

带微型计算机的射线自动测量和数据处理装置

张纯祥 赖锡安 罗达玲 关祖杰

(中山大学)

本文介绍一自动计数和数据处理的微型计算机装置,它是由半导体探测器、电荷灵敏放大器、成形电路和一微型计算机组成。用它测定空气中氡氢子体浓度获得良好结果。

关键词:微型机 自动计数 氡氢子体浓度计算

一、引言

放射性测量中,用定标器进行计数测量是常用的方法。自动控制测量过程,获取核衰变信息和自动给出实验所要求的物理量,是实现测量自动化的基本要求,这不但可以节省人力,提高效率,避免读数的过失误差,而且可以提高测量精确度。

目前国产自动定标器和测量仪器虽有自动定时装置,但仍无法达到上述要求。我们把国产定标器或射线测量仪与 ZD-065 型微型计算机主机连接^[1],用微型计算机控制测量过程,并将每一时间间隔的脉冲计数存放在 RAM 中的指定区域,既可直接把主机作为单板机进行数据获取,在主机上的六位数字显示器上给出测量结果;亦可配以终端机用 BASIC 语言编程,调用和处理数据,由 CRT 上显示出计算结果或图表;还可以作为数据文件录制在磁带上。

上述系统已用于自动测定空气中氡氢子体的浓度,获得较好结果。同时,它亦适用于与核衰变计数测量有关的实验,如测量核衰变曲线和半衰期,核衰变的统计分布和核物理教学实验。上述系统还可与光电二极管等一类探测元件连接,用于测定其它事件的计数。

二、系统结构及工作原理

系统的结构框图如图 1 所示。图中 1 为探测器,2、3、4 为常用射线测量仪的组成部分,可用任何型号的仪器,例如 FH-408、FH-407 和便携式 FJ-13 或 FJ-3002 等射线测量仪器。5 为 ZD-065 型微型机主机,它

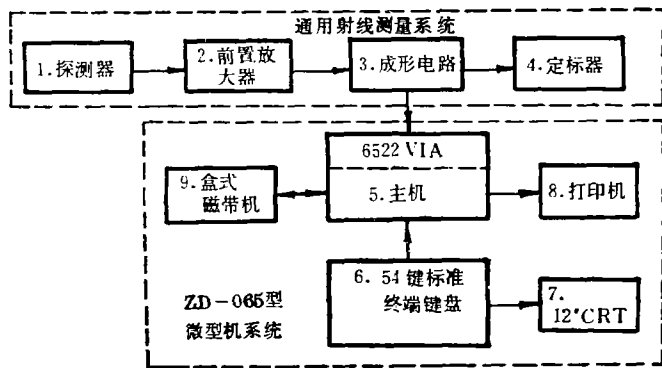


图 1 系统的框图

可单独作单板机使用。6、7、8 和 9 为微型机系统的配套通用设备。还可以加上扩展器,将 RAM 扩展到 16K、28K 和 32K。主机上插上相应的 ROM 芯片,就可用 BASIC、汇编和机器三种语言。

系统的工作过程如下:

射线测量系统按常规模式工作,经成形后,输出宽度 $8\mu\text{s}$,幅度 5V 的矩形电压脉冲至微型机主机的 6522 VIA 并行 I/O 接口的 PA 口作为脉冲计数。通过对 I/O 接口和计时器/计数器编程为定时计数测量模式,时间计数器作定时。每当定时终了,就转入执行中断服务程序,从而使计时的存贮器内容加 1。当到达预定的时间

包括 6502CPU(8 位),时钟 1MHz ,有 56 条指令、13 种寻址方式;有 4K 监控程序;8K RAM;另配备 3K 过程控制及数据处理专用子程序;还有 24K ROM 插座,可插入 BASIC 语言和汇编语言的编译程序或经优化的固件(EPROM);还有多用接口(VIA)6522 芯片,提供可编程的六个并行 8 位 I/O 口(PIO),两个串行 I/O 口(SIO),六个计时器/计数器。主机上有包括数字和各种功能的 28 键十六进制小键盘,其中有八个为用户自行定义的扩展监控用的键。因此,主机

