

# 微型化四参数核谱数据获取系统

夏松江  
(北京大学)

本文描述了一个基于IBM-PC/AT微型机的四参数核谱数据获取系统。每个参数作为一个子事件,其标码长度最大为12bits,2至4个子事件组成一个事件。采用顺序记录型DMA方式进行事件标码记录。该系统的数据获取接口主要由多参数控制器及DMA控制器二部分组成。该系统结构简单、价格低廉、适于推广。

关键词: 多参数 核谱 数据获取

## 一、引 言

多参数核谱数据获取系统是现代核物理实验室中重要的设备之一。当利用各种加速器或中子源进行核裂变、核反应实验时,往往需要测量多个相互关联的核信息的能量、时间等的分布谱,这时就需要用到这类系统。本文描述的四参数核谱数据获取系统目前主要用于测量中子诱发裂变中子谱的工作,研究其裂变机制。

该系统采用的计算机是IBM-PC/AT微型机。系统可按核物理实验的需要任选2至4个相关参量组成一个事件,采用DMA方式进行数据获取,其中处于符合条件的参量可以任选。

## 二、系统的组成

系统框图见图1所示。

由图1可见,4个待测参量直接接到4个ADC的输入端,这些ADC各有一组信号(包括数据线及控制线)接到数据获取接口。接口中有一个多参数控制器,用于判断到达的事件是有效事件还是无效事件。所谓有效事件是指预定的若干个需要进行符合记录的子事件(可少于总的子事件数)是否在预定的符合时间内到达,如果满足此条件则称为有效事件,允许进行记录,否则发出控制信号使系统复位,等待下一个事件的到来。接口中还有一个重要组成部分,称之为DMA控制器,用于把有效事件标码记录在指定的内存缓冲区内。以下分述这两部分电路。

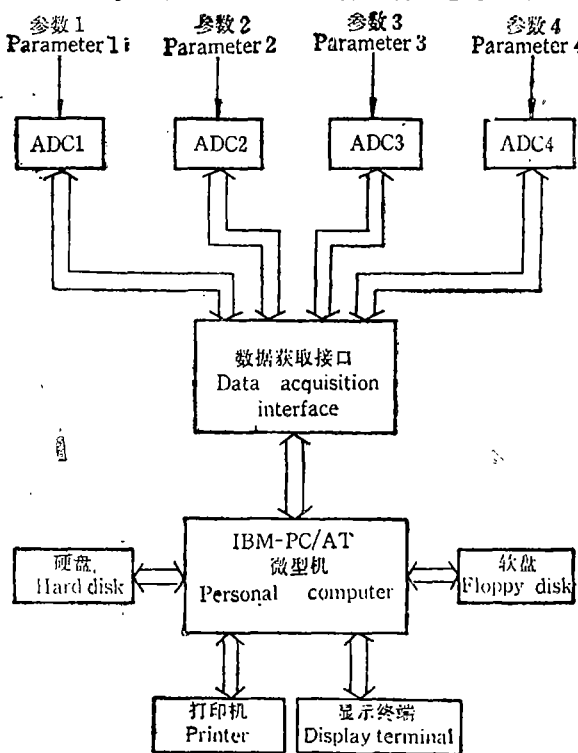


图1 系统框图

Fig. 1 Schematic diagram of the system

### 三、多参数控制器

系统进行数据获取前操作人员需预先设置下列三个条件:(1)子事件的个数及编号;(2)符合子事件的个数及编号;(3)符合时间( $2-6\mu\text{s}$ 任选)。

