

中国地震台志

第一卷 第三分册

国家地震局科技监测司 编

地震出版社 出版

56.2577
348-1

中国地震台志

第一卷 第三分册

HISTORY OF CHINESE SEISMOLOGICAL STATIONS

Vol. 1 No. 3

国家地震局科技监测司编

地震出版社出版

COMPILED BY THE DEPARTMENT OF SCIENTIFIC PROGRAMMING
AND EARTHQUAKE MONITORING, SSB

PUBLISHED BY SEISMOLOGICAL PRESS

(京)新登字 095 号

内 容 提 要

《中国地震台志》是详细记载中国地震台站建设的一部史料，同时又是中国地震台站观测资料和技术参量的一部说明书，将分三卷（每卷又分若干分册）陆续出版。

本书是第一卷（全国地震基本台网卷）的第三分册，它汇集了中国数字地震台网（CDSN）9 个台站以及台网维修中心和数据管理中心的基本资料，主要包括：中国数字地震台网的设备配置、仪器特性、数据逻辑结构，数字地震台站的台志、台网两个中心的技术管理职责以及国际地震专家组对台网的技术评审报告等。

本书可供从事地震学、地球物理学研究以及有关专业的科技工作者参考使用。

中国地震台志

第一卷 第三分册

国家地震局科技监测司编

责任编辑：李 俊

责任校对：徐雁生

*

地震出版社出版

北京民族学院南路 9 号

北京丰华印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

全国各地新华书店经售

*

787×1092 1/16 14.5 印张 372.7 千字

1992 年 2 月第一版 1992 年 2 月第一次印刷

印数 001—740

ISBN 7-5028-0506-0/P·332

(894) 定价：15.00 元

前 言

我国是一个多地震的国家，先辈给我们留下了丰富的地震史料和仪器记录资料，为今后开展地震科学研究创造了有利的条件。

新中国成立后，我国原有的地震台站得到了恢复和改造。随着地震科学的迅速发展，利用现代仪器观测的地震台站、台网如雨后春笋相继建立起来。特别是 1966 年河北邢台地震以后，为适应地震预报和科学研究的需要，全国地震台站的数量迅速增加，目前已趋近 600 个，在布局上更加合理，观测质量也在不断提高。

现在，全国地震台站已建成三种台网：1. 全国地震基本台网，其中包括第Ⅰ类基本台、第Ⅱ类基本台和数字地震仪台站；2. 遥测地震台网；3. 地方地震台网，即各省（市、自治区）的地方台站。

为使上述台站所取得的原始记录资料得到妥善保管，协助广大地震科技工作者了解我国地震台站的建设现状和历史概况，便于查阅和索取中国地震台站所记录的地震资料，国家地震局在对原始地震记录图组织缩微保存和提供服务的同时，决定编辑出版《中国地震台志》。

《中国地震台志》既是一部中国地震台站建设的史料，又是一部地震台站观测资料目录和缩微地震图的技术参量说明书。它是从事地震科学研究的人员不可缺少的基本参考资料。全书拟分三卷出版。第一卷为全国地震基本台网卷，分为三册：第一分册为已参加国际地震资料交换的基本台台志；第二分册为尚未参加国际地震资料交换的基本台台志；第三分册为全国数字地震仪台站台志。第二卷为遥测地震台网卷，其中包括北京、沈阳、上海、昆明、成都、兰州六个遥测台网等。第三卷为地方地震台网卷，包括各省（自治区）的地方台站，拟分若干册出版。

为使广大读者了解我国地震观测工作发展的历史，特邀请中国科学院学部委员、国际地震中心理事秦馨菱教授为本书撰写了“中国地震台站观测工作简史（代序）”，以飨读者。

《中国地震台志》的总体规划是委托曲克信、徐宗和、马青山等同志制定的。编辑工作是在国家地震局直接领导下，按总体规划完成的。在编写过程中，得到了各省地震工作主管部门、基本台和国家地震局地球物理研究所的支持，得到了专家审定会的具体指导，在此一并致谢。由于水平所限，加之情况的不断变化，不足之处在所难免，敬请读者指正。

