

56.2508

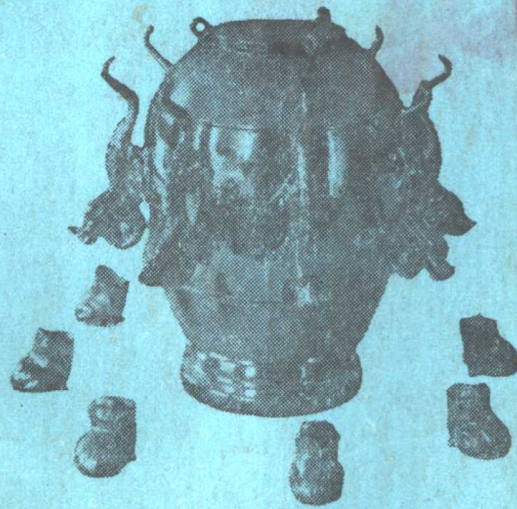
6020

地震地磁观测与研究丛书

现代地震台网观测技术

王广福 周公威 等编译

任 俞 校



中国科学技术出版社

地震地磁观测与研究丛书

(一)

现代地震台网观测技术

王广福 周公威 万季梅 编译
宋臣田 夏恩山
任 俞 校

中国科学技术出版社

内 容 提 要

近二十多年来随着电子技术和计算机的广泛应用,地震测震学也有了飞跃的发展。本书将从现代地震台网观测技术这一领域介绍测震学的最新研究成果和发展趋势。本书以译文为主汇编整理而成。全书共三篇。第一篇主要介绍数字地震观测系统的仪器配置、系统特性、事件检测;第二篇介绍区域遥测地震台网,重点是人机联合数据处理系统和台网控制能力;第三篇介绍地震观测系统动力学特性的识别方法和真实地面运动波形的复原途径。

* * *

地震地磁观测与研究丛书(一)

现代地震台网观测技术

王广福 周公威 万季梅 编译
宋臣田 夏恩山

任 俞 校

责任编辑:言静霞 周兆龙

*

中国科学技术出版社出版(北京海淀区魏公村白石桥路32号)

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经销

北京妙峰山印刷厂印刷

*

开本:787×1092毫米1/16 印张:26.5 字数:600千字

1986年3月第一版 1986年3月第一次印刷

印 数:1—2,000册 定价:5.60元

统一书号:13252·1491 本社书号:1117

地震地磁观测与研究丛书编委会名单

主 编：曲克信
副主编：席云藻 詹贤鋈
委 员：牟其铎 周公威 郭履灿 周兆龙
刘福田 宋臣田 王广福 左兆荣
程天正

序

以前，地震观测是靠一些分散的单台、各台自行其是地进行观测，然后把测得的数据印成地震目录或报告，互相交换以共同研究。随着电子学和计算技术的进步，全球性的标准地震仪台网和区域性的遥测地震台网已逐步建立起来，观测数据所用的格式和方法正在逐步统一之中，并以电报、磁带、磁盘拷贝、缩微片或印刷品等进行资料交换供研究之用，资料的保存和使用方法也在不断改进，数据库相继建立起来。计算机的广泛使用，提高了地震数据的处理能力，并给地震研究带来极大的方便；在震相、震源机制、地球内部结构……等方面正展开更深入的研究。这反过来又对观测工作提出了更多的要求，使地震观测向大动态、宽频带、数字化等方向迈进。

地震学与测震学的发展都要求地震观测水平能有个较大的提高，以适应地震研究工作的需要，并使地震研究工作能更好地为四化服务。为此需要了解国内的台站现状与国外的最新研究成果，找出差距，以促使我们的工作很快地赶上去。

《地震地磁观测与研究》编辑部组编出版的“地震地磁观测与研究丛书”，分别介绍了世界上在地震观测和研究各个方面的最新成就和动向，并结合我国的实际情况，对今后工作提出了许多有益的看法。这次参加丛书编译工作的人员，大都是工作在第一线的同志，他们有着丰富的实际工作经验，又有一定的理论水平，这套丛书的出版想必会对我国地震界的同行们有一定的参考价值，对他们的工作和思路有所裨益，对我国地震学的研究和地震预报的研究也会有很大的帮助。

中国科学院学部委员
国际地震中心理事

秦馨菱

总 前 言

自从传统的单台地震观测转入地震实验场和全球性联合地震观测以来,地震观测数据成百倍地增长,地震资料日益丰富,特别是在地震研究中广泛采用了数字技术和电子计算机之后,地震仪器设备、观测方法、资料数据的规格化、标准化、数字化和现代化,以及地震数据的科学保存与管理已成为地震研究的迫切要求。

