

多 丝 正 比 室

沈长铨 李光华 张国华 范贞子

(中国科学院高能物理研究所)

摘 要

建成了一个灵敏体积 $310 \times 110 \times 176 \text{ mm}^3$ 的带有大漂移空间的多丝正比室,对于 ^{55}Fe 的 5.9 keV X 射线,能量分辨率 22%,可作为 3—30 keV X 射线的大面积高效率正比探测器。

一、引 言

多丝正比室和漂移室已经成为今天使用最广泛的带电粒子和 X 射线探测器之一。根据不同的使用需要,很多类型的室应运而生^[1]。我们的室在 16 mm 厚的多丝正比室上增加 160mm 长的漂移空间,从而提高了对 X 射线的探测效率,扩展了探测能区,同时保持了良好的能量分辨率。使用廉价的 Ar 气,对于 3~30 keV 的 X 射线,有较好的能量分辨率,较高的探测效率和大的探测面积;如果改充 Xe 气,则可把能区扩展至约 100 keV。

漂移空间的引入,也扩大了带电粒子和 X 射线电离产物空间分布的差异,并把这种空间差异转化为输出脉冲时间特性的差异,为探测穿越辐射 (transition radiation) 提供了很有希望的新途径。

二、结 构

多丝正比漂移室的结构如图 1 所示。下端是一个多丝正比室。阳极丝平面由直径 $25\mu\text{m}$ 的镀金钨丝以 4mm 间距均匀布列,每丝张力 55 克。二个阴极丝平面和一个漂移场丝平面均由直径 $76\mu\text{m}$ 的镀金钨丝以 1mm 间距均匀布列,每丝张力为 150 克。有效长度 320mm 的阴极丝与阳极丝垂直,漂移场丝和阳极丝平行,有效长度均为 120mm。室的有效探测面积为 $310 \times 110 \text{ mm}^2$ 。二个阴极面与阳极面间距都是 8mm,漂移场丝平面与相邻的阴极面间有 160mm 的漂移距离。在这个距离上四周每隔 20mm 有一个铜片环,各环通以递减的负高压;电压值通过测试模拟电场实验选定,它使边缘电场的不均匀区域尽可能地小。