编 者

本 册 说 明

《中国地震台志》第一卷第三分册主要记述了中国数字地震观测技术的发展、台网的形成、台网建设的有关资料以及台网和数字记录的有关参数。本册汇集了中国数字地震台网(CDSN)九个台站和台网维修中心、数据管理中心的基本资料。各台台志包括台站简史、观测人员表、台址情况、仪器工作时间、索取资料地址以及设备系统的重要技术参数等。本册所录资料截止到1989年12月底,个别资料截止到1990年12月底。

本册的素材取自九个数字地震台站、台网维修中心和数据管理中心,全书在曲克信的直接指导下由周公威、刘希玲、杨一飞编辑和撰写完成。

目 录

中国数字地震台网建设简史	(1)
中国数字地震台网布局、各环节相互依赖关系	(3)
中国数字地震台网的数据采集系统	(5)
传感器分系统	(5)
数字记录分系统	(7)
电源分系统	(9)
地震台志	(11)
北京地震台	(13)
兰州地震台	(31)
恩施地震台	(53)
昆明地震台	(71)
琼中地震台	(91)
余山地震台	(109)
乌鲁木齐地震台	(127)
海拉尔地震台	(147)
牡丹江地震台	(167)
中国数字地震台网 (CDSN) 技术管理中心	(187)
技术管理机构	(188)
台网维修中心 (NMC) 的任务	(188)
NMC 制定的 CDSN 台站技术管理文件	(189)
中国数字地震台网台站数据记录系统安装、标定的技术规范	(192)
台网数据管理中心 (DMC) 的任务	(204)
中国数字地震台网 DMC 的主要硬设备和台带、网日带处 理软件	(204)

附录 (211)

一、中华人民共和国国家地震局和美利坚合众国地质调查局
关于列入中美地震科技合作议定书附件一中的中国数字
地震台网的原则协议 (211)

二、国际地震专家小组对中国数字化地震台网的审评报告 (213)

三、中国数字地震台网建设大事记 (219)

四、有关中国数字地震台网的论文和报告 (222)

索引 (223)

参考文献 (224)

CONTENTS

BRIEF HISTORY ON THE ESTABLISHMENT OF THE CDSN (CHINA DIGITAL SEISMOGRAPH NETWORK)	(1)
DISTRIBUTION OF THE CDSN STATIONS AND SUPPORT FACILITIES, AND THE INTERDEPENDENT RELATIONSHIP OF THE CDSN COMPONENTS	(3)
CDSN DATA ACQUISITION SYSTEM	(5)
Sensor Subsystem	(5)
Digital Recording Subsystem	(7)
Uninterruptable Power Subsystem	(9)
HISTORY OF INDIVIDUAL CDSN STATIONS	(11)
Beijing Digital Seismic Station (BJ1)	(13)
Lanzhou Digital Seismic Station (LZH)	(31)
Enshi Digital Seismic Station (ENS)	(53)
Kunming Digital Seismic Station (KMI)	(71)
Qiongzong Digital Seismic Station (QIZ)	(91)
Sheshan Digital Seismic Station (SSE)	(109)
Urumqi Digital Seismic Station (WMQ)	(127)
Hailar Digital Seismic Station (HLR)	(147)
Mudanjiang Digital Seismic Station (MDJ)	(167)
CDSN TECHNICAL MANAGEMENT CENTER	(187)
Technical Management Organization	(188)
The Function of The NMC (Network Maintenance Center)	(188)
The Technical Management Documents formulated by NMC for the Management of the CDSN Stations	(189)
The Technical Standard for Installing and Calibrating the Data Recording System of CDSN Stations	(192)
The Function of the DMC (Network Data Management Center)	(204)
The Main Hardware of the CDSN DMC system and The Software for	

Processing Station Tapes and Network Day Tapes	(204)
APPENDIXES	(211)
1. Agreement for the China Digital Seismograph Network Under Annex 1 of the PRC-US Cooperative Protocol in Earthquake Studies	(211)
2. The China Digital Seismograph Network Evaluation Report by An International Panel of Experts	(213)
3. The Brief Activities Regarding CDSN Establishment	(219)
4. Some CDSN Articles and Reports	(222)
INDEXES	(223)
REFERENCES	(224)

