

电离辐射剂量仪智能化

何经伦

(湖南省计量测试技术研究所,长沙,410004)

关键词 电离辐射,剂量仪,智能化。

一、引言

目前,一般采用电离室法、热释光片法、硫酸亚铁法等来测试 α 、 γ 、 β 射线的剂量或剂量率,但使用较多、较普遍的是伦琴计——电离室法。这类仪表是以伦琴为单位来刻度的,也不是智能化仪表。国内从60到80年代期间从国外引进的伦琴计较多,其中只有英国核子公司生产的2570型伦琴计已智能化,但没有配打印设备,价格贵,不易维护。其他国内外生产的伦琴计都没有智能化,因而给剂量测试带来一定的麻烦,需要花费一定的人力和时间来处理数据。为了解决这个问题,我们通过对国内计量单位和医疗部门现有的剂量仪(伦琴计)的类型和使用状况进行了调查,研究开发了一种接口电路使剂量仪与微机系统连接,完成采样、数据处理和打印等工作,从而使剂量仪获得智能化,大大方便了剂量测试工作,其测量结果和单位均按法定计量单位一次打印出来。微机系统和剂量仪还可配上二维或三维水模体,对水模体中射线中心轴上的百分深度剂量和二维或三维空间等剂量曲线进行测试,这样扩大了剂量仪的应用范围。

剂量仪一般具有两种测量方式:一种是测量剂量率,即把输入的电离电流转换成已知电阻两端的电压降,其原理为:

$$U_0 = R_t I_t$$
$$\tau = \frac{1}{R_t + (C_t + C_1/A_0)}$$

式中: C_1 ——运放输入电容;
 A_0 ——运放开环增益;
 C_t ——分布电容。

由上式知道,输出电压和 R_t 有关。又因 C_t 一般比较小,则 $C_t + \frac{C_1}{A_0}$ 项很小,因此测试时间 τ 也只与 R_t 大小有关,在仪表中 R_t 是相当大的,一般是 $10^{10}\Omega$ 以上,因此 τ 很小,所以测试速度快。但这种电路由于使用高阻 R_t ,则 R_t 的温漂、长期稳定性指标很差,因此这种电路的测量精度差。

第二种是把输入电离电流对放大器中一已知电容充电,采用“汤逊平衡”法,精确测量电容两端的电位差,其公式为:

$$U_0 = \frac{1}{C} \int_0^t i dt$$

式中： C ——高精度聚苯乙烯电容；

i ——输入的电离电流。

汤逊平衡法原理为：

$$i = \frac{CV}{\Delta t}$$

式中： V ——补偿电压(即 Δt 时间内电容上积分的电压)；

Δt ——为补偿时间。

此法测量精度高,它主要与 C 和 t 有关, C 是比较稳定的元件,一般长期稳定性可优于 0.2%,而时间 t 很容易被微机测准。

二、测试与结果

接口电路就是根据上述第二种测试方法的原理来设计的,即把采样的模拟量通过接口电路转换成数字量,以便微机进行数据处理。在采样模拟量刚开始转换成数字量时,就发出信号启动微机的计时器开始计时,当采样的模拟量达到仪表指针为零时,再发出零信号终止计时,采样即被停止。然后微机系统进行数据处理、显示、打印,完成一次测量工作。此接口电路简单、硬件少,也可适用其他类似的剂量仪与微机连接,实现智能化。

微机系统是采用功能较强的 CMC-80 型微机,它是双板型,主板上安装微处理器件,辅助板上安装有键盘、显示器和直接相关的驱动器件。22 条监控命令中有 2 个留给用户,可由用户编好的所需程序,用命令键调用,将程序写入 EPROM 或转贮到磁带上或从磁带上读入程序到存贮器等多种功能。该系统还配有小型打印机 CMCP-24 型和磁带机。系统结果框图示如图 1。

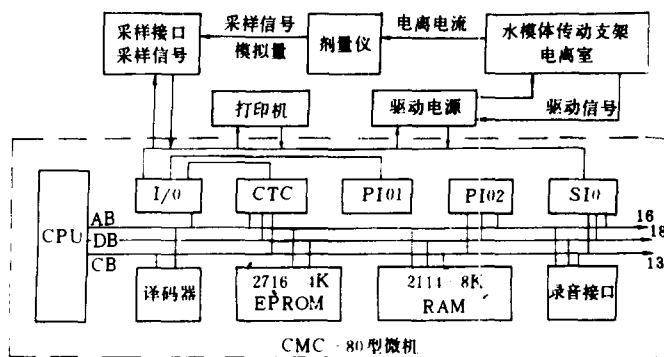


图 1 系统框图

Fig. 1 System block diagram

系统软件包括有初始化程序、数据处理程序、采样程序、显示、打印程序和各种子程序等。程序框图如图 2 所示。

剂量仪通过接口电路与微机连接之后,使剂量仪的测试精度由原来的 $\pm 1.0\%$ 提高到 $\pm 0.39\%$,测量重复性由原来的 $\pm 0.5\%$ 提高到 $\pm 0.05\%$,长期稳定性由原来的 $\pm 1.0\%$ 年提

