

YS-100/144

第 19 卷 第 4 期
1998 年 8 月

地震地磁观测与研究
SEISMOLOGICAL AND GEOMAGNETIC
OBSERVATION AND RESEARCH

Vol 19 No 4
Aug 1998

中国数字地震台网数字化地震资料使用指南

涂毅敏 陈运泰 张德存

(中国北京 100081 中国地震局地球物理研究所)

摘要 由于数字地震记录仪具有记录频带宽、分辨率高、动态范围大以及易于用计算机处理等优点,所以数字地震台网产出的数字地震资料成为地震活动性、震源机制、地球内部研究、地震监测及预报等的最基本数据源。中国数字地震台网(CDSN)是这样一种高度智能化的地震观测系统,它为地震研究提供高质量的数字地震资料。本文从实用的角度,介绍如何使用 CDSN 数字化地震资料、数据文件格式、转换程序及其数字地震记录处理和分析软件。

主题词 中国数字地震台网; 数字地震资料; 地震数据交换标准

引言

中国数字地震台网(CDSN)自从 1983 年 5 月开始建设,1987 年 10 月正式运行以来,已经积累了大量的地震数据。它由中美合作建成,既是全球数字地震台网(GDSN)的一部分,又是一个独立的台网系统。它采用了先进的计算机技术所得到的数字化地震数据具有宽频带、动态范围大、精度高、标定数据线性、时间服务准确等特点。它所记录的数据可分为超长周期、长周期、中周期和短周期。超长周期数据是连续记录的,采样率为 0.1 sps;长周期数据是连续记录的,采样率为 1 sps;中周期(宽频带)的采样率为 20 sps;短周期的采样率为 40 sps。每个台的中周期和短周期的数据分别是触发记录的。在触发后按最小预置时间记录,达到预置时间后,若信号水平仍比较高则继续记录。中周期的最小预置时间为 264 s,短周期的最小预置时间为 66 s。

1 数据日志记录

每个台站的数据日志分为超长周期 VLP、长周期 LP、短周期 SP 和中周期 IP,每类日志均由 3 个日志记录组成。以北京地震台的长周期 LP 数据日志为例,第一个数据日志记录描述了 LP 数据的记录方式、分量、格式、采样率和通道编号,同时给出标定常数、日期、传递函数;第二个日志记录给出了传递函数所需要的零点数和极点复数值;第三个日志记录给出了 LP 位移振幅和相位的频率特性。具体内容如下:

第一个数据日志记录

三分量: LP/SP/IP Z, N, E。 磁带文件号

记录方式: 连续触发

采样率: nn

分量顺序: 1: Z, 2: N, 3: E。

标定数据: 分量, 日期, 时间, 振幅, 均值, 频率

复域传递函数计算公式

$$T(S)=A_0 \times DS \times (S - Z_{01}) \times (S - Z_{02}) \cdots (S - Z_M) / (S - P_{01}) \times \cdots \times (S - P_N)$$

通道 1 通道 2 通道 3

标定值 标定值 标定值

第二个数据日志记录 (传递函数在台站选取的极点和零点复数值)

P1 实部值 虚部值 实部值 虚部值 实部值 虚部值

P2 实部值 虚部值 实部值 虚部值 实部值 虚部值

...

P19 实部值 虚部值 实部值 虚部值 实部值 虚部值

...

Z1 实部值 虚部值 实部值 虚部值 实部值 虚部值

...

Z5 实部值 虚部值 实部值 虚部值 实部值 虚部值

所有极点, 零点值是第一个数据日志计算公式使用的值。

第三个数据日志记录 (相频和幅频特性值)

对地动位移为相对响应, 每个分量 Z、N、E、

测定周期 (秒) 振幅 (数量) 相位 (度)

