

多丝正比室的延迟时间分布测量

于宸 罗开元 彭华寿 李忠珍 田德源

(中国科学院原子能研究所)

胡家伟

(中国科学院高能物理研究所)

摘 要

本文较系统的测量了多丝正比室的延迟时间分布,并对实验结果予以粗略的分析。

一、前 言

在使用多丝正比室的一些物理实验中,往往需要知道正比室的分辨时间。根据测得的分辨时间来选取电子线路的开门时间,开门时间起着选择事例的作用。开门时间过长,容易引进偶然事例;开门时间过短,使有用的计数丢失。

国外对多丝正比室延迟时间分布的测量进行过一些工作^[1-4],本工作测量了自制正比室^[5]延迟时间分布谱的主峰和尾巴与室结构参数、气体成份、工作电压的关系,并进行了一些讨论,使得对这一问题的认识深化了一步。

二、延迟时间分布的测量方法及实验安排

从射线进入正比室的时间算起,到记录这一射线的电子线路给出脉冲讯号的时间为止,这一段时间是正比室的延迟时间。它包括室本身和电子线路两方面的贡献。

在我们的实验中,延迟时间是用闪烁计数器与正比室的输出脉冲前沿的时间差给出的。实验安排如图1。

$S^{90}-Y^{90}$ 源放出的 β 射线依次穿过闪烁体 s_1 、正比室,闪烁体 s_2 。闪烁体 s_1 、 s_2 均为塑料闪烁体, s_1 厚为4.5mm,用有机玻璃作光导。光电倍增管为56DVP,它的输出脉冲上升时间可调到2.5ns左右,在它后面不需要放大器,这就避免了放大器所带来的影响。

两个闪烁计数器的符合记下射线进入室的“零”时间,输到时间-幅度变换器(TAC)的“起始”路;正比室的输出讯号作为TAC的“停止”,最后在多道幅度分析器上测量。

T_1 、 T_2 是HBDS-1型甄别器,动态范围100:1,输出脉冲的时间位移小于 ± 0.5 ns,它是专为快光电倍增管配备的恒比脉冲定时器;快符合是一个用晶体管做的电流门,其工

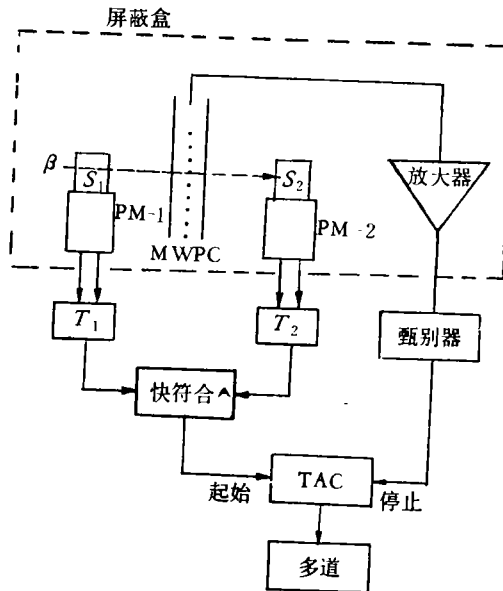


图 1 延迟时间分布测量线路图

作原理类似于集成电路的与非门；放大器电流增益为 300、上升时间为 7ns；甄别器具有 30mv 的触发灵敏度，用于放大后脉冲的成形和定时；TAC 为 JSHF-1 型通用时间幅度变换器，时间测量为 50ns—100 μ s，分辨时间小于 50ps。

改变 TAC“起始”和“停止”二路的相对延迟时间，从谱的峰值差可得出变换率（即多道分析器上每道相应的时间）。

在 Sr^{90} β 源照射下，二路闪烁计数器自身的时间晃动分布的半宽度为 2ns 左右。

三、测量结果及分析

当近于平行的 β 射线垂直于正比室丝面入射时，在某单根阳极丝上测得的典型延迟时间分布曲线如图 2 所示。在主峰的后面拖着一个长尾巴。下面用 Δt 表示主峰的半宽度，以 ΔT 表示峰值到尾巴终止处的时间。我们所测得的五个不同参数正比室的 Δt 及 ΔT 分别由图 7 及表 1 给出。

