

遥测地震台网地震波形人机结合 分析处理系统

侯维荣 王庭选 赵仪全 刘凤祥

(国家地震局兰州地震研究所,兰州 730000)

摘要 地震波形的分析处理并不是一般的数值运算或者数据编辑过程,其中有许多环节需要结合人在图像识别方面的经验才能作出准确判断。至今为止,仍然不能完全用计算机代替人来自动而又准确地分析和处理地震信号。通过实时处理所得的结果和数据还需要在地震分析人员的干预下进一步分析处理才能得出准确的结果。在遥测地震台网中使用人机结合方式分析处理地震波形,这在国内还处于初始阶段。为了发展这种处理方法,作者成功研制了兰州遥测台网地震波形人机结合分析处理系统。本系统是用计算机显示的地震波形来分析处理地震的,不仅适合常规地震波形分析,也特别适合于地震速报分析,使地震波形分析处理工作更加快速、准确。本文介绍了系统的设计思路、系统模块结构以及主要功能和特点。

关键词: 遥测台网 地震波形 数据处理

1 概述

遥测地震台网地震波形人机结合分析处理系统是最新研制成功的兰州遥测地震台网数据处理系统的第二大子系统,它的主要任务是分析处理分别来自实时处理的波形数据和模拟磁带数字化后的波形数据。主要功能是能够在不同的显示器上显示多道波形,实现波形的左右移动以及波形的放大和缩小;并能在波形上自动标出实时处理的初至波到时位置,并完成图形打印以及有关地震参数的打印;能够测定地震波的各种震相到时,进行近震、远震定位处理;能够对选定的波形段进行谱分析,计算震源与介质参数;能够对波形的任意段进行截取和存盘;能够对波形数据进行编辑压缩等。主要特点是:具有处理不同类型的地震波形数据的能力,能够处理兰州遥测台网建网以来不同处理系统所产生的数据;具有良好的人机结合界面,采用了各种菜单提示技术、波形操作技术和容错技术;处理精度高、速度快,时间精度可达0.01秒,处理一个地震时间约3分钟左右。由于实时处理系统采用了双机,每台微机安装的系统软件相同,当地震发生后,约一分钟左右就打印出自动定位结果,这时分析人员可以中断任一台微机,(而另一台微机仍在正常采集数据),调出地震波形进行速报分析,不用等到整个地震结束后,才进行分析处理,大大提高了速报分析速度。这样不仅能满足速报分析的需要,又能保证波形数据的完整性。

2 系统结构与运行环境

2.1 人机结合分析处理系统的重要性

由图 1 可知本系统的前端是微机实时处理系统和模拟磁带数字化系统。由这两个系统获得的数字化资料是进行人机结合处理的基本资料。目前计算机还不能完全自动完成分析处理的情况下,人机结合分析处理就显得非常重要。图 1 中的脱机处理是以目前所用的墨水记录地震图为基础的处理系统,可用人机结合处理来取代。

2.2 系统软件结构

本系统的结构设计(图 2)是根据不同的显示器和对地震波形的分析需要选定的,是采用模块结构设计方法,自上而下逐层实现,具有可扩充性和维护性。能够处理由多种系统产生的数字化波形资料,操作简便,用户界面良好。

2.3 系统运行环境

系统的硬件运行环境:386(或 486)微型计算机 VGA 彩色显示器(或 CGA);带汉字硬卡的打印机;40MB 以上的硬盘和 640KB 以上的内存。

系统的软件运行环境:DOS 3.30 以上的操作系统;汇编语言;BASIC 编译;Turbo BASIC 等。

3 系统的主要功能

3.1 多道地震波形显示

有两个主模块,一个是高分辨率显示(H. Display),采用 640×480 的工作方式;另一个是中分辨率显示(M. Display),采用 640×200 的工作方式。由于使用的数据文件名和数据格式不同,所以给出了多个显示程序供选用。显示的台号及道数、显示波形的压缩倍数均可任选,每道波形以不同的颜色显示,屏幕上有各种操作提示。根据需要,可以左右移动被显示的波形。为了适合分析人员的习惯,可将波形进行压缩,压缩后的波形与笔绘出地震记录波形基本一致。在显示的波形上标出实时处理的初至波到时位置,作为更进一步分析时的参考。中分辨率显示 4(Display 4)包括了 3 个子模块,这 3 个子模块包括了 20 多个程序,能够显示分析处理原 768 数据处理系统的数字化资料等。