后, 计算机终止 PA 口计数, 将这段时间间隔的计数存放在 RAM 中的某一指定地址中, 并在主机上的六位计数器显示器上显示该地址的内容, 即所记录的总计数。

亦可把接口编程为连续多次的定时计数模式, 每段时间间隔的计数将按顺序存放在 RAM 中某一指定区域中, 直至达到所需的计数次数后, 显示器将显示所计的脉冲总数。连续多次定时计数的每次时间间隔亦可以通过编程改变。

当以上自动数据获取过程结束后, 在计算机存贮区将按高八位和低八位形式存放以十进制表示的脉冲计数。它可以作为数据文件录制在磁带上, 作为原始数据, 待以后需要时重新送入计算机处理。亦可以马上在主机的小键盘上执行已用机器语言编好的数据处理程序, 但只能作较简单的处理。接上终端及其配套设备就可以作比较复杂的数据处理了。这时三种语言(BASIC、汇编和机器语言)都可以使用。

由于每一脉冲被计算机记录后, 其六位计数器内容加 1 及其它操作将需要一定的工作周期时间。若输入脉冲计数率过高, 将会出现较严重的漏计数。本系统的分辨时间小于 $50\mu s$ 。

三、程序设计

下面介绍大气中氡、氢子体浓度自动测定系统, 作为本系统应用的一个例子。

系统的框图如图2所示, 它是一个可在采样时间进行计数的测

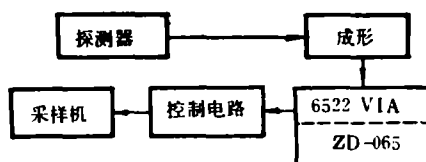


图2 氡氢子体浓度自动测量系统框图

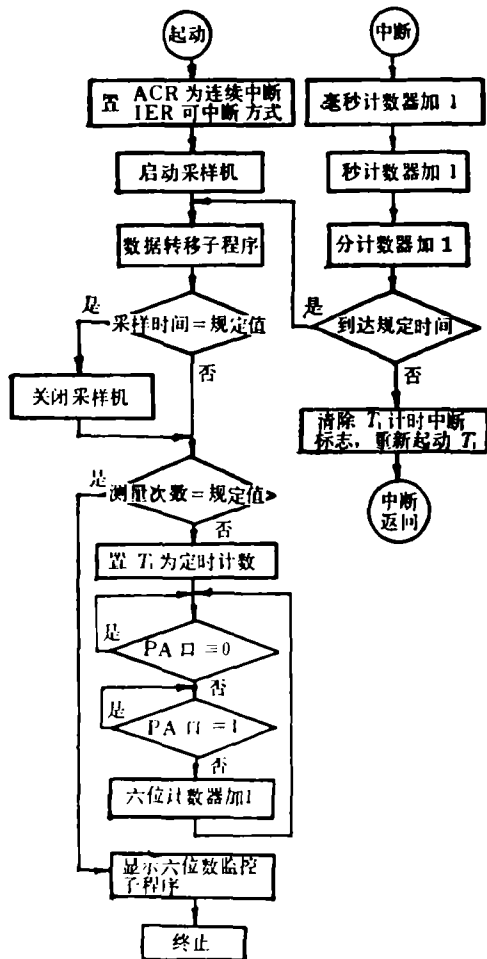


图3 连续多次定时计数获取程序流程图

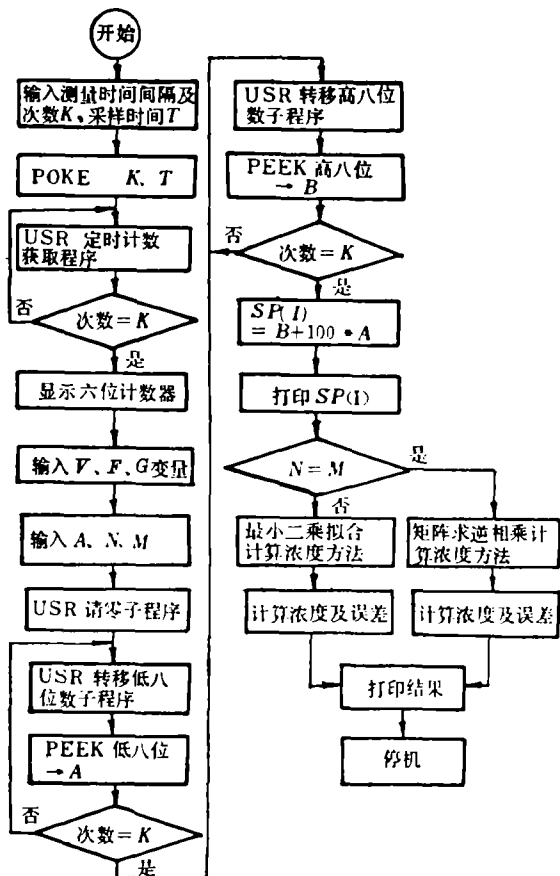


图4 空气中氡氢子体测量数据处理主程序框图

量装置。采样机的控制电路由倒相器、驱动电路和继电器组成。

图3是连续多次的定时计数获取程序流程图。它是用汇编语言编写,可以连续测量数小时,把每分钟的计数或任意不同时间间隔的计数存放于计算机的内存。并于开始计数的同时,由6522VIA CB₂口输出一低电平以启动采样机。到达预定的时间后,再由CB₂输出一高电平,通过控制电路关闭采样机,结束采样。但获取计数的的工作一直进行到所规定的时间为止。然后采用文献[2]报导过的多用途氡氡子体浓度计算程序,在配有终端机的微型机上算出测量结果。

图4是空气中氡氡子体浓度测量数据处理主程序简化流程图。它用BASIC语言编写并包括调用各种机器语言子程序,用USR、PEEK、POKE语句联接用以获得氡、氡子体浓度计算公式所规定时间间隔测定的 α 计数,作为适用于多种方法测量的计算空气中氡氡子体浓度计算的BASIC程序的基本数据。

我们用本装置对广东省某疗养院的氡、氡子体浓度作了系统的测量。现将某测量点的氡、氡子体浓度及相对误差按不同测量方法列于表1。有关各种方法的介绍请参阅文献[2]。

表1 氡氡子体浓度和相对误差(采样时间20分钟)

测 量 方 法	子体浓度(PCI/1)和相对误差(%)				
	RaA	RaB	RaC	ThB	ThC
采样时测量五段法	3.140±8.2	3.116±3.5	2.326±4.2	0.109±1.5	0.086±48.9
