

电子计算机在岩土力学实验 测试中的应用(续)

王 改 正

Computer Application on the Experiment and Test of Rock and Soil Mechanics (Continued)

Wang Gaizheng

四、实验系统对计算机的基本要求

对实验系统中的计算机有它的特殊要求,这与科学计算、工程数据处理、管理和商用计算机不同,它以满足数据采集处理和自动控制环境的需要为主要目的,对各种性能的要求,概括起来有以下几点:

(一) 对中央处理机CPU的要求

CPU是计算机的核心部件,决定机器的速度、字长、寻址空间、指令等。实验环境中的计算机要求CPU有较强的逻辑运算、定点运算以及数据传输等功能。在复杂的系统中,还要求有多CPU结构和多总线结构,以实现多道作业并行处理,提高系统的实时性和频响特性。

(二) 中断功能要求

多级优先中断是使计算机具有暂停正在执行的程序运行而转到处理当前最紧迫的事件;一经处理完毕,则继续执行原有程序的功能。这样就可以按事件的紧迫性来区分优先程度不同的各级中断。对实验环境中的计算机要求有较强的多级中断处理功能,以适应输入和输出多道实时处理。而且和硬中断相适应,系统最好设置可由用户自行扩充的软中断功能。系统还要设置内部和外部时钟中断,这种时钟至少要以毫秒为基本单位,并且是可程序的,以满足控制过程中各种时间计算的要求。

(三) 多通道数据输入和输出功能要求

由于实时数据的采集和控制,要有多种参数的输入和输出,因此要求计算机有各种输出

和输入功能的多通道接口。一般通用计算机都有一定数量的快慢通道接口；微型计算机也有可供用户扩充的各种总线接口。例如Z-80机上有S 100总线和PIO并行接口；M6800机上有PIA并行可程序接口，其它如IEEE 488接口、APPLE接口等都是扩充能力很强的接口。而DMA接口是微计算机上的高速并行接口；RS-232接口则是较慢速的串行通讯接口。由此可见，计算机的接口技术在实验系统中有着重要的作用。

（四）内存贮器功能要求

实验系统要求计算机内存贮器具有灵活的保护功能，使保护区的内容不被任何运行程序所破坏。中小型计算机的分区保护，微计算机的可写只读存贮器（EPROM）和只读存贮器（ROM）都是很必要的。内存贮器中应有由用户可灵活选择大小的区块。内存贮器容量的大小要由输入输出通道的多少、内存常驻程序、内存并行暂存数据区的多少来计算，并且应有适当的可扩充能力。在设计时要留有充分的余地。

（五）外存贮器功能要求

由于实验系统要采集、处理，输出大量的数据，就要求有尽可能大的存贮器。但是，由于内存贮器价格较高，往往占机器总价格的60%以上，机器内存量又受到机器字长的限制，不可能搞得很大，所以就要求有较大的外存贮器。外存贮器价格便宜，存贮信息可作永久性保存，只是交换速度慢。适当利用内外存贮器可以相得益彰。外存贮器主要指磁带、磁盘和磁泡。目前磁泡用的较少，主要是TM系列机使用。磁带多用于非实时处理或速度较低的数据采集系统作为数据资料保留用。磁盘容量大、交换速度较快、能永久保留信息，是使用最广的外存贮器。塑料软盘比硬盘稍差一些，但它使用和携带都很方便，是微型计算机的一种理想的外存贮器。

（六）软件功能要求

软件是计算机必不可少的组成部分。系统软件的功能决定了系统应用的范围。完善的、多功能的软件会给应用带来很大方便。所以，选择计算机必须把软件的配置作为一个重要的因素加以考虑。用于控制和数据采集的计算机，要具有较强的多道实时处理功能，可扩充的多级中断处理功能，以及透明性好，可扩充能力强。提供多种可重组模块，灵活地改变系统功能，应包括基本监督程序、操作系统、BASIC语言解释程序、FORTRAN系统、汇编语言和开发系统以及文件和数据库管理程序。较简单的系统也应包括汇编语言和BASIC语言。象HP系列的计算机就具有较完善的数据采集处理和控制输出功能。