3.2 地震波形数据编辑压缩

该系统包括有高分辨率编辑(H. EDIT)和中分辨率编辑(M. EDIT)两部分。每部分有两项供使用者选择,它们均可以将地震参数形成一个文件,保存到数据盘上。将原始数据文件根

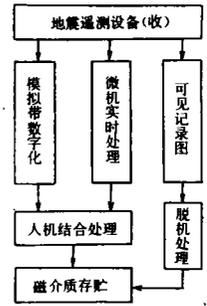


图 1 数据处理系统总框图

Fig 1. The data processing system chart.

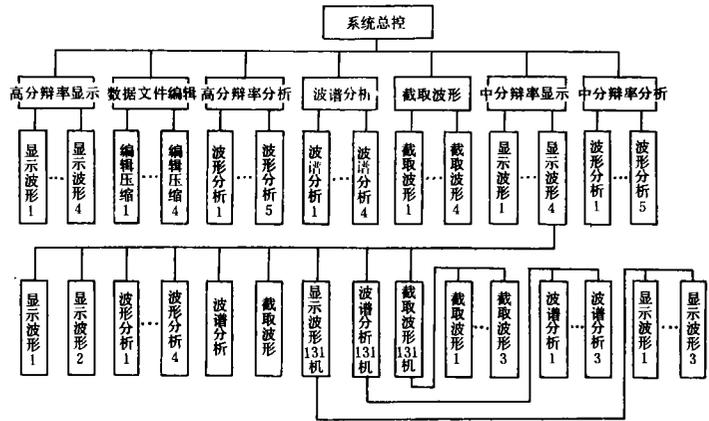


图 2 软件系统结构

Fig. 2 The structure of software system.

据要求改名,可以逐道(或选择)显示波形进行挑选、删除不要的文件。最后可将各个数据文件压缩成一个文件保存到盘上。由于对保存的数据进行了压缩,所以减少了磁介质的存贮空间。

3.3 地震波形分析与地震定位

这部分包括高分辨率分析(H. Analyse)和中分辨率分析(M. Analyse)两部分。由于使用的数据文件名和定位程序不同,每个部分提供了 5 个选择项。每项由波形分析和定位程序组成,均可根据提示符进行选择,可以选择震相数据文件进行修改、补充和定位处理,或者选择多道分析,或者单道分析。在分析过程中,可以将任一段波形放大显示以提高测定的精度,能够测定的参数有 P_D 、 P_F 、 S_D 、 S_N 、 L_{G1} 、 L_{G2} 、 P_M 、 S_M 等震相到时。还可以测定初动符号、初动半周期、初动振幅、最大振幅及周期、持续时间等。在进行波形分析时,地震波的道数、波形压缩倍数均可任意选择。可以左右移动波形,分析处理每道波形的整个参数。在高分辨率分析时,每道波形和操作提示符用不同的颜色显示,使整个图面显示得美观、清晰。对于处理的结果,可以存盘或打印输出。当处理了一半或对结果不满意时,还可反复修正或继续处理。

3.4 波谱分析及测定震源参数

这个模块共包括有 4 个选择项,其中有两项可用于高分辨率显示器(H. Spectrum 1 和 H. Spectrum 2),前者是用垂直光标线进行选择分析的波形段,后者是用时间标尺进行选择的波形段,其余功能均相同。第 3 项是用于中分辨率显示器(M. Spectrum 3),其功能同第 1 项。第 4 项是用 768 系统的数字化资料,以高分辨率的方式进行谱分析等工作。

系统启动后,将选取的某道波形数据全部调入内存,根据选择显示出压缩或不压缩的波形,在波形上选取某段波形进行振幅谱分析。在谱分析的基础上求出震源参数和 Q 值,其结果可以显示或打印输出。一次能够选取 3 段波形进行分析,也可以将谱波形数据进行存盘保存。

