

# 微计算机化低速数据采集系统

王 朔 中

(中国科学院东海研究站)

本系统使用一台微计算机CBM4032(美国COMMODORE公司)。它将4个通道的数据经A/D转换后读入计算机并存入软磁盘。该系统借助于一个外加接口可以通过RS-232串行口把数据送到大型计算机中去。

## 一、引 言

本系统是为了在水池中采集水声实验数据,研究水下声场分布而设计的。在这一研究中,使用了空间采样技术,以绘制障碍物周围的衍射声场振幅和相位的分布图<sup>[1]</sup>。过去曾使用数据采集仪和纸带穿孔机来收集测量数据,水听器是用人工来移动的,因此采样量和测量效率受到限制。为了提高测量工作效率,同时也考虑到当时作者所在的实验室中一套由计算机控制的自动行车控制系统接近完工,将有条件实现一个全自动的水池测量体系,所以以美国COMMODORE公司出产的CBM4032微计算机(使用6500系列微处理器)为基础,设计了这一数据采集系统。

假设被测声场是稳定的,在感兴趣的区域内连续、平稳地移动探头,同时以一个选定的速率进行采样。探头在水中的移动速度必须相当慢,以免扰动声场,因此设计成一个低速的系统。

系统共有4个通道。对于每一个空间采样点,它能够收集一对空间坐标读数 $V_x$ 、 $V_y$ 以及一对声学参数(例如在文献<sup>[1]</sup>中是声压的一对正交分量)。如果是作三维空间的测量,则需要再增加1个通道、或者在不同的XY平面上分别扫描。由于记录了坐标读数,探头可以随机地在被测空间里移动而不必遵循某一规定的路径。

## 二、一 般 考 虑

被采集的数据首先要经过A/D转换,然后被读入计算机的内存,并存贮到软磁盘上去。这些数据要能被传输到计算中心的大型机去进行处理。数据传输应能在实验过程中同时进行,也能在事后单独进行。

采样的时间间隔由被测声场的具体条件决定。需要考虑的因素包括声波波长,探头的移动速度,对测量精度的要求以及被测区域的大小。在文献<sup>[1]</sup>的工作中,要求在100分钟内对大约6,000个点进行采样,因为共有4个通道,所以总共有24,000个数据。在这种情况下,采样时间间隔为1秒。由于前面提到的对探头移动速度的限制,一般说来采样间隔不会小于0.5秒。因此,有可能选用一种非常廉价的12位A/D转换器ICL7109<sup>[2]</sup>。这种器件的最大转换速度是每秒30次。12位A/D转换器所提供的分辨率在声场研究的绝大多数应用中都是足

够的。

4个通道的模拟输入首先送到取样维持电路后再送到通道选择器。这些数据在依次进行A/D转换后由CBM计算机通过其用户口读入。用户口有8根数据线和2根控制线：CA1和CB<sub>2</sub><sup>[3]</sup>。计算机以选定的时间间隔通过CB<sub>2</sub>送出控制脉冲。

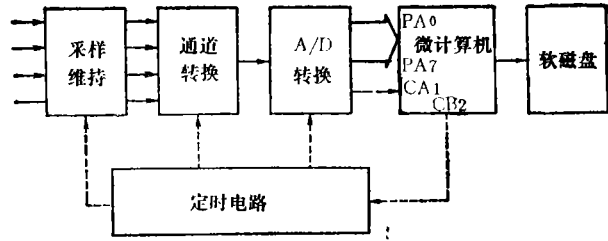


图1 系统方框图

这些CB<sub>2</sub>脉冲被用来触发一个定时电路，该电路随即产生一系列脉冲去触发取样维持、通道选择以及A/D转换器。每完成一次转换，A/D转换器就经过CA1线向计算机发送一个脉冲，通知计算机读一次数据。图1为本系统数据采集部分的方框图。

### 三、A/D 转换器

本系统采用的集成电路 ICL7109 是一个 12 位（另外加极性和溢出指示）双斜率积分式 CMOS A/D 转换器。12 位输出分成高低两个字节，低位字节包括 8 个低位数字，高位字节包括其余的 4 位数字以及极性和溢出指示位。该器件有与 TTL 器件兼容的三态输出端，很容易和 CBM 计算机的 8 位数据总线相联。A/D 转换的时间控制以及和计算机之间的联络通过 RUN/HOLD 输入线和 STATUS 输出线实现。关于这一器件的详细描述可参看文献<sup>[2]</sup>。