采样后测量五段法	3.716±22.3	3.137±3.5	2.228±5.9	0.109±1.5	0.068±67.8
采样时测量最小二乘法	3.146±3.1	3.106±1.3	2.325±1.6	0.109±0.6	0.088±18.4
采样后测量最小二乘法	3.766±8.2	3.156±1.3	2.204±2.2	0.109±0.6	0.063±27.6

从测量结果看,对于RaA、RaB、RaC,采样时测量的方法比采样后测量的方法精确度高。对于ThB,因半衰期长,第五段计数测量时间较长,故两种方法的精确度均较高,差别都不大。

此外,在核衰变的单一半衰期测量中,还编制了可用幂函数、指数函数和多项式最小二乘拟合曲线的应用程序,它与上述定时计数获取程序联用时,可自动测量多种物理量,并可方便地给出结果。

四、结束语

把微型机与通用射线测量仪器联用进行自动测量和数据处理这是初步尝试,由于8位微处理器的售价已较低,国内亦易于购买,尤其本系统所用的ZD-065主机接口多、功能强、功耗小,可用直流供电,用于过程控制和数据获取都较方便。尽管其运算速度和处理精度较低,但对于要求不是特别高的核物理实验及放射性测量已可满足要求,可将实验提到较高的水平。微型机控制的氡氡子体浓度的采样、测量和数据处理系统,可对长达九小时采样、测量工作改进为完全计算机化。为氡氡子体测定提供新的方法。

此外,野外使用的放射性测量仪器采用微处理器亦是一个重要课题。本系统若稍加改装,即只用单板机与一经专门设计的探头组装成一可用直流供电的便携式放射性测量系统,可方便地作厂矿或野外的现场测量,它可以迅速得到测量结果,也可以将数据用磁带记录下来成为数据文件,待回到实验室后再用终端机作进一步的处理。

参 考 文 献

[1] 李人翼, ZD-065电路原理及编程技术, 中山大学出版, 1983年。

[2] 张纯祥和罗达玲, 辐射防护, 2, 99(1983)。

(1983年8月9日收到)

A microsystem for dual parameter nuclear spectrum data acquisition and processing

Shia Songjiang Zhang Ruju

(Beijing University)

In this paper, a dual parameter spectrum data acquisition and processing system based on a microcomputer is described. The main advantage of this system are low cost, convenience to use and the intense stereoscopic sense perception in the displayed spectrum. The data acquisition passage and the three dimensional spectrum display are described in detail. An example is given.

