结果及讨论

#### 1. 脉冲高度分布谱与高压的关系

当流光管阳极丝正高压工作在比坪起始电压 (此时所用气体为  $\text{Ar}:\text{CO}_2:\text{n-Pentane} = 1:2:1$ ) 高 200 伏左右时, 阳极输出脉冲幅度约为  $-80\text{mV}$ , 这时由感应输出条输出的波形幅度约为  $+30\text{mV}$  (皆经  $50\Omega$  接地), 如图 2 所示。由  $3.5\text{kV}$  至  $4\text{kV}$  左右流光模式逐渐成为主要模式,  $3.5\text{kV}$  以下脉冲幅度约小一个数量级, 为成正比模式。随着电压增高, 脉冲分布谱的双峰效应愈来愈显著, 双峰对应的电荷与高压的关系如图 3 所示。结果与文[8]一致。幅度高的一组是由阳极丝近感应条的一侧 (Nearer) 的流光产生。相对低的一组是

方式  
分布  
峰效  
光源。

[1-3], 由于大型高能信号大于  $\pm$  隔离, 故这种流光灭流光管将用于欧  $\bar{i}$  型塑料

[1] 所示。  
 $t_s = 12$   
的聚氯乙烯  
直的  $^{55}\text{Fe}$   
，这样所

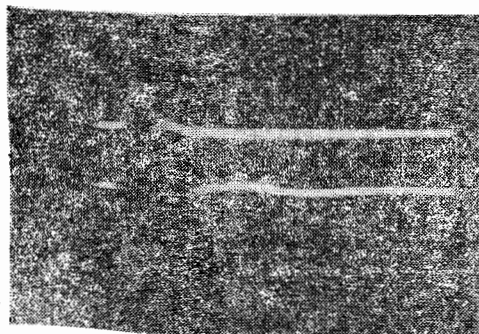


图 2 输出的脉冲波形, 上(感应条), 下(阳极丝) 示波器刻度: X-50ns/格, Y-50mV/格

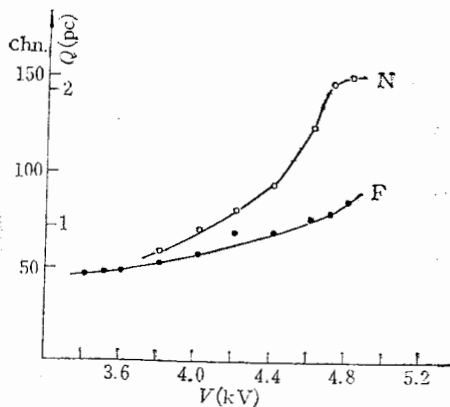


图 3 近侧及远侧流光的感应输出电荷与高压关系  
---F 远侧 (Farther)    -o-N 近侧 (Nearer)

远离感应条一侧 (Farther) 的流光产生, 分别用 N 和 F 表示. 阳极丝输出的脉冲幅度分布谱也有双峰效应. 其大脉冲主要是由于粒子相对大的原电离及径迹斜射形成的双流光所造成<sup>[2,9]</sup>.

## 2. 在相邻条上的感应电荷分布

如图 1,  $x$  为中心条 (即图中第 4 号条) 的中心位置距放射源的垂线距离. 图 4 给出 4 种不同的  $x$  下相邻 5 条上的近侧流光感应脉冲和远侧流光感应脉冲幅度的分布. (幅

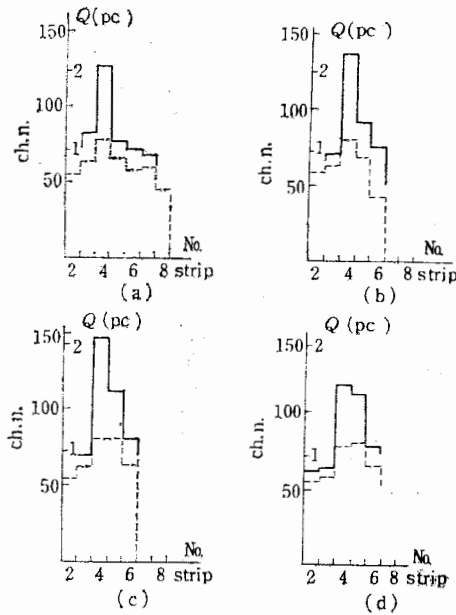


图 4 不同  $x$  下相邻 5 条上感应脉冲幅度分布  
——N 近侧 (Nearer) -----F 远侧 (Farther)

图号	$x$ (mm)	$\sigma_c$ (mm)		$x_c$ (mm)	
		N	F	N	F
(a)	0	12.5	19.9	-0.49	0.51
(b)	2	11.6	19.3	1.34	1.41
(c)	4	12.0	23.9	2.73	5.98
(d)	6	14.6	23.1	5.08	7.15

度取脉冲分布谱的峰位置所对应的幅度), 分别用实线和虚线表示. 按文 [8] 所给出的公式, 由相邻三条上电荷分布所得到的的高斯分布参数  $\sigma_c$  和重建的坐标  $x_c$  可由下二式表示:

$$\sigma_c = p \cdot \left[ \ln \frac{h^2(M)}{h(M-1) \cdot h(M+1)} \right]^{-1/2}$$

$$x_c = \frac{\sigma_c^2}{2p} \ln \left[ \frac{h(M+1)}{h(M-1)} \right] + x_0(M)$$