两端薄窗是涤纶薄膜。室的框架由环氧树脂玻璃纤维布板制成,具有良好的电绝缘性能和机械性能。板间接缝处用真空橡皮圈保证室的气密性。整个室用螺钉装配,可拆

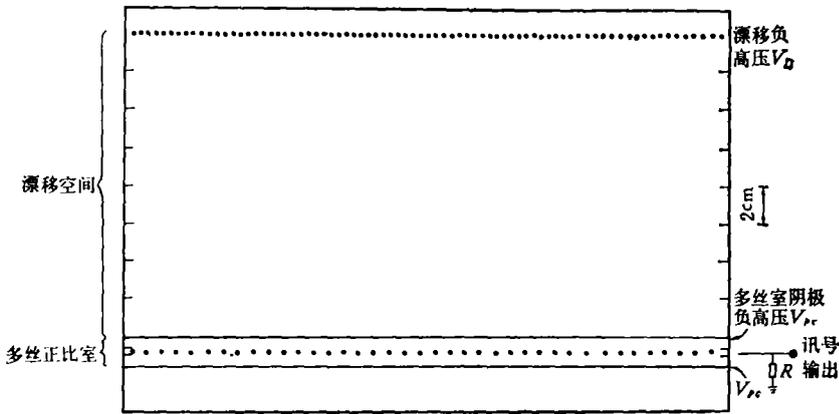


图1 多丝正比漂移室纵断面结构示意图

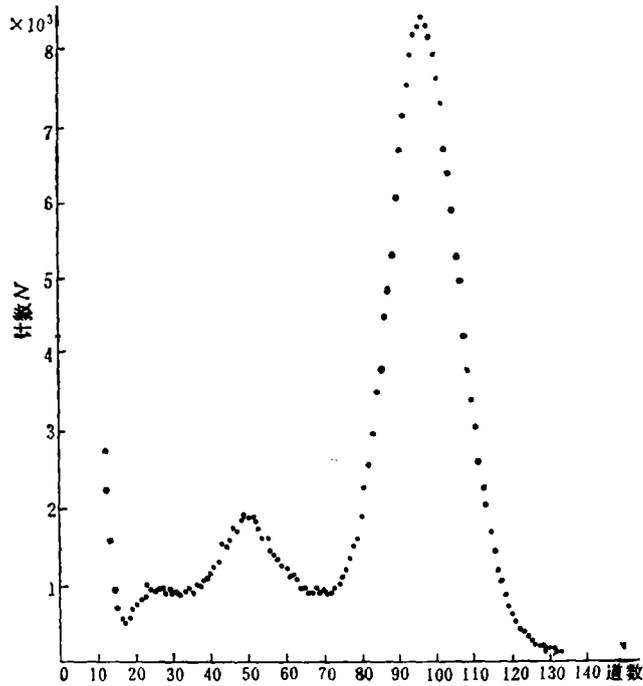


图2 测得的 ^{55}Fe 5.9 keV X射线能谱
(9.7% CH_4 + 90.3% Ar)

开修理和清洗。

三、性能

本室工作于流气状态,气压略高于海平面大气压约 1 g/cm^2 。分别用下列两种工作气体进行了性能测试:

A: 9.7% CH_4 + 90.3% Ar ,

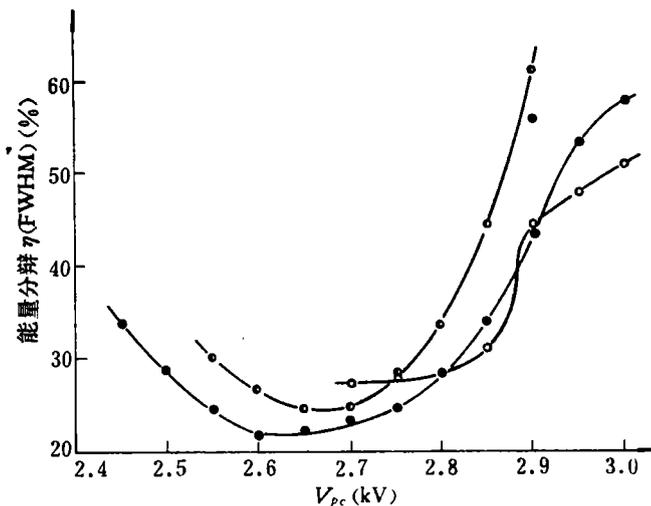


图 3 对 5.9 keV X 射线的能量分辨率 η (FWHM) 与阴极电压 V_{PC} 关系

- 9.7% CH₄ + 90.3% Ar, R = 51K Ω
- 9.7% CH₄ + 90.3% Ar, R = 510 Ω
- 9.4% CO₂ + 90.6% Ar, R = 51 K Ω
- 9.4% CO₂ + 90.6% Ar, R = 510 Ω