目前计算机的应用已进入人类社会的许多领域,各种功能优越的计算机语言和软件系统竞相问世,极大地提高了科技开发的效益。在我国地震研究中正在广泛使用。但是一些已经服务于国民经济、国防建设和直接与人民生活有重大关系的科研项目,还远未能满足要求;已经取得的大量地震资料还有待进一步开发,为地震学研究提供更精确更可靠的数据,使得地震定位、震级和震源参数的精确测定、地球内部结构等许多与国民经济和人民生活紧密相关的基础研究项目,能在较短时间里取得更大的进展。否则,地震研究将难以适应社会发展的需要,同时也会限制学科本身的发展。

为了尽早地把我国地震数据库建立起来,更有效地开展地震信息服务工作,促进基础地震学和应用地震学中 with 国民经济有重大关系的一些研究工作的开展,《地震地磁观测与研究》编辑部决定成立“地震地磁观测与研究丛书”编委会,不定期地出版“地震地磁观测与研究丛书”,介绍国内外的最新成果。第一期拟出版六个分册:

- (一)现代地震台网观测技术
- (二)计算机高级语言——在地震学中的应用
- (三)缩微技术及其在地震学中的应用
- (四)地震学中的射线方法
- (五)震相与地球内部结构
- (六)震级与震源参数测定

前三册主要是介绍现代地震观测中的新技术、新设备、新方法,计算机在地震资料处理和数据管理中的应用,以及国际权威组织正在使用和推荐使用的通用标准和格式。后三册主要是介绍与地震观测有关的基础研究和应用研究成果。由于观测资料的丰富与解释方法的改进,对于地球内部细结构有了更为丰富的认识,并为精确测定多种地震参数提供了一些较新的定量化方法。

丛书内容在选材上,既注意到了反映地震观测中最新科技成果和与之相应的研究领域,同时也适当地介绍了我国地震观测中使用的部分专用设备、资料格式和常用的分析方法,以及我国台网的现状和发展前景。这对于提高我国地震科研队伍的素质、培养科研预备队伍也是十分有益的。

我们期望本丛书的出版发行,能得到各方面的支持和批评指正,从而不断改进丛书的编辑工作,以更好地满足广大读者的需要。

前 言

为了研究地震成因和地球内部构造,进而探索地震预报的方法,进行地球物理观测是极为重要的。可以说,地球物理观测是固体地球物理研究最基本、最重要的手段。它可以为我们提供目前尚无法进行直接探测的地球内部状态和过程的信息,这些信息则是理论工作的基础。同时,地球物理学中的假设和模拟实验,最终都应得到观测结果的支持和验证,才能成为真正的理论。因此,在这个意义上说,地球物理学的发展与观测水平的提高是分不开的。

地震观测是地球物理观测的重要组成部分。用现代地震仪器进行地震观测,至今已有近百年的历史。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记录为特征的新阶段。六十年代以后,美国、苏联、芬兰、加拿大、联邦德国等国相继安装了数字记录地震仪。1974年,在全球范围内出现了由地震研究观测台(SRO)组成的新的标准地震仪台网,它是对1960年以后建立的世界标准地震仪台网(WWSSN)的扩充和发展。1980年以后,在原有WWSSN的基础上,引入了数字化设备和微处理机技术,形成了数字化世界标准地震仪台网(DWWSSN)。目前,全球范围内已拥有一个包括SRO系统、ASRO系统(简化SRO)及DWWSSN在内的全球数字地震台网(GDSN)。地震数字数据的出现和一种新型的世界性数字数据库的建立,标志着地震观测技术的发展进入了一个新阶段。与此同时,在改进传统的模拟记录地震观测技术方面也做了大量工作。数字数据精度高,记录范围大,适于计算机处理,这不仅能极大提高地震资料的使用效率,并为地震研究提供了更多、更可靠的资料,在此基础上开拓了地震研究的许多新领域。例如:在运用地震波的频域与时域特征,改善震源参数测定方面;在确定区域性速度结构和衰减特性方面;在提供不同震区内震源机制的详细图像、应力集中和释放规律方面,以及其它许多工作都是在地震数字数据出现后发展起来的。

本书是根据近年来公开发表的文章及有关报告、资料,翻译汇编而成。全书共分三篇。第一篇为“数字地震台网观测技术”论述DWWSSN观测系统,SRO观测系统,ZSTW观测系统(中国数字地震台网)和NDSN观测系统(美国数字地震台网)。着重介绍台网特性,仪器配置,系统标定与事件检测。

