

在线计算机与核技术应用

王述新 沈德勋 滕敏康 刘其盛 施士元

(南京大学原子核物理教研室)

一、引言

由于小型计算机和微计算机的迅速发展,计算机在线技术得到迅速的发展,小型计算机和微计算机具有功能强、灵活、体积小、可靠性高等许多优点,在核技术应用的在线数据获取和处理、过程自动控制以及仪器仪表的智能化等方面得到愈来愈多的应用。

将计算机在线技术用于实验物理中,将会改变传统的实验技术和方法,而把实验科学带进了一个新境界,不但提高了数据采集和处理的能力、速度和精度;而且可以进行一些过去很难进行或无法进行的实验工作;并且为实验测量的自动控制提供了可能性。

一般说来,计算机在线技术适用于任何实验,可获取分析数据,也可以控制实验。一旦有了完整的计算机在线系统,就可以把任何实验的探测器接上去。但是在每个实验中,都有很多具体的问题需要从事实验工作的人员去研究解决,在一个复杂的实验中,无论在硬件的配合上,还是在软件的编辑上都要花费相当大的气力。

在线计算机在核技术中的应用可以概括为以下几个方面:(1)测量数据的自动获取。应用计算机在线系统,除可以通过硬件的办法对测量数据的获取加以选择以外,还可以充分利用该系统的软件对测量数据进行有选择的获取,这样可以很容易地解决通过硬件很难或无法解决的问题。后面讲到的“在线 C^{14} 年龄测定系统”是说明这方面问题的一个例子。(2)测量的控制与监督。实验人员在计算机在线系统

设计时,可以以软件预先定义某些外部设备(如键盘、打印机、显示器)具有某些特殊功能,借以控制和监测测量过程。(3)测量数据的处理和分析。对于测量数据的一些简单处理分析工作,可以由在线计算机来进行。实验人员可以利用高级语言或汇编语言写出程序,对获取的数据(例如能谱)进行能谱分析的工作(谱线光滑、峰位确定、本底扣除、峰面积计算等)。(4)测量数据的储存。在线计算机系统可以将获取的大量数据存储在记忆媒介中去(通常为磁带、磁盘)。大型计算机可以直接从这些记忆媒介中获取数据,进行进一步分析处理。

二、计算机在线系统^[1]

所谓计算机在线系统,一般概念是指计算机直接由产生数据的仪器那里收取数据并对数据作即时处理的系统。

计算机在线系统一般由下面几个部分组成(见图1):

(1)直接探测射线的仪器以及相应的电子学系统和选择系统。

(2)接口。将外部设备连接到计算机上,需要用一套逻辑电路,通常称为接口。它有两项主要功能:第一,产生电子信号或作为信号(控制信号和数据信号)的通路;第二,调整外部设备(或计算机)发出的信号,使其与计算机(或外部设备)相配。CAMAC系统就是一种使用计算机进行数据处理和过程控制的标准接口系统。

(3)小型计算机或微计算机。

(4)外围设备,一般是指键盘、显示器、打

印机等。

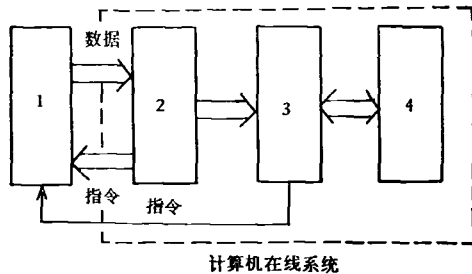


图1 计算机在线系统示意图

1.探测器; 2.接口(CAMAC); 3.计算机; 4.外围设备

三、CAMAC 标准接口系统^[2]

CAMAC (computer applied to measurement and control) 是在 1969 年由核电子学领域内提出, 近年来被国际上广泛采用的一个适用于计算机在线测量与控制系统的标准。这个标准的中心目标是使计算机与分散的仪器设备之间的接口尽量做到标准化。