当射线穿过如图 3 所示意的正比室时，由于原电离位置的差异，向阳极丝漂移的电子所走过的路程不同以及在不同地点得到的漂移速度不尽相同，所以电子到达某阳极丝的时间就有先后之别。分布曲线的主峰部份应当是阳极丝附近的电子所形成的先到脉冲构成的。而那些远离阳极丝附近的灵敏区、甚至从邻近丝区域来的电子就形成了迟到脉冲，使分布曲线拖了一个长尾巴。就某些选定的情况进行简单的计算可以看出这一问题。例如：6T 室流 Ar + 5% CO₂ 时，如 $V_0 = 2800V$ ，在 $y = 0$ 、 $x \leq 0.46s$ 的区域里， E/p 值大于 380V/cm·atm.，此时电子的漂速 w 已达恒定值，约为 4.4cm/ μ s^[6]（对于 $s = 3mm$ 的室只有 0.12mm 的区域内 w 值是变化的），我们近似的认为在整个 $s/2$ 的范围内，电子均以此速漂移，在 $s/2$ 程差内电子的漂移时差为 34.5ns，这与我们实验测得的半宽度 36ns 是十分

接近的。我们可以认为，分布曲线的主峰是阳极丝附近 $s/2$ 区域内的早到电子脉冲所贡献的。

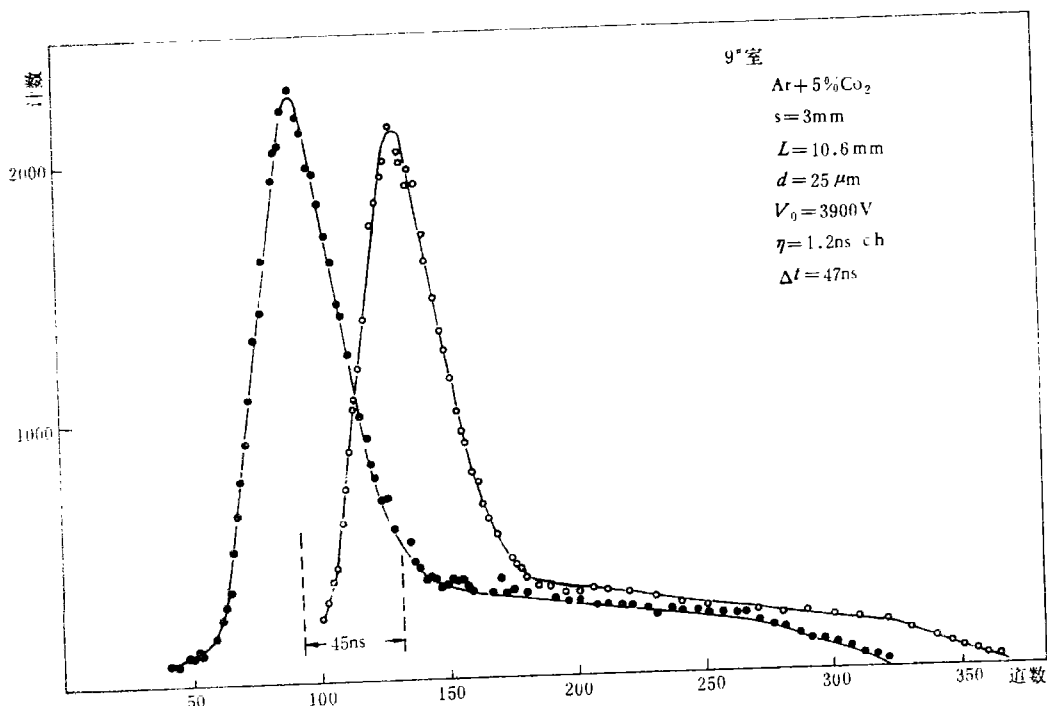


图2 延迟时间分布曲线

表 1

室号	室参数	工作电压 (V)	ΔT 实验值 (ns)	工作气体	气体压强 (atm.)
4 _T	$s = 4\text{mm}$ $L = 6.8\text{mm}$ $d = 25\mu\text{m}$	2630	110	Ar + 15%CO ₂	1
		2735	119		
		2785	124		
6 _T	$s = 3\text{mm}$ $L = 6.6\text{mm}$ $d = 25\mu\text{m}$	3000	110		
		3100	110		
		3200	115		
6 _T	$s = 3\text{mm}$ $L = 6.6\text{mm}$ $d = 25\mu\text{m}$	2500	160	Ar + 5%CO ₂	1
		2650	167		
		2700	185		
2 _T	$s = 3\text{mm}$ $L = 7.5\text{mm}$ $d = 25\mu\text{m}$	2900	200		
		2950	210		
9*	$s = 3\text{mm}$ $L = 10.6\text{mm}$ $d = 25\mu\text{m}$	3900	275		
		3800	270		
		3700	280		

