

# 地震数据数字化及实时传输

## ——地震数据国际交换试验简介

彭伟荣 闵祥仪 张幼敏 常千军

王 斌 尹志文 张 昱 李发科

(国家地震局兰州地震研究所,兰州 730000)

**摘要** 简要地介绍了地震数据国际交换试验系统和台站地震数据实时采集传输系统的组成、各部分的特性与功能、地震数据数字化及实时传输过程。

**关键词:** 地震数据 数字化传输台网 实时采集 实时传输 国际交换

### 1 前言

1979年中国开始以地震电报的形式参加了地震数据国际交换,1986年中国数字化地震台网(CDSN)建成后,又利用了数字化记录的地震数据磁带参加地震数据国际交换。但由于交通、通讯、汇编等过程的影响,地震数据信息中心不能实时或准实时地得到数据信息。如何利用现代化的卫星通讯设施及先进的计算机技术,使地震数据的交换做到实时或准实时,这是一个需要探讨的问题。1990年3月至1993年3月,中国建立了由北京、兰州和海拉尔3个台站组成的地震数据国际交换试验台网,进行了地震数据国际实时交换试验。

### 2 地震数据国际交换系统的组成

交换系统由野外地震台站、国家地震数据信息中心、国际地震数据信息中心3部分组成。

地震台站的基本功能是数字地震波及有关参数的实时采集,并发送到国家地震数据中心,记录波形可以准实时地在工作站屏幕上连续地显示,还可以把地震波形数据及有关参数建立数据库并记录在磁带上存档,同时可以进行地震波形、标定波形的分析工作。

国家地震数据中心负责台站地震数据的汇集和记录质量的检查。有和台站一样的分析及显示功能;可以编辑地震(目录)报告、参数报告及国际地震数据中心规定要完成的参数报告(如地震的震相、到时等)。将地震波数据及有关参数发送到国际地震数据中心,并可以得到从国际地震数据中心发来的信息简报。

国际地震数据中心将所有地震台站的地震数据汇集、分析,编写简报及地震报告,并检查所有地震台站及国家地震数据中心的工作质量和状态,把所有信息反馈到国家地震数据中心或地震台站,建立地震数据信息库并存档。

### 3 数字化地震数据的实时采集和传输系统

台站数据采集与传输系统的结构如图1所示。

### 3.1 地震计的技术参数和系统响应特性

本试验的地震波形检拾采用了 GS-13 短周期 3 分量地震计和 BB-13 宽频带 3 分量地震计各 1 套。

GS-13 是动圈速度换能、电磁阻尼型地震计。其固有周期为 1.00 s (0.91 至 1.33 s 可调); 电动常数为  $2180 \frac{\text{V} \times \text{s}}{\text{m}}$ ; 在阻尼因子为 0.75 时, 1 s 周期的速度数字灵敏度为  $17.68 \frac{\text{数字数} \times \text{s}}{\mu\text{m}}$ , 位移数字灵敏度为  $111.1 \frac{\text{数字数}}{\mu\text{m}}$ ; 系统响应从 3 Hz 到数字滤波的截止频率约在 50 Hz (0.02 s 至 0.33 s) 是平坦的, 而使用频率频段范围则在 1 Hz 至 60 Hz (0.0167 s 至 1.00 s)。

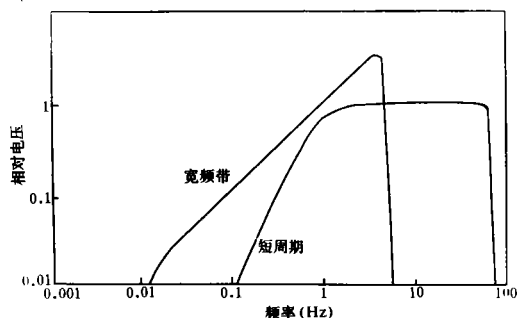


图 2 GS-13 和 BB-13 的系统响应特性

Fig. 2 GS-13 and BB-13 system response characters.