CAMAC 系统由机箱 (crate) 和插件 (plug-in module) 组成, 其中插件包括组件 (moduler) 和控制器 (crate controller), 它们的尺寸是标准的。由于 CAMAC 采取了组件式结构, 而每个组件实现一个独立的功能, 故用组件可以组合成一个比较复杂的系统。CAMAC 标准机箱共有 25 个插件槽 (用 CAMAC 术语称为“站”), 自左至右编号为 1 至 25, 第 24 和 25 两站规定被一个双插宽的机箱控制器所占用, 1 至 23 各站为各种插件所占用。例如用于测量脉冲间隔时间的时-数转换器 TDC, 用于测量脉冲幅度的幅-数转换器 ADC 等等。CAMAC 机箱后面有许多母线和单线 86 芯插座连起来, 这些线叫做数据通道 (data way), 其作用是分配电源、传送数据、传输控制信号和状态信号。所有插件, 其面向被测对象的一面, 是各自不同的; 但是, 它们面向数据通道的一面则是标准的。因此从硬件的角度看, CAMAC 标准不仅规定了机箱与插件的结构尺寸, 而且定义了一组便于插件之间数据交换的数据总线。只要在

物理

计算机总线与 CAMAC 的数据总线之间建立了衔接, 不同功能的具体插件, 由于数据总线是标准的, 就易于与计算机之间实现数据交换。在一个机箱中, 作为计算机总线与 CAMAC 的数据总线之间的接口是机箱控制器。所以说, CAMAC 的基本思想就是把计算机中常用的所谓“总线” (bus) 结构引用到仪器系统中来。

四、微计算机系统

微型计算机自 1971 年问世以来, 发展异常迅速, 其应用日益广泛。微型计算机 (micro-computer) 一般是指以微处理器 (microprocessor) 为核心, 再配上存储器必要的外围接口所构成的计算机系统。微型计算机配上外围设备就称为微计算机系统。其示意图见图 2。

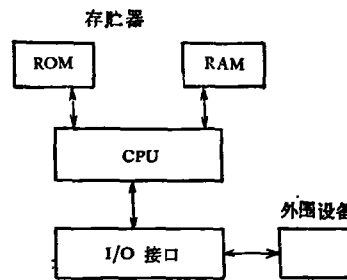


图2 微计算机系统示意图

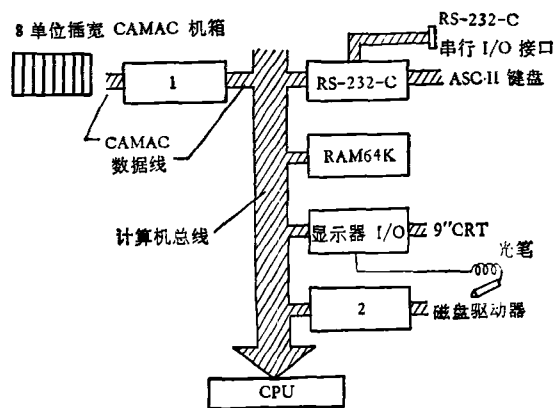


图3 Lecroy 3500 微计算机系统框图

1.控制器插件; 2.驱动器控制插件

我们在应用研究中使用的是 Lecroy3500 微

计算机系统^[3]。该系统是微计算机数据获取、控制和分析系统，它具有高速、多重输入的特性，在单一机箱内综合有获取、显示、分析、控制、编辑程序和输入/输出的能力。其总体结构如图3所示。

Lecroy3500系统中使用了Intel公司的8085微处理器作为主控处理器，随机存储器容量为64K字节，使用的是单总线结构，可联结18个接口。该系统除可配置行式打印机、ASCII键盘、特殊功能键盘、9"CRT、光笔、磁盘驱动器外部设备外，还配置有一个可放置8个CAMAC单插件的小型CAMAC机箱，且可外接12个CAMAC标准机箱(每机箱需有机箱控制器)，因此Lecroy3500系统十分适用于核技术应用中进行数据获取、处理和控制在等工作。