注: s (阳极丝距), d (阳极丝直径), L (阳极与阴极间距)

从表 1 看到：9[#]、2_T、6_T 室的 L 不同， ΔT 值也不同；而 4_T、6_T 的 s 值不同， L 相近， ΔT 值几乎相等。这表明：分布谱的尾巴，在一定的工作气体下主要与 L 值有关。

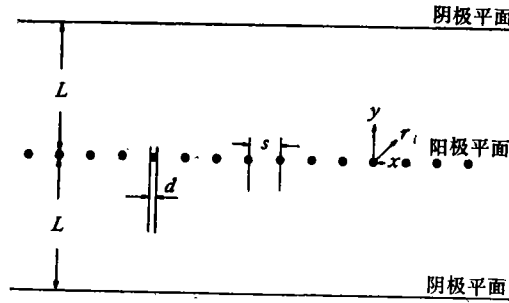


图 3 正比室示意图

四、 Δt 与 V_0 的关系

对不同结构参数的室，在不同混合气下，测量了延迟时间分布谱半宽度 Δt 与工作电

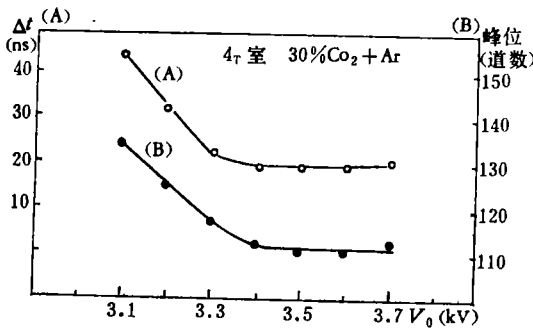


图 4 $\Delta t-V_0$ 和峰位- V_0 关系曲线

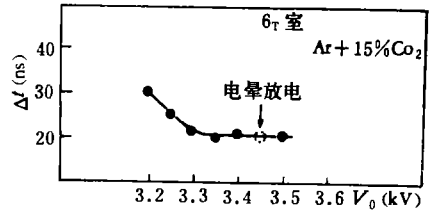


图 5 $\Delta t-V_0$ 曲线

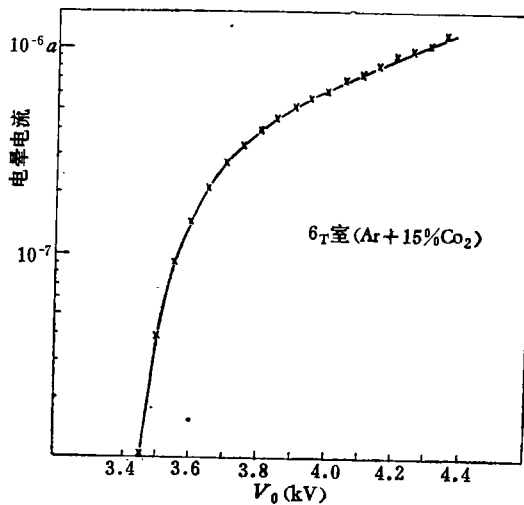


图 6 电晕电流- V_0 曲线

压 V_0 的关系曲线, 图 4 给出 $\Delta t-V_0$ 和峰值 $h-V_1$ 的曲线, 开始时 Δt 随 V_0 加大而减少, 在某一 V_0 值以后, V_0 再增加, Δt 值不变. 与此同时, 分布曲线的峰值变化也有类似的趋势.

当室内绝大部分地区的电场足够强、使漂移速度不再增加, 这就形成图 5 曲线平区的前部份, 约 100—200V.

从 $6r$ 室测得的气体放大曲线可知, 在 3300V 时进入非线性区, 这时刚好在图 5 的 $\Delta t-V_0$ 曲线上进入平区. 电压再高, 在 $\Delta t-V_0$ 曲线平区的后段, 可用检流计测到电晕电流. 从图 6 看到在 3450V 开始产生电晕电流. 由于电晕只在阳极丝附近很小的区域内产生, 故 Δt 值保持不变.

