

# 氧、氮杂质气体对漂移室讯号特性的影响

王运永 卢新华 宣百辞 谢佩佩 马基茂

(中国科学院高能物理研究所)

## 摘 要

使用 Ar + CH<sub>4</sub> 混合气体使漂移室运转,研究了氮、氧及空气杂质含量对漂移室的输出脉冲幅度、能量分辨率、计数率及计数率坪阈电压的影响。对几种不同输气管道材料的渗透效应也进行了比较。

## 一、引 言

在研究制造多丝正比室及漂移室的过程中,我们曾经观测到输出脉冲幅度随流气时间的长短而变化。这是由于室内残留的空气(称之为空气杂质)造成的。随着流气时间的加长,室内的残留空气越来越少。输出脉冲幅度趋于稳定。在研究漂移室的寿命问题时,我们发现:杂质气体起了极其重要的作用<sup>[1]</sup>。因此我们认为,工作气体中杂质的影响是一个值得研究的问题。

漂移室是以流气方式工作的,大多数采用涤纶薄膜作密封窗。在供气系统中还有一系列的阀门和管道。由于渗透吸附等作用,工作气体中不可避免地要混入一些空气杂质。定量地研究空气杂质对漂移室性能的影响是设计漂移室及其供气系统时需要考虑的一个问题。漂移室特别是大型谱仪上的漂移室系统气体的消耗量是十分巨大的。而气体的价格随纯度的增加急剧增加,为了选择合适的纯度,研究气体中杂质的影响还是很有必要的。

本实验使用 90.8%Ar + 9.2%CH<sub>4</sub> 做工作气体,分别研究了其中不同浓度的 O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub> 及空气杂质对漂移室的主要性能如:输出脉冲幅度、能量分辨率、计数率及计数率坪阈电压的影响。比较了乳胶管、聚乙烯管、橡皮管及不锈钢管的渗透作用。

## 二、实验设备及步骤

### 1. 漂移室

实验中使用的多丝型单面漂移室。有效面积为 300 × 300mm<sup>2</sup>[1]。利用 <sup>55</sup>Fe 源测量计数率坪曲线,从而选定室的工作电压为 -1250V,此时漂移室工作于正比区。测得的 <sup>55</sup>Fe 5.9keV x 射线能谱如图 1 所示。全能峰与逃逸峰道位之比为 2:1。

## 2. 气体分析系统

流出室的气体成份由气相色谱仪(北京分析仪器厂 SP-2305 型)和微量氧分析器(南京分析仪器厂 DH-3C 型)串联测定。前者可分析氧、氮的含量,后者只测微量氧(0—500ppM)。两台仪器测定的相对误差 $\leq \pm 10\%$ 。

## 3. 实验步骤

漂移室先通入工作气体以便带出残留于室内的空气。取样分析氧、氮杂质的含量,当氧的含量低于 240ppm 时,注入氮杂质(或是当氮含量小于 500ppm 时注入氧杂质)然后通入工作气体,使杂质浓度变化。并用气相色谱仪及微量氧分析仪测量杂质含量,同时测量漂移室参数。当以空气为杂质时,不必预先通入工作气体。

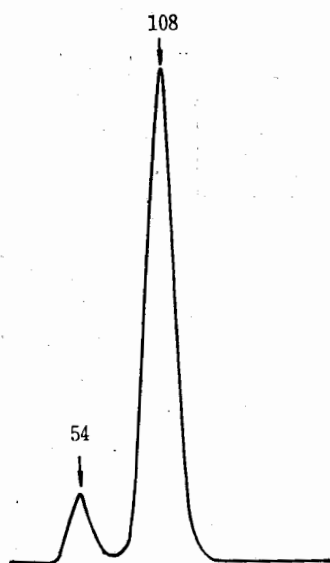


图 1  $^{54}\text{Fe}$  5.9keV x 射线能谱

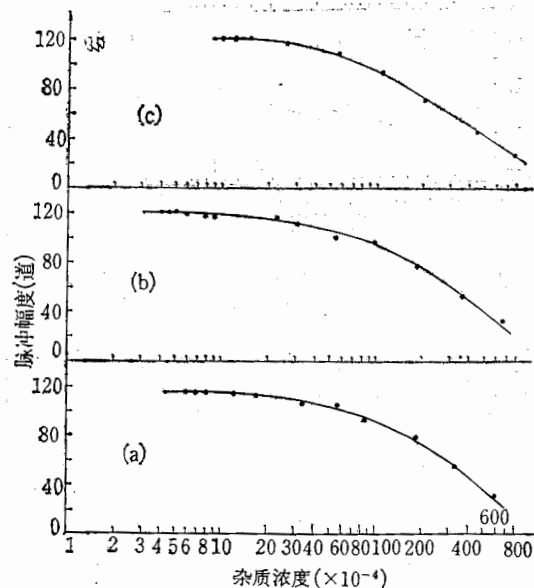


图 2 输出脉冲幅度随氮 (a)、氧 (b) 及空气 (c) 杂质浓度的变化

## 三、实验结果

### 1. 对输出脉冲幅度的影响

以 90.8% Ar + 9.2% CH<sub>4</sub> 为工作气体,工作电压为 -1250V,在不同的氧、氮及空气杂质浓度下,分别测量输出脉冲幅度,结果如图 2 所示。可以看出:随着杂质浓度的减小,输出脉冲幅度增大,当氧的含量小于 500ppm 时,输出脉冲幅度趋于一个常数。幅度随氮浓度的变化率比氧快。

## 2. 对能量分辨率的影响

以 90.8% Ar + 9.2% CH<sub>4</sub> 为工作气体, 取工作电压为 -1250V, 定义 <sup>55</sup>Fe 源 5.9keV

