

多丝正比室的气体放大

彭华寿 李忠珍 田德源 罗开元 于宸 张鉴

(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

本文测量了多丝正比室的气体放大,将 Diethorn 关系式引入多丝正比室,并进行了实验验证. 结果表明,对所研究的混合气而言, Diethorn 关系式也适用于多丝正比室.

一、前 言

G. Charpak 等人曾引进 Korff 关系式于多丝正比室,并在个别情况与实验值进行了比较,但偏离较大^[1];其次, Korff 关系式中的 V_0 值,只有在某一种具体结构和混合气下才能从实验中得到,这就决定了这个关系式缺乏普遍性,难于用它来作为定量设计的基础; V_0 是开始产生雪崩的阈电压,由于在开始电子雪崩的一段范围内气体放大随工作电压的变化是很缓慢的,因此 V_0 值的确定也是很不准的. Diethorn 关系式^[2]就能避免上述缺点. 我们将 Diethorn 关系式引伸入多丝正比室,通过对所采用的几种混合气的测量,证实了 Diethorn 关系式也适用于多丝正比室,并测出了它们的气体特性常数.

二、室 结 构

室的灵敏面积是 100 毫米 × 100 毫米,结构示意图见图 1. 阳极平面是用直径为 25

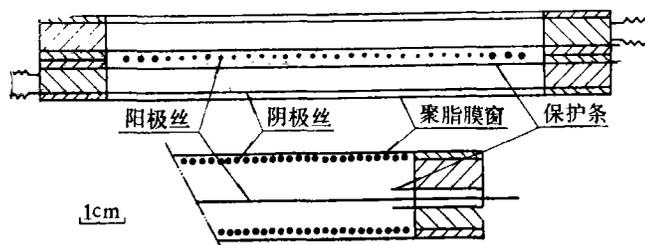


图1 多丝正比室结构示意图

微米或 50 微米的镀金钨丝组成,丝距 S 有 2、3、4、6 毫米四种,阴极平面是由直径约 100 微米的铜铍丝或不锈钢丝构成,丝距为 1 毫米。阴阳极间距 L 有几种尺寸,在 6.5 毫米到 11 毫米之间,在阳极平面的两端分别加黄铜保护条,而阳极平面的两边加二至三根 100 微米直径的铜铍丝。窗是用 15 微米或 27 微米厚的聚脂薄膜,窗与阴极平面相距 1.5 至 2 毫米。工作气体是流动式的(实验中主要用 $\text{Ar} + 5\% \text{CO}_2$; $\text{Ar} + 15\% \text{CO}_2$; $\text{Ar} + 30\% \text{CO}_2$; $\text{Ar} + 10\% \text{CH}_4$ 和 $\text{Ar} + \text{Methylal}$ 五种混合气)。常用的工作流量约 50 毫升/分。阴阳极间的分层板大多数是用环氧玻璃布板做成。

实验中使用的多丝正比室的几何参数列于表 1。

三、气体放大

1. 测量方法

测量所用的电子线路方框图如图 2 所示。脉冲产生器是输出幅度 0—1 伏的水银开关产生器;前级放大器的均方根噪声小于 10 微伏;放大器的总增益在 40 到 9.2×10^4 范围内可调,微分时间常数 2.3 微秒、积分时间常数 0.38 微秒。

校正电容的电容值为 0.92 微微法。脉冲产生器除了用来随时监视仪器的漂移外,它还和校正电容一道用来校正多丝正比室的电荷脉冲 q , 根据产生一离子对所需的能量值 $w^{[3]}$, 可得到 Fe^{55} 在室中产生的原电离电荷值 q_0 , q/q_0 即为气体放大值 A 。

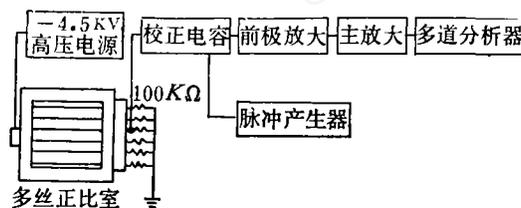


图 2 测量气体放大电子线路方框图

2. 测量结果

用 Fe^{55} 源测量了气体放大 A , A 与工作电压 V_0 的关系典型曲线示于图 3。在五种混合气中,在较低的工作电压区域内 $\ln A - V_0$ 遵守直线关系,再增加电压,就进入有限正比区,继续增加电压,气体放大就不再增加。

3. Diethorn 关系式适用于多丝室的验证以及气体特性常数的测定

普通正比管中的 Diethorn 关系式引伸入多丝正比室的关系式为:

$$\frac{\ln A}{2CV_0} = \frac{\ln 2}{\Delta V} \left[\ln \left(\frac{2CV_0}{Pa} \right) - \ln K \right]$$

其中 C 为多丝室单位长度电容, $C = \frac{1}{2 \left(\frac{\pi l}{S} - \ln \frac{2\pi a}{S} \right)}$ 。