2 CDSN 数字地震资料转换程序及使用方法

CDSN 台站数据采集记录磁带和全球台网数据交换磁带的记录格式, 即美国推荐的“地震数据交换标准”(Standard for Exchange of Earthquake Data, 缩写为 SEED)。经过 DMC 处理后, 产生的地震事件数据统一为 SAC (Seismic Analysis Code) 是美国加州大学 Lawrence Livermore 实验室开发研制的。现在 CDSN 提供的地震数据采纳 SAC 二进制数据文件格式。为了使用户能在 IBM-PC 机上使用 CDSN 地震数据, DMC 研制了两个格式转换程序 (SAC2ASC 和 SAC2SF)。现以青海芒崖 $M_s=6.6$ 地震 (发震时间为 1990 年 1 月 14 日 03 分 18.6 秒, 仪器测定震中为 37.88°N , 92.04°E , 震源深度为 16 km) 的长周期资料为例, 介绍这两个程序及其 SeisGram 的使用方法。

2.1 SAC2ASC 程序

这个程序的功能是将 SAC 格式的二进制地震数据文件转变成可见的 ASCII 码数据文件。该程序使用方法是:

C:\>SAC2ASC sourcefile targetfile

即在 DOS 提示符(本例是 C:\>)下,键入 SAC2ASC 和源文件名(sourcefile)和目的数据文件名(targetfile)。如果不按上述方法操作,该程序将提示用户正确的操作方法。运行 SAC2ASC 程序就可生成与 SAC 二进制文件相对应的 ASCII 文件。

现在 CDSN 提供的地震数据是单台单方向的,用户无需再进行分台。如果要进行格式转换的数据文件比较多时,可使用 SAC2ASCB.BAT 批命令文件。

SAC-ASCB.BAT

```
echo off
rem The program SAC-ASC.EXE can change SAC binary file to ASCII file.
rem SAC (Seismic Analysis Code) was developed by
rem Lawrence Livermore National Laboratory,the University of California,USA.
rem user command:
rem          C:\>SAC-ASC sourcefile targetfile

rem for example:

SAC-ASC a:SSE.LHZ c:SSE.LHZ
SAC-ASC a:SSE.LHN c:SSE.LHN
SAC-ASC a:SSE.LHE c:SSE.LHE
rem  You can modify this command file (SAC-ASCB.BAT).
echo on
```

SAC2ASCB.BAT 批命令文件简单说明了格式转换程序的功能、使用方法、数据文件名的命名含义等。修改使用这个批命令文件,就可自动成批处理地震数据文件,以提高进行格式转换的效率。

2.2 SAC2SF 程序

SAC2SF 程序的功能是将 SAC 格式的二进制地震数据文件转成 CDSN 前期发行的 StaForm 分台程序输出的文件格式。也是转成 SeisGram 软件所使用的格式。SAC2SF 程序的使用方法是:

C:\>SAC2SF sourcefile targetfile

即在 DOS 提示符(本例是 C:\>)下,键入 SAC2SF 和源文件名(sourcefile)和目的数据文件名(targetfile)。如果不按上述方法操作,该程序将提示用户正确的操作方法。为方便用户自动成批处理执行格式转换程序,也提供了一个批处理命令文件(SAC2SFB.BAT)。

SAC-2SFB.BAT

```
echo off
rem This program can change SAC (Seismic Analysis Code) binary file
rem to the file as the program StaForm.exe output
```

rem and as the software Seisgram option F input.

rem user command:

rem C:\>SAC-SF sourcefile targetfile

rem for example:

SAC-SF a:SSE.LHZ c:SSE.LHZ

SAC-SF a:SSE.LHN c:SSE.LHN

SAC-SF a:SSE.LHE c:SSE.LHE

rem You can modify this command file (SAC-SFB.BAT).

echo on

该批处理文件与 SAC2ASCB.BAT 批处理文件的结构相同, 不再赘述。

2.3 数字地震图分析软件 SeisGram

在实际使用数字地震图时, 需要有一个一般性的分析系统, 用它模仿查看和处理可见记录的操作, 并具有一些附加的功能, 这些功能要能反映现代的分析方法和算法, 还应易学易用。程序 SeisGram 就是为这样的目的设计的数字地震图分析软件。是由美国地震学会和国际地球内部物理与地震协会联合出版研制的。程序可显示 5 组地震记录, 每组包含了 3 个独立的时间序列, 总的数据点有 3×16384 个。菜单操作包括定记录标尺、读取时间和振幅、时间和频率域的数学处理、文件或硬拷贝输出和在记录曲线上显示走时。安装完 SeisGram 软件后, 如成功调用 SeisGram, 屏幕出现见面语及控制菜单如下所示。

----- IASPEI Software Library Volume

Welcome to SeisGram (version 4.10, 01/91) by

Anthony Lomax

Seismographic Stations, University of California, Berkeley

Copyright (C) 1991 by the International Association of Seismology
and Physics of the Earth's Interior.

