

液化石油气粒子探测器

杜远才 李建平 刘曙东 唐鄂生 李向程

(中国科学院高能物理研究所) (中山大学)

摘 要

我们首次用液化石油气制成粒子探测器。它工作在 SQS 方式。如果把它作为探测器单元之一应用于正、负电子对撞机谱仪或其他高能谱仪,可大幅度降低造价和运行费用。它还可以用于低能核技术、保健物理、环境保护等领域。

一、引 言

当气体放电粒子探测器的工作气体的状况(种类、混合成份、气压等)改变时,往往可以导致奇妙的结果。几年之前发现,当猝灭性气体在工作气体中的比例超过一半时,出现一种新的放电现象——自猝灭流光(SQS)放电,并且已经利用这种新的放电机制研究成功了 SQS 探测器^[1]。我们在研究 SQS 探测器时^[2-4]注意到,工作气体中起猝灭作用的异丁烷的比例(压力比)可以由 50% 变到 78% 而不明显影响其性能。别的作者^[1,5]不用异丁烷而用甲烷或乙烷也可以使探测器工作在 SQS 方式。由此可见,只要限制在一定的范围之内,工作气体的状况也允许一定的可变性(起猝灭作用的成份可由 $CH_4 \rightarrow C_4H_{10}$, 其比例可由 50% \rightarrow 80%)。这种可变性使得有可能用比较便宜的液化石油气来代替较昂贵的提纯的猝灭性气体而节省开支。在这种思想指导下,我们使用了北京市煤气公司的液化石油气(主要成份为丁烷、丁烯和丙烷、丙烯)代替异丁烷来研制 SQS 探测器。我们的初步结果是令人兴奋的,由于 SQS 探测器将作为高能谱仪的单元工作在流气式,所以这种“代替”将节省大量的运行费用。由于工作气体的主要成份为液化石油气,所以我们称这种 SQS 探测器为液化石油气粒子探测器(类似于把充有卤素的 GM 计数管称为卤素计数管)。

二、工作原理、结构和性能

液化石油气粒子探测器的工作原理、结构和测试方法与文献[2]中的 SQS 探测器的相同,这里不再描述。经过初步测试,这种探测器的性能如下:

1. 输出脉冲波形

用快示波器 Tek. 485 对充石油气/氩(67/33)+ $H_2C(OCH_3)_2$ 的 SQS 管在 50 欧姆负载上的波形进行了观测。其波形与文献[2]中的完全相同:输出脉冲的上升时间为³至 5 毫微秒,半高度上的全宽度约为 30 毫微秒,幅度约 100 毫伏。

本文 1982 年 7 月 19 日收到。

9
8
7
6
5
4
3
2
10
2

2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100

果把它
幅度降
域。

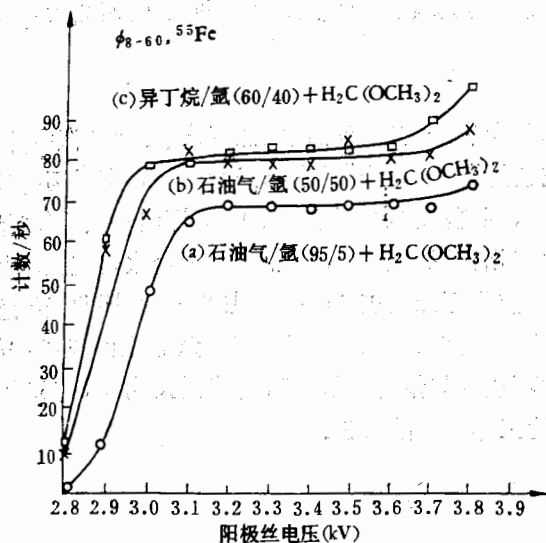


图1 液化石油气粒子探测器的坪曲线

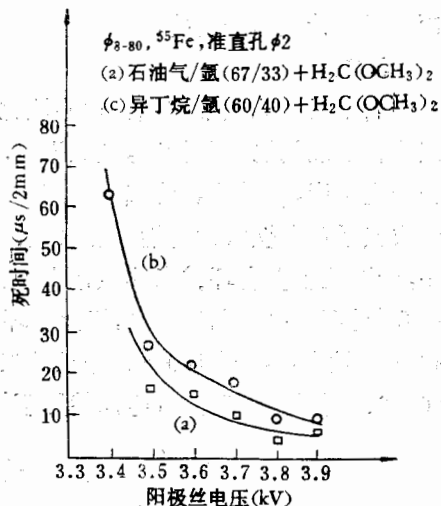


图2 液化石油气粒子探测器的局部死时间与工作电压的关系

这时,往往可
一半时,出现
机制研究成
灭作用的异
以不用异丁
一定的范围
>C₄H₁₀,其比
替较昂贵的
公司的液化
我们的初步
所以这种代
去我们称这种
为卤素计算

