遥测地震台网实时处理系统

刘凤祥

(国家地震局兰州地震研究所,兰州 730000)

摘要 本文介绍了采用程序驻留内存技术,利用系统的硬件中断和时钟中断,在微机上研制成功了实时处理系统。该系统具有前后台处理功能,能够在主机CPU中同时运行多道程序,使数据采集、事件检测、数据转存、地震定位等均能进行实时处理。该系统可用于区域遥测地震台网和地方遥测地震台网的实时处理。

关键词: 程序驻留内存 实时处理 事件检测 中断控制

1 引言

近几年内,一些台网研制出可用于不同类型遥测台网的微机处理系统,从这些系统的组成结构来看有两种:一种是单机系统,一种是双机系统。双机系统的构成基本上也是两种:一种是由以太网络组成的,一种是由通讯接口连接组成的。采用双机结构的目的是为了完成地震信号的实时处理和人机结合分析处理,可把多任务实时处理分解到两台微机上单任务处理。单机系统基本上是采集定长地震信号的单任务处理系统,在这种系统中数据采集和地震定位不能同时进行。为此作者研制了一种能够实现数据采集和定位处理同时进行的系统,本文对该系统的基本原理、结构、检测方法等进行了介绍。

2 实现实时处理的思路和方法

虽然磁盘操作系统PC-DOS或MS-DOS均是单用户单任务系统,但给我们提供了丰富的系统功能调用,利用这些功能调用,可以编制出各种应用程序。因此可将程序驻留内存,利用系统的硬件中断和时钟中断,就能在微机上实现具有前后台处理功能的实时处理系统。该系统能够在主机CPU中同时运行多道程序,能够快速得到自动定位的结果,也能够实时的采集数据并进行保存,直至地震波结束。

研制的这个系统中共安排了四个程序(或任务)在CPU中运行,两个程序在后台运行,两个程序在前台运行,在各程序间可以交换数据和信息。在后台运行的两个程序,一个是数采、检测处理、数存程序,它是在开关量MS-4201定时中断信号的驱动下工作,作为主机系统的硬件中断(即中断类型码为ODH)。另一个是脱机打印程序,它是为了使打印机打印时不占CPU的时间而设计的,是在主机时钟中断(中断类型码1CH)的驱动下工作的。这两个程序均用汇编语言编写,驻留在内存中。在前台运行的两个程序,一个是主控程序,一个是定位程序。其中的主控程序是将运行参数传递到各个应用程序中,对硬件中断实行控制,不断的检测前后台程序的运行状态,根据运行状态进行相应的处理。例如定位处理等。前台程序

是用高级语言编写的，能够响应后台的中断处理。这样在前后台任务的配合下，实现了数据采集、事件检测、地震定位、数据存贮等的实时处理，一般情况下在地震发生后一分钟左右可自动打印出定位的结果。

3 实时处理系统的构成

系统可以由单机或双机组成。所谓单机系统是一台计算机完成实时处理的所有功能，人机结合处理由另外的计算机完成。双机系统是由两台计算机组成，不仅要完成实时处理而且要完成人机结合处理等。本系统提供的单机和双机系统如图1，图2。由图可知系统的硬件配置有：限幅器、光耦放大器、去假滤波器、A/D转换器、MS－4201开关量输入接口、计算机等。

系统中配置的软件有两类，一类是系统软件（包括工具软件）、如DOS3.30或更高版本、算法语言BASIC及其编译、连接软件LINK、宏汇编MASM、编辑软件WS等。另一类是为本系统研制的实时处理应用软件，有DZ、DZ1、DZ2、DZ3、DZJ2B3、WDZJ1、WDZJ2、SAMPL22B、WSAMP22B、CONFIG等。

4 地震事件检测与初动到时自动判读

4.1 地震事件检测算法

(1)单道触发检测算法

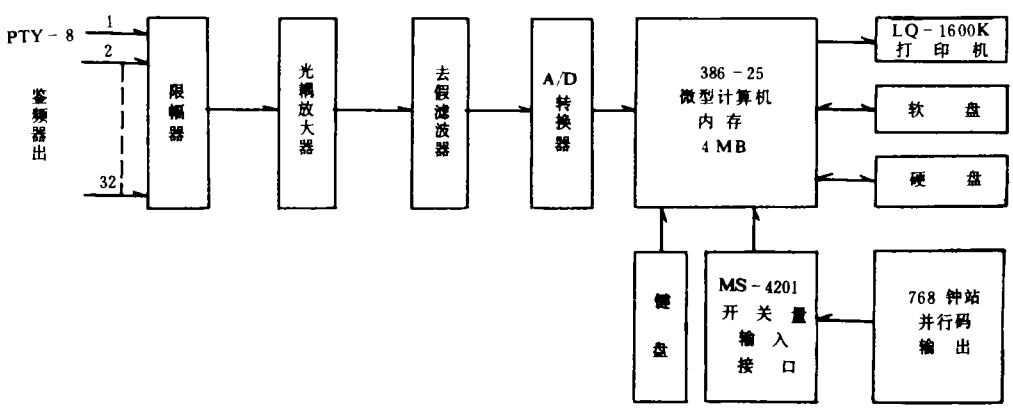

图1 单机处理系统

Fig. 1 Single-computer processing system.