SeisGram Control Menu Type first letter and <Enter> to select option.

Select: "Newgroup" to read a data file into SeisGram memory.

"Display" to analyze data in SeisGram memory.

"Init" to clear SeisGram memory.

"Exit to DOS" to terminate SeisGram and return to DOS.

```

-----
STATUS:  0 datagroups read, 5 available.      16384 points free in memory.
-----

```

Next Operation: (Newgroup, Display, Init, Exit to DOS) ->

控制菜单的功能有：

- (1) 从盘中将数据读入 SeisGram 数据内存。
- (2) 打开图形供数据分析用。
- (3) 清除 SeisGram 数据内存的数据。
- (4) 退出 SeisGram 回到 DOS。

最后一行是 SeisGram 的状态指示，告诉你用了几组数据，在 SeisGram 的数据内存中还有多少数据点空着。

在下一操作处键入：

N

并按 <Enter>，接着提示数据文件类型：

```

Data File Type: (ASCII,NewBin,Raw,Dub,
CDSN(ASCII),FCDSN(Bin),SONIC,IRIS,OldASCII,Bin,
GeoScopeDBX,Quit) ->

```

这时键入：

F

并按<Enter>，下面提示文件名，包括盘和路径名，例如 c:\ivl\sse.lh

按<Enter>后，键入：

D

按<Enter>即打开 SeisGram 的图形方式，显示如图 1 所示的事件数据，包括波形、台站、事件标示码、显示标尺及坐标旋转角度信息。对读入的数据，内存里的所有点均被显示，并定振幅标尺，使得最大振幅正好占满窗口，坐标旋转角度按数据文件中的值定。工作窗的外边框是亮的，多数菜单操作命令只在工作窗内可用。

如未按 Z 键，或 Zoom 命令亮以前未移动鼠标，则“Zoom”应是亮的。按<Enter>键或鼠标左按钮选 Zoom 操作，大记录的中部附近将出现一个“+”字。用游标或鼠标移动“+”字，直到它刚好处于 P 初至的左下方，按<Enter>取此点位置，用游标再将“-”字移到 P 初至的右上方，如图 2 所示。

再按<Enter>就选好了这一个可缩放的小窗。这时，SeisGram 将此小框中的图放大重画，而且上下两道记录也按同样的比例尺画出，如图 3 所示。

SeisGram 是功能很强菜单式操作软件，除有部分放大、定震中、震相读取等一般常规分析工具。还可作进一步分析工作，如可积分、微分、希尔伯特变换、振幅谱、滤波等。想进一步了解的读者可见朱文林(1995)等编译的参考书。

中美合作项目“中国数字地震台网(CDSN)二期技术改造”即新一代中国数字地震台网(NCDSN)建设于 1992 年 11 月底启动，至今已全部完成，并投入运行。如需使用其资料，上述方法依然有效。