其中  $h(M)$  为第  $M$  条上的感应脉冲电荷幅度, 本实验中取  $M = 4$ ,  $h(M \pm 1)$  为左右相邻条上的幅度;  $p$  为条距, 前面已给为 12 mm. 所得之  $\sigma_c$  与  $x_c$  分别列于图 4 中, 可见近侧的

$\sigma_c$  小  
(在计  
上  $x_0$ )

3

实验  
在 Pa  
粒子  
1 的  
置于  
电荷  
略有

[1]  
[2]  
[3]  
[4]  
[5]  
[6]  
[7]  
[8]  
[9]  
[10]  
[11]  
[12]

度分  
流光

$\sigma_c$  小于远侧的  $\sigma_c$ ; 重建之  $x_c$  与  $x$  (用 mm 表示) 符合得较好, 皆有约  $-0.8$  mm 的系统误差 (在计算  $x_c$  时  $x_c$  公式中的  $x_0(M)$  取为 0, 由于标尺位置零点实际未对准放射源, 故实际上  $x_0(M)$  应取为  $-0.8$  mm). 根据文献[8]及[12]由  $\sigma_c$  的涨落可估计空间分辨率  $\sigma \leq 1$  mm.

### 3. 感应板 (Pad) 上的感应电荷与流光位置的关系

给出  
(幅

研究方形感应板上的感应电荷的目的主要是因为最近建造的对撞机上工作的大型实验的量能器中已有采用多层不同尺寸的 Pad 叠置起来的塔状结构<sup>[9,11]</sup>. 多层流光管夹在 Pad 之间, 粒子在“塔”中簇射所沉积的总能量与叠置 Pad 并联的总电荷成正比. 因此粒子穿过一层感应板上不同位置所产生的感应电荷分布是一个很基本的问题. 在类似图 1 的实验装置中, 用一块面积为  $10 \times 10$  cm<sup>2</sup> 厚 1 mm 的方形双面印制板作为感应板 Pad 置于流光管下方. 当 Pad 中心与放射源 (<sup>59</sup>Fe) 垂线距离  $x_p$  沿管阳极丝方向变化时感应电荷  $Q$  的变化如图 5 所示. 当  $x_p$  增加时  $Q$  下降较文[9]中的变化缓慢. 初步分析二结果略有不同的原因是电子学积分时间常数不同.

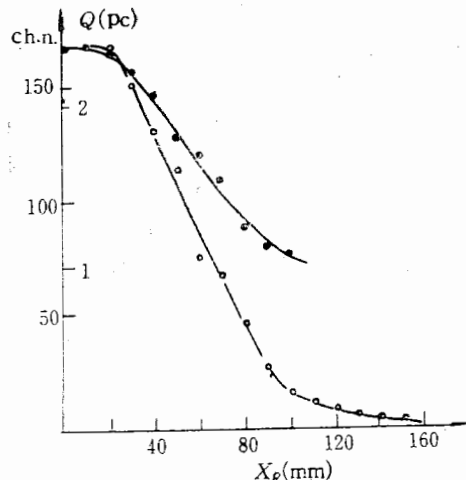


图 5 Pad 中心不同位置  $x_p$  与 Pad 上感应电荷输出关系.

--- Beijing (本文)    -o- DELPHI

最后, 在此感谢赵海泉工程师在设计制造制管设备方面所作的努力.

### 参 考 文 献

- [1] G. Battistoni et al., *Nucl. Inst. Meth.*, 176(1980), 297.
- [2] E. Iarocci, *Nucl. Inst. Meth.*, 217(1983), 30.
- [3] G. Battistoni et al., *Nucl. Inst. Meth.*, 217(1983), 429.
- [4] Y. B. Chen et al., *ALEPH Note*, No. 110(1983), (CERN).
- [5] 王孝良等, 高能物理与核物理, 9(1985), 493.
- [6] 王孝良等, 第三次全国核电子学及探测技术会议文集(待发表, 1986, 10月, 安徽)
- [7] Y. B. Chen et al., *ALEPH Note*, 1(1986), (CERN).
- [8] A. Bettini et al., UA-1 TN84-10 (1984) (CERN).
- [9] V. M. Golovatyuk et al., *Nucl. Inst. Meth.*, A236(1985), 300.
- [10] G. Battistoni et al., *Nucl. Inst. Meth.*, 202(1982), 459.
- [11] G. Gatanesi et al., *ALEPH Note*, 147(1985), (CERN).
- [12] L. S. Barabash, *Nucl. Inst. Meth.*, A 236(1985), 271

的公  
示:

相邻  
侧的

## SOME INDUCED READOUT CHARACTERISTICS OF THE PLASTIC STREAMER TUBES

WANG XIAO-LIANG CHEN YUAN-BO LIN JIAN-FENG ZHANG JIA-QUAN

XU YU-LIN XU RONG-FENG XIE YI-GANG

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

### ABSTRACT

In this paper the structure and the induced readout characteristics of a new type of plastic streamer tube is introduced. The relation between charge distribution spectra and high voltage on the induced strips and the charge distribution on the adjacent strips have been studied. The spatial resolution has also been measured and calculated. It is pointed out that the two peak effect in the distribution spectra is caused by the nearer and farther streamers from two sides of anode wire to strips. At last, some preliminary results of the induced pads as a readout mode are reported.

的方:  
镜体:  
磁透:  
照了  
求(天  
线加  
作用  
汇聚

现磁  
工成  
端面  
2100