五、应用研究工作举例

1. 在线¹⁴C年龄测定系统^[4]

¹⁴C年龄测定方法可以成熟可靠地测定五、六万年内含碳标本的年龄，它在许多学科方面得到广泛的应用。目前，国内大部分¹⁴C实验室采用液体闪烁法进行测量，一般使用国产FJ-353、FJ-2001液体闪烁谱仪。但在这样的系统中，存在这样两个问题：

(1) ¹⁴C样品测量时间较长(1000分钟)。由于各种因素的影响，仪器在测量过程中有可能发生漂移，这样就直接影响年龄测量的精度。因此，进行精确年龄的测量就必须对仪器稳定性进行监察。

(2) 双道液体闪烁谱仪有1/2—1/3的本底来自串光本底计数，即在一个光电倍增管中产生的光被另一个光电倍增管观察到而产生的一个符合脉冲。这样串光脉冲的特点是：在一个光电倍增管中产生的脉冲幅度比较高，而在另一个光电倍增管中产生的脉冲幅度比较低。为了降低串光本底计数，国内外研究了不少方法：根据两个光电倍增管串光输出脉冲幅度相差悬殊，且一个输出脉冲幅度低的特点，采用降低符合电路灵敏度的方法，或采用把光电倍增

管小信号甄别掉的方法等。但这类方法是要降低探测效率的。比较理想的方法是对两只光电倍增管的输出信号进行幅度比较及运算，以排除幅度相差悬殊的事件。为此，国内外都先后制成了串光甄别器，但采用这种改进硬件的办法不但制作比较麻烦，而且参数选择、整机调整都很不方便。

把计算机在线技术应用于该系统中，对上述两方面的问题作了十分理想的解决。

首先，由于¹⁴C能谱是一定的，测量系统的漂移可以直接影响¹⁴C的能谱。在线¹⁴C年龄测定系统在测定¹⁴C计数的同时，还可以测定¹⁴C的能谱，并通过标准样品与待测样品¹⁴C能谱的比较，可以掌握测量过程中仪器的稳定性，从而提高了数据的可靠性。

其次，在线¹⁴C年龄测定系统可以根据串光本底的特点，采用软件的办法对两只光电倍增管输出信号进行幅度比较和运算，借以排除串光本底计数。

令液体闪烁谱仪I道脉冲幅度为 V_I ，II道脉冲幅度为 V_{II} ，而

$$D_1 = V_I/V_{II},$$

$$D_2 = V_{II}/V_I.$$

我们可以任意选择参数 RT ，通过计算机软件把 $D_1 < RT$ 或 $D_2 < RT$ 的信号排除掉。因此，通过选择最佳 RT 值，可以获得在不降低¹⁴C探测效率的情况下，有效地去掉串光本底。

在线¹⁴C年龄测定系统由液体闪烁谱仪、NIM电子学线路系统、CAMAC系统、微计算机系统

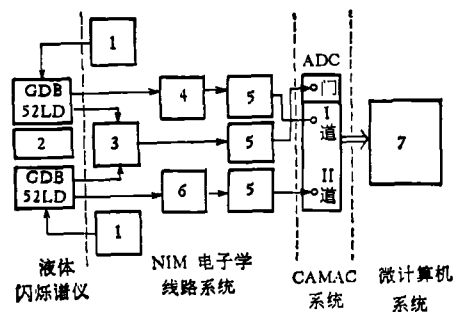


图4 在线¹⁴C年龄测定系统

1. 高压电源； 2. 样品； 3. 快符合； 4. 放大；
5. 倒向； 6. 放大； 7. 微计算机

系统组成,其示意图见图 4.

在线 ^{14}C 年龄测定系统数据获取的程序流程图如图 5 所示.