中国数字地震台网建设简史

为了研究地球内部构造和地震成因进而探索地震预报的方法,进行地震观测是极为重要的。可以说地震观测是固体地球物理研究所必须采取的最基本、最重要的手段。近二十多年来,由于电子技术的新成就广泛应用于地震观测技术,特别是电子计算机的使用,使地震观测水平提高到一个以数字化记录为特征的新阶段。1974年以来,美国在全球范围内建立了一个包括 SRO、ASRO 以及 DWWSSN 在内的全球数字地震台网,简称 GDSN。地震数字记录的出现和一种新型的世界性数字地震数据库的建立,标志着地震观测技术的发展进入了新阶段。地震的数字化记录和模拟记录相比具有频带宽、动态范围大、数据精度高和易于计算机处理等一系列优点。

70 年代,国家地震局曾有过建设数字地震台网的设想,当时中国基本地震台网正处在向正规化和标准化方向迈进的时期。1980 年 2 月,谢毓寿教授和全国基本地震台网业务牵头单位负责人曲克信与正在中国访问的美国地震代表团成员艾文登(S. Evernden)教授探讨了中国建设数字地震台站的问题。为了加速我国地震台网现代化建设的进程,实现中国数字地震台网的建设规划,1981 年国家地震局作出建设中国数字地震台网的决定。同年 8 月,国家地震局派遣张奕麟、曲克信赴美考察,对中国数字地震台网的设备选型、经费概算等问题进行调研,探索中美合作的可能性。他们考察了美国地质调查局阿尔布开克地震实验室(ASL)、美国国家地球物理日地数据中心(NGSDC)、美国环境合作研究所(CIRES)、南加州大学和杰奥泰克公司(Teledyne Geotech),分别同斯图尔特(R. M. Stewart)、彼得森(Jon Peterson)等人交换了意见。在美期间,他们研究对比了 DWWSSN、SRO、ASRO、NDSN(正在筹建)等台网设备系统以及技术先进的 GEOS 记录系统。随后,国家地震局责成地球物理研究所负责筹建台网的技术工作。

1981 年 9 月 18 日,国家地震局地球所成立了中国数字地震台网技术组。此后,技术组作了台网布局规划、台网总体技术设计和实施方案、台网经费投资的可行性论证等一系列工作。1982 年 9 月国家地震局组织专家论证,批准了技术组的报告并从国内实际情况出发,从台网布局的第二方案*中选定了九个台站(见中国数字地震台网台站和中心分布图)。随着中美地震科技合作的深入开展,中美双方官员和技术人员围绕建设中国数字地震台网问题进行多次接触。中方考虑到为了加速实现中国数字地震台网的建设规划,充分利用美国的先进技术,决定通过中美合作的途径来实现。1982 年国家地震局向国家科委报告,拟通过与美国地质调查局合作共同建设这一台网,并将该合作项目列入“中美地震科技合作议定书”附件一中。同年,报告得到国家科委批复。值得提出的是 1982 年 9 月,中美双方官员和技术人员在北京举行了一次重要会议,就台网的具体技术方案、合作方式、项目内容以及大致进度进行了充分

* 台网布局第一方案:海拉尔、牡丹江、北京、余山、泉州、琼中、西安、武汉、高台、平地、乌鲁木齐、拉萨、格尔木、和田、喀什;台网布局第二方案:海拉尔、牡丹江、北京、余山、泉州、琼中、恩施、兰州、昆明、乌鲁木齐、拉萨、格尔木、和田、喀什。

讨论并取得基本一致的意见，为签署合作协议奠定了基础。

1983年5月14日，国家地震局高文学副局长和美国地质调查局佩克局长（D. Peck）代表中美双方在北京签署了中美合作建设中国数字地震台网（CDSN）*的原则协议。根据协议，中美双方将对中国数字地震台网共同投资、设计、研制和安装，台网产生的资料由双方共享。作为交换条件，美方将向中方连续提供全球数字地震台网的网日带副本，供中方使用。双方明确，该合作项目的中方执行人是中国国家地震局地球物理研究所曲克信；美方执行人是美国地质调查局阿尔布开克地震实验室彼得森。根据原则协议，中国数字地震台网包括9个台站、两个中心。它们是北京台、兰州台、恩施台、昆明台、琼中台、余山台、乌鲁木齐台、海拉尔台、牡丹江台以及设在北京的台网维修中心和数据管理中心。