五、几种混合气下 Δt 值的比较

图 7 给出了三个不同丝距 ($s=2, 3, 4$ mm) 的室, 在三种混合气体比例时的 $\Delta t-V_0$ 曲线. 对同一个室, 其 Δt 恒定值, Ar + 30% CO₂ 比 Ar + 15% CO₂ 为小, 而 Ar + 15% CO₂ 比

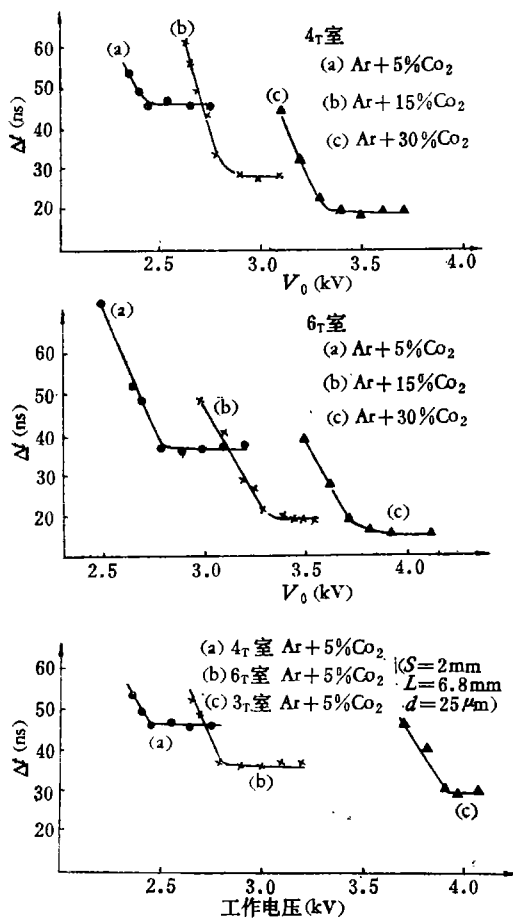


图 7 不同混合气时 $\Delta t-V_0$ 曲线

Ar + 5% CO₂ 为小。漂移速度的差异是造成 Δt 不同的因素之一^[7]。对同样的混合气体, 比较 4_T、6_T、3_T 三个室, s 越小, Δt 恒定值也越小。这是由于原电离点位置差异随 s 减小而减小。由于 $s < 2\text{mm}$ 的室在制作工艺上较困难, 用减小 s 值来得到好的时间分辨就受到限制。

六、结 语

实验表明, 延迟时间分布谱的主峰主要是由阳极丝附近的电子所形成的先到脉冲所构成; 谱的长尾巴, 对一定混合气而言, 主要与 L 有关。

实验又表明, $\Delta t-V_0$ 曲线的恒定值平段, 前一部份是处在正比室的非线性工作区 (约 100—200V), 而后一段处于正比室的电晕放电区。

对李德平同志在工作中给予的关心和指教表示衷心感谢。

参 考 文 献

- [1] G. Charpak et al., *Nucl. Instr. Meth.*, **80** (1970), 13.
- [2] D. Schilly et al., *Nucl. Instr. Meth.*, **97** (1971), 221.
- [3] C. Bemporad et al., *Nucl. Instr. Meth.*, **80** (1970), 205.
- [4] G. Charpak, *Ann. Rev. Nucl. Sci.*, **20** (1970), 213.
- [5] 彭华寿、李忠珍等, *高能物理与核物理*, **3** (1979), 342.
- [6] B. B. Rossi and H. H. Staub, *Ionization chambers and counters* p. 14 (1949).
- [7] J. Sharpe, *Nuclear Radiation detector*, (1964), p. 67.

MEASUREMENT OF DELAY TIME DISTRIBUTION OF MULTI-WIRE PROPORTIONAL CHAMBERS

YU CHEN LO KAI-YUAN PENG HUA-SHOU

LI ZHONG-ZHEN TIAN DE-YUAN

(*Institute of Atomic Energy, Academia Sinica*)

HU JIA-WEI

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

ABSTRACT

Delay time distribution of MWPC has been measured systematically, and experimental results have roughly analyzed.