

## 蓋格計數管中淬滅氣體之分解\*

李 德 平      仇 士 華

(中國科學院物理研究所)

### 提      要

氫-酒精計數管中壓力變化的測量結果指出,相應於放電中每一對離子,管內增加的氣體分子數在 5 到 10 間,且此數隨超過電壓的降低而增加。因此計數管的使用壽命不能僅以允許通過計數管的總電荷表示。

在自淬式蓋格計數管中,淬滅氣體的離子在陰極表面中和時即行分解,起了消除次級電子發射的淬滅作用。此外,在雪崩中,電子碰撞和光致分解,也使得淬滅氣體分子在陽極附近分解。這些分解使原來的淬滅氣體的含量減少,並可能生成有害的分解物,從而使自淬式計數管具有有限的使用壽命。

對於比較典型的管子, W. B. D. Spatz<sup>[1]</sup> 及 S. S. Friedland<sup>[2]</sup> 等工作證實了分解的現象,但對他們的數據還缺少數量上的分析。前者測得在酒精-氫計數管內的氣壓隨總計數次數而增加,按他的數據可算出每次計數使管內增加約  $2.3 \times 10^{11}$  個氣體分子(約  $7 \times 10^{-6}$  微米-毫升)。後者用質譜儀證明,在乙酸乙酯-氫計數管內,乙酸乙酯的量隨總計數次數而減少,可以算出每次計數減少了  $1.7 \times 10^{10}$  個乙酸乙酯分子。

較有意義的數值是分解的分子數與放電中產生的總離子數的比值。如果相應於(到達陽極的)每一個電子分解了  $s$  個淬滅氣體分子,而每個分子的分解最終可得到  $\bar{m}$  個穩定的氣態分子(顯然  $\bar{m} > 1$ , 考慮了可能產生的各種最簡單的分子,可知對於酒精  $\bar{m} < 4$ ), 則相應於每一個電子,管內氣體分子將增加

$$\Delta n = s(\bar{m} - 1)$$

表現為管內壓力的增加。根據前述數據,並利用一般計數管的每次計數的電荷與超過電壓的關係,可得到對乙酸乙酯  $s \doteq 5$  對酒精  $\Delta n \doteq 1.1 \times 10^2$ 。

鑑於 Spatz 給出的  $\Delta n$  值很高,我們重複了對酒精-氫管的實驗,但直接用電子管電路來記錄通過計數管的平均電流以便求出總電荷來計算  $\Delta n$ 。管內氣壓的變化是用裝在一對計數管之間的汞氣壓差計和測高顯微鏡來測讀的。圖 1 是其中的一組數據。由此可算出,當超過電壓為 110 伏時,在管內氣體成分顯著改變以前,

$$\Delta n \doteq 4.5.$$

我們還測量了在不同超過電壓下(或不同的每次計數的電荷)  $\Delta n$  的變化。其中較完整的數據是用裝有硅油氣壓差計的一對計數管測得的,因為這樣可以在計數管的使用壽命以內做出較多的數據。圖 2 表示其中的一組原始數據,圖 3 是由此算出的  $\Delta n$ 。可以看

\* 1957 年 8 月 9 日收到。

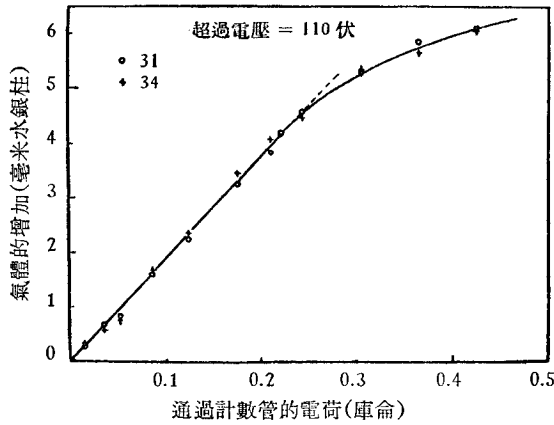


圖 1. 計數管使用過程中管內氣壓的增加

管號 31, 34 氣壓  $P_A=162$  毫米水銀柱  
酒精壓  $p=18$  毫米水銀柱 陽極半徑  $a=0.05$  毫米  
陰極半徑  $b=10$  毫米 陽極長  $l=80$  毫米  
體積  $v=44$  厘米<sup>3</sup>