本系统选用的转换速率为每秒 25 次，即每进行一次转换要用 40ms。一次转换的时间关系示于图 2，其中 RUN/HOLD 脉冲由定时电路产生。转换完成后，高低字节被依次允许输出，出现在 8 位数据总线上。

A/D 转换器的振荡器接成 RC 形式，同时使用了器件内部的参考电压源。如果要求提高转换精度，则需要改为晶体振荡器和高精度的外加参考电压源。要使电路具有最佳的抗 50Hz 干扰能力，应使 2048 个时钟周期等于 50Hz 周期的整倍数。这样就将最高转换速率限制在每秒 12.5 次了。

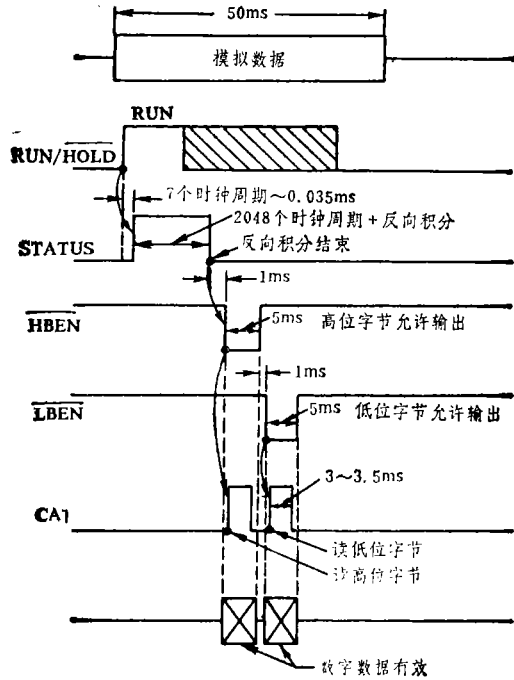


图2 A/D 转换定时

### 四、接口电路

电路设计是基于各部分对时间的要求上的(图3)。每一通道的模拟输入电压在 A/D 转换

器的模拟输入线上持续 50ms,它大于每次转换所需要的时间。因而 4 个通道总共需要 200ms。由前所述,最短的采样间隔时间为 0.5 秒,所以在两次采样之间计算机至少要等待 300ms。这一段很长的等待时间可以用来完成许多工作,例如可以再增加 6 个通道而不必对系统进行大的改动,也可以对数据进行预处理,或由同一台计算机对测量探头的运动进行控制。

STATUS 脉冲的宽度是随输入的被测模拟电压的高低而变化的,因此无法预计数字输出出现在数据总线上的时刻。CA1 线的使用保证计算机在正确的时刻从数据总线上读取数据。

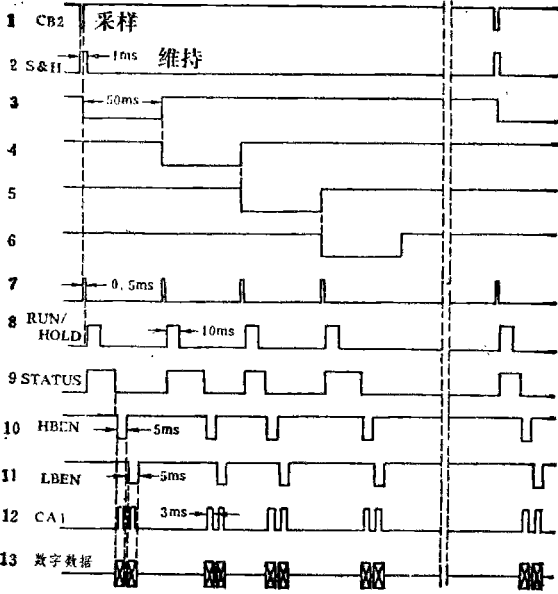


图 3 系统定时

## 五、计算机程序

CBM 计算机经过接口电路从测量系统收集数据的程序用 BASIC 写成,其中有一个用机器码写成的子程序作为它的核心部分。图 4 是该程序的流程图。每执行一次机器码子程序,计算机要从数据总线上读取 8 次数据,这是因为共有 4 个通道,每一通道又分成高低两个字节之故,读完这些数据后,计算机即转入 BASIC 等待下一次采样。