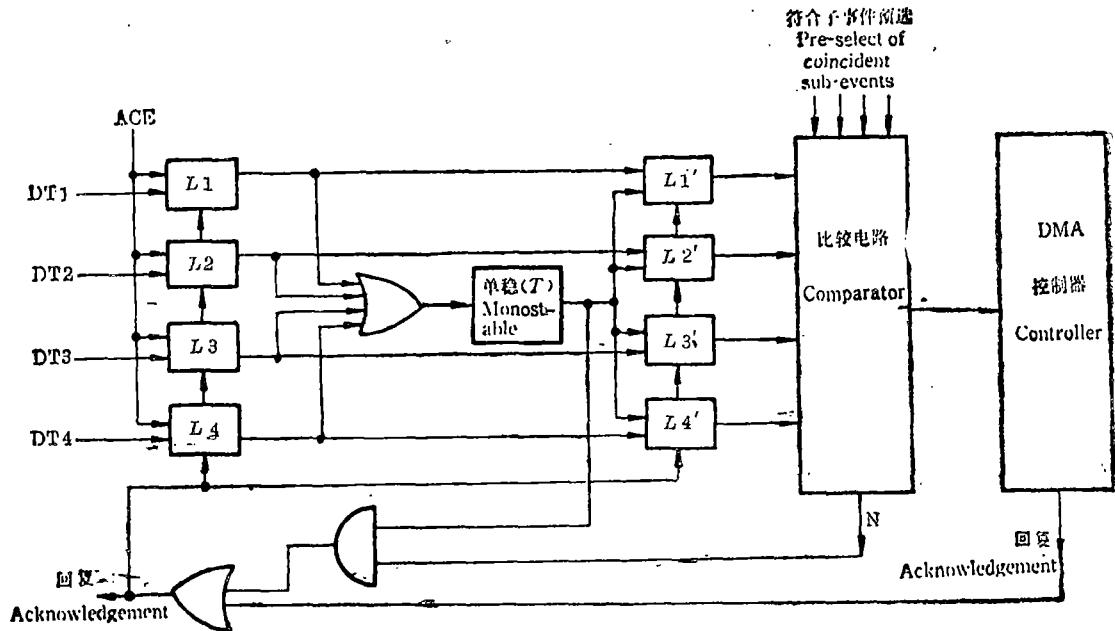


图2 多参数控制器简化原理图

Fig. 2 Principle diagram of the multi-parameter controller

事件到达后,首先由多参数控制器(见图2所示)判断该事件是否属于有效事件。

图2中的DT1—DT4是四个ADC的死时间信号,该信号的出现标志着相应的子事件已出现。现假定预选条件如下:子事件个数选为4,编号为1、2、3、4,符合子事件个数为2,编号为1、2,符合时间选为 $5\mu\text{s}$ 。数据获取过程如下:当操作人员启动获取命令后,图2中ACE置1,从而打开了锁存器L1—L4的输入门,此后如DT1有效,表示子事件1首先到达,立即把该事件锁入锁存器L1中,并通过或门使单稳电路输出一个宽度 $T$ 为 $5\mu\text{s}$ 的正脉冲。如果DT2在 $T$ 时间间隔内有效,则锁存器L1'和L2'置1。比较逻辑将给出允许记录脉冲至DMA控制器。当事件标码锁入DMA控制器的锁存器后,DMA控制器发出复位信号使ADC及多参数控制器的二组锁存器复位。如果在 $T$ 时间间隔内没有出现子事件2,则多参数控制器发出复位信号使系统复位。多参数控制器还要保证子事件3、4只是在 $T$ 时间间隔内形成的才记录下来,如不满足此条件,则相应的子事件标码即为0。为保证在不同情况下,ADC都能正确动作,必须正确设计控制ADC动作的控制电路,图2上没有画出该部分电路,只是笼统地用Reply信号来示意。

