

THE DETERMINATION OF INTRINSIC RESONANT FREQUENCY OF THE PULSE CONDENSER

GUO QINGJIANG

(Institute of Atomic Energy, P. O. Box 275, Beijing)

ABSTRACT

It is proved circular that ω_0 is equal to $\sqrt{\omega_1\omega_2}$ in this article. Where ω_0 is the intrinsic resonant frequency in a series connected resonant circuit which consists of capacity C of a pulse condenser and its parasitic inductance L . The ω_1 and ω_2 is close to ω_0 and it is necessary to satisfy the following formulae, $\omega_1 < \omega_0 < \omega_2$ as well as $|\omega_1 L - (\omega_1 C)^{-1}| = |\omega_2 L - (\omega_2 C)^{-1}|$. It is more reliable to measure the parasitic inductance in a pulse condenser by means of this method, since no other components appear in the circuit.

Key words Pulse condenser, Parasitic inductance.

用双振荡仪测量死时间和符合分辨时间

吴学周 王载勇

(中国计量科学研究院, 北京)

关键词 死时间, 符合分辨时间, 双振荡仪。

一、前 言

$4\pi\beta$ - γ 符合, 包括 $4\pi\beta(\text{PC})$ - γ 符合、 $4\pi\beta(\text{PPC})$ - γ 符合和 $4\pi\beta(\text{LS})$ - γ 符合等是放射性核素活度计量学中最主要的测量方法, 死时间和偶然符合的修正是两项重要的修正。由于放射性活度测量正向高计数率发展, 因此, 准确测量死时间和符合分辨时间对于提高测量水平是十分重要的。

仪器的死时间往往和脉冲的幅度有关系。作为精密测量一般需要插入一个固定死时间线路, 这个线路需要稳定, 并和脉冲计数率及幅度无关。一般把它放在单道分析仪的后面, 其死时间的值要大于每台仪器的死时间。

测量死时间的方法有双脉冲、双源法、源-振荡仪法和双振荡仪法等。其中源-振荡仪法已广泛被国外计量部门所采用。

1965 年 Baerg^[1] 提议用频率为 L 的周期脉冲代替双源法中的一个源, 避免由于源位置变动而产生的影响。公式:

$$\tau = N_p^{-1} \{1 - [(N_{pv} - N_p)/v]^{1/2}\}, \quad (1)$$

其中, τ 为死时间, N_p 为观察源计数率, N_{pv} 为源和振荡仪组合观察计数率。

由于在推导过程中作了一些简化,因此式(1)不是严格有效的,但是当 $\nu < 1/3\tau$ 时,问题不算很大^[2]。其优点是因一个源是真实的,脉冲形状代表了源的脉冲形状。

1969年Müller^[3]在进行了严格数学分析的基础上提出了新的方法,即双振荡仪法测量死时间和符合分辨时间。作者曾利用国际计量局的双振荡仪和活度范围为6—150 kBq的⁶⁰Co源^[4]测量了国际计量局 $4\pi\beta(\text{PC})-\gamma$ 符合的死时间和符合分辨时间。结果证明此方法是可靠的。死时间和符合分辨时间的标准偏差均可达 1×10^{-4} ,它们引起的活度误差可以忽略不计。

1982年我们也曾用双振荡仪测量了死时间,其标准偏差可达 1×10^{-4} 。符合分辨时间可达 2×10^{-4} 。利用 $4\pi\beta-\gamma$ 符合测量国际计量局的标准源,活度范围为6—50 kBq,在 $\pm 0.2\%$ 以内和国际计量局 $4\pi\beta(\text{PC})-\gamma$ 符合测量值符合。进一步证明此法是可靠的。

二、原 理

测量死时间的原理图如图1所示。晶体振荡器经过分频后频率分别为 f_1 和 f_2 。分频数分别为 d_1 和 d_2 。当 f_1 和 f_2 小于 $\frac{1}{2\tau}$ 以及 f_1/f_2 为除不尽的数时,则死时间为:

$$\tau = \frac{t(n_1 + n_2 - n_3)}{2n_1n_2} \quad (2)$$

其中, n_1, n_2, n_3 分别为三个道测量时间 t 内的计数。

测量符合分辨时间原理图如图2所示,其公式为:

$$\tau_R = \frac{n_3 t}{2n_1 n_2} \quad (3)$$

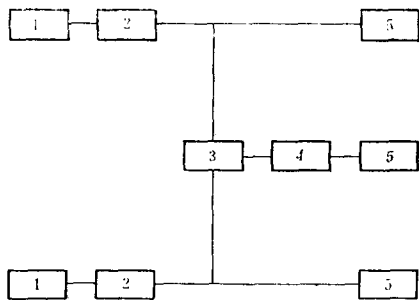


图1 测量死时间原理图

1——晶振; 2——分频; 3——相加器; 4——死时间; 5——定标器。

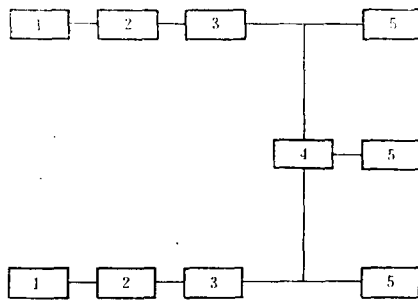


图2 测量符合分辨时间原理图

1——晶振; 2——分频; 3——甄别器; 4——符合; 5——定标器。

其中, τ_R 是符合分辨时间, n_1, n_2, n_3 分别为三个道测量时间 t 内的计数。

三、测 量 结 果

我们利用双振荡仪对液体闪烁法绝对测量 β 核素活度基准的死时间和符合分辨时间进行了测量。 β 道死时间 $\tau_\beta = (21.741 \pm 0.001)\mu\text{s}$, 测量 γ 道死时间 $\tau_\gamma = (21.9460 \pm$

$0.0004\mu\text{s}$, 测量符合道分辨时间 $\tau_R = (1.2639 \pm 0.0003)\mu\text{s}$ 。为了调节液体闪烁符合装置中 β 道和 γ 道两道计数的匹配, 可以选择窄分辨时间, 测量值为 $\tau_{R\text{窄}} = (68.86 \pm 0.26)\text{ns}$ 。每次测量时间为 10 s , 共进行了十次。如果每次测量时间延长到 100 s , 则测量死时间和分辨时间的不确定度将进一步减少。

四、对比和旁证

用国际计量局的双振荡仪测量国际计量局的 $4\pi\beta(\text{PC})-\gamma$ 符合的死时间和符合分辨时间。测量 β 道死时间 $\tau_\beta = (4.4108 \pm 0.0004)\mu\text{s}$, γ 道的死时间 $\tau_\gamma = (4.4126 \pm 0.0006)\mu\text{s}$, 符合分辨时间为 $\tau_R = (1.0591 \pm 0.0001)\mu\text{s}$ 。

从测量结果比较, 测量死时间和符合分辨时间的不确定度对测量放射性活度的影响都可以忽略不计。

用双振荡仪测量死时间和符合分辨时间是目前最好的方法之一。要证明这种方法以及我们的双振荡仪是否可行, 用传统的方法显然是困难的, 我们用 $4\pi\beta(\text{PC})-\gamma$ 符合法测量活度范围为 $6-50\text{ kBq}$ 的 ^{60}Co 标准源, 和国际计量局符合测量值在 0.2% 以内一致。其中测量 3.3 kBq 的 ^{60}Co 源, 23 次平均值和国际计量局 $4\pi\beta(\text{PC})-\gamma$ 符合测量值在 0.02% 以内符合。证明用我们的双振荡仪测量死时间和符合分辨时间是可靠的。

参 考 文 献

- [1] Baerg, A.P., *Metrologia*, 1, 131(1965).
- [2] Müller, J.W., *Nucl. Instr. and Methods*, 112, 47(1973).
- [3] Müller, J.W., Report, BIPM-69/11, 1969.
- [4] Wu X.Z., et al., Report, BIPM-80/5, 1981.

(编辑部收到日期: 1984年9月11日)

DETERMINATION OF DEAD TIME AND COINCIDENCE RESOLVING TIME WITH DOUBLE OSCILLATOR

WU XUEZHOU WANG ZAIYONG

(National Institute of Metrology, Beijing)

ABSTRACT

At present, the double oscillator method is among the best methods for measuring dead time and coincidence resolving time. This paper introduces the measurement principle of this method. The standard deviation of measuring dead time and resolving time, with this method, is respectively about 1×10^{-4} and $(2-3) \times 10^{-4}$.

Key words Dead time, Coincidence resolving time, Double oscillator.