为了消除从交流电网来的干扰,在正式读入数据之前介入了一次空的读数,即让计算机读一次数但并不存入存储器中。当没有这个空读数时,系统将受到附近使用同一供电线的其它电器接通或切断电源的严重影响。因为当有效的数据出现在数据总线上时,是由 CA1 标志来向计算机发出信号的,所以一定要确保在计算机进入机器码子程序中的 8 周期循环之前,CA1 被清除掉。而 CA1 标志只能通过 CA1 线上的电位由低到高,或者由高到低(取决于控制寄存器中某一特定位的逻辑状态)的跳变而置位;它只能通过一次从数据寄存器读取数据的动作来清除<sup>[4]</sup>。上

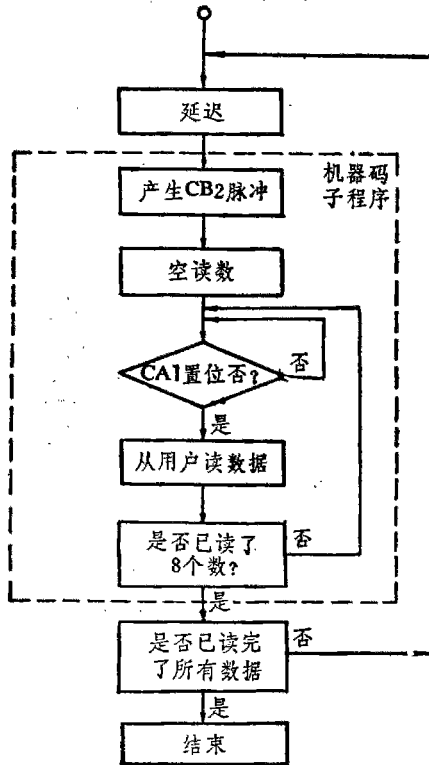


图 4 流程图

述干扰的产生很可能是因为计算机等待的过程中，CA1标志受外界干扰脉冲的触发而被置位。这种情况一旦发生，在下次执行机器码子程序时计算机就会将数据总线上依次出现的8次数据中的第1次遗漏掉，而所有以后读入的数据便都被存入错误的地址。实践证明，在CB2脉冲形成以后引入一次空读数动作可以有效地清除CA1标志，从而为正式读取数据作好准备，这样就大大增强了程序的抗干扰力。

数据既可以用二进制的形式也可以用BASIC数组的形式存入计算机和软磁盘。一个12位的二进制数在存储器内或磁盘上要占2个字节的位置，而一个BASIC数组元素则要占5位。

在本系统中数据是分块组织的。计算机每读入一个数据块的数据后就把这个数据块存入软盘。数据块的大小受计算机内存大小的限制。由于将数据转移到软盘上是轻而易举的，所以通常不必要采用很大的数据块。较小的数据块还可以避免在测量系统万一发生故障时丢失大量的数据。

一个单面单密度的5¼吋软磁盘的容量为167K字节。因此，这样一个磁盘可以存放大约32,000个BASIC数组元素或80,000个二进制数据。按第2节所举的实例，总共有24,000个数据，如采用BASIC数组的形式，这些数据要占据一个软盘的75%。

## 六、数据的传送

由于受处理速度的限制，微计算机不适宜用来处理很大数量的数据。而且一般说来，微计算机往往不具备进行复杂处理所要求的大量应用软件。本文所涉及的声场空间采样数据，常需要送到计算中心的大型计算机去进行处理。根据从实验室所在的大楼到计算中心的传输线路的实际情况，确定以一台DEC-20大型计算机为数据传输的收方，它能够以每秒1.200比特的速率接收数据。数据送入DEC-20后，可以很方便地再转移到实际上用来进行数据处理的其它机器中去。

微计算机必须具备RS-232串行通信口<sup>[5]</sup>，才能向远方的设备输送数据。本系统所使用的CBM计算机的串行口是通过插入一块接口板<sup>[6]</sup>而得到的。这块称为NETKIT的接口板实质上是由1个可编程序的UART以及存在ROM中的2K字节的软件构成的。它提供1个RS-232串行口和10条附加的指令。这些附加指令称为“串行BASIC”。当串行BASIC被初始化后，计算机就能够通过串行口向任何其它具有RS-232标准口的装置发送ASCII码。