六、系统研制的一般步骤

研制数据采集和自动控制的计算机，是一项复杂的工作。包括对实验系统工作过程的深入研究，对过程物理特性的深入分析，建立控制的数学模型。还包括计算机及检测执行部件选择、通道接口设计、软件设计和系统联机调试等。现分述如下：

(一) 试验过程分析

计算机数据采集和控制的过程, 就是由计算机代替人工记录和控制操作进行试验的过程。因而要用计算机代替人工控制, 首先要对试验过程进行深入分析, 研究过程的物理特性, 分析试验过程中人工记录和人工控制的步骤和每步操作的意义。建立数学模型, 不仅要考虑人工记录和操作的每一步的判据、参数选择的根据和参数的取值, 还要考虑计算机控制所特殊需要的条件。并且研究这些参数和试验系统状态和检测量之间的关系。还要根据数学模型, 对系统进行复杂性辨识, 论证系统的频响特性和稳定性, 为研制控制系统提出充分的理论根据。较复杂的系统, 还要先在计算机上做模拟试验, 检验模型的准确可靠性。

(二) 选择计算机

在上一步工作的基础上, 推算系统采集数据和控制输出的各种参数的精度要求、数据传输量、计算量、运算速度、字长、数据传输速度、程序量决定计算机的字长、运算速度、通道传输能力和内存量, 加上数据后处理对外部设备的要求就可以决定选择什么样的机器了。就岩土力学的试验设备而言, 所选用的计算机可分为三种情况。即野外测试用的自动数据采集和处理, 以八位的单板机和便携式的微计算机为好。处理几个乃至几十个参数的室内试验设备, 在实时性不太高时(例如在0.1秒以上), 选用普通的八位微计算机, 如Z-80、TRS-80、M6800、APPLE II等机型就可以了。较复杂的实时性强的系统, 可以选用十六位微型计算机或小型计算机。

(三) 数据采集部件

数据采集部件是计算机的感觉器官, 在试验系统中占有很重要的地位。这些部件包括传感器、换能器、模数转换器、放大器等。这些一般都是商品化的仪器和部件。多数适用于数据采集处理和控制的计算机都有数据采集插件和模数/数模转换插件。目前岩土力学试验中已有很多电测仪器, 是数字化的。如数字应变仪、岩石声波仪、数字位移仪等。只要配上计算机接口, 就可以实现数据检测自动化。许多使用模拟电测量的仪器, 通过计算机的数模转换板, 也可以由计算机自动采集和处理数据。当然, 尚在使用百分表、千分表的测量设备必须配上适当的传感器, 才能被用于计算机自动采集处理数据。

(四) 控制执行部件

无论是压力、位移、温度、流量中的哪一种参数控制, 都要由控制执行部件来完成。岩土力学试验中, 加载、卸载控制多采用电液伺服系统、电磁传动系统来实现, 这些执行部件也可以作为计算机的控制执行部件。这些部件都有一定的滞后作用, 并且由于需要较大的驱动电流, 容易引起对其它信号的干扰。计算机应用, 主要是输出接口, 数模转换的研究。干扰问题要在设计时就加以考虑。滞后则直接影响系统的频响特性, 在设计时也必须加以研究。

(五) 软件研究和联机试验

控制软件的研究和系统联机试验是后一阶段的主要工作。控制软件要将数学模型控制、

数据采集加工、状态分析、控制输出、试验结果和运行显示具体化为工作程序,协调各部分形成统一的整体。软件的编制与系统物理特性、试验的具体要求和意义都有密切的关系。只有对试验的基本要求和计算机的软硬件基本知识有深入的了解,才有可能编制出适合需要的软件。作为专用控制计算机,都配有适合控制环境需要的软件支持,提供了优越的程序环境,使得试验程序的书写和调试都很方便。