### 3.2 遥测数据采集系统(RDAS)

RDAS 系统结构包括地震计、短周期和宽频带放大器、RDAS200 型遥测数据采集系统。

短周期放大器信号增益为 30 dB, 标定信号增益为 6 dB, 输入阻抗为 40 MΩ, 通频带为直流至 97 Hz (0.01 s 周期至无周期)。

宽频带放大器信号增益为 20 dB, 通频带为直流至 194 Hz (0.005 s 周期至无周期)。

RDAS-200 数据采集系统包括中心处理单元(CPU)、内存储模块(SMM)、多功能模块(MFM)、数字钟(DCM)、串行通讯接口(SCC)、数字信号处理器(DSP)、多路同步模数转换器(GSD)和工作状态测试(AUX/SOH)。

RDAS 的主要作用是: 将前置放大器传送来的地震模拟信号进行多路同步采样并转换成数字信号, 处理后通过串行通讯接口发送至 RTDS。数字钟提供精确的数字时间信号标记到形成的数据中, 同时能自动校时。状态检测可测得系统工作状态, 通过通讯接口可在 GSE 工作站

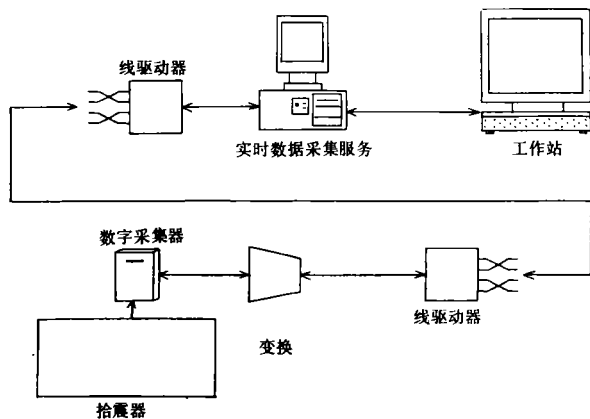


图 1 台站数据采集与传输系统的结构

Fig. 1 The structure of station data acquisition and transmission system.

BB-13 是力反馈式加速度地震计。开环时的固有周期为 1 s, 闭环时的固有周期为 0.05 s (20 Hz); 带宽从直流至 20 Hz (0.05 s 周期至无周期); 电压灵敏度为  $102 \frac{\text{V} \times \text{s}^2}{\text{m}}$ , 加速度数字灵敏度是  $4.278 \times 10^8 \frac{\text{数字数} \times \text{s}^2}{\text{m}}$ , 1 s 时位移数字灵敏度为  $16.89 \frac{\text{数字数}}{\mu\text{m}}$ 。系统响应从 0.02 Hz 至 4.00 Hz (周期从 0.25 s 至 50 s)。

GS-13 和 BB-13 的系统响应特性如图 2 所示。

中进行遥测检查。

### 3.3 实时数据采集服务(RTDS)

这部分是微型计算机管理系统。是一个有 4 兆内存、120 兆硬盘和 1.2 兆软驱的 AST386 计算机,使用 Lynxos386 实时操作系统。

这一部分的主要功能是:接收从遥测数据采集系统传送来的实时地震波数据;把接收到的数据转换成工作站能处理的数据格式;通过以太网将地震波数据实时地传送到工作站;将地震波数据实时地传送到卫星通讯系统;暂时存储变换后的地震波数据直至被传送为止,当工作站因故中断工作时,在硬盘中提供短期存储数据空间(2—3 天);接收并传送工作站要求传送到数据采集站的命令(如标定信息等)。

### 3.4 GSE 工作站(GSE Workstation)

GSE 工作站设备包括:SUN 超高精度工作站(40 兆内存)、两个 669 兆容量的硬盘、两个 2.3 千兆容量的 8 mm 磁带驱动器和一个 150 兆容量 6 mm 磁带驱动器、SUN 激光打印机、以太网。

使用的操作系统是 Sunos4.11 版本(vmunix),ORACLE 关系数据库管理系统。工作软件有:近实时管理、地震波显示、检测、建档、地震分析及通讯等模块。

