

YS-系列液体闪烁计数器的自动换样系统

傅世榕 张文信

(中国科学院生物物理研究所, 北京)

液体闪烁计数法是一种重要的放射性测量技术。对 ^3H 、 ^{14}C 的低能 β 测量, 有很大的优越性。它广泛应用于医学、生物学、环境科学、考古、农业和核素计量学中, 是这些领域里必备的测量仪器。

自 1972 年以来, 先后研制 YS-系列液体闪烁计数器共有六种规格 (见表 1)。本文着重介绍它的自动换样系统。

表 1

型 号	样品数	特 点
YS-1	100	自动换样, 计算机做数据处理。
YS-2-1	200	自动换样, 计算机控制并做数据处理。
YS-2-2	200	自动换样, 计算机控制并做数据处理, 另有程序单元, 可脱离计算机单独使用。
YS-3	1	手动操作, 简易型。
DYS-1	1	手动操作, 低本底测量。
DYS-2	10	自动换样, 程序控制。

一、设计要求和实施方法

被测样品装在直径小于 27mm, 高度低于 60mm 的样品瓶中, 样品瓶可以前进、后退、下降进入样品室、上升退出样品室等四种动作 (见图 1)。当样品瓶进入样品室时, 必需保证光密

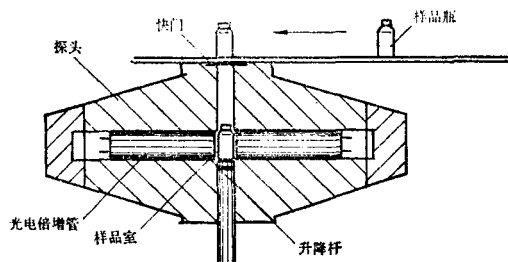


图 1 样品瓶运动路径

封, 否则样品室中的光电倍增管会因漏光而计

数增高, 严重时甚至损坏。此外, 在用外标准源做淬灭校正时, ^{137}Cs 外标准源要进入和退出照射位置。要求有较好的物质屏蔽。

1. 机械部分

由运载器、升降器、探测器、外标准源驱动等组成。以下对各部分方案的选择做具体讨论。

(1) 运载器 它是将样品瓶逐个水平传送以便逐个测量。为了满足用户测量样品数量不同的要求, 我们选择圆周运动与蛇形运动两种方式。

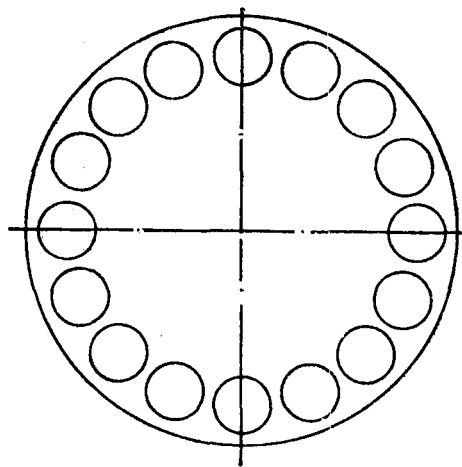


图 2 圆周运动

圆周运动 (见图 2): 在样品不多时, 它最易实现自动化, 因为只需每次转一个角度。DYS-2 型采用了这种方法。但不适于多样品量的测量。当样品量增加到 50 瓶时, 所占面积较大。