ΔV 和 K 为气体特性常数。

对五种混合气测量的气体放大,并用 $\frac{\ln A}{2CV_0}$ 对 $\ln \left(\frac{2CV_0}{Pa} \right)$ 为坐标作图示于图 4 和图 5。可见,不同参数的多丝室的实验值都落在同一直线上,说明所取实验值都可以用

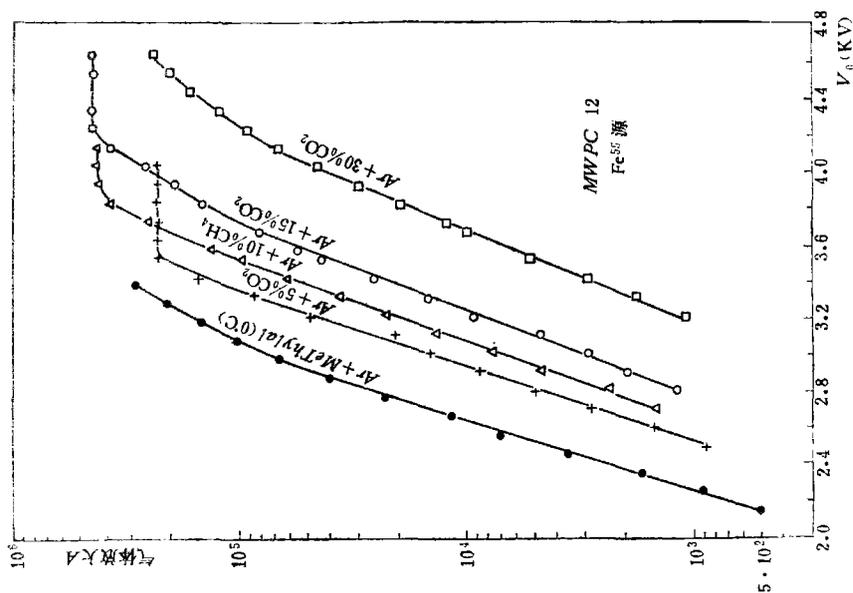


图3 气体放大——工作电压曲线

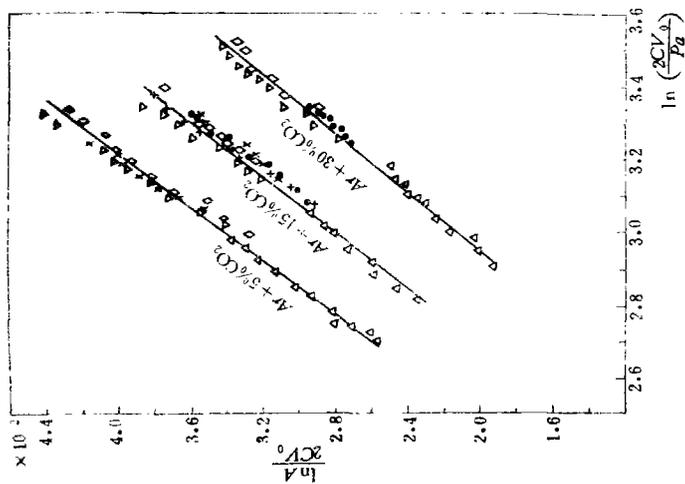


图4 $\frac{\ln A}{2CV_0}$ 对 $\ln\left(\frac{2CV_0}{P_0}\right)$ 作图

- MWPC15
- △ MWPC11_{S6} × MWPC8
- ▽ MWPC12
- ◇ MWPC4T + MWPC6T

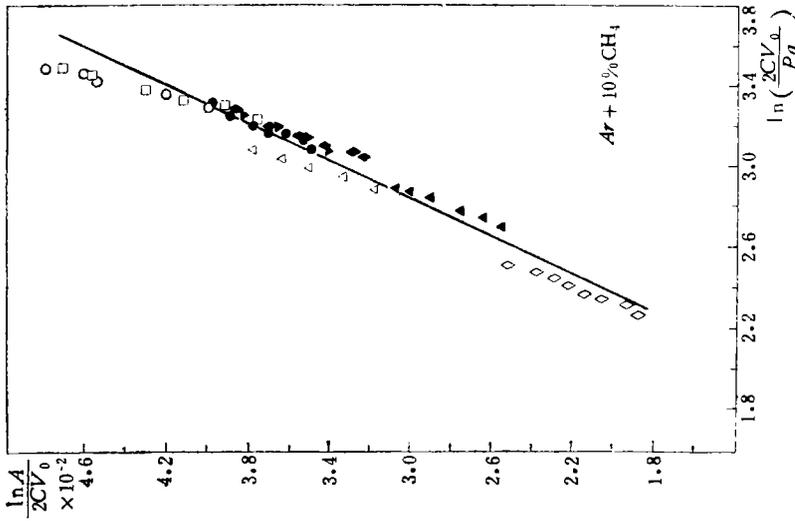


图 6 单丝管与多丝管统一由 $\frac{\ln A}{2CV_0}$ 对 $\ln\left(\frac{2CV_0}{P_0}\right)$ 作图

\circ 1[#] Bc 窗单丝管 \square 2[#] Bc 窗单丝管 \triangle 4[#] Bc 窗单丝管
 \diamond 3[#] Bc 窗单丝管 \bullet MWPC8 MWPC11s₆ \blacklozenge MWPC4T \blacktriangledown MWPC12