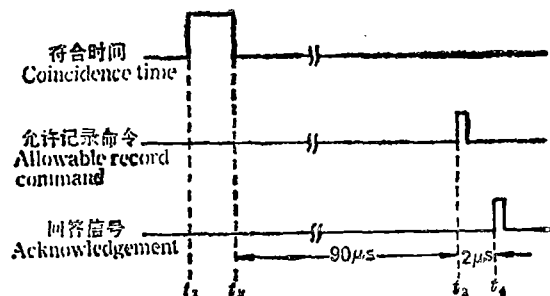


图3 有效事件获取过程时序图

Fig. 3 Process of acquisition processing of effective events

## 四、DMA控制器

图3为有效事件获取过程时序图。

图3最上面一个波形表示有效事件出现后因符合作用所用去的时间。以上节所述预选条件为例,  $t_1$ 表示子事件1出现时刻,  $t_2$ 表示子事件2出现时刻。如  $t_2 - t_1 < T(5\mu s)$ , 则这个事件为有效事件。从  $t_2$  开始延迟  $90\mu s$  后, 在  $t_3$  时刻产生允许记录信号, 启动DMA控制器进行事件标码传送。 $90\mu s$  的时间间隔是用于保证4096道ADC变换完毕所需的时间(该系统用的ADC的时钟频率为50MHz)。  $t_4$  时给出回答信号, 使ADC和多参数控制器复位, 允许系统接收新的事件。从上述时序图可以看出, 当有效事件标码正在通过DMA控制器进行传送时, 系统已经可以接收新的事件了, 也就是说在时间上是覆盖的。这样就节省了事件标码获取时间, 提高获取数据计数率。如果只考虑装入内存缓冲区的时间, 计数率可达  $10^4$  事件/s(2至4事件)。这样设计是允许的, 因为在允许记录命令发出后, 事件标码已锁存在DMA控制器的锁存器内, 只要DMA控制器能够在  $90\mu s$  内把数据传送完毕, 就不会影响记录下来的数据的准确性。从以下说明可以看出, 实际的数据传送时间远小于  $90\mu s$ 。

IBM-PC/AT微机的DMA数据传送可通过8位数据总线, 也可通过16位数据总线。考虑到目前该系统允许工作的参数最多为4个, 事件标码长度最长为7个字节, 故采用8位数据总线传送数据已可以满足需要, 这样接口硬件规模可以简化。实测可见, 每传送一个字节仅需  $3\mu s$ 。