蛇形运动: 采用链环首尾相连构成蛇形。驱动方式简单, 只有一个转角。只要链环尺寸准确, 主驱动轮转角准确, 便保证了精度。在

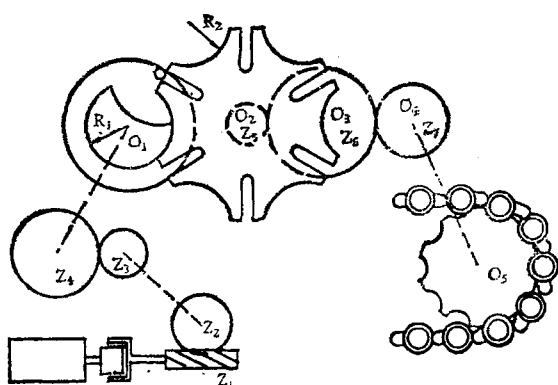


图 3

YS-2 型中采用了蛇形方式(见图 3)。主驱动轮是十齿链轮,每转角 36° 送前一个样品瓶。它是由槽轮机构,齿轮变速实现步进。当电机转动时槽轮做间歇运动,每转一步微动开关或光开关送出信号停掉电机。链环是铝制染黑,由铜销钉互相联接,样品瓶放在环内。每前进一步须时 3 秒。运载器装在 2 毫米不锈钢板上,便于清洗,并能消除样品瓶运动中产生的静电荷。

运载器传动精度的分析与估算:

造成误差是在销轮 O_1 之后,误差可分为系统误差与随机误差。销轮 O_1 的半径为 R_1 , 它的误差由加工精度所定,但可调整消除。各轮之间中心距的加工误差引起的角度偏差也可以调整消除,这些都属系统误差。另一种如槽轮 O_2 上半径为 R_2 的弧,这六个弧的加工误差虽在公差范围内但不可能相同,反映到最后的驱动轮 O_5 上,每步转角也有差异,无法用调整的办法去掉,各齿轮的传动公差也是随机的。它们符合统计规律,误差计算可用平方和然后开方的办法求得。

对于槽轮:

$$\Delta\varphi_1 \cong \sqrt{\left(\arctg \frac{\delta_{R_2}}{R_{O_2}}\right)^2 + (\delta\varphi_{O_2})^2}$$

δ_{R_2} —— R_2 的公差。取 0.03mm

R_{O_2} ——槽轮 O_2 的半径。 $R_{O_2} = 68\text{mm}$

$\delta\varphi_{O_2}$ ——槽轮 O_2 的分度公差。取 $\pm 40''$

$\Delta\varphi_1$ ——槽轮转角误差

求得 $\Delta\varphi_1 \cong 1.6'$

对于齿轮 Z_6 与 Z_1 :

$$\Delta\varphi_2 \cong \arctg \frac{\sqrt{2(\delta_{Z_6})^2}}{R_{Z_6}}$$

δ_{Z_6} ——齿轮传动公差。取 0.05mm

R_{Z_6} ——齿轮 Z_6 的分度圆半径

$$R_{Z_6} = 50\text{mm}$$

$\Delta\varphi_2$ ——齿轮 Z_6 的转角误差

求得 $\Delta\varphi_2 \cong 5'$

同理可估计出齿轮 Z_6 与 Z_1 的转角误差

$$\Delta\varphi_3 = 5'$$

驱动轮的转角公差可按 $\Delta\varphi_4 = 0.6'$ 考虑

$\Delta\varphi$ ——各因素加在驱动轮上的总误差为

$$\Delta\varphi = \sqrt{\Delta\varphi_1^2 + \Delta\varphi_2^2 + \Delta\varphi_3^2 + \Delta\varphi_4^2} \cong 7'$$

链环在驱动轮的切线方向的误差 ΔS 为

$$\Delta S = R_{O_5} \times \text{tg } \Delta\varphi \cong 0.12\text{mm}$$

式中 $R_{O_5} = 60\text{mm}$, 驱动轮半径。

据此可给出样品瓶的最大尺寸

(2)升降器

用于将样品瓶降到测量室。我们采用了偏心轮带动滑块使升降杆往复运动的偏心轮型结构(图 4), 它的优点是只需要单向转动, 升降杆到达最高位时, 碰块压迫微动开关或遮挡光开关停掉电机。此外还有两个优点。其一, 它把