建设中国数字地震台网的目的旨在加速我国地震台网观测技术现代化的进程，提高全国台网对地震的监测能力，建立全国性高质量地震数据库以用于地震学、地震预报和减轻地震灾害的科学研究，为造福于人类而作出贡献。

中美关于合作建设中国数字地震台网的原则协议签署之后，国家地震局于1983年6月7日下达了“关于筹建中国数字地震台网的通知”，同年8月23日又下达了“关于中国数字地震台网总体工程实施投资方案的通知”。从此，国内方面有关台网建设的工作全面展开。1983年5月至1986年7月，在执行协议的这段时间里，由于中美两国政府部门的真诚合作、双方专家和技术人员的密切配合，在完成了台网硬软件系统设计、场地准备、设备订货、部件测试、系统组装、运输、安装标定、人员培训等一系列繁重而艰苦的工作后，于1986年8月建成了台网所属的九个数字化台站以及两个中心，台网投入试运转。在此建设过程中若没有国家地震局和有关省、市、区地震局及研究所的领导与支持，若没有各有关台站的协作与配合，高速度地建设成功这样一个台网是根本不可能的。

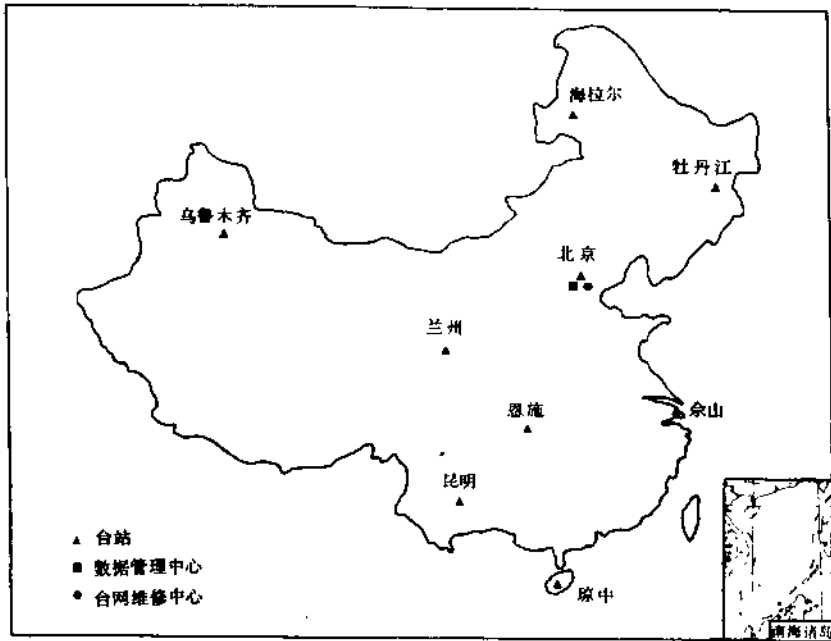
台网试运转一年后，在1987年10月21日至30日期间，中国国家地震局和美国地质调查局联合邀请国际地震专家对中国数字地震台网进行技术评审和验收。10月22日，在北京白家疃地震台举行了中国数字地震台网建成剪彩仪式。国家地震局安启元局长和美国地质调查局迪瓦因（James Devine）副局长为台网建成和正式投入运转剪彩。由中国、美国、法国、挪威、联邦德国的10位地震专家组成的小组，对台网的设计、技术性能、数据质量与精度进行了详细的检验与评审，提交了技术验收报告。专家们一致认为，该台网是当前世界上技术最先进的台网之一，它在地震科学研究中将充分体现其技术优势。

中国数字地震台网的建成将为地震科学研究提供高质量的地震数据，这不仅对研究中国境内的地震活动趋势具有特殊意义，还将对全世界地震工作者感兴趣的研究东亚地区地壳结构、揭示西藏高原的地质演变过程以及研究印度板块与亚洲板块碰撞问题提供宝贵的科学资料。中国数字地震台网的建成，是在我国对外开放政策的指引下，在国家科委的大力支持和指导下，通过中美双方科学家、工程技术人员、科技管理人员四年多的共同努力而结出的硕果，它不仅是中美地震科技合作的一个成功的范例，也是全球最先进地震观测技术的结晶。

* 原则协议中关于中国数字地震台网的简称，在中美双方签署的正式协议文本中用 ZSTW，由于在项目执行中各种文件均采用 CDSN，故本分册中沿用 CDSN，特此说明。