七、举 例

目前,已有不少用于科学试验的计算机系统。国内已有不少单位利用微计算机和小型机研制的实验室自动数据处理和自动控制的系统。国外的一些公司,如HP公司、CDC公司、TEXAS公司,提供了各种系列的计算机,用标准接口连接职能仪器和数据采集、自动控制部件,实现了产品的职能化、系列化、标准化。以下仅举几例,说明计算机系统在各方面的应用。

例 1 MTS材料试验机的计算机控制系统是由美国MTS公司提供的。它由PDP11系列的计算机控制,与计算机并行而又密切联系的模拟控制系统结合在一起,保证了系统稳定可靠地控制和数据采集处理功能。框图结构如图4。

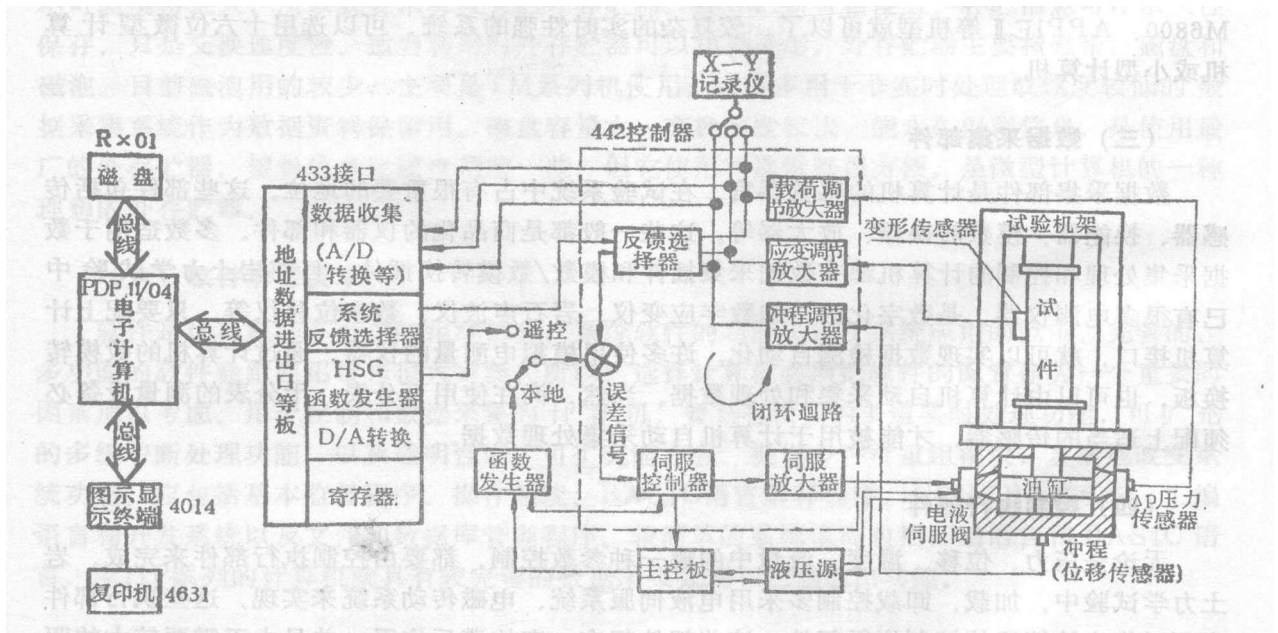


图4 MTS315材料试验机方框图

计算机控制部分包括PDP-11计算机、显示终端、拷贝机和磁盘等部分组成。通过433接口的数据采集和数据输出控制寄存器实现对系统的控制。模拟控制部分由函数发生器、反馈选择器(FBK)、伺服控制器等部分组成。系统软件由RT-11实时操作系统、MTS BASIC语言解释系统组成。整个试验系统实现了数据采集处理和反馈选择控制自动化。一台计算机可以控制多台试验机,实现多台并行实时操作运行。

例 2 以微处理器为主的声发射频谱分析仪。这个系统是由武汉水利电力学院研制的。主要用于声发射无损探伤，用频谱分析的方法捕捉瞬态信号。以 8080A 微处理器为主体，采用接口对存贮器直接存取的 DMA 技术，8 位 A/D 转换。数据采样频率高达 512 千赫兹。可分析的频带达 2 兆赫兹。类似的数据信号采集系统已经广泛应用于各类信号分析处理系统。系统框图如图 5。