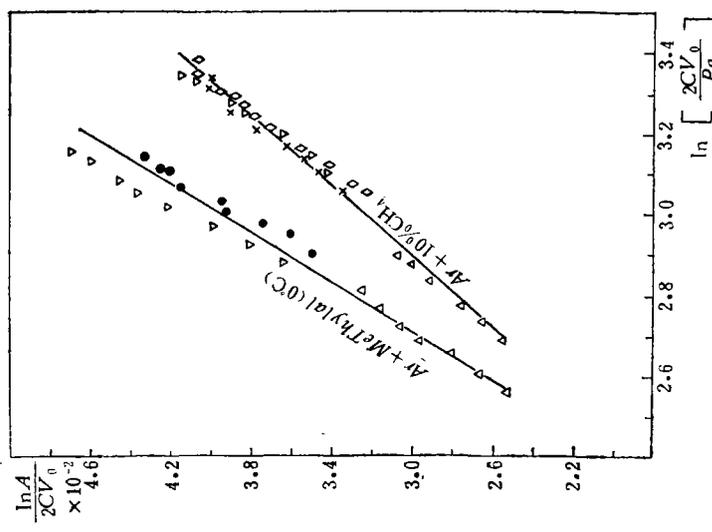


图 5 $\frac{\ln A}{2CV_0}$ 对 $\ln\left(\frac{2CV_0}{P_0}\right)$ 作图

\bullet MWPC15 \times MWPC8 \triangle MWPC11s₆
 \diamond MWPC4T ∇ MWPC12

Diethorn 关系式来描述。利用最小二乘法处理,从斜率和截距确定气体特常数 ΔV 和 K , 所得数据列于表 2。

表 1 实验用多丝正比室的几何参数

室号	阳极丝直径 (微米)	阳极丝距 S (mm)	极间距离 L (mm)	阴极丝直径 (微米)	单位厘米电容 C (10^{-2}cm)
11 ₆₆	50.7	6	9.9	100	5.68
8	25.4	3	10.4	100	3.44
12	25.4	3	8	100	3.97
15	25.4	2	8.6	100	2.98
6T	25.4	3	6.6	100	4.75
4T	25.4	4	6.8	100	5.50

表 2 测量的气体特性常数 $\Delta V, K$ 值

混合气	$W(\text{eV})$	$\Delta V(\text{V.})$	$K(\text{V/mm} \cdot \text{mmHg})$
Ar + 30%CO ₂	29.0	28.2±0.1	8.58±0.58
Ar + 15%CO ₂	27.7	27.8±0.1	6.57±0.46
Ar + 5%CO ₂	26.6	25.4±0.1	5.76±0.26
Ar + 10%CH ₄	26.7	30.3±0.1	4.86±0.28
Ar + Methylal(0°C)	26.2	20.9±0.2	6.07±0.51

4. Diethorn 关系式对多丝正比室和普通正比管的通用性

为验证 Diethorn 关系式对多丝正比室和普通正比管的通用性,我们对充 Ar + 10% CH₄ 的四只铍窗管的气体放大进行了测量,并将它们的数据与多丝正比室的数据描于图 6。所有数据点基本上落在一直线上。

四、结 语

我们将 Diethorn 关系式引入多丝正比室,在 Ar + 30%CO₂、Ar + 15%CO₂、Ar + 5%CO₂、Ar + 10%CH₄ 和 Ar + Methylal 五种混合气下,从实验上验证了 Diethorn 关系式适用于多丝正比室,并测定了相应的气体特常数 ΔV 和 K ,这就给多丝正比室的输出幅度与室参数提供了合适的定量关系式。同时,在 Ar + 10%CH₄ 下也验证了 Diethorn 关系式对单丝正比管与多丝正比室的通用性。

对李德平同志在工作中给予的关心和指教表示谢意。

参 考 文 献

- [1] G. Charpak, *Ann. Rev. Nucl. Sci.*, **20** (1970), 195.
- [2] W. A. Diethorn, NYO-6628 (1956).
- [3] C. E. Klots, *J. Chem. Phys.*, **46** (1976), 3468.

GAS GAIN OF MULTI-WIRE PROPORTIONAL CHAMBERS

PENG HUA-SHOU LI ZHONG-ZHEN TIAN DE-YUAN

LO KAI-YUAN YU ZHEN ZHANG JIAN

(Institute of Atomic Energy, Academia Sinica)

HU JIA-WEI

(Institute of High Energy Physics, Academia Sinica)

ABSTRACT

The gas gain of multi-wire proportional chamber (MWPC) thead been measured. Diethorn equation was introuced into MWPC and verified in our experiments. The results obtained show that for the mixed gases to be studied, Diethorn equation is also suitable for MWPC.