中国数字地震台网布局、各环节相互依赖关系

中国数字地震台网由九个台站（北京、兰州、恩施、昆明、琼中、余山、乌鲁木齐、海拉尔、牡丹江）及两个中心（台网维修中心和台网数据管理中心）组成。

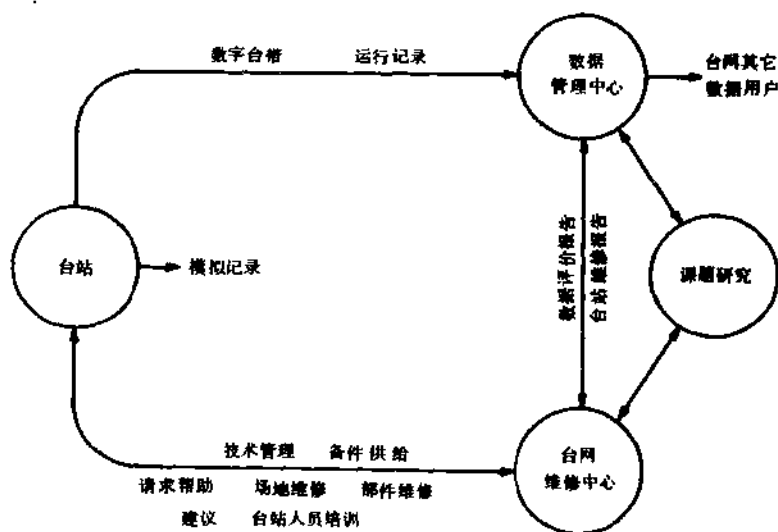


中国数字地震台网台站和中心分布图

中国数字地震台网的一个特点是台站运行、数据管理、中心维修、课题研究和使用数据的用户之间构成了一种相互依赖关系（见下图）。由于台站没有处理数字化数据所使用的计算机设备，也没有检修数字化设备所需的测试设备，因此台站与台网有关组织必须保持密切的联系与配合，以监视台网的正常运行。

台站采用高密度的匣式磁带记录数字化数据，每两周换一次匣式带。换下的台带连同终端打印出的台站日志，通过邮局送到北京的数据管理中心处理，作为监视信道记录质量的模拟记录则留在台站使用。台站日志给出运行状况注释、台站运行参数记录，并列出所有被检测到的事件时间等。

数据管理中心的主要任务是收集台站数据，进行数据质量评价，编辑各种台网数据带，监视台网运行状况等。在数据处理过程中，当发现数据有问题或台站数字记录系统运行参数需要调整时，均通报给台网维修中心。美方提供台站设备的数据经复制后寄送美国地质调查局阿尔布开克地震实验室，在那里将这些数据与全球台网的数据一起编成 GDSN 网日带。



中国数字地震台网各环节相互依赖关系图

台网维修中心的主要任务是对台站给予技术支持。派遣技术人员到台站检修、标定设备系统，对台站进行观测质量控制，制定并贯彻观测规范和操作规程。修理台站有故障的部件，补充台站常规消耗品以及对台站人员进行培训。

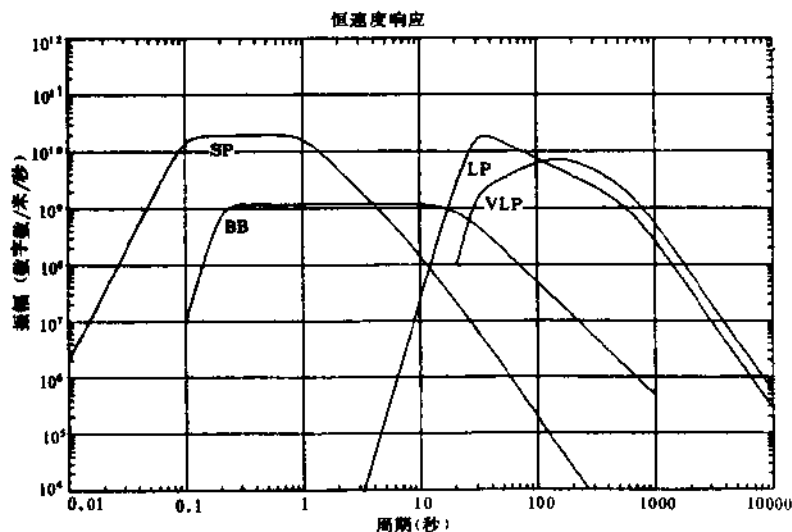
中国数字地震台网的数据采集系统

中国数字地震台网的数据采集系统分为三个部分，即传感器分系统、数字记录分系统和电源分系统。除去两个台站（北京白家疃、兰州）的传感器与其它的七个台站略有不同外，中国数字地震台网数据采集系统是相同的。