Keywords: dual parameter nuclear spectrum data acquisition data processing
three dimension display

On-line microcomputer analysis and control of liquid scintillation counting

Xu Ziliang Du Yiren

(Shanghai Jiaotong University)

Wen Gongjun Shen Guoshun Yu Chuangang Xia Zongqin

(Shanghai Second Medical College)

The ability of on-line data processing for Model-YSJ LSC is similar to that of commercially available products in the world market after connecting a MIC-80 microcomputer to the LSC.

28 programmes are mainly for quench correction and counting error calculation of single or double samples, for RIA, for approximate measurement of chemiluminescence and scatchard plotting, etc.

Besides, one can reject experimental 'bad points' on the screen by manipulating the keyboard.

The whole programme is written in level II basic and assembly languages, which makes it easy for different users to put in their own programmes.

Keywords: liquid scintillation counter microcomputer on-line data processing
control interface

A device for automatic counting and data reduction based on a microcomputer

Zhang Chunxiang Lai Cien Luo Daling Guan Jujie

(Zhongshan University)

A device for automatic counting and data reduction is introduced. This device consists of a semiconductor detector, a charge sensitive amplifier, a pulse shaping circuit and a microcomputer. It was successfully used to automatically determine the concentrations of radon and thoron daughters in air.

Keywords: microcomputer automatic counting
radon and thoron concentration calculation

Measurement of ^3H content in water sample with a cyclotron

Zhou Shanzhu Pan Haochang Lin Junying Wu Jiezheng

Yao Chongjue Gu Genxiang Li Honggui

(Shanghai Institute of Nuclear Research, Academia Sinica)

The 1.2 metre cyclotron of Shanghai Institute of Nuclear Research has been used as a high energy mass spectrometer for measurement of ^3H content in water sample collected from Mount Yuquan in the suburbs of Beijing.

The ^3H content was obtained by comparison with a sample containing known ^3H concentration. These two samples were concentrated electrolytically by a factor of several hundred. A blank sample containing no ^3H was used to subtract the triton background due to the cyclotron interior contamination.

Three samples were alternatively introduced into the ion source in the form of gas. The ^3H ions were identified and counted by a silicon detector telescope with a $100\mu\text{m}$ Al foil inserted between the dE/dX and E detector. The cyclotron output was monitored by integrating the ^3He counts in the dE/dX detector during the collection of ^3H events in the E detector.

Our experimental results is in good agreement with the value obtained by beta-decay measurement done at Atomic Energy Institute in Beijing.

Keywords: accelerator mass spectrometry tritium unit

A selective gamma-gamma coal well logger

He Zongru Xu Binsheng Chi Sulan

Yi Dianying Sung Debin Zhou Mingyin

(The Heilongjiang Technical Physics Institute)

A type of low energy gamma-ray scattering well logger for coal fields is introduced in this paper. It is named the selective gamma-gamma well logger. This device using an ^{241}Am source is more sensitive to the value of the equivalent atomic number Z_{eq} and valuable in estimation of the ash content in coal.

Keywords: selective gamma-gamma well logger coal fields

Mössbauer studies on F-series nitrogen fixation model compounds

Wang Youtong

(Fujian Institute of Structure of Matters, Academia Sinica)

An experimental determination of Mössbauer parameters of F-series nitrogen fixation model compounds has been carried out with total errors less than $\pm 1\%$. It has been found that the molecular formula of this compound is $(\text{Et}_4\text{N})_2[\text{Mo}_4\text{Fe}_{4-x}\text{S}_4(\text{SR})_4]$. From the Möss-