第二篇为“区域地震台网观测技术”。六十年代以后,世界上许多国家先后建立和发展了区域性地震台网。建立区域台网的目的,主要是记录和分析地方震,试图建立真实的区域地震活动图像。通过对震源、地震机制、应力和应变在时间及空间的分布等方面的研究,掌握地震活动规律,力求最终实现预报地震的目的。区域台网主要配置短周期垂直向地震计,使用遥测技术,在数据处理中心集中记录,目前记录的多半是模拟量。由于区域台网汇集的数据量越来越多,数据处理包含的内容也愈加丰富,提高数据处理的自动化程度已成为区域地震台网的关键性技术环节。目前,为解决这一矛盾,各国区域台网已开始建立人机联合的数据处理系统。本篇重点介绍了美国中加州台网的仪器配置、系统特性、

管理经验，南加州台网的数据自动化处理系统 (CEDAR) 以及日本、中国北京台网地震观测系统。

第三篇为“地震观测系统动力学特性的识别和真实地面运动波形的复原”。地震观测的基本任务是记录地震波传播过程中引起的地面运动。地震学家们期望能从地震记录中获取更多的有用信息。但是，由于仪器性能的限制，迄今为止任何一种地震仪（包括数字记录地震仪）均不能无畸变地再现地面运动的规律，这给理论研究工作带来很大困难。一种解决的办法是根据观测系统的动力学特性，由地震图（或地震记录）复原真实地面运动。本篇论述三个方面的内容：一是阐述地震观测系统标定实验、动力学特性的识别和真实地面运动复原问题（即所谓测震学反演问题）的一般研究方法；二是阐述动力学特性识别的方法；三是介绍由地震图复原真实地面运动的途径，即积分法和数字反滤波法。

本书由周公威和王广福编纂、整理；分别由周公威（第一章、第二章和第六章 § 6.1）、万季梅（第三章、第四章和第八章 § 8.4）、宋臣田（第九章、第十章、第十一章、第十二章和第八章 § 8.1、§ 8.2、§ 8.3）、夏恩山（第五章、第七章和第六章 § 6.2、第八章 § 8.5）和王广福（第十三章、第十四章、第十五章和第十六章）编译；任俞同志进行了全部译文的校对工作；在第二篇的编校工作中，赵仲和同志给予了很大帮助；在本书编辑出版过程中，周兆龙、言静霞同志做了许多有益的工作。

编译此书的目的是想把反映现代测震学发展水平的一些较完整的资料系统地介绍给读者。我们希望它在某种程度上能反映当前测震学的最新技术成果和研究方向。但是限于编译者的水平，难免在文章、资料的收集当中有不够全面的地方，编译本书的指导思想也不尽完全得当，加之时间比较仓促，译文当中难免存在谬误与不妥之处，敬请读者多加指正。

目 录

第一篇 数字地震台网观测技术

引 言	(1)
第一章 数字化世界标准地震台网 (DWWSSN) 观测系统	(4)
§ 1.1 背景	(4)
§ 1.2 概述	(5)
§ 1.3 记录频带的选择	(5)
§ 1.4 DWWSS系统部件	(9)
§ 1.5 数据库管理	(12)
第二章 数字化世界标准地震台网 (DWWSSN) 的测试与标定	(13)
§ 2.1 DWWSS 系统的传递函数	(13)
§ 2.2 DWWSS 的标定	(38)
§ 2.3 DWWSS 的噪声特性	(56)
§ 2.4 线性度与失真	(63)
第三章 地震研究观测台 (SRO) 系统	(78)
§ 3.1 背景	(78)
§ 3.2 地震研究观测台数据系统	(79)
§ 3.3 井下地震计系统	(80)
§ 3.4 SRO记录设备	(84)
§ 3.5 遥测工作方式	(86)
§ 3.6 场地要求	(86)
§ 3.7 系统的操作和维护	(87)
§ 3.8 SRO 系统性能的初步评价	(87)
§ 3.9 结论	(91)
第四章 地震研究观测台 (SRO) 的测试和标定	(95)
§ 4.1 概述	(95)
§ 4.2 SRO 系统描述	(96)
§ 4.3 SRO 的测试程序	(97)
§ 4.4 SRO 系统模/数转换误差	(99)
§ 4.5 稳态标定	(103)
§ 4.6 SRO 系统噪声测试	(110)
§ 4.7 非线性失真	(115)
§ 4.8 地震计的定向和极性	(118)
§ 4.9 SRO 系统传递函数	(119)
第五章 地震研究观测台 (SRO) 使用的新型事件检测器	(132)
§ 5.1 工作流程概述	(132)