工作站的主要功能是:收集数字地震波和参数数据;以小时为单位临时存储地震波数据;经常持久地将地震波数据存档于 8 mm 螺形磁带中;提供近实时的地震波显示;近实时地检测地震事件和提供事件参数;提供地震波的相关分析;提供 RDAS 的控制命令。

### 3.5 卫星通讯系统

本试验采用美国的 IDB 卫星通讯系统,其构成如图 3 所示。地面站采用的是 4.57 m 抛物面天线。

该系统的主要功能是:将地震波形数据实时地通过通信卫星发送至国家地震数据中心;接收由国家地震数据中心发送来的有关信息。

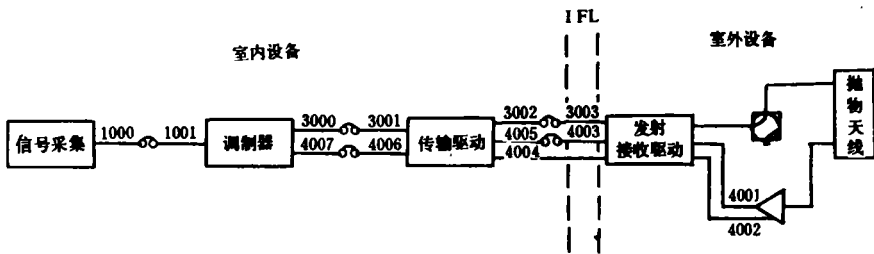


图 3 IDB 卫星通讯系统结构

Fig. 3 The structure of satellite communication system of IDB, USA.

## 4 地震数据数字化和实时传输过程

数据采集系统(RDAS)由中心处理单元控制动作。经过放大的 6 路信号同步进入多路采样器(1200 个/秒样率,本实验短周期每道每秒采 40 个样,宽频带每道每秒采 10 个样)。采样信号送到模数转换处理器形成 16 字节的数据字,经数字信号处理器处理后再进入串行通讯接口,经由传输驱动器进入传输线传送到实时数据传递系统(RTDS)。

数字地震信息通过 RTDS 实时操作系统处理形成工作站能处理的数据格式,经以太网传

送到 GSE 工作站；工作站可近实时地显示数据的模拟图形，并定时形成文件写入数字数据记录档案之中。

另处，由 RTDS 处理好的数字数据实时地传送到卫星通讯系统，发送到国家地震数据中心，再由国家地震数据中心实时地通过卫星传送到国际地震数据中心。

本试验运行设备在 1992 年下半年全部调试完毕，实时传输联试成功，进入交换试验。由于种种原因，台站至国家地震数据中心这一交换环节没有采用卫星通讯系统，而采用每周由台站寄发一次数据记录档案磁带到国家地震数据中心的形式。国家地震数据中心汇集各台数据后再通过卫星传送到国际地震数据中心，没有真正实行实时传输。

## 后 记

至 1993 年 3 月试验期限结束后，由于该系统与中国数字地震台网(CDSN)二期改造的设计基本一致，国家地震局决定本试验系统并入 CDSN 二期改造工程。在 CDSN 台网内设立“地震数据国际交换试验”跟踪研究小组，继续做有关的试验研究工作。

(本文 1994 年 12 月 21 日收到)

### DIGITIZATION OF SEISMIC DATA AND REAL-TIME TRANSMISSION —INTRODUCING THE TEST OF INTERNATIONAL SEISMIC DATA EXCHANGE

Peng Weirong, Min Xiangyi, Zhang Youmin, Chang Qianjun,  
Wang Bin, Yin Zhiwen, Zhang Yu and Li Fake  
(*Earthquake Research Institute of Lanzhou, SSB, Lanzhou 730000*)

#### Abstract

This paper briefly introduces the test system of international seismic data exchange and the structure, particularities, function and process of the real-time data acquisition and transmission system, as well as digitization of seismic data.

**Key words:** Seismic data, Digital telemetric seismograph network, Real-time acquisition, Real-time transmission, International exchange