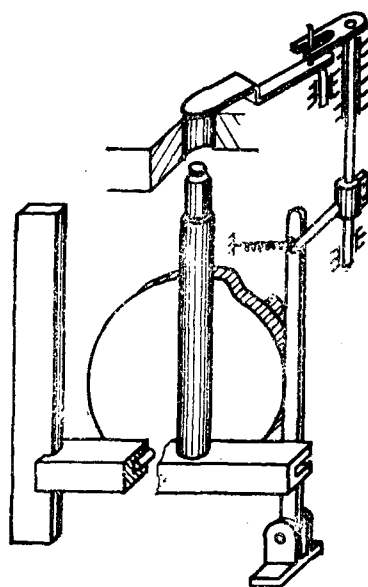


图 4

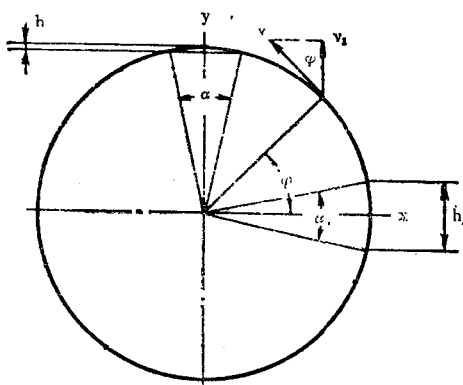


图 5

圆周运动变成直线运动,当轮匀速转动时,它的垂直运动速度并不是匀速的(见图5)。

V ——匀速转动的线速度

V_1 —— V 的垂直分量

φ ——某一时刻与 X 轴的夹角

$$V_1 = V \cos \varphi$$

当 $\varphi = 0^\circ$ 或 180° 时 $V_1 = V$

当 $\varphi = 90^\circ$ 或 270° 时 $V_1 = 0$

而仪器工作位置正是上位与下位,即 $\varphi = 90^\circ$ 或 270° ,这时垂直速度为零,故启动与停止均平稳。而 $\varphi = 0$ 和 $\varphi = 180^\circ$ 时垂直速度最快。运动过程要快,这也是我们所希望的。其二,如果停止时定位误差为 $\pm \frac{\alpha}{2}$,在水平位置

引起的垂直方向误差为 $\pm \frac{h}{2}$,而在上位或下位垂直方向误差为 h' ,而 $h' \ll h$,所以对定位要求很低,易于实现。

(3) 光密封

采用了拨杆快门升降杆密封方式(图4)。当大轮转动时,升降杆与孔是滑动配合,既可蔽光又可滑动。当升到距孔口 60mm 时,大轮外缘是凸轮,它推动拨杆将快门打开。此时升降杆如同活塞,继续升到孔口。当降瓶时,降到距孔口 60mm 后,快门自动关闭,依靠快门蔽光。这些动作都是机械联动,只要求电机单向运动,简单可靠。

(4) 探测器

采用整体复合式屏蔽,尽管结构复杂,但牢

固不易变形。外壳为铸铁,壳内灌铅,内部空腔最里边一层为有机玻璃圆筒,其外为紫铜圆筒,再外为镉圆筒。这是为了减弱外层屏蔽材料本身的特征 X 辐射,以减少本底。在 DYS-2 型低本底液体闪烁计数器上,加厚了铅屏蔽,去掉了铜,镉,有机玻璃。尾盖采用硬的铅铋合金,省去了铸铁。

(5) 外标准源驱动

我们采用的是由铸铅的端面凸轮带动外标准源架(图6),凸轮每转半周,标准源就由贮位

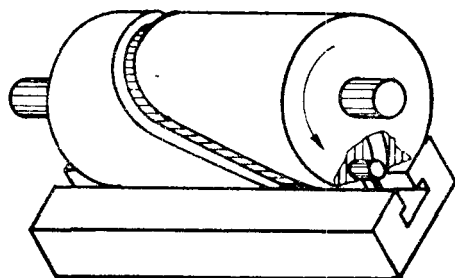


图 6 外标准进退凸轮

送到测位,再转半周,又把标准源送回贮位。移动距离为 10 厘米,以保证必要的铅屏蔽。

外标准源的定位:在测量位置上外标准源位置的准确性直接影响计数,为了保证准确定位,把端面凸轮设计成展开图如图7所示, Y 值表示标准源的位置, X 相当于凸轮转角。 $350^\circ - 10^\circ$ 时,外标准源在贮位, $170^\circ - 190^\circ$ 时在测量位置,可见 $180^\circ \pm 10^\circ$ 范围内外标准源的位置不变。这样只要电机停止位置在 $\pm 10^\circ$ 误差之内都不会引起外标准源的位置误差,从

