

计算机在地震前兆观测中的应用

钟 廷 姣

(国家地震局兰州地震研究所)

摘 要

关于计算机在数字化地震前兆观测系统中的应用,首要的问题是实时地收集前兆数据。本文介绍的数字化前兆实时采集程序是在国产DJS—131计算机的支持下,在实时操作系统XRTOS的控制下,实时响应中断,实时采数;对采得的数据进行多种功能的判别、处理,并按一定格式编排,写入数字磁带,供进一步分析处理用。该程序主要应用于电信传输地震台网的前兆观测系统中。程序的设计思想及其处理方法可推广到任何其它的实时采集数据的系统中。

一、前 言

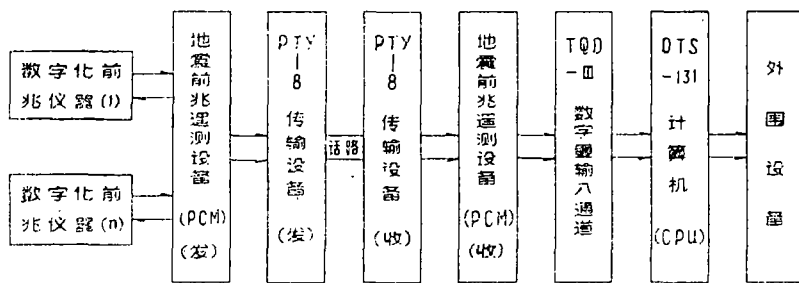
在地震系统中,电信传输地震台网的建成和运行,是地震科研工作的一个飞跃,是电子计算机与地震预报紧密结合的产物。地震台网的主要工作是收集并处理测震及前兆观测数据。数据内容、数据可靠程序、数据提供是否及时、是否便于进一步分析处理,对地震学研究和地震预报都有直接影响。各类地震前兆观测资料是地震预报及其科研工作重要的基础资料,是不可忽视的重要方向。本文系统地介绍了电信传输地震台网的硬件配置及软件功能。

二、硬 设 备 概 述

电信传输地震台网主要包括两个系统:测震系统和前兆系统。前兆观测系统的功能是定时地对各类前兆量进行自动测量,将所得的各数据通过有线或无线的方式送到台网计算机处理中心,集中记录和处理。

目前系统中配备的观测手段有:地电、地磁、地倾斜、地应力、水氦及气象三要素(气温、气压、湿度)。原则上,只要符合台网前兆传输设计接口要求的数字化前兆量,均能进行传输、记录和分析处理。

台网中允许设置1~40个观测点,每个观测点上可配置1~30个前兆分量,其中采样周期为1分钟的10个,采样周期为1小时的20个。各观测点上的地震前兆量数据,经地震前兆遥测设备(PCM)接到对应的传输设备上(PTY-8),传输到分析处理中心。框图如下:



PCM遥测设备对每一个前兆量采用间断的周期性测量, 定时采集测量结果。每采集一次得到一个数据。每一数据用二十进制编码表示, 其最大的数值范围是 ± 3999 , 占用15位二进制数码。DJS—131机一个内存地址是16位, 则前兆数据在计算机内部的排列是:

0	1	2 3	4 5 6 7	8 9 10 11	12 13 14 15
0	符号	千位	百位	十位	个位

数字化地震前兆遥测设备(以下简称为PCM)将前兆数据传送至数字量输入通道(以下简称为TQD—Ⅲ), 其数据格式为: 每分钟为一帧, 每帧传12个字(等间隔), (其中第一个字为帧标志, 第二个字为时采样, 第3至第12个字均为分采样。

三、前兆系统的软件功能

在电传地震台网前兆观测系统中, 软件分为两部分。第一部分软件是前兆数据的实时采集, 它由采集“失步”的判别、处理、格式编排等程序构成。第二部分软件是对已经记录在数字磁带上的前兆信息再进一步地编排, 进行常规处理, 如: 计算均值、方差、极大值、极小值及其对应时刻、曲线输出。若预报需要, 还可扩充其它常规处理或特殊处理。如: 根据历次地震前兆和近期的前兆资料, 进行FUZZY聚类分析、时间序列分析、调和分析等。利用这些分析结果直接为地震预报服务。