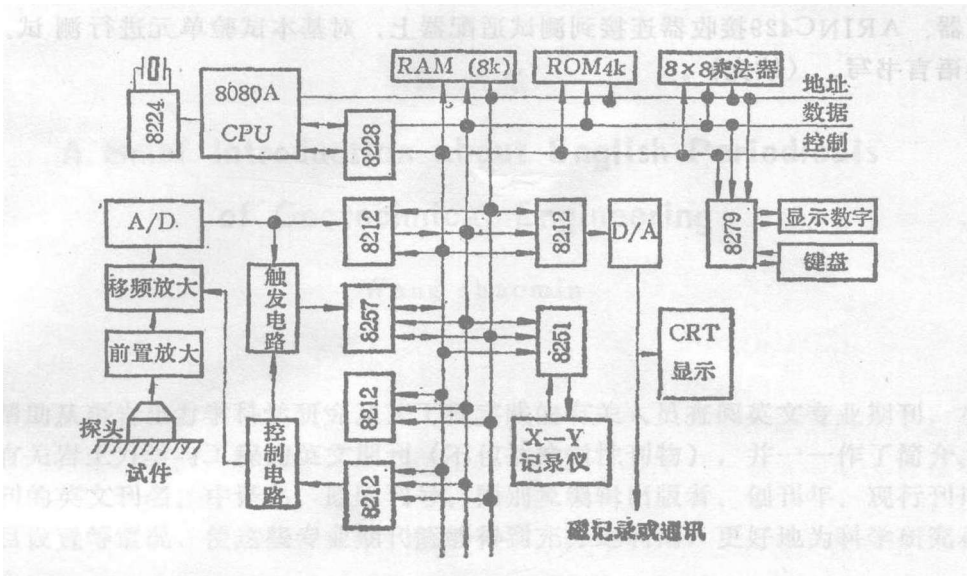


图 5 声发射频谱分析仪原理框图

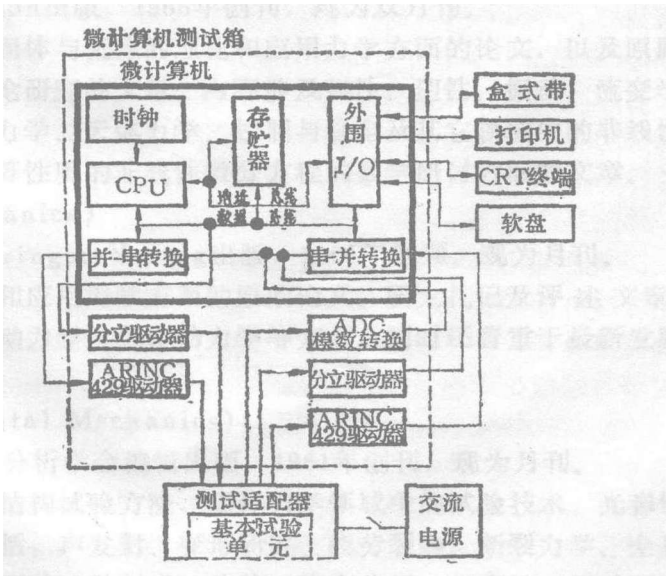


图 6 波音公司工厂用微计算机测试系统

例3 美国波音公司的飞机制造厂大量使用计算机自动测量系统。无论是电子的, 还是力学的、结构的测试系统, 都采用了分布式的或集中式的小计算机和微型计算机测量。图6是其中一种工厂用的测量系统框图。由CPU中央处理单元、时钟、存贮器、外围输入输出接口、串-并转换接口和并-串转换接口组成通用的微计算机系统。并配有通用的CRT终端, 软盘、行式打印机和盒式带。它通过分立驱动器、ARINC429驱动器和ADC模数转换单元、分立接收器、ARINC429接收器连接到测试适配器上, 对基本试验单元进行测试。测试程序用机器语言书写。(续完)。