高到±0.34%年,测试速度提高6倍,数据处理大大缩短,并一次打印出结果,节省了人力,减少了差错。特别是为实现剂量测试自动化开辟了新途径。

经中南国家计量测试中心标准实验室溯源检定结果列于表1。

表1 检定结果
Table 1 Calibration results

kV	规范		k 值 /R(mC/kg)
	附加滤片/mm	半价层/mm(Cu)	
60	0	0.055	1.028(0.265)
100	2Al	0.165	1.017(0.261)
140	0.25Cu+1Al	0.490	1.016(0.262)
180	0.25Cu+1Al	1.021	1.029(0.265)
200	1.5Cu+1Al	1.959	1.036(0.267)
⁶⁰ Co			1.040(0.268)

用2570型剂量仪与本剂量仪同时测量钴机,SSD=80cm,4×4~20×20cm²条件时,各野剂量比对测量结果列于表2。

表2 比对结果
Table 2 Result of comparison

照射野 /cm ²	本剂量仪测量 /×10 ⁻² Gy(min) ⁻¹	2570型剂量 /×10 ⁻² Gy(min) ⁻¹	误差 /%
4×4	113.11	113.22	-0.097
5×5	113.54	113.90	-0.32
6×6	116.52	116.80	-0.24
7×7	117.67	117.64	0.026
8×8	120.38	120.57	-0.16
10×10	124.51	124.55	-0.032
12×12	127.46	127.50	-0.031
15×15	130.55	130.49	0.046
18×18	133.49	133.48	0.0075
20×20	134.50	134.55	-0.037

剂量仪智能化后,其性能指标符合国家检定规程JJG373-85和国际电工委员会(IEC)731

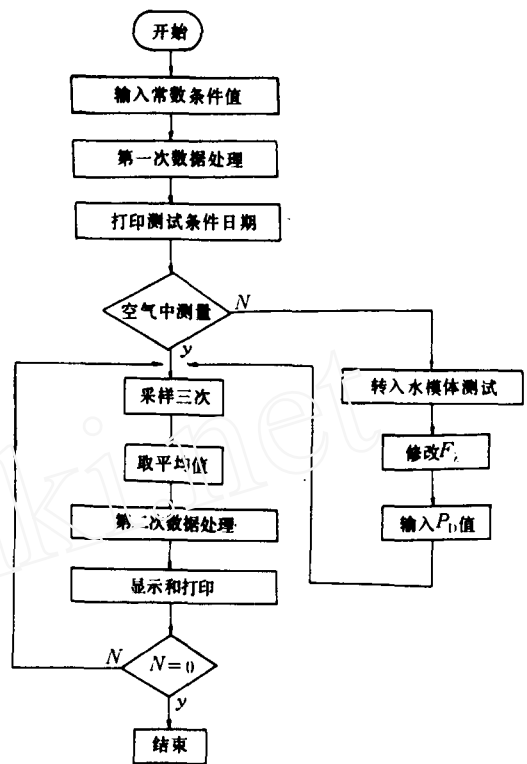


图2 程序框图

Fig. 2 Program block diagram

F_k —— 伦琴戈端转换系数; P_D —— 百分深度剂量。

出版物规定的工作级水平。经溯源标准鉴定,其出具的测量数据具有法律效力,对统一量值和单位具有重要意义。如配上二维或三维水模体,则可大大扩展应用范围。

(编辑部收到日期:1990年3月31日)

THE INTELLIGENCE OF DOSIMETER FOR IONIZATION RADIATION

HE JINGLUN

(Hunan research institute of metrology and measurement technology, Changsha, 410004)

ABSTRACT

The paper describes the connection of dosimeter with microcomputer system, which has the functions of sampling, data handling, display and printing dose values in legal units of measurement. The accuracy and speed of measurement for dosimeters are also raised, thereby the dosimeters are made to have intelligence and the application range of dosimeter is enlarged.

Key words Ionization radiation, Dosimeter, Intelligence.