§ 5.2	运算细节	(133)
§ 5.3	检测器调节方面的经验	(140)
§ 5.4	运算的速度和规模	(148)
§ 5.5	正在进行的工作	(149)
§ 5.6	总结	(149)
第六章	中国数字地震台网 (ZSTW)	(151)
§ 6.1	中国数字地震台网 (ZSTW) 观测系统	(152)
§ 6.2	ZSTW 传感器系统设计	(156)
第七章	美国数字地震台网 (NDSN) 的发展计划	(169)
§ 7.1	背景和目的	(169)
§ 7.2	NDSN 记录频带的选择	(172)
§ 7.3	NDSN 数据记录与传输	(185)
§ 7.4	NDSN 系统设想	(188)
§ 7.5	NDSN 数据管理	(190)
第八章	目前用于数字地震台网的某些设备和部件	(193)
§ 8.1	STS-1 宽频带反馈式地震计系统	(193)
§ 8.2	KS 36000 地震计系统	(198)
§ 8.3	HCD-75 高容量匣式驱动器	(202)
§ 8.4	PDR-2 CompuSeis 数字事件记录器	(212)
§ 8.5	ISBC 86/14 和 80/24 单板机简介	(218)
参考文献		(228)

第二篇 区域地震台网观测技术

引言	(229)
第九章 美国地质调查局 (USGS) 中加州短周期遥测地震系统	(231)
§ 9.1 系统的频率响应及其对于研究区域地震的适用性	(231)
§ 9.2 系统频率响应的计算	(260)
§ 9.3 系统标准配置的响应阵列和灵敏度系数	(282)
第十章 美国南加州地震台网的地震检测与记录系统	(287)
§ 10.1 南加州台网简介	(287)
§ 10.2 计算机设备	(287)
§ 10.3 CEDAR 之前的老式常规处理	(288)
§ 10.4 CEDAR 系统的常规处理	(289)
§ 10.5 信号到时的自动确定	(292)
第十一章 日本地震台网简介	(303)
§ 11.1 名古屋大学遥测台网	(303)
§ 11.2 北海道大学遥测台网	(305)
§ 11.3 东京大学数字地震台网	(306)
第十二章 中国北京电信传输地震台网	(308)
§ 12.1 概述	(308)

§ 12.2 观测系统仪器配置	(310)
§ 12.3 地震数据的常规及自动化处理	(319)
参考文献	(323)

第三篇 地震观测系统动力学特性的识别和真实地面运动波形的复原

引言	(325)
第十三章 综述	(326)
§ 13.1 地震观测系统的标定实验、动力学特性的识别和真实地面运动波形的复原	(326)
§ 13.2 测震学反演问题的解法及其在实际应用中的限制	(330)
第十四章 地震观测系统动力学特性的识别	(344)
§ 14.1 地震观测系统动力学特性的识别并以识别出的传递函数校正记录信号	(344)
§ 14.2 地震观测系统的标定(一)——参数模型	(351)
§ 14.3 地震观测系统的标定(二)——采用随机二进制信号的互谱标定	(362)
第十五章 真实地面运动的复原——积分方法	(375)
§ 15.1 用逐项积分法由地震图求得真实地面运动	(375)
§ 15.2 由地震图确定“地面”运动的永久位移	(380)
§ 15.3 脉冲的变号阶与“真实”地面位移的复原	(382)
第十六章 真实地面运动的复原——数字反滤波方法	(390)
§ 16.1 由地震记录复原真实地面运动	(390)
§ 16.2 理论和实验反褶积	(394)
§ 16.3 系统反演算子的近似	(399)
§ 16.4 用反复迭代褶积进行反褶积	(402)
§ 16.5 双边反褶积	(403)
§ 16.6 用于复原地面运动的数字滤波技术	(407)
§ 16.7 用振动台实验对不同复原方法做一比较	(411)
参考文献	(412)

第一篇

数字地震台网观测技术

引言*

本篇第一章至第五章介绍全球数字地震台网 (GDSN) 观测技术, 第六章介绍中国数字地震台网 (ZSTW), 第七章介绍拟建的美国数字地震台网 (NDSN), 第八章介绍目前用于数字地震台网观测的某些较为先进的设备和部件。GDSN将作为本篇论述的重点, 为此, 首先将GDSN的发展情况做一综述。

1. 全球数字地震台网 (GDSN) 的现状

GDSN是在美国国防部高级研究计划局 (ARPA) 支持下建立的。其目的有二: 一是发展和验证新技术; 二是为研究团体提供可随意使用的大量高质量的数字化数据。自然, 后一个目的正是美国地质调查局 (USGS) 维持台网运行的最重要原因。实际上, 从某种意义上讲, GDSN属于科学团体, 因为它的运行和发展取决于利用其资料的科学家们的关心与支持。