四、前兆数据实时采集程序的功能

前兆实时采集程序是用扩充汇编语言写的, 采用模块结构, 浮动装入。在实时操作系统XRTOS的控制下, 实时响应中断、实时采集数据; 每小时对采集的数据进行各种“失步”的判别处理, 电传打印机输出有关信息; 按特定格式对数据进行编排, 写入数字磁带; 每小时插入一次时间码“年、月、日、时、分”, 形成一个磁带文件。

由于各观测点的前兆数据完全是随机地到达台网处理中心, 加之传输质量受多种因素(如: 断线、变码、仪器故障等)的影响会造成大量的“失步”现象。本程序对各种失步现象的判别处理能力较强, 从而保证了系统的连续性, 确保了系统的实时处理功能。

为确保前兆数据的完整, 程序设计采用了“异步”法: 采数速率高于传数速率。中断程序中设置“旧数”标志, 每5分钟由另外的功能模块程序对采进的数据进行整理, 去掉“旧数”后写入磁盘。这种处理方法可保证各路前兆数字不会被丢失。事实上, 每分钟还多采进

3个字。

由于程序安排了每小时在TTO上输出一些主要信息，如：时间、音帧序号、采进的帧数、失步标志、小于10帧的标志、写带结束标志等，从而可对系统设备的运转情况进行监视。

五、程序结构及其处理方法

本程序采用“模块”结构。除中断处理程序和开机任务外，另有三个独立的任务。每个任务给予一个标识符和优先级，每个任务的功能是独立的，结构也是完整的。XRTOS系统对各任务块按其优先级别进行调度，各任务间用“通讯”方式彼此联系起来，有条不紊地被调度执行。

程序分为以下几个部分：

1. 中断处理程序：响应主机中断，采集数据。前兆量的采集使用了巡回检测的方式，同时又采取了宁可多采样而不允许丢失数的“异步”法。输入通道TQD—Ⅱ每4秒向主机CPU请求一次中断，将各观测点的数字全部采入计算机。而各观测点的前兆数字通过PCM设备则是每5秒向TQD—Ⅱ传送一个字。于是，产生了CPU与PCM不同步的问题。即：CPU每分钟对每个观测点要采15个字，而每个观测点通过PCM每分钟只传送12个字，多采的3个字是其中某些重合的“旧数”。中断称序设置旧数标志“140000”。每5分钟由另外的功能程序对各路采集的数据进行整理，去掉旧数，保留新数，按路写入磁盘。由于各路时间的差异，使得各观测点数字到达处理中心的时间也完全是随机的。尽管如此，中断程序采用上述方法仍能保证数字不被丢失。

每次中断后，向任务（1）发送信息。

2. 任务（1）：标识符TKK，标识数14，优先级4。当TKK接收到由中断程序发来的信息后，即解除“挂起状态”进入准备队列，等待调度执行。

该任务的主要功能是从中断缓冲区取数，送入内存缓冲区。当取完5分钟的数后，向任务（2）发送信息。

3. 任务（2）：标识符WDK，标识数15，优先级5。当WDK接收到TKK发来的信息后，被调度执行。

该任务的主要功能是从内存缓冲区按台取数（将数字按台分类），送入指定的区域，去掉形为“140000”的数，使每个观测点5分钟的数据由75个变成60个，写入磁盘。当所有的台均写满12个盘区（每台一小时的数字占用连续的12个盘区）后，向任务（3）发送信息。

4. 任务（3）：标识符RDP，标识数16，优先级6。当RDP接收到WDK发来的信息后，可被调度执行。

该任务的主要功能是读盘写带。将一小时的前兆数据按台的次序逐台进行处理。从磁盘读入到指定的内存区，然后进行一系列的加工，如：压缩内存（将数据集中存放）；找出所有的帧标字；TTO输出有关信息；进行各种失步的判别处理；将本台一小时的数据编排整齐，然后按分量写入磁带。

当所有的台全部处理完后，向曲线任务发送信息。曲线任务便根据给定的信息，绘制出前兆变化曲线。

六、“失步”的判别处理及编排

地震前兆数据通过有线或无线传到台网处理中心,由于各种因素所致会造成种种“失步”,使其在某段时间内处理中心接收不到前兆数字或帧标字;或者接收到的数字是错误的(不符合规格要求);或者接收到的数字个数时多时少等等。这种现象就会给前兆数字的编排及各种处理等带来困难。所以,在记带之前要对“失步”进行判别,一旦有失步情况,就要作相应处理。