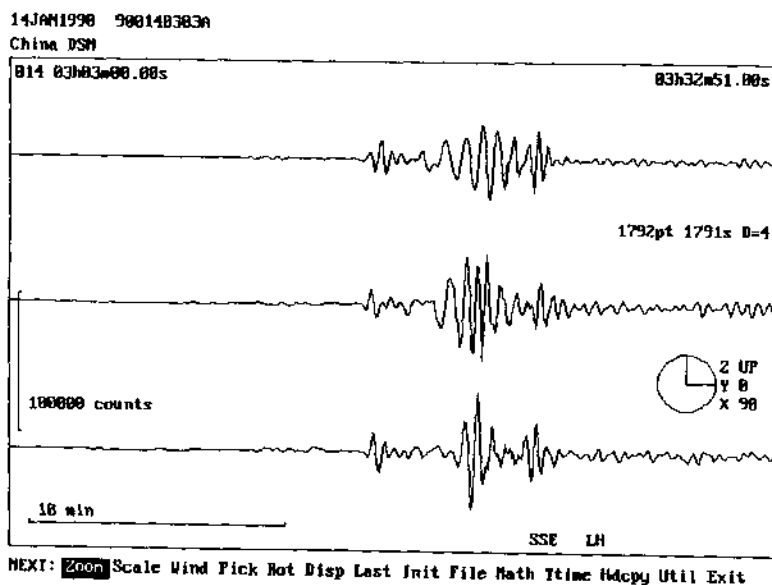


图1 SeisGram显示的地震事件波形

Use middle trace for zoom window.