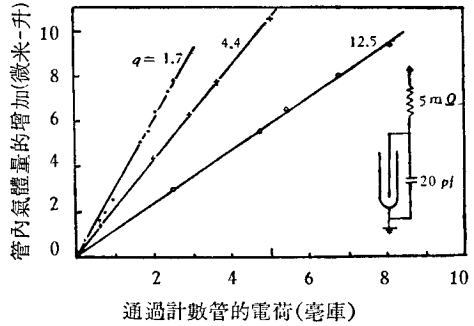


圖 2. 不同作用電壓下計數管內氣體量的增加

管號 101

$P_A=142$  毫米水銀柱

$p=18$  毫米水銀柱

$a=0.059$  毫米

$b=9$  毫米

$l=73$  毫米

$q$  為每次計數的電荷(單位  $10^{-10}$  庫侖)

出, 當超過電壓低時,  $\Delta n$  增大很快。(實驗過程中, 總計數約  $10^8$  次, 氣壓增加約為酒精分壓的 15%。我們還看到, 在同樣超過電壓下的每次計數的電荷經過實驗以後明顯地降低。) 應予指明, 在用汞氣壓差計的管中, 同樣可以看到  $\Delta n$  的增大。

以上的結果證明了:

(1)  $s > 1$ ;

(2) Spatz 的數據大了一個數量級;

(3) 淬滅氣體分解的現象是相當複雜的; 計數管的壽命也顯然不能用允許通過計數管的總電量來表示。

至於對  $\Delta n$  變化的解釋, 目前祇能作一些臆測。顯然, 在不同超過電壓下, 雪崩中電場變化的情況是不同的, 由於電場與氣壓之比  $E/P$  不同, 氣體分子的激發截面與電離截面之比亦隨之不同, 這樣就可以得到不同的  $s$  及  $\Delta n$ 。但  $\Delta n$  應有的變化的趨向, 由於  $E/P$  的變化很複雜, 還很難判斷。另一個可能的解釋是: 由電子碰撞和光致分解造成的原始分解碎片(多為自由根)均集中在陽極附近的極小區域內, 其濃度隨每次計數的電荷而增加, 可能增加了聚合成較大分子(或複合)的幾率, 因而使  $\bar{m}$  減少。假定當陽極的碎片聚合反應完全時, 對每一電子管內增加的分

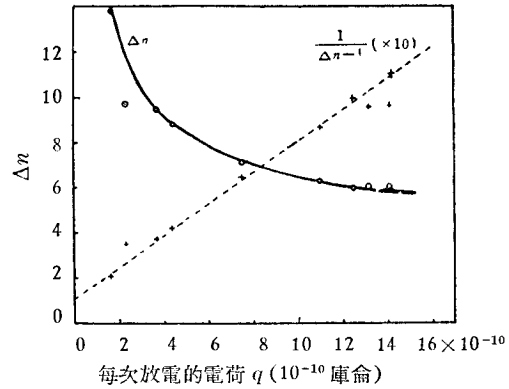


圖 3.  $\Delta n$  與每次計數的電荷  $q$  的關係

管號 101

子數為  $\Delta n_{\min}$ , 則  $\Delta n - \Delta n_{\min}$  將與未聚合的碎片數成正比; 而其倒數, 按兩體複合來考慮, 將與每次計數的電荷  $q$  成直線關係, 如圖 3 虛線所示 ( $\Delta n_{\min}$  假定為 4)。

至於進一步的分析尚有待於較多的數據。

### 參 考 文 獻

- [1] Spatz, W. B. D., *Phys. Rev.* **64** (1943), 239.
- [2] Friedland, S. S., *Phys. Rev.* **74** (1948), 898.

## ON THE DECOMPOSITION OF QUENCHING GAS IN G-M COUNTERS

LI TEH-PING    KIU SHIH-HUA

*(Institute of Physics, Academia Sinica)*

### ABSTRACT

Measurements of the pressure-rise in G-M counters filled with argon and alcohol indicate that, corresponding to each ion pair produced in the discharge, the increase in number of gaseous molecules due to alcohol decomposition, lies between 5 to 10. This number increases as the overvoltage is lowered. Thus the counting life of a counter can not be expressed merely in terms of quantity of electric charge passing through it.

Some possible explanations are discussed.