

FD-86型放射性测量仪的研制

胡文森 吴明杰 安继高

陈红滨 蔡建良

(南京军区卫生学校)

(中国人民解放军32175部队)

本文总结了FD-86型放射性测量仪的研制技术,给出了该仪器的主要性能的测量结果,它可以用以 α 、 β 、 γ 射线的测量。该测量仪结构简单,操作简便,性能稳定可靠,是一种平战两用的新型放射性测量仪。

关键词:放射性测量仪 α 、 β 、 γ 射线测量

近年来,随着原子核科学技术应用的日益普及,核辐射探测器有很大的发展,不但名目繁多,而且品种不少。为了适应核科学技术推广普及的需要和本着“平战结合”的精神,我们采用了先进的电子新技术,用中小规模集成电路研制成功了FD-86型放射性测量仪。用它可装配J69型薄云母窗钟罩计数管探头和FT-603井型 γ 闪烁探头。该仪器的主要特点是:体积小、重量轻、性能稳定、效果可靠、适用温度范围宽、计数容量大、操作简便、交直流供电、耗电较小、价格较廉及平战两用。

一、主要技术性能及用途

1. 主要技术性能

1)使用环境 环境温度: -20°C — 40°C 。相对湿度: $\geq 90\%$ ($+38^{\circ}\text{C}$)。供电电源: 50Hz 220V, 允许变化 $\pm 10\%$; 直流电源, 1号电池6节, 在不“消显”条件下能连续工作10h, 在“消显”条件下可连续工作26h。外形尺寸: $260 \times 100 \times 210(\text{mm})$ 。重量: 5kg。

2)性能指标 ①计数效率(η): 对 ^{90}Sr — ^{90}Y 标准源, $\eta=9.2\%$; 对 ^{137}Cs 标准源, $\eta=26.3\%$; 对 ^{133}Ba 标准源, $\eta=46.6\%$; 对 ^{239}Pu 标准源, $\eta=62.8\%$ 。②本底计数: J69型探头有小铅室屏蔽和无屏蔽(但有小铝盖)时的计数率分别为15cpm和20cpm; FT-603井型 γ 闪烁探头为728cpm。③输入脉冲极性: 负。④输入脉冲幅度: 200mV—2V。⑤输入脉冲宽度: 0.5—100 μs 。⑥分辨时间: 10 μs 。⑦最高计数率: $2 \times 10^6/\text{s}$ 。⑧计数容量: 10^7 。⑨工作方式: 半自动。⑩自动定时: 1、5、10、15、20、30min。⑪测量相对误差 $\leq 5\%$ 。⑫J69型探头可测量范围: α 射线, 200— 10^7 蜕变数/ $\text{cm}^2 \cdot \text{min}$; (探头距源面 $< 3\text{mm}$); β 射线, 200— 5×10^6 蜕变数/ $\text{cm}^2 \cdot \text{min}$; γ 射线, 0.129×10^{-7} — $516 \times 10^{-7}\text{C/kg} \cdot \text{h}$ 。⑬直流高压: 输出电压为390V和300—1500V; 输出极性为负极。⑭总耗电: 7W。⑮长期稳定性: 预热0.5h, 连续工作12h, 变化 $< 0.2\%$ 。

2. 用途

本机适合于工业、农业、地质、生物学、医疗卫生、科研等单位的同位素应用工作。可配备部队师以上医院、地方县以上医院。平时可用于放射性同位素工作场所的表面沾污检查、放射免疫测量。核战争条件下, 用于测量进出沾污区人员甲状腺、尿及粪便中放射性物质的量, 以及饮水、食物等各种物体表面的放射性沾污。

二、仪器结构

本机主要由探头、定标器两大部分组成。探头完成放射线至电信号的能量转换。定标器的输入电路由缓冲器、放大器、甄别器及输出脉冲整形等电路组成,由输入电路输出的脉冲信号送给CL102进行计数、寄存,译码驱动卡₂送至LED数码管显示,定时信号由晶体振荡器送出的200kHz信号进行分频,计数卡₂产生供光电倍增管探头的高压(为300—1500V连续可调)。此外,自检电路用于检测定标部分能否正常工作。

三、仪器特点

从目前国内同类产品来看,基本上都是由分立元件构成。鉴于分立元件构成的电路存在工作稳定性差、抗干扰能力弱、调试困难、体积大等缺点,本机大量利用小规模集成电路,以提高仪器的可靠性,使之适应野外和室内环境条件下工作。