GDSN包括数字化世界标准地震仪系统 (DWWSS)、地震研究观测台系统 (SRO)、简易地震研究观测台系统 (ASRO), 其布局见第一章图1.1.1。DWWSS以1960年布署的WWSS为基础, 这类台站是USGS最早使用微处理机技术的台站。除三个台站外, 其余均在WWSS台站的基础上增加了数字记录功能。数字化世界标准地震台网 (DWWSSN) 是由USGS支持的。DWWSSN用的是16位字长、分辨率占15位的定点数据字记录方式。长周期三个分向的信号采用连续记录方式; 中周期三个分向及短周期垂直分向的信号采用事件检测记录方式。中周期信号取自长周期地震计, 其响应特性曲线在1秒至15秒频带内相对于地动速度是大致平坦的。目前已安装了17个台站。SRO是由与USGS有合作关系的一些国家的研究机构支持和维护的。SRO开始建立于1974年, 至今已安装好12个SRO系统, 计划中尚要建立一个新台站。SRO系统的主要特点是: 地震计安装在井下, 深度近100米, 以利排除工作频带内的风生地表噪声。它由Teledyne Geotech公司的KS 36000-01型井下地震计和一套先进的数字记录系统组成。地震计的传感器是宽频带、力平衡式的加速计, 它提供带宽从0至1赫兹的基本信号。每个分向的信号在地震计内经过滤波和放大后, 成为数据输出信号送至井上。数据输出信号在0.02至1赫兹频带内, 加速度特性是平坦的, 而且经过滤波分别产生长周期和短周期的垂直分向信号。这四道信号经一个16位的增益调整

* 参考 E.R. Engdahl, J. Peterson, N.A. Orsini, Global Digital Network-Current Status and Future Directions, BSSA, Vol. 72, No. 6, (B) 243-259, 1982.

模数转换器数字化后得到11位尾数(决定分辨率)、1位符号位和4位阶码(确定增益)的16位数据字。长周期数据的采样率为1次/秒,采取连续记录方式;短周期数据的采样率为20次/秒,采取事件检测方式记录数据,其动态范围为132分贝,数字化数据记录在一个与IBM编排格式兼容的九轨磁带记录器上。数字钟的时间漂移每天小于3毫秒。

ASRO是Savino等人于1972年提出的高增益长周期地震仪的改进型,从1976年开始安装,1978年安装完毕。目前正在运行的五个ASRO台站的记录道数和数据编排格式与SRO台站相同。ASRO与SRO间的主要差异在于ASRO系统中使用常规短周期和长周期地震计,而不是井下地震计。长周期地震计安装在密封罐内以避免气压波动引起的干扰。数字钟的时间漂移每天小于3毫秒。

GDSN地震信道的数据特征

数据类型	记录分向	记录方式	采样率(次/秒)	数据字
SRO SP	垂直	触发	20	16位 增益可调
SRO LP	垂直、北南、东西	连续	1	16位 增益可调
ASRO SP	垂直	触发	20	16位 增益可调
ASRO LP	垂直、北南、东西	连续	1	16位 增益可调
DWWSSN SP	垂直	触发	20	16位 定点
DWWSSN IP	垂直、北南、东西	触发	10	16位 定点
DWWSSN LP	垂直、北南、东西	连续	1	16位 定点