3.5 截取地震波与数据存盘

本功能模块提供了 4 个选择项,其中有两项用于高分辨率显示器(H. Cut 1 和 H. Cut 2),另外两项用于中分辨率显示器(M. Cut 3 和 M. Cut 4)。当其中的任一项启动后,根据选取的数据文件名将波形数据全部调入内存,再根据选择显示出压缩或不压缩的波形。如果一道显示不完,可分几道连续显示。在显示的地震波形上通过移动垂直光标线进行截取某段波形,截取的段数可任意选择。被截取的波形显示在屏幕上。波形数据可根据选择以表格的形式打印输出,也能够以 ASC II 码的形式存贮在用户指定的磁盘上,供分析人员进一步使用。

4 系统的主要特点

(1)本系统是根据区域遥测地震台网的需要和特点设计建立的。分析方法和内容是在总结经验的基础上提炼出来的,因此基本上能满足区域遥测地震台网的数据处理的要求。

(2)系统在主控集成化菜单下统一管理,数据输入、输出格式统一。各程序块之间的联接是通过批处理及程序命令调用等实现的,所以本系统清楚简单,便于修改调整程序工作流程。

(3)人机界面友好,主菜单色彩鲜艳,多窗口,具有下拉式菜单,弹出式窗口显示。屏幕上有各种操作提示符,用户使用方便。

(4)能通过波形分析与地震定位的功能进行地震速报并能精确测定地震参数。在系统中提供了多种定位程序,每个定位程序均与波形分析程序相结合,适合不同使用者的需要。

(5)能在 VGA 高分辨率显示器和 CGA 中分辨率显示器上运行。对整个波形实现放大或缩小,可进行单道或多道波形分析。波形可以左右移动,采用不同的颜色来区分各道波形。所以显示的波形清晰、美观、分析精度高。

(6)在多道或单道的压缩波形上,可以选取某一段采用画中画的显示技术,将波形拉开放大显示,这样可以更精确地测定波形参数,其时间精度达0.01秒。

(7)本系统不仅可以使使用微机实时处理系统所取得的数据,还可以使用兰州遥测地震台网建网以来的数字化数据和其它系统产生的数字化数据。因此扩大了对数据的使用范围。

5 结束语

两年多的运行、改进和使用实践表明,该系统稳定可靠,操作使用方便,比人工处理速度快、精度高,达到了设计要求,各项功能均通过了专家测试组的检查和测试,现在正式投入运行使用。

作者感谢王周元同志以及131机房和地震速报组各同志的支持和帮助。

(本文1994年9月26日收到)

参考文献

- 1 刘凤祥. 遥测地震台网实时处理系统. 西北地震学报, 1994, 16(3).
- 2 国家地震局768工程软件攻关组. 电信传输地震台网数据处理系统文集. 地震地磁观测与研究, 1984(增).

THE ANALYZING AND PROCESSING SYSTEM FOR SEISMIC WAVE FORM BY MAN-MACHINE CONCATENATION IN THE TELEMETRIC SEISMIC NETWORK

Hou Weirong Wang Tingxuan Zhao Yiquan Liu Fengxiang
(*Earthquake Research Institute of Lanzhou, SSB; Lanzhou 730000*)

Abstract

The earthquake waveform analyses and processing are not general processes of numerical analyses or data editing. In the processes, many links need to concatenate man's image-recognize experiences and computer to judge correctly. Up to now, it is impossible for computer to automatically and accurately analyse and process the earthquake information without man's help. To analyse or process earthquake waveforms by man-machine concatenation in the telemetric seismic network is the first step in China. In order to develop the processing method, the authors successfully manufacture the earthquake waveform analyzing and processing system by man-machine concatenation in the Lanzhou telemetric seismic network. The system processes earthquakes through earthquake waveform displayed by computer. This system is suited not only to routine earthquake waveform analysing, but also to time, location and magnitude analyses of an earthquake event. In this paper, design, module structure, function and feature of this system are introduced.

Key words: Telemetric seismic network, Seismic wave form, Data processing