由于每次发出DMA请求后只能传送一个字节, 故每一个有效事件需要经过数次DMA传送才能记录下来。图4为数据获取系统分别为二、三或四个参数时的数据编码格式。

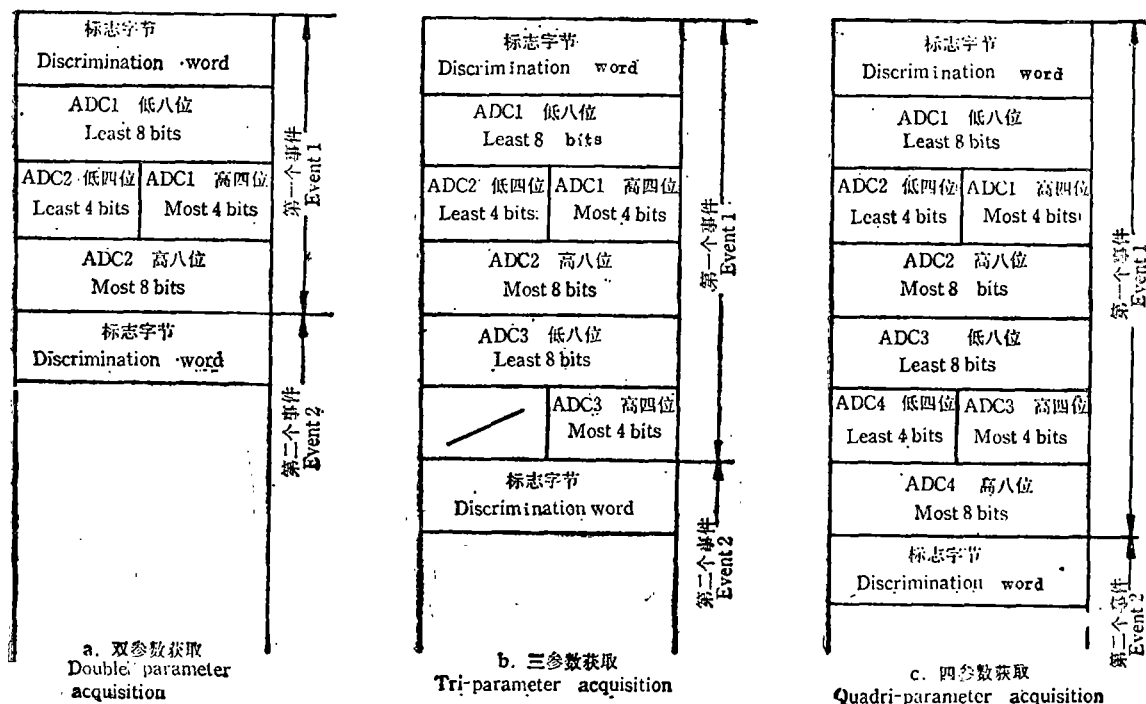


图4 事件记录型数据编码格式

Fig. 4 Data coding format of events recorded

从图4可见,选择不同参数个数进行数据获取时,每一个事件占用的字节数是不同的。双参数获取时每一个事件占4个字节,三参数获取时占6个字节,四参数时占7个字节。

事件标码记录过程采用事件记录型DMA方式传送。其工作原理是:在内存中开辟二个数据缓冲区,每个缓冲区占32K字节,见图5所示。先在第一个缓冲区进行标码序列记录,即每当有一个有效事件进入数据获取接口,DMA控制器的控制电路即自

动形成四、六、七个DMA请求信号,把事件标码记录在相应的连续排列的内存地址内。第一个缓冲区装满后则由第二个缓冲区进行记录,同时将第一个缓冲区内的记录作为数据文件装入硬盘。上述过程反复进行。有关事件记录型DMA传送原理请参见文献[3]。

获取程序由8086汇编语言编写而成。

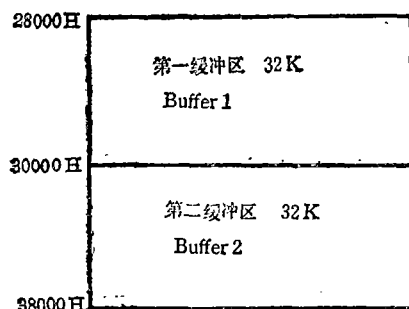


图5 数据缓冲区在内存中的地址  
Fig. 5 Address of data buffers in internal memory

## 五、多参数核谱数据获取时的在线监测

数据获取开始后,可从显示终端上监视实验的过程。监测的信息分为二类:文字信息及图形信息。屏幕上可显示以下二种文字信息:

1) 时间信息 指示活时或实时预置值及已经测量的活时及实时值。

2) 数据信息 指示当前缓冲区已装上的字节数及最后一个数据文件的编号。数据文件的编号从ASMB001.DAT开始,以后001改变为002、003不断刷新。

屏幕选用彩色高分辨率显示,分辨率为640×400。所有数字值呈白色,文字呈其他颜色,有四个数字值随着获取过程的进行而不断刷新。

以图形方式显示有关信息的方法有软件方式和硬件方式两种。软件方式是每当一个数据文件存盘后,立即把该缓冲区(32K字节)内的标码序列按预先指定的二个参数进行分类累计,分别存于三个内存缓冲区。第一个缓冲区存双参数压缩谱,第二、三个缓冲区分别存入指定的二个参数的单参数谱。分类累计过程通过程序进行,以后即在显示终端屏幕上与文字信息一起显示出三个图形,即一个双参数地图式谱形(对数刻度,分七种颜色)及二个单参数谱形(对数刻度)。每存入一个新的数据文件后上述过程重复一遍,这样屏幕上呈现的谱形即不断刷新,从而达到了在线监测的目的。

利用以上方式进行谱形显示所消耗的时间如下:1. 32K字节的数据文件存盘时间为1.2s。2. 32K字节的缓冲区分类累计时间为0.4s。3. 双参数地图式显示所需时间为3.2s。4. 每个单参数谱形显示的时间为1.0s。