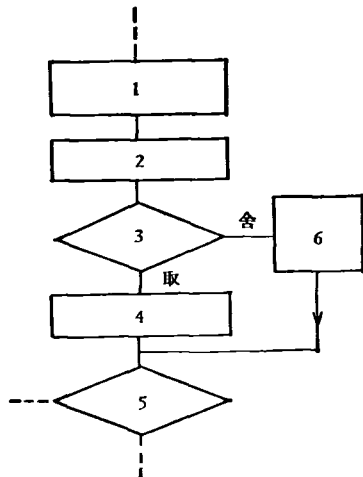


图 5 数据获取程序流程图

1. 读 ADC I, II 道数据; 2. 求 V_I 与 V_{II} 比值;
3. 根据 RT 取舍计数; 4. 好事件计数; 5. 停止计数?; 6. 坏事件计数

在一定的工作条件下,对不同的 RT 值进行测量和比较,可以明显地看出,选择合适的 RT 值能有效地消除串光本底,并保持效率不变.例如,当选取 $RT = 0.13$ 时,该系统测量的本底计数率是 6.3 次/分,而用原 FJ-353 型双道液体闪烁谱仪测量的本底计数率是 10.2 次/分.由此可见,本底计数率降低了 3.9 次/分,约占 38%.这说明两道脉冲幅度比值小于 0.13 的串光本底被有效地消除了.

2. 在线 X 射线特征谱自动获取和处理分析系统

放射性同位素源激发能量色散 X 射线分析是近十年来发展起来的 X 射线荧光分析的一个重要分支,是微量元素分析中的常用工具之一,在很多领域内得到广泛的应用.

当入射光子能量大于原子内壳层电子的束缚能时,会使该壳层电子脱出产生空穴,外层电子填充该空穴就会以一定的几率发射出该原子的特征 X 射线.由于特征 X 射线的强度与待测元素量成正比,所以通过测定 X 射线强度即可求得待测量.这就是放射性同位素源激发能量

物理

色散 X 射线分析的基本原理.

在这一工作中,谱的获取和分析是关键.为了进行多元素的快速分析,实现数据获取和分析的自动化以及提高数据分析处理的速度,应用计算机在线技术是很好的一个途径.

在线 X 射线特征谱自动获取和处理分析系统由探测器、NIM 电子学线路系统、CAMAC 系统、微计算机系统组成,其示意图见图 6.

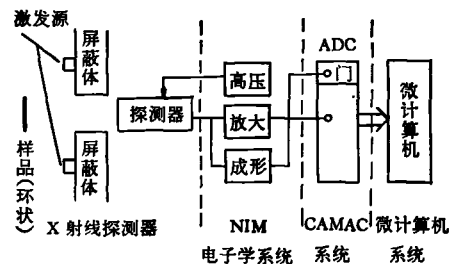


图 6 在线 X 射线特征谱自动获取和处理分析系统

在该系统中,数据获取完毕以后,将自动地转入相应的处理分析程序,以对获取的数据进行处理分析.其中所进行的处理分析有:谱线光滑、峰位的确定、峰面积的计算等等.用户对这类处理方式的具体要求,可以通过一些参数由键盘命令启动人机对话而向系统提出.

该系统在数据处理分析完毕以后,计算机会自动询问用户是否需要显示以及需要显示的谱线种类(原始谱线和不同处理方式后的谱线),当需要显示某谱线时(通过键盘给出的命令),计算机则进入显示程序.

谱的显示还采用了感兴趣区的概念,即用户可按需要,通过键盘自行选定感兴趣的谱区,让其显示出来,其宽度不限.

数据的输出可以根据用户的需要,在 1024 道范围内,输出任意道或任意道之和的数据,既可显示也可以通过打印机打印出来.

参 考 文 献

- [1] M. W. Sachs, Nucl. Instr. and Meth., 162(1979), 719.
- [2] L. Costrell, IEEE Transactions on Nuclear Science, Vol. NS-20-2 (1973), 3.
- [3] System 3500 Operators Manual (Leecroy).
- [4] 沈德勋等,南京大学学报(自然科学版), 1 (1981), 42.