传感器分系统

每个台站均使用四个相互搭接的数据频带进行记录，即短周期（SP）、宽频带（BB）、长周期（LP）和超长周期（VLP）。四个频带的振幅响应曲线见下图。所有台站 STS 地震计所提供的 BB、LP、VLP 频道的灵敏度大致是相同的。由于各台的地干扰背景水平有所不同，因此短周期（SP）灵敏度各台亦有所不同，可以 6dB（分贝）的增量对灵敏度作进一步调节，以与其地干扰背景水平相适应。

短周期（SP）传感器系统是由一套三分向的地震计与三个放大器所组成。DJ-1 型短周期地震计（见下图）是由国家地震局地球物理研究所工厂制造的。该种地震计采用摆式悬挂、高阻抗速度换能器，周期可调（通常调到 1s），体积相对较小，因而适于安装在井下或地表摆房内。短周期信号选用美国制造的 Teledyne-Geotech 56130 型放大器进行放大滤波，这种低噪声放大器采用高阻输入以与 DJ-1 型地震计相匹配。放大器与其直流稳压电源一起装在一个屏蔽的密封机箱内。在北京白家疃台，DJ-1 地震计安装在深度为 135m 的井下装置内。兰州地震台的短周期与长周期信号均取自安装在井下 120m 处的 Teledyne-Geotech ks-36000 型井下地震计。



中国数字地震台网仪器幅频特性曲线

（由于各台站的干扰背景水平不同其幅值有所不同）

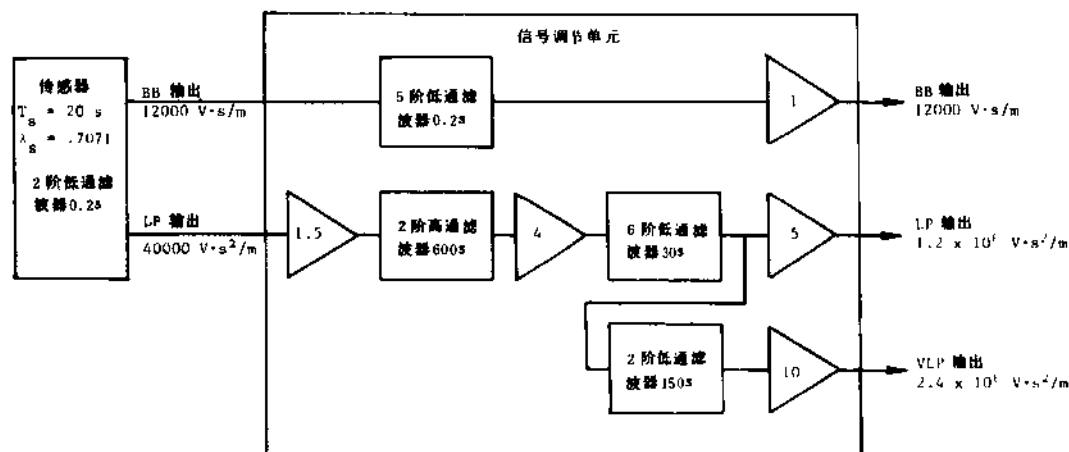


短周期 DJ-1 型地震计

宽频带(BB)、长周期(LP)及超长周期(VLP)信号均取自瑞士制造的一套三分向 Streckeisen STS-1 型力平衡式电子反馈宽频带地震计系统。每个地震计都有两种输出。在周期 0.2s 和 20s 之间与地动速度成正比的宽频带信号输出，及周期大于 20s 与地动加速度成正比的长周期信