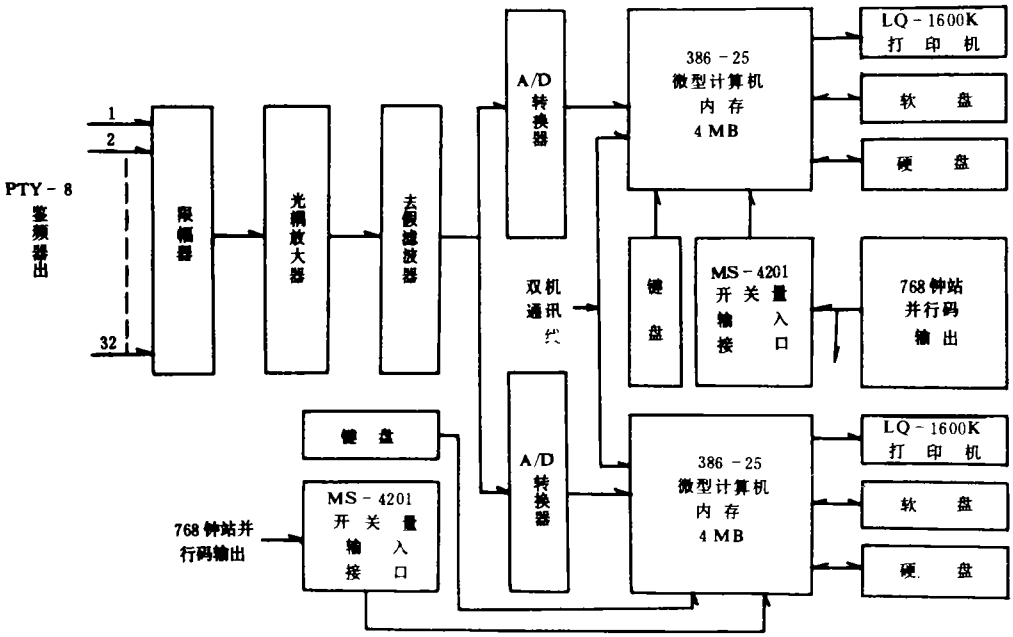

图 2　双机处理系统

Fig. 2　Double-computer processing system.

先采样 10 秒的数据，求这 10 秒钟数据的长时间均值 LTA^i，长时间绝对均值 $ALTA^i$，长时间差分绝对均值 $DLTA^i$，短时间均值 ZA^i 和 ZB^i。其计算式为：

$$LTA^i = \frac{1}{m}\sum_{k=j-m+1}^{j} X_k^i \tag{1}$$

$$ALTA^i = \frac{1}{m}\sum_{k=j-m+1}^{j} |X_k^i - LTA^i| \tag{2}$$

$$DLTA^i = \frac{1}{m}\sum_{k=j-m+1}^{j} |X_k^i - X_{k-1}^i| \tag{3}$$

$$ZA^i = \frac{1}{n}\sum_{k=j-m+1}^{j} |X_k^i - LTA^i| \tag{4}$$

$$ZB^i = \frac{1}{n}\sum_{k=j-m+1}^{j} |X_k^i - X_{k-1}^i| \tag{5}$$

式中上标代表信号道号，下脚标代表数据的序号，m 为计算长时间均值时的求和点数，n 为计算短时间均值时的求和点数，X_k^i 为第 i 道信号第 K 个点的数据值。

为了使计算量小，实现边采样边检测处理，用(6)、(7)、(8)、(9)、(10)式滑动计算代替(1)、(2)、(3)、(4)、(5)式的均值计算并由此求出触发阀值 THA_{j1}^i 和 THB_{j1}^i。