在上节已谈到如果只考虑装入内存缓冲区的时间,计数率可达 $10^4$ 事件/s(二至四事件)。但按每个数据文件存盘、分类累计及显示等等所需时间,则即使在双参数获取情况下,最高计数率也只能限制在 $10^3$ 事件/s,故只能应用于低计数率的情况。

事件计数率较高时,应改变图形显示方式,即在屏幕上经常显示一个单参数谱形进行实验过程的监测(任选一个),而双参数谱形及另一个单参数谱形显示则可隔较长时间后再行刷新。

新, 或三个谱形都可隔较长时间轮流刷新, 这样系统的最高计数率即可达  $2-4 \times 10^3$  事件/s (双参数情况)。

事件计数率进一步提高时, 则核谱监测可采用硬件进行, 即利用伪随机数字变换原理进行快速获取、分类并显示的装置。具体来说即把四个参数中希望处于监测下的二个参数的标码组成监测用事件标码, 再通过多项式除式器得到一个商式码和一个余式码, 然后以该余式码作为直接选址的地址进行累加计数, 同时在该地址的第一个字节位置装入商式码。分类并记录一个监测用事件标码的时间仅  $4.0-7.5\mu\text{s}$ , 且该装置是和主系统并行工作, 不影响主系统获取数据的过程。详细工作原理请参见文献[4]。用这个装置进行在线监测的优点是可以免去软件分类累计时间及显示时间, 这时主设备上只要进行数据文件存盘操作及文字监测即可, 此时双参数获取时的最高计数率可达  $8-10 \times 10^3$  事件/s。

最后要说明的是: 在获取软件编制中采用了扩展的文件管理子程序调用, 故32K 字节的数据文件存盘时间仅需1.2s。

## 六、离线处理

用本系统进行数据获取后得到的信息是若干个磁盘数据文件, 每个数据文件的长度为32K 字节, 顺序编号。离线处理的第一步需要把各个参量的标码分离出来, 即通过专用程序把每一个事件的几个参量的标码分别进行统计分类、累加并存盘, 可以是单个参量, 亦可以是任意二个参量的相关谱形数据。例如某次获取实验得到600个数据文件, 则首先把这600个数据文件自动地逐个取出, 按预定要求进行分类, 并分别存于数据文件中。可以用这些文件进行离线显示、预处理等。进一步的离线处理由实验需要而定。

## 七、小 结

该系统的主要特点是结构简单, 工作可靠。由于系统外存储器采用了硬盘, 从而充分利用了系统的硬件资源, 不需另行添置磁带机, 节省了投资, 提高了可靠性。

为了便于保存硬盘上的原始数据, 以便存档及今后进一步进行数据处理, 可以采用活动式硬盘。每当获取实验存满一个磁盘后, 换上一个新的活动盘即可。每个活动硬盘的容量可达20M字节。

## 参 考 文 献

- [1] I. K. Atayama and H. Ogata, *Nucl. Instr. Meth.*, 13 (1980), 295.
- [2] J. Pouthas, *Nucl. Instr. Meth.*, 135 (1976), 187.
- [3] 夏松江, 核电子学与探测技术, 5(1987), 257.
- [4] 夏松江等, 4096×4096核谱数据在线监测系统, 核电子学与探测技术, 待发表(1988).

## A four parameter nuclear spectrum data acquisition microsystem

Xia Songjiang

(Beijing University)

### Abstract

A four parameter nuclear spectrum data acquisition system based on an IBM-PC/AT microcomputer is described. Each parameter has a maximum word-length of 12 bit, and one event recorded in sequential DMA mode consists of two to four parameters. The interface of this system is composed of a multiparameter controller and a DMA controller. The main features of the system are simple and low cost, so it can be applied widely.

**Keywords:** multi-parameter nuclear spectrum data acquisition