2. 数据处理

GDSN由台站至用户的数据流程(1980年1月开始)如图1所示。

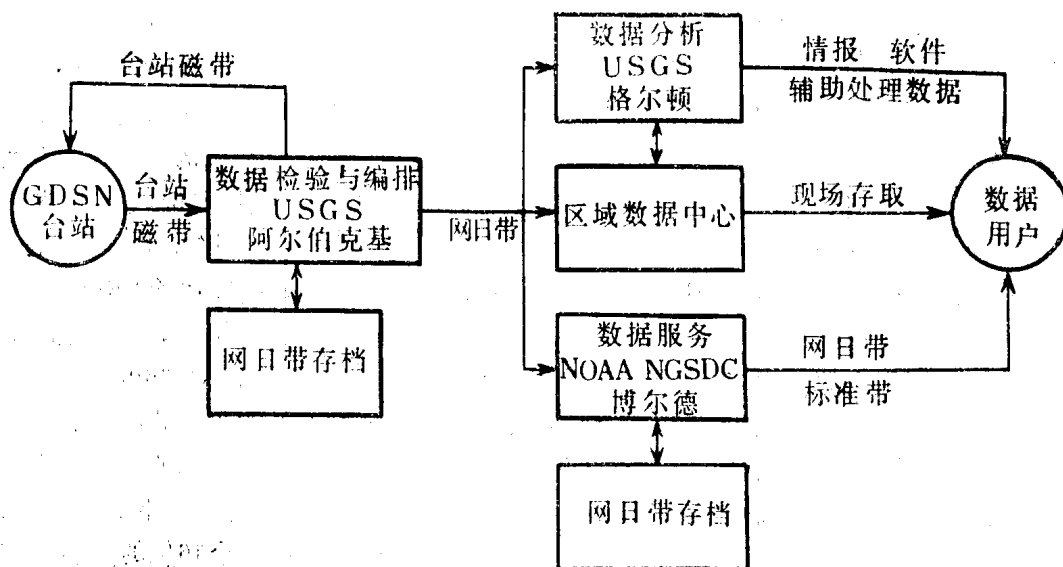


图1 GDSN数据流程图

台站每盘磁带一般具有1至2周的测震数据记录容量。这些磁带与模拟地震图一同邮寄

到USGS的阿尔伯克基地震实验室(ASL), 邮寄时间一般需要1至4周。在ASL, 通常在收到磁带后24小时之内即能完成其检验和编辑。自动检验过程包括标定数据的处理, 检查, 校正时间错误、奇偶错误和格式错误, 列出丢失信息、停机和其它质量控制操作状态。在检验时, 还可使用图形显示终端来直观校核数据段。经检验和编辑后, 台站数据存入大容量磁盘存贮器。在将所有台站的数据存入磁盘的同时, 从盘上读出逐日数据并编入网日带(Network day tapes)。从数据记录到网日带汇编完成约需8周时间。

网日带是GDSN的主要产品。已设计出的格式可以提供台网一日内的全部数字化数据块, 它包含分析人员使用和处理数据所需的全部基本信息: 台站参数, 包括传递函数在内的全部标定数据以及时间校正、停机时间和其它有用数据。这些信息穿插记录在磁带适当位置上形成当日台站日志。那些迟到的或遥远台站的磁带, 按照网日带的格式, 经过处理后编制成为台月带(station-month tapes)。如果需要, 可将台站磁带寄返原台站。

网日带的复制带分别寄送到科罗拉多州格斯顿(Golden)的USGS数字数据分析中心、四个区域数据中心和位于科罗拉多州博尔德(Boulder)的美国国家地球物理与日地数据中心(NGSDC), 一份复制带在ASL存档。

3. 展望

由于全球数据库的质量和规模尚不理想, 必须继续努力, 力求有更多的台网现代化, 同时寻找数字资料的新来源。限制现有数据库性能的三个主要因素是带宽、动态范围和地理覆盖范围。这些方面的改善, 不仅取决于技术上的突破, 更加需要资金上能予保证。

GDSN未来的工作将着眼于以下几个方面:

(1) 增加水平分量的短周期数据记录。这只需要增加某些硬件, 如滤波器(而在ASRO台站尚需增加水平向地震计)就可实现。

(2) 对于SRO台站, 目前正在研究以未经滤波的数据输出信号代替短周期信号进行记录, 借此扩展短周期的频带。

(3) 在0.01至10赫兹的频带内将动态范围提高到160分贝(SRO和ASRO目前为126分贝, DWWSSN为90分贝)。

(4) 增加DWWSSN系统的台站, 弥补SRO和ASRO台站未能均匀分布在主要震区的缺陷, 以改善覆盖范围。USGS已提出一个建立全球遥测地震台网的计划, 拟安装8—10个SRO井下地震计数据系统, 通过卫星将数据由台站实时遥传到ASL。将检测到的短周期和中周期信号以及连续记录的长周期信号与GDSN网日带上的数据合并。

(5) 目前, 世界上已有100多个数字台站、地方台网和台阵, 由于记录格式不统一, 在数据交换和使用上发生困难, 因此需要在数据交换的格式标准化上做出努力。

(6) 地球表面的三分之二为海洋所覆盖, 而现有地震台仅分布在有限的大陆地域, 这在地理分布上是个极大的缺陷。因此, 在解决技术问题的前提下, 布署海洋地震台, 连续、可靠地提供数字化数据才能使全球数字化数据库更为满意。

第一章 数字化世界标准地震台网(DWWSSN)

观测系统^[1,2]

§1.1 背景

为了评述台网地震学的发展及介绍台网可能导致改善全球地震数据库的这一作用, 1976年美国科学院地震学委员会成立了一个地震台网小组。这个小组建议(Engdahl, 1977), 拟以安装数字记录器的办法来加强世界标准地震台网(WWSSN)中某些选中的台站。该建议被认为是发展数字台网的一种经济途径。数字台网本身业已证明, 它是地震与爆破研究的一种新工具。美国国防部高级研究计划局向USGS提供了研制和组装15台数字记录器的经费, 由地震学委员会召集一个特别小组就有待加强的台站的选择以及对数据记录的要求问题向USGS提出了建议。在全部设备安装完毕以后, 总共有19个数字化世界标准地震仪系统投入观测。USGS及其它机构所需的设备可以买到。例如, 卑尔根(Bergen)大学购置并安装了一台DWWSS型记录器, 且同意向USGS提供数据。DWWSS台网中已经运行的和拟建的台站目录在表1.1.1中给出。