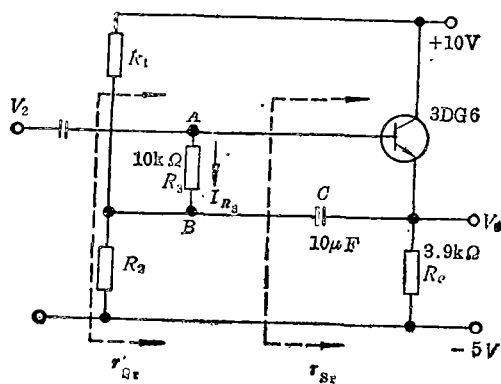


图1 J69型探头线路

Fig. 1 The input circuit of Probe Model J69

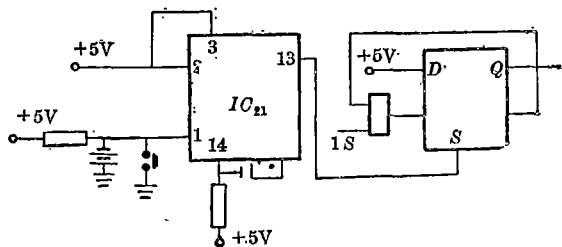


图2 复位线路图

Fig.2 Recovery circuit

J69型探头的输入电路如图1所示。选用该电路可有效地减小 R_1 、 R_2 对射极输出器输入阻抗 γ'_{sr} 的影响,提高 γ'_{sr} 和射线输出器的稳定性(设电压传输系数 $K=0.99$, $V_A=1V$,则 $V_B=0.09V$,

$$I_{R3} = \frac{1V - 0.09V}{10k\Omega} = 1\mu A, R_3 \text{ 支路对地等效电阻} = \frac{1V}{1\mu A} = 1M\Omega, \text{则 } \gamma'_{sr} = \gamma_{sr} \text{ 与 } 1M\Omega \text{ 并联}。$$

光电倍增管探头的输入电路由运算放大器组成。运放内的差分对具有良好的对称性,且 V_{be} 的温度系数非常接近,因此使用运放做比较器可提高甄别阈的稳定性,使温度控制在设计的要求范围内。此外,因运放的增益高、输入阻抗高,因此比较器灵敏度高。比较器引入正反馈,可用于消除输入信号门限值附近的微小干扰(小于回差电压 ΔV 的干扰)引起的输出电压抖动,还可以消除因电路寄出耦合而产生的自激振荡。

整形电路采用集成化单稳态触发器,改善了分立元件电路存在的稳定性差、温漂大、电源变化影响大等缺点,从而提高了响应速度,其输出脉冲最窄可达35ns。

采用如图2的复位电路,使复位信号的产生由人工启动,秒信号自动复原,严格保证了计数器开门时间与输入整形电路的开门时间同步。

液晶显示器虽然耗电少,但它工作频率低、温度范围窄、寿命短($\sim 500h$),且夜间显示看不清。本机采用CL102中规模集成块作为显示器,该元件带有计数器、存储器、译码驱动

器及LED数码管。使原来占电路很大的一部分元件体积成倍减小,显示控制部分也随之简化。该元件还具有工作温度范围宽($-30-55^{\circ}\text{C}$),显示清晰,使用寿命长(10^4h)等优点。为改善LED数码管显示状态下耗电大的缺点,本机在面板上设“显示”、“消显”开关。平时将开关摆向“消显”位置,只在需要读取数据时将开关置于“显示”位置。这样可使整机耗电量大大减小。平时通过显示器个位右下角小数点的亮、暗来告示仪器的工作状态。

该机的低电压电源全部采用三端集成稳压器,采用该元件只需在外围接上简单的滤波电路即可正常工作。且在稳压系数温度漂移、输出电路上都有较高指标,使用方便。此外,集成稳压块内部具有较完善的内部短路电流限制保护,热过载保护及调整管安全工作区保护,因此集成稳压块工作可靠,一般不会因偶然故障使器件损坏。

四、有待改进之处

为进一步减小仪器耗电量,拟将本机中所有TTL集成电路换成同类型CMOS集成电路。在系统设计时,分辨时间可达 $0.5\mu\text{s}$ 。因此拟将CL102换成CLH102(工作频率为 2.5MHz)。秒信号发生器换用一片秒信号发生器代替 IC_{13} 和 IC_1-IC_5 (IC_1-IC_5 每片功耗为 96mW)。

高压振荡部分需改用他激式直流高压变换器。为适应“平战两用”的要求,拟将只供实验室使用的电源部分与定标器分开,采用外接电缆连接,这样在野外使用时可方便地卸掉只供实验室使用的电源部分,用直流电源供电,使定标器的重量进一步减轻,体积可缩小一半,且有利于定标器整机的密闭。

参 考 文 献

- [1] 陆颂昌, 核子仪器, (1980), 8: 20.
- [2] 北京国营二六一厂, 产品样本, 1980年, 第24页.
- [3] 西安国营二六二厂, 产品目录, 1985年, 第26页.
- [4] 国营建安仪器厂, 产品目录, 1980年, 第1页.

The development of Model FD-86 radiometer

Hu Wensen Wu Mingjie An Jigao

(Hygienic School of Nanjing Command)

Chen Hongbin Cai Jianliang

(Unit 32175, PLA)

Abstract

Model FD-86 radiometer is introduced and its main characteristics are described. It can be used to measure α , β , γ -rays. The instrument is simple in structure, easy for operation and stable in performance.

Keywords: radiometer measurement of α , β , γ -rays

(1987年1月16日收到)