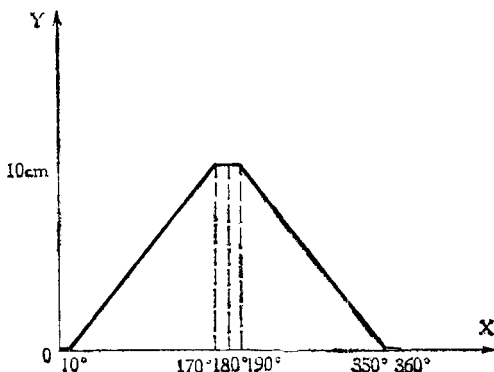


图 7

CP-1 型多用生物电脉冲处理仪

刘 国 松

(北京中医研究院中心实验室生理室)

在神经电生理的实验中,实验者经常需要从记录到的脉冲信号或含有刺激伪迹的信号中选出自己所需要的信号。实验者也常需要在实验过程中及时了解电活动的种种变化。这种“实时”的信息对于实验者合理安排实验是十分重要的。目前常采用幅值窗电路和积分电路来完成信号的选取和记录^[1-3]。但因幅值窗电路是根据放电幅度大小而不根据波宽的不同选取

而保证了定位精度。

2. 换样控制

可分为:获取机械位置信息,逻辑处理与驱动三部分。

逻辑部分是根据要求的逻辑关系设计的线路,各国液体闪烁计数器上的逻辑单元可分为两大类。①程序控制单元,如英国 NE-8312 型液体闪烁计数器。这种方法使用的元件种类很多:1 继电器组。2 时序凸轮组。3 晶体管开关电路。4 集成电路组件搭配。②计算机或微处理器做逻辑处理。如瑞典 LKB 和美国 Backman 公司的液体闪烁计数器都有计算单元或计算机。

YS-1 型采用由无触点光开关来取得各运动部件的位置信号(图 8)。即到位遮光,把光

信号,当记录信号基线飘移时,也会出现误选择;若用积分电路记录信号又会因其精度较低而影响记录信号的精度。

我们实验室改进了早期线路的不足,设计了一种新型的多用生物电脉冲处理仪。该仪器同时利用信号的幅值和波宽两个参数来选取信号,并增加了新型的幅值窗监视电路,这样可以保证精确的选取和监视选取水平。在记录电路

元处理之后,如果给出高电平,驱动单元的阻塞振荡器起振,触发可控硅,使其导通,主回路中电机转动进行换样,完成动作后,逻辑单元给出低电平,阻塞振荡器停振,可控硅在交流电过零时自动截止,电机停转。由于无触点,无打火干扰,寿命长,可靠。从 1974 年开始使用,至今未出故障。

YS-系列液体闪烁计数器的自动换样系统与国际上主要商品仪器如美国 Backman,瑞典 LKB 公司产品相比,由于采取了很多降低加工精度而又保证传动精度的办法,使 YS-系列液体闪烁计数器具有加工容易,结构简单的特点。几年来的使用表明,这套换样系统满足了安全可靠,使用方便的要求,受到用户的欢迎。

参 考 文 献

- [1] 中国科学院生物物理所自动液闪研制组: YS-1 型自动液体闪烁谱仪《生物化学与生物物理进展》11.1.1976.
- [2] Jiang Han-ying, et al.: *Advances in Scintillation Counter* (Ed. by S. A. McQuarrie et al.), p. 478, 1983.
- [3] 中国科学院生物物理所自动液闪研制组:《YS 系列液体闪烁谱仪》。

[本文于 1985 年 4 月 19 日收到]

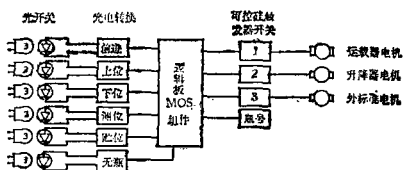


图 8 YS-1 型换样控制框图

信号转换成电信号送给逻辑单元,逻辑单元由“与非”门组成,可完成预定的功能。经逻辑单