表 1.1.1 DWWSSN台站目录

预期的工作日期在括号里示出

台 站	位 置	管 理 机 构	工 作 日 期
AFI	西萨摩亚群岛, 阿菲阿马鲁	新西兰D.S.I.R地球物理学分部	1981.5.15
BDF	巴西, 巴西利亚	巴西利亚大学	1982.6.8
BER	挪威, 卑尔根	卑尔根大学	1981.8.10
COL	阿拉斯加大学	美国地质调查局	1982.1.6
GDH	格陵兰, 戈德豪恩	丹麦测地研究所	1982.8.26
HON	夏威夷, 埃瓦比奇	美国气象局	(1983)
JAS	加利福尼亚, 詹姆斯敦	加利福尼亚大学	1980.10.1
KEV	芬兰, 凯沃	赫尔辛基大学	1981.10.14
LEM	印度尼西亚, 伦邦	气象与地球物理研究所	1982.6.2
LON	华盛顿, 隆麦尔	华盛顿大学	1980.10.1
QUE	巴基斯坦, 基达	巴基斯坦气象部	(1983)
SBA	南极洲, 斯科特	新西兰D.S.I.R地球物理学分部	(1984)
SCP	宾夕法尼亚州立大学	宾夕法尼亚州立大学	1981.1.29
SLR	南非, 锡尔弗顿	南非地质调查局	1981.10.24
TAIF	沙特阿拉伯, 塔伊夫	矿物管理总局	(1983)
TAU	塔斯马尼亚, 霍巴特	塔斯马尼亚大学	1981.6.10
TOL	西班牙, 托莱多	地球物理观测台	1981.11.3
ZRN	尼日利亚, 扎里亚	艾哈迈德贝洛大学	(1983)

不出所料, 新研制的数字记录器在性能上比原来设想的要更加完善。规定每个台站用数字记录器连续记录三分向长周期数据, 以事件触发方式记录三分向中周期数据和垂直向

短周期数据（尚具有今后增加水平向短周期信道记录的能力）。供WWSS地震计使用的专用放大器已研制出来，并且选用了一种16位的定点模数转换器以提高其分辨率（与16位增益调整编码器相比）。以微处理机为基础的数字记录系统在USGS阿尔伯克基地震实验室（ASL）研制并组装完毕，从1980年开始在WWSSN台站以ASL技术人员为主进行设备安装。现有的和拟建的DWSSN台站的位置与全球数字地震台网中的其它台站一并示于图1.1.1中。在阿尔伯克基的一个系统已运行约18个月，它作为旨在鉴定性研究的试验台在使用。尽管台网中的硬设备有时是现成的，但DWSSN的安装工作仍进展缓慢。美国科学基金会资助了6个台站的安装费用，其余大部分台站的安装费用是由USGS提供的。

DWSSN台站在物资供应和技术方面得到了ASL的支持（这要取决于经费情况）。单台的磁带记录资料邮寄到ASL，在那里经过质量检验后与其它全球数字地震台网台站的数据一起汇编在网日带上。Hoffman(1980)叙述了这种网日带的格式。Zirbes和Buland(1981)设计并公布了用于阅读和翻译网日带的用户软件。