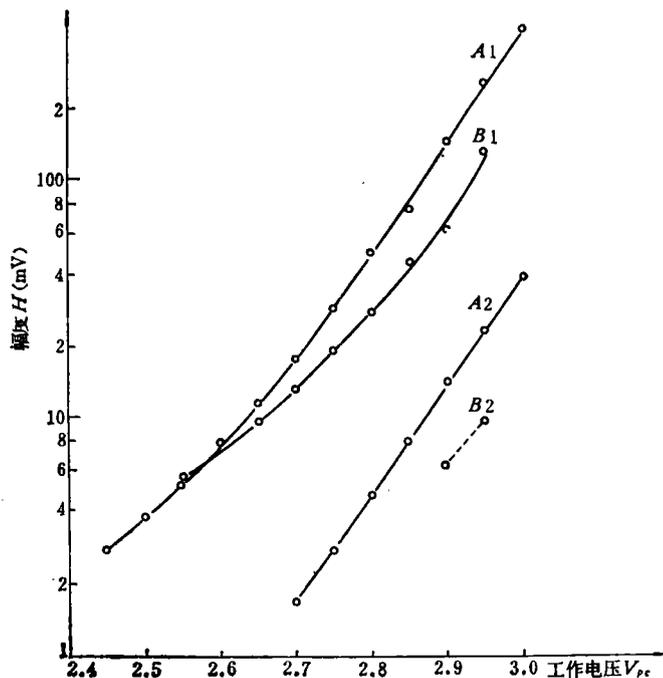


图 4 5.9 keV 全能峰相应的输出脉冲幅度 H 与工作电压 V_{PC} 的关系

- A1: 9.7% CH₄ + 90.3% Ar, 输出电阻 R = 51K Ω
- A2: 9.7% CH₄ + 90.3% Ar, 输出电阻 R = 510 Ω
- A3: 9.4% CO₂ + 90.6% Ar, 输出电阻 R = 51 K Ω
- A4: 9.4% CO₂ + 90.6% Ar, 输出电阻 R = 510 Ω

B: 9.4% CO₂ + 90.6% Ar.

漂移高压 $V_D = 8.0$ kV 加于漂移场丝上。漂移区电场强度为 $E_D = 0.43$ V·cm⁻¹·mmHg⁻¹。多丝正比室阴极电压 $V_{PC} = -2.45 \sim -3.00$ kV。测得 ⁵⁵Fe 的 5.9keV X 射线能谱如图 2 所示。用不同的输出电阻 R , 对于不同的 V_{PC} 测 ⁵⁵Fe 能谱, 得出能量分辨率 η (FWHM) 与 V_{PC} 关系曲线如图 3, 5.9keV 的全能峰相应的输出脉冲幅度 H 与 V_{PC} 的关系曲线如图 4。由图 3 可见, 对于 5.9keV 的 X 射线, 本室可达到 22% 的能量分辨率。

特别要指出由于本室的漂移距离较长, 对工作气体纯度要求很高, 不能混入负电性气体(例如 O₂ 和 H₂O)。对于上述 A, B 两种工作气体, 在上述漂移电场中的漂移速度分别为 4.7cm/ μ s 和 2.2 cm/ μ s。可以估算^[2], 如果混入 1% 氧气, 则电子漂移 16cm 将分别损失掉 0.2 和 0.8 份额。实验中也明显地看到, 每次刚开始通入工作气体时, 输出脉冲幅度比正常工作时小很多, 能量分辨率也很差。每次开始实验前必须大流量地通以工作气体相当长一段时间, 才能使室处于正常工作状态, 这显然是由于停止工作期间室内外气压相同, 室内漏进了少量的 O₂ 和 H₂O。

作者感谢何泽慧先生、霍安祥同志的支持, 中国科技大学陈宏芳、张逸群同志的热情帮助和谭伦昌、况浩怀同志的有益讨论。

参 考 文 献

- [1] G. Charpak, *IEEE, Trans. on Nucl. Sci.*, NS-22(1975), 269.
 [2] F. Sauli, *Principles of Operation of Multiwire Proportional and Drift Chambers* (CERN, 1977).

MULTIWIRE PROPORTIONAL DRIFT CHAMBER

SHEN CHANG-QUAN LI GUANG-HUA ZHANG GUO-HUA FAN ZHEN-ZI

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

ABSTRACT

A Multiwire proportional chamber with a large drift space has been made. Its sensitive volume is $310 \times 110 \times 176$ mm³, the energy resolution is 22% (FWHM). It may be used as a efficient detector which can detect the X-ray in the region of 3—30 keV on a large area, for example, the transition radiation in the X-ray region.