传输数据的方法之一是把CBM转变为DEC-20的一台终端机。然而这样做不太方便，因为存在CBM中的数据只能在执行BASIC程序时去读取。一台CBM不能同时兼作计算机和终端机。为了把数据送出去必须按下列顺序来工作：(1)把CBM转变为终端机；(2)通过这个终端操作DEC-20，建立一个数据文件；(3)保持线路接通，将CBM转回BASIC；(4)执行BASIC程序，把存在软磁盘上的数据向通信线路输送。因为在发送数据时CBM是一台计算机而不是DEC-20的终端，所以无法接收从DEC-20发回来的应答信号，也就是说无法对数据传送过程进行监视。如果在传送数据中发生差错，操作者将得不到任何信息，直到程序执行完毕才能发现。

为了克服上述缺点，本系统采用另一种方式。即保持一台终端机接通，由它来操作DEC-20，而把CBM串行口中的TXD（“发送数据”）线通过一个“或”门与传送数据的通信线路并联

(见图 5)。在 DEC-20 上开辟一个数据文件后，不用切断终端机，CBM 即可开始执行 BASIC 程序向线上发送数据。从 DEC-20 的角度看来，数据好象就是从终端机的键盘上输入的一样。操作者可以同时从 CBM 的显示屏和终端机上监视 BASIC 的执行情况，以及 DEC-20 接收数据的情况。发生差错时，可以随时采取措施。

如果有必要，采集数据和传送数据的过程可以同时进行，因为向外发送数据并没有占用采集数据所用的用户口。

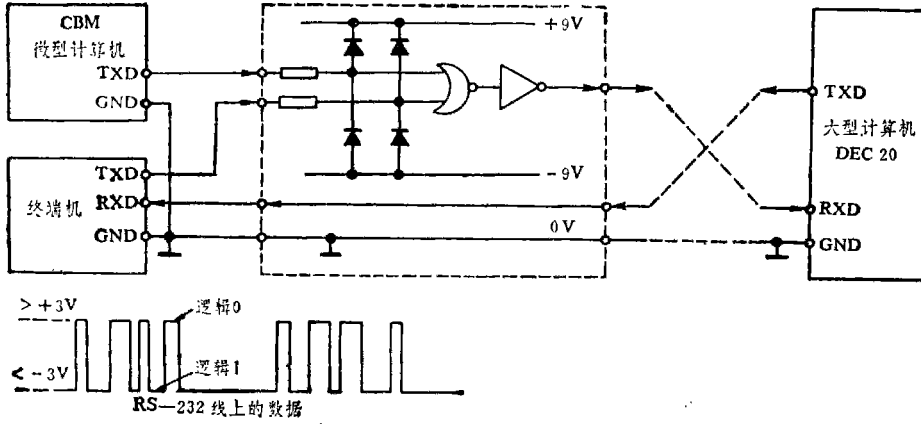


图 5 数据传送接口

## 七、讨 论

本文所介绍的系统，由微计算机读取实验数据并贮存在软磁盘上。与穿孔纸带相比较，软磁盘不仅具有体积小，容量大以及存、读速度快的优点，而且使用极其方便。数据可以在任何时候由微计算机本身进行处理或者传送到大型计算机去，也可以很方便地发送到远方的其它系统中去。这一系统很容易发展成为全自动测量体系中的一部分。

输入模拟数据的通道可以扩展到 8—10 个，而不必对接口电路和计算机程序进行重大的改动。如果用计算机来控制测量探头的运动轨迹，可不必再记录采样点的空间座标。这样多下来的 2 个通道可以用于记录另外的参数。

实际上，只要改用适当的快速 A/D 转换器，并对接口电路和计算机程序略加修改，将采样速率提高几十倍是不困难的。

## 参 考 文 献

- [1] Wang, S. 1982, Ph. D. Thesis, Univ. of Birmingham, England, 'Diffracted Acoustic Fields with Application to Echo Formation'
- [2] 'Intersil Data Book', 4.20—4.35
- [3] 'The PET Revealed', 1980, Nick Hamprhrie Publication
- [4] Leventhal, L. A., 1979, '6502 Assembly Language Programming', Aosborue, Mc Graw Hill Book Co Inc.
- [5] EIA Standard: 'Interface between Data Terminal Equipment and Data Communication Equipment Employing Serial Binary Data Interchange, RS-232-C'
- [6] Netkit Serial BASIC', 1981, Kingstone Computer Ltd., England, (Manual).