§1.2 概 述

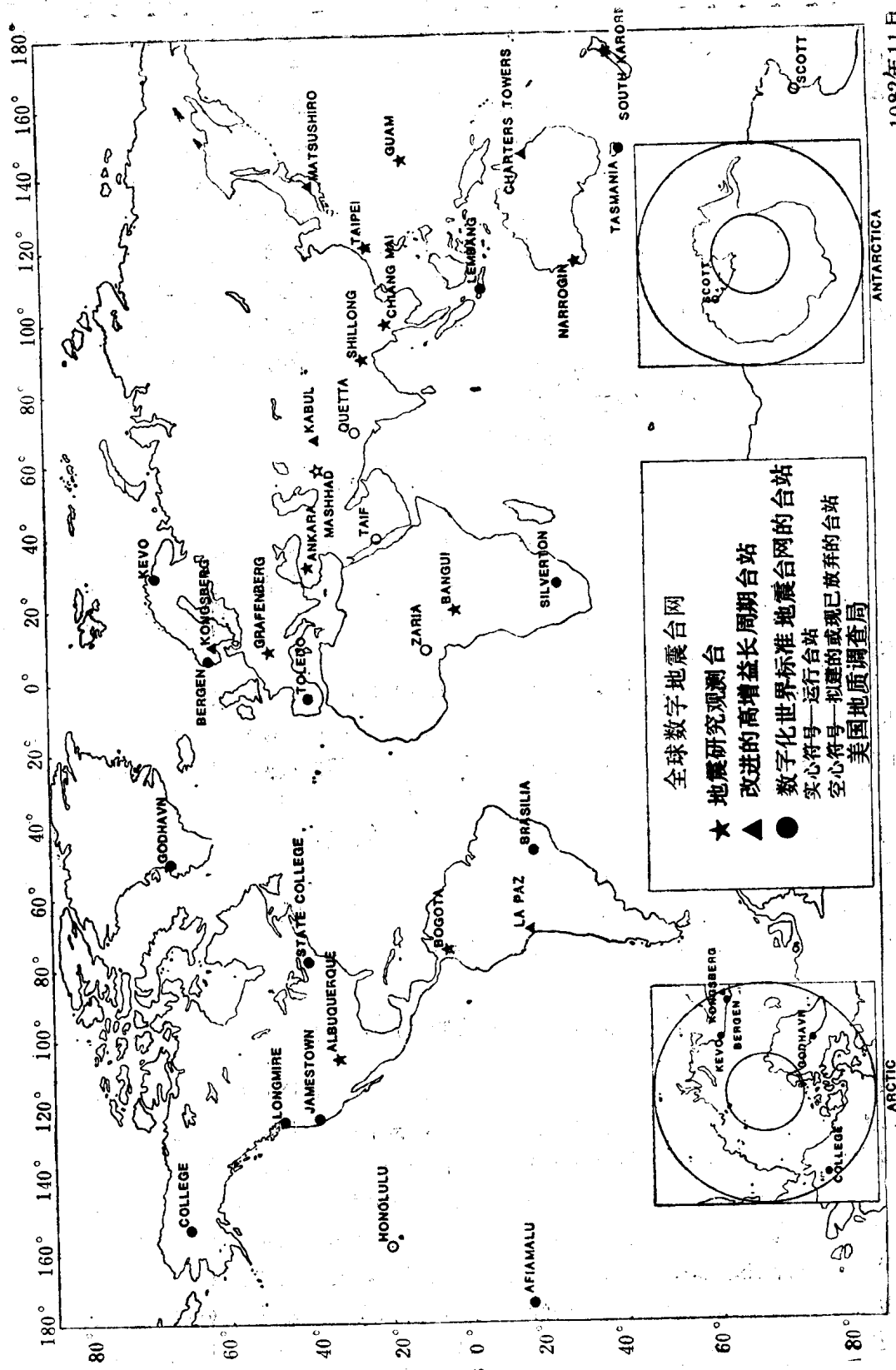
DWSSN的设备设计成与WWSSN台站使用的现有仪器相连接，但并不影响提供模拟地震图。为此，模拟记录必须进行某些改动，这些改动明显地改进了地震图的质量。DWSSN系统的方框图示于图1.2.1。在每个DWSSN台站安装的两个主要的新单元是放大器部件及数字记录系统。

WWSS的Benioff地震计未经改动仍用于DWSSN系统，短周期照相记录系统的任何部件也未做改动，仅在控制盒上增加了一个接插件。WWSS的Sprengnether长周期地震计做了些改进：地震计中原来500欧姆的信号线圈和标定线圈被两个串联的5000欧姆信号线圈所代替，以提高数字记录的电压灵敏度。标定线圈则绕在其中一个信号线圈的外面。高阻抗的信号线圈并不适合用作驱动WWSS长周期电流计的电流源。因此，就用前置放大器将输出信号适当整形和调整后，再去驱动0.75秒的电流计，取得长周期地震图。这样做还有一个好处，即已消除了长周期控制盒。而这些控制盒正是众所周知的重要噪声源，在温度未能妥善控制的台站，这种噪声通常能导致记录线条重叠。

§1.3 记录频带的选择

数字记录器通过放大器和响应形成滤波器连接到WWSSN地震计上。本系统有三个独立的记录频带：一个短周期频带（仅记录事件），一个中周期频带（仅记录事件）和一个长周期频带（见图1.3.1）。DWSSN的标准台站仍和以前一样，继续在短周期和长周期频带采用照相记录，以产生标准地震图。选择这样的频带、灵敏度和振幅范围，在很大程度上是基于对WWSSN中一个典型台站所能获得的数据类型和质量做出评价后得出的。

WWSSN台站的记录灵敏度由台站操作人员设定，使得在地震图上产生约1至2毫米的干扰背景。短周期地震仪可达到的峰值放大倍率在周期1秒处为400000倍，长周期地震仪可达到的峰值放大倍率在周期15秒处为6000倍。这些限制是由于地震仪仅受大地驱动，而信号并未经电子放大。大部分台站工作放大倍率均调整在较低的数值上，短周期地震仪



1982年11月

图 1.1-1 包括已运行和拟建DWWSSN台站在内的GDSN台站位置图