$$LTA_j^i = \frac{(m-1) * LTA^i + X_{k+1}^i}{m} \tag{6}$$

$$ALTA_j^i = \frac{(m-1) * ALTA^i + |X_{k+1}^i - LTA^i|}{m} \tag{7}$$

$$DLTA_j^i = \frac{(m-1) * DLTA^i + |X_{k+1}^i - X_k|}{m} \tag{8}$$

$$ZA_j^i = \frac{(n-1) * ZA^i + |X_{k+1}^i - LTA^i|}{n} \tag{9}$$

$$ZB_j^i = \frac{(n-1) * ZB^i + |X_{k+1}^i - X_k^i|}{n} \tag{10}$$

$$THA_j^i = Da * ALTA_j^i \tag{11}$$

$$THB_j^i = Db * ALTA_j^i \tag{12}$$

式中的 Da,Db 是系统中预先设定的常数。

(2)单道触发检测

第 i 道信号是否有地震信号到达,可以通过下面式子进行比较判别。

$$\text{当 } ZA_j^i > THA_{j1}^i \quad \text{或 } ZB_j^i > THB_{j1}^i \tag{13}$$

时则认为 i 道在第 j1 点处有事件触发,其中的 THA_{j1}^i 和 THB_{j1}^i 是事件触发时对应的阀值。

当认为是事件触发后,即转入长时间滑动均值的比较。即在给定的时间窗 T 内至少能找到一个点 j2,该点的阀值 THA_{j2}^i 和 THB_{j2}^i 满足

$$THA_{j2}^i > THA_{j1}^i \quad \text{或 } THB_{j2}^i > THB_{j1}^i \tag{14}$$

时则认为此次触发是有效触发,置起有效触发标志,这时将触发点的序号 j1、对应的数据值 X_{j1}、时间、日期 T_{j1}、长时间均值 LTA_{j1}^i 及触发阀值 THA_{j1}^i(或 THB_{j1}^i)存入数据文件中。之后,转入事件结束的判别计算。如果不满足(14)式,则认为是干扰,将有效触发标志置成零。

(3)单道事件结束判别

若 i 道在给定的时间内不满足 $ZA_j^i < THE^i$ 的累加次数小于给定的 N 时,则认为该道事件结束,将结束时间保存到数据文件中。其中 $THE^i = De * ALTAY$ 称结束阀值,而 ALTAY 是无地震时的长时间绝对均值,N 和 De 为预先设置的常数。

(4)事件综合判别

在时间窗 T_1 内(T_1 的长短根据台网的孔径选定)有效触发的单台数≥n,对应的信号长度不小于 L 秒且初始段的平均周期 TF 在给定的范围内时,初步判定为地震信号,再进行详细判别确定是地震信号后就转入地震定位处理。

4.2 初动到时自动判读

初动到时判读采用单道逆推计算,采用这种方法可以避免一些初动前面的干扰的影响。其基本方法是从事件触发点 J_1 开始往回逆推,在 M 个点内都满足 $|X_j^i - LTA^i| \leqslant THF^i$ 的第一个过零点,认为是初动到时 J_0 点,该点对应的时间为初动到时。其中 $THF^i = F * ALTA_{j1}^i$ 称逆推阀值,F 是预先给定的一个常数,$ALTA_{j1}^i$ 是事件触发 j_1 点对应的长时间绝对平均值。X_j^i 是第 i 道 j 点的采样值。在此基础上可以求出初动符号、初动半周期、初动振幅。从初动到时点 J_0 开始正推计算,可以求出初始段的平均周期,最大振幅及周期等。

5 安装运行

5.1 系统运行参数及运行记录

(1)系统运行参数

当实时处理系统启动后,首先进入参数输入和修改程序,要求将预先设置的各种常数等通过键盘回答,输入到计算机中,计算机将这些参数形成一个文件保存在磁盘中。当系统进入事件检测处理程序后,将各参数传递到程序中,供程序运行使用。这个运行参数文件,可以

根据运行的情况和检测的效果等进行随时修改。

(2)系统运行状态记录

在实时处理系统运行过程中，自动形成运行状态记录文件。它将系统开始运行的日期、时间均记录到此文件中，供以后查询。由于该文件是ASCII码文件，所以能用DOS命令方便的显示，打印出其内容。

5.2 系统安装运行

(1)系统安装

由于系统设备要长时间连续运转，在安装之前应首先作好交流供电、降温和防尘工作。然后，安装DOS，将扩充内存设置成虚拟盘，实时处理软件装入子目录LJ中。启动DZ后输入运行参数，系统就进入检测状态。

(2)要定期组织盘上的信息

由于多次反复对硬盘进行删除读写，硬盘上存贮的信息就变得零碎不连续，文件不能存贮在连续的扇区中，盘的存取时间变长，可用空间变小，为此，用CHKDSK/F命令将丢失的数据转换成可见文件，进行检查、删除。用磁盘组织程序(如compress等)进行压缩磁盘文件，使文件存贮在连续的扇区中，提高读写盘的速度和降低程序的启动时间。

6 结语

本文提出的这个实时处理系统，经过多年的运行证明，该系统达到了设计指标。能实时采集接收1～32路的模拟地震信号；采样率可在30点/秒－100点/秒之间选择设置；能自动检测地震事件并保留所检测到的地震波形数据；自动判读初动到时，判别地震类型，进行地震定位，将结果打印输出。

REAL-TIME PROCESSING SYSTEM IN THE TELEMETRIC SEISMIC NETWORK

Liu Fengxiang

(*Earthquake Research Institute of Lanzhou, SSB, China*)

Abstract

This paper introduced the real-time processing system in micro-computer, using the hardware interruption and clock interruption and the technique that the programs can be stayed in a internal memory of computer. The system has foreground and background processing function; multi-channel programs can be run in the CPU of main computer at the same time; the real-time processing of the data collecting, event detecting, data dumping and earthquake location etc. can be carried out. The system is suitable to the regional telemetric seismic network or the local telemetric seismic network.

Key Words: Program stay internal memory; Real-time processing; Interrupt control; Event detecting