本程序对失步的判别处理有两条:

1.若某台本小时内帧标字个数 ≤ 10 (每台一小时要传递60帧),则本台本小时作失步论处,转处理程序RR,仍记带11个记录,其数字全是“-1”,并符合统一的记带格式。

2.不属于以上情况,首先在找到正确的首帧后,按帧标字的次序依次判别是否有失步。本程序处理失步是采用保留“一帧长度”的方法。判第*i*帧是否正确,就用其帧序号与(*i*+1)帧序号进行比较,若满足关系式:

$$\begin{aligned} & (i+1 \text{ 帧序号}) - (i \text{ 帧序号}) = 1 \\ \text{或} \quad & 59 - (i \text{ 帧序号}) + (i+1 \text{ 帧序号}) = 0; \\ & (i+1 \text{ 帧位置}) - (i \text{ 帧位置}) = 12 \end{aligned}$$

则第*i*帧方为正确,否则为“失步”。

对正确的帧,则保留。碰上失步帧,先放下不管,继续往下判,直至找到正确的帧号;通过,和紧靠它前面的正确帧的序号之间关系可得出此间失步的帧数,再由特定的子程序来形成需要的帧标字,并在数字部分填上“-1”。这种判别处理过程反复进行,直至本小时的末帧。对于末帧,要进行特殊处理。由于数字到达的随机性,便决定了末帧的长度也具有随机性,其字的个数不一定是12

末帧的处理:首先判别末帧的当前状态,若末帧前是失步,则末帧及其前的失步帧均按失步论处。若末帧前是正确的帧,便将上一帧的数字搬下来。也就是说,末帧与其上一帧的数字是相同的。

为了避免时分量的损失,采用这种方法,要求在30帧以后打开主机CPU,方可开始采样。这样,末帧中只出现分分量,相邻两分钟取同一值,可以满足要求。

七、其它

按台网的最大容量算(40个台,每个台30个分量,其中时采样20个,分采样10个),每小时可采24800个数,每天须有595200个数进入计算机。每小时采进的数字逐台地按分量集中,进行编排,写入磁带。每台占11个记录,其中第一个记录为时采样数字;第2至第10个记录分别是第1个分采样,……,第10个分采样。所有台的记录构成一个磁带文件,其记录数 $= 11 \times \text{台数}$ 。

程序中有关缓冲区虽然留够了40个台的容量,但实际上往往没有这样多台,若每次均按40个台采样、记带,那就太浪费磁带资源了,也浪费了宝贵的CPU时间。因此,采样程序中设置了可变信息一台数,由人工给定,台数可在1—40之间任意选取,根据此参数计算机

可自动控制采样和记带数。

本程序82年在上海地震台网的联调及后来的验收鉴定中, 运行情况一直很好。

目前在兰州台网中, 前兆系统已正式进行传输的有盐池台(地倾斜), 定西台(地电, 共九个分量, 地磁、气象三要素)。正积极准备传输的台是五泉山(水氡), 武山台(地应力)。计算机前兆系统的实时采集及其处理等运行情况良好。经多次效验数据均符合要求。即计算机输出打印的数据与实际传送的数据是完全一致的。该程序运行的连续性、实时性及其处理能力是强的, 除人工强迫停机或其它干扰因素外, 程序运行是不会停止的。

本程序在调试过程中, 得到本所131机组、前兆传输组和上海地震局131机房全体同志的热情支持和帮助, 在此特表示衷心的感谢。

(本文1984年3月29日收到)

APPLICATION OF COMPUTER TO THE PRECURSOR OBSERVATION OF EARTHQUAKE

Zhong Tingjiao

(*Seismological Institute of Lanzhou, State Seismological
Bureau, Lanzhou, China*)

Abstract

With regard to the application of computer to the digitized precursor observation system of earthquake, the fore-most problem is to collect data real-timely. In this paper, we introduce the digitized precursor real-time collection program, which can respond interruption, collect data real-timely, make many-function judge and treatment for the collected data, and they are read in data magnetic tape after they are arranged according to certain pattern under the support of computer DJS-131 made in China and under the control of real-time operating system. This program is mainly used in precursor observation system of telecommunication transmission earthquake stations. The idea and the skill of designing the program can be extended to other systems of collecting data real-timely.