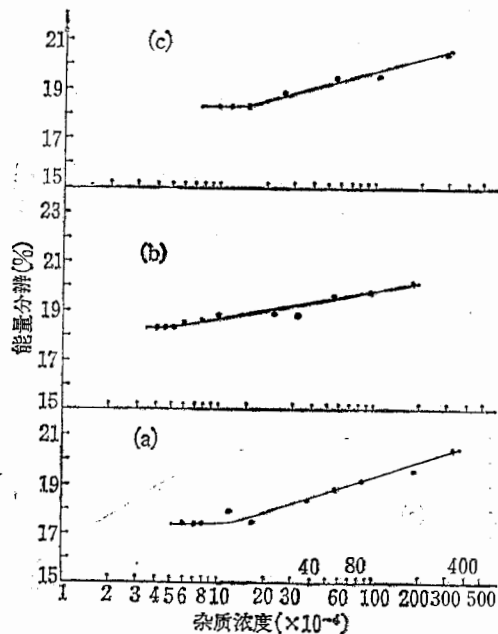


图3 能量分辨率随氮(a)、氧(b)及空气(c)杂质浓度的变化

浓度的减少而减小。在含量小于 0.5% 时达到一个常数。也就是说, 如果只用做计数器, 这些杂质的允许量还是较高的。

## 4. 计数率的变化

以 90.8% Ar + 9.2% CH<sub>4</sub> 为工作气体, 工作电压为 -1250V, <sup>55</sup>Fe 源经过准直之后置于距阳极丝 4mm 处, 分别测量计数率随 N<sub>2</sub>、O<sub>2</sub> 杂质浓度的变化。每点测 2 次, 取算术平均值。测量结果表明: 随杂质浓度的减少, 计数率略有增加, 当含量小于 0.5% 时, 在误差范围之内, 计数率保持不变, 这与计数率坪阈电压变化的测量结果是一致的。

## 5. 管道材料的比较

漂移室供气系统中往往有很长的输气管道。由于渗透作用, 会给工作气体中带进空气杂质, 影响漂移室的性能。因此选择合适的材料做输气管道是很重要的。本实验把预先配制且装于瓶中的工作气体分别通过不锈钢管、聚乙烯管、乳胶管及橡皮管, 它们的内径为  $\phi 5$ , 外径为  $\phi 7$ , 待平衡之后, 利用微量氧分析仪测量氧的含量, 结果如表 6 所示。可以看出, 不锈钢管最好, 可认为基本上无渗透, 2.5ppm 的含氧量是钢瓶中工作气体的本底值。聚乙烯管比乳胶管要好得多, 橡皮管也比乳胶管好。由于乳胶管柔软, 好连接, 有些人喜欢用它。但当输气管道较长时应引起警惕。

的 x 射线的全能峰半高宽 (FWHM) 与峰位之比为能量分辨率, 测量了 O<sub>2</sub>、N<sub>2</sub> 及空气杂质对能量分辨率的影响, 结果如图 3 所示。可以看出: 当 N<sub>2</sub>、O<sub>2</sub> 及空气杂质浓度较高时, 能量分辨率的提高随杂质含量的减少按指数规律变化。当氧的含量小于 500ppm, 氮的含量小于 800ppm, 空气的含量小于 1300ppm 时, 能量分辨率基本上达到一个常值。能量分辨率随氮浓度的变化速度比氧快。

## 3. 对计数率坪阈电压的影响

漂移室输出脉冲的计数率随其工作电压而变化, 且有很好的“坪”特性。定义计数率突变时(坪曲线的“肩”部)的工作电压为计数率坪的阈电压  $V_s$ <sup>[2]</sup>, 测量了  $V_s$  随氮、氧及空气杂质浓度的变化。结果表明: 计数率坪的阈电压随 N<sub>2</sub>、O<sub>2</sub> 及空气杂质

表 1 不同材料的管子对氧含量的影响

材料名称	管子长度(米)	含氧量 (ppm)
不锈钢	1.2	2.5
聚乙烯	2.5	7.5
乳胶	2.5	25.0
橡皮	2.5	18.0

#### 四、结 束 语

工作气体中的杂质成分是不同的,而且会对漂移室的多种性能发生影响,本实验的结果可以看出:

1. 工作气体中氮的含量小于 800ppm, 氧的含量小于 500ppm 时, 它们对漂移室的脉冲幅度及能量分辨率无显著影响。
2. 氮或氧的含量小于 0.5% 时, 对计数率及计数率坪阈电压无显著影响。
3. 输气管道最好采用不锈钢等金属材料。
4. 氮的影响值得重视。对脉冲幅度及能量分辨率而言, 它的最高允许量只为氧的 2 倍左右。而在空气中氧氮的含量之比约为 1:4。因此在运行漂移室或采用循环回收供气系统时, 需要考虑氮的问题。

感谢漂移组同志的支持和帮助。

#### 参 考 文 献

- [1] 马基茂, 王运永等, 高能物理与核物理, 9(1985), 273.  
 [2] Tamahi Watanabe et al., Nucl. Instr. and Meth., 178(1980), 121.

### THE INFLUNCES OF IMPURITIES IN GAS MIXTURE UPON THE SIGNAL PERFORMANCES OF THE DRIFT CHAMBER

WANG YUN-YONG LU XIN-HUA XUAN DAI-CI XIE PEI-PEI MA JI-MAO  
 (Institute of High Energy Physics, Academia Sinica)

#### ABSTRACT

Operating the drift chamber with the gas mixture of Ar+CH<sub>4</sub>, some performances of the drift chamber such as the pulse heights, the energy resolutions, the counting rates and the thresholds of the counting rate plateau have been measured under the different components of the nitrogen, oxygen and air in the gas mixture respectively. The permeability of different materials which used to make the gas pipeline have also been compared.