2. 坪曲线

液化石油气粒子探测器的坪曲线如图 1 中曲线 (a) 及 (b) 所示。为了比较,我们引入了异与烷丁氩混合作为工作气体时的坪曲线(图 1 中曲线 (c))。

由图 1 可见,这两条坪曲线是很相似的,都有大约 600V 的坪宽。

3. 死时间

像我们在文献[2]所述,我们还是用双源法对液化石油气粒子探测器的局部死时间进行了测量。为了便于比较,我们仍用文献[2]中测量死时间的装置,但工作气体改为石油气/氩 (67/33) + H₂C(OCH₃)₂。所得结果如图 2 中曲线 (a) 所示。

图 2 中的曲线(b)引自文献[2]。

由图 2 可见,液化石油气粒子探测器的局部死时间与异丁烷的 SQS 探测器的相似,在工作区也约为几微秒/2mm。

4. 计数率的稳定性

把探测器的外介条件固定,测量其计数率随时间的变化。结果如图 3 所示。由图 3 可见计数率随时间的变化可以认为在统计误差范围之内,就是说,是不变的。为了比较,

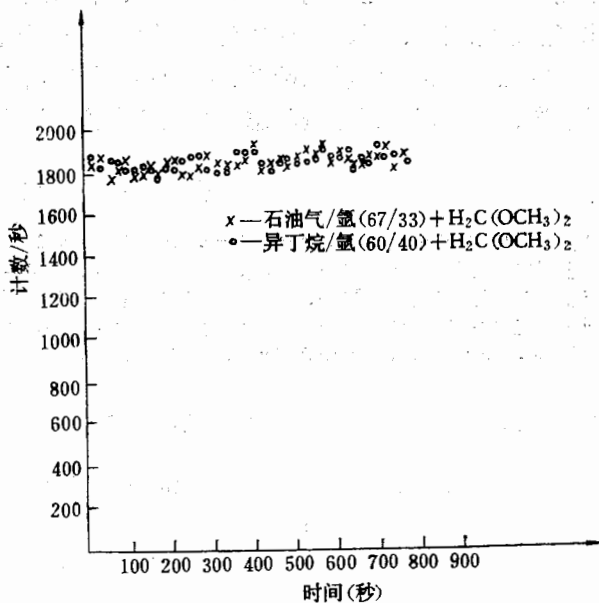


图3 液化石油气粒子探测器的计数率随时间的变化曲线

S探测器的
管在 50 欧
上升时间为

也引入了异丁烷/氙 (60/40) + $\text{H}_2\text{C}(\text{OCH}_3)_2$ 的探测器的数据. 这说明液化石油气粒子探测器的计数是稳定的.

5. 效率

由于目前北京市煤气公司的液化石油气含有一定数量的负电性气体(如水蒸汽等. 按照液化石油气的质量标准, 应该没有.), 它会把“种子电子”吸附起来而成为负离子因而不能产生雪崩, 所以纯石油气作为工作气体时, 探测器的效率低于 100%, 坪斜也较大(其程度依赖于负电性气体的性质和含量. 例如广州市民用的液化石油气由于含水及硫化氢太多, 所以几乎没有坪.) 当北京市煤气公司的液化石油气占 95%, 氙占 5% 时, 坪曲线已经很好(见图 1 中的曲线(a)), 但此时坪区的效率只有 85%. 当石油气与氙的比例变到 60/40 时, 效率已接近 100%, 能正常工作的石油气与氙的比例的可变范围大约为 67/33 到 50/50. 所以液化石油气能代替异丁烷作为工作气体的成份.

三、讨 论

由于我国各地炼油厂生产的液化石油气还没有标准化, 其成份(特别是负电性气体的含量)差别很大, 所以使用之前必须了解其成份并进行取样试验. 由于硫化氢有很强的腐蚀性, 所以应该使用低硫化氢的石油气. 有时还需要把石油气通过除去负电性气体和硫化氢的过滤装置. 当然, 如果液化石油气是符合质量标准的, 这些问题都不存在.

本工作得到王淦昌教授以及高能物理研究所和中山大学领导的关心和支持, 特此表示感谢. 作者还感谢方澄同志在观测输出脉冲波形时的帮助.

参 考 文 献

- [1] G. D. Alekseev, et al., *Nucl. Instr. and Methods*, **177**(1980), 385.
- [2] 杜远才, 李建平等, “自猝灭流光(SQS)探测器的研制结果”, 高能物理与核物理, (在排印中).
- [3] 李建平, 杜远才等, “Ag-SQS 脉冲中子探测器”, 科学通报(在排印中)(1982).
- [4] 杜远才, 李建平等, “SQS 放射性测量仪的研制”, 核电子学与探测技术, (在排印中)(1982).
- [5] M. Atac, et al., *Fermilab Report FN-339*(1981).

A NEW KIND OF PARTICLE DETECTOR USING PETROLIC GAS

DU YUAN-TSAI LI JIAN-PING LIU SHU-DONG TANG E-SHENG

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

LI XIANG-CHENG

(*Zhong Shan University*)

ABSTRACT

We have first developed a new kind of particle detector using petrolic gas, which is based on the SQS (Self-Quenching Streamer) discharge mode. It is possible to save a lot of money if this kind of detector will be used as some elements of high-energy spectrometer at electron-positron collider or other kinds of high-energy accelerators.

It is possible to use this kind of detector to low-energy Nuclear technology, health physics and environment protection regions, too.