STS-1 地震计



STS-1 宽频带传感器系统的简单框图

号输出。地震计信号经过 STS-CCU 信号调节器的成形后，产生 BB、LP 和 VLP 信号。信号调节器还具有远距离监视及调节地震计摆零点位置的功能。

数字记录分系统

数字记录分系统由模-数转换器（ADC）单元、微机单元、终端、数字钟、无线电接收机和标定器组成。

模数转换器单元由一个 16 道多路转换器（MUX）、一个 16 位模数转换器（ADC）和一个数模转换器（DAC）组成。传感器的信号，峰值为 10V，先由 16 道多路转换器按顺序采样，然后由模数转换器转换成 16 位的数字。各种信号的采样率为：短周期 40 次/秒、宽频带 20 次/秒、长周期 1 次/秒、超长周期 0.1 次/秒。采用的增益范围数据字格式可提供 78dB 的分辨率和 42dB 的程序可控增益范围，以得到 120dB 的总记录范围（包括 1 位符号位在外的 14 位分辨率和 2 位用于给出 1、8、32 和 128 四种不同增益因数的增益范围控制码）。数模转换器用于将数字数据再转换成模拟数据，以便检查台站的信号记录系统工作是否正常。

系统的控制与记录功能，包括事件检测都通过微机单元的软件来完成。微机单元由两个八位的 Intel 微处理器、一个 16 位的 Intel 微处理器及 32K 字节随机访问存储器（RAM）组成。程序可通过更换安装在插座上的可编程只读存储器片来修改。随机访问存储器用于信号检测和格式化时各种信号的缓存区。

台站计时系统，包括一台 Austron 公司的数字钟和一台 WVTR 无线电接收机。数字钟的晶振稳定度为 4×10^{-9} ，它产生一个和模数转换器采样同步的时间码，产生一个数字时间码和数据一起记录在磁带上，同时也为模拟记录产生一个时间标号。无线电接收机用来校准数字钟，使之和中国陕西省蒲城的 BPM 台发出的时间码同步。

磁带驱动器单元，由一台 3M 公司的格式器、两台 HCD-75 磁带驱动器组成。用于该种驱动器的磁带是 DC-600H 高密度（每英寸 1 万位）匣式磁带，每匣带可记录 67 兆字节的格式化

数据。中国数字地震台网的台站每天约记录 2 兆字节的数据 (SP 和 BB 采取触发记录模式, LP 和 VLP 采取连续记录模式), 因此每匣带应记录 30 多天的数据, 但为了缩短处理数据的时间间隔, 实际上每匣带仅记录 2 周便更换一次。另一台磁带驱动器将确保在更换匣带时或有一台磁带驱动器不能正常工作时不丢失数据。数据被格式化成为 2048 字节长度来记录, 每个记录的前 20 个字节, 包含有台站识别码、采样率、年时间 (精确到 10ms)、记录到的分向数、杂记和台站状态信息等; 其余的 2028 个字节按垂直、北南、东西顺序混合排列的数据字, 将 SP、BB、LP、和 VLP 等不同周期的信号分别按格式写在不同的记录上。

长周期 (LP) 数据和超长周期 (VLP) 数据为连续记录, 而短周期 (SP) 数据和宽频带 (BB) 数据则是通过信号检测程序触发的触发记录, 信号自动检测程序属于系统控制软件, 对 SP 和 BB 分别采用各自的检测程序及各自的检测参数对垂直向数据进行检测, SP 和 BB 数据连续地循环通过随机访问存储器 RAM 的缓存区, 一旦从背景信号中检测到了地震, 存储器在 RAM 中的数据就被记到磁带上, 记录将连续进行直到另外的中断条件满足时, 记录才停止。但是一旦触发, 则至少要连续记录 8 个短周期记录 (67.6s 的数据), 或 16 个宽频带记录 (240.4s 的数据), 如果信号水平仍然很高时, 则记录重新被触发。除去触发记录以外, 检测程序还将输出事件参数, 包括事件到达时间, 初动方向, 前四个周期地震波的最大振幅, 前四个周期的平均周期, 以及表明背景水平和初动质量的三个值。通过对终端输入相应指令, 也可使 SP 和 BB 数据连续记录。

每个数字记录系统都配置一台终端打印机, 它主要用于向数据记录系统输入指令, 操作员键入的指令和注释同时记录在台站日志上并由打印机输出, 这份操作记录随台带一起寄送



中国数字地震台网数字记录系统