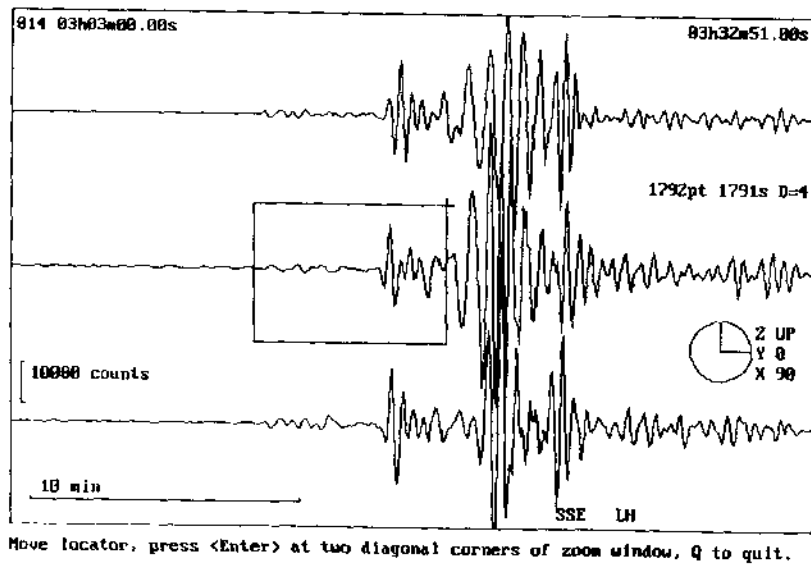


图2 将一部分波形放大显示

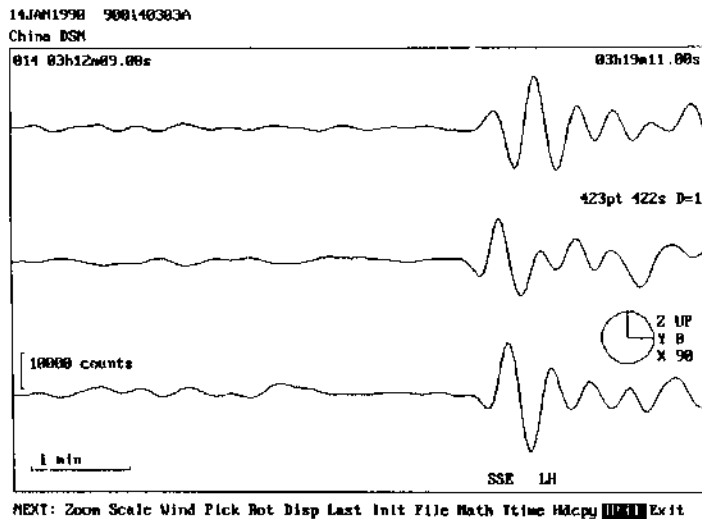


图 3 显示图 2 所示取小窗中的数据

参考文献

- 戴恒昌. 1989. CDSN 地震数据文件的格式及使用方法. 地震地磁观测与研究, 10(6): 32~37
- 牟其铎. 1992. 中国数字地震台网 (CDSN) 数据文件系统. 地震地磁观测与研究, 13(3): 1~23
- 朱文林, 姚立平, 杜安陆, 牟惟莉, 张康强(编译), 吴忠良(校). 1995. 数字地震波形分析. 北京: 测绘出版社
- 朱文林, 张德存. 1994. 新一代系统 CDSN 应用地震数据的格式及其使用方法. 地震地磁观测与研究, 15(6): 63~69
- Hutt B and Woodward B. 1994. FIR Filters, Poles and Zeros for GSN and PASSCAL Instruments: Theory and Application. An IRIS DMS Short Course in Conjunction With the IRIS Workshop, Glendale, California

Users Guide to the digital data of the China Digital Seismograph Network

Tu Yimin, Chen Yuntai and Zhang Decun

(Institute of Geophysics, China Seismological Bureau, Beijing 100081, China)

Abstract

The digital record is a basic data source in the study of the earthquake activity, source mechanism, the Earth's interior, earthquake monitoring and prediction, because it is of the characteristics of broad frequency band, high resolution capacity, large dynamic range and is more conveniently processed by a computer. The China Digital Seismograph Network (CDSN) is a highly intellectual system, it has produced highly quality digital data for the earthquake research. In this paper we present fundamental knowledge of the usage of the digital data, data file format, conversion program and digital data process software.

Key words: China Digital Seismograph Network (CDSN), digital seismic data, standard for the exchange of earthquake data

利用怀来小孔径数字地震台网资料研究 北京地区构造环境剪应力场*

成瑾 陈培善 白彤霞

(中国北京 100081 中国地震局地球物理研究所)

摘要 利用数字化地震台网资料研究构造环境应力场,可以把原来仅限于使用地震震级 $m_b \geq 3.8$ 的地震资料扩大到 $M_w = 1.8$,这样大大增加了对于目前地震活动性较弱地区地震资料的使用,加强了对一些重点地区潜在危险性的研究。利用中国与欧共体合作在北京西北怀来建立的数字化台网资料,采用 SEISAN 地震分析软件,得到了北京地区 42 次地震的峰值加速度值,峰值速度值,峰值位移值,地震矩 M_0 ,矩震级 M_w 。提出了适用于京西北地区的地震波衰减模式,在陈培善推导的计算公式基础上计算了京西北地区的环境应力值 τ_0 。据此,结合北京地区历史地震的分布推测了这些地区的地震危险性。结果表明,近期发生大地震的可能性不大。

关键词 北京西北地区;地震危险性;数字化资料;构造环境剪应力场

前言

首都圈内的地震都是地壳中的浅源构造地震(高文学等,1993),是地下岩体在构造应力作用下发生的错动过程。要研究现今地壳运动构造变形和地震活动,除了搞清介质的结构和物理性质,还须对构造应力场有所了解。但是,由于条件所限,目前还无法在整个地壳的所有深度上进行地应力的测量,而浅处的测量结果又不能随意外推到任意深度。地震波来自地壳中的不同深度的震源处,携带有大地构造和震源的丰富信息,如果知道速度和衰减模式,对这些信息进行处理,就有望对地壳中的应力状态有所了解。

震源破裂过程的研究结果表明,绝大多数地震都是岩石大规模快速破裂的结果。根据破裂准则,地壳中的剪应力值水平高低起主导和控制作用。应力场的量值越高,越容易发生大地震;应力场的量值越低,则不容易发生大地震。如果能测出各个地区的环境应力值,则可对其危险性进行判断。陈培善等把位错模式和断裂力学的成果相结合,提出了一个地震破裂过程的模式(陈培善等,1977;陈培善,1981),推导了由震源参数直接估计构造环境应力场的公式。但是他使用的公式需要地震震级 $m_b \geq 3.8$,这样对于一些地震活动性较弱的地区可用的资料就太少,不能满足需要。例如,首都及其周围地区是我国重点地震防御

* 中国地震局“九五”重点攻关项目(95-04-05-01-01 课题)中国地震局地球物理研究所论著编号 98A02051

本文收到日期:1998-05-11