

地壳形变观测

地震及前兆数字观测 技术规范

(试行)

中国地震局 编

- 电磁观测
- 地震信息网络
- 地壳形变观测
- 地下流体观测
- 地震观测

2577
2.3



地震出版社

地震及前兆数字观测技术规范

(试行)

地壳形变观测

中国地震局 编

地震出版社

图书在版编目(CIP)数据

地震及前兆数字观测技术规范.地壳形变观测:试行/

中国地震局编. —北京:地震出版社, 2001.11

ISBN 7-5028-1873-1

I. 地… II. 中… III. ①地震观测—技术—规范—中国

②地震形变—地震观测—技术—规范—中国

IV. P315.61-65

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 035697 号

地震及前兆数字观测技术规范

(试行)

地壳形变观测

中国地震局 编

责任编辑:马 兰

责任校对:张晓梅

出版发行:地震出版社

北京民族学院南路 9 号

发行部:68423031 68467993

门市部:68467991

总编室:68462709 68423029

E-mail: seis@ht.rol.cn.net

邮编:100081

传真:68423031

传真:68467972

传真:68467972

经销:全国各地新华书店

印刷:北京丰华印刷厂

版(印)次:2001 年 8 月第一版 2001 年 8 月第一次印刷

2001 年 11 月第二次印刷

开本:850×1168 1/32

字数:407 千字 插页:2

印张:15.125

印数:2001~4100

书号:ISBN 7-5028-1873-1/P·1078 (2422)

定价:50.00 元

版权所有 翻印必究

(图书出现印装问题,本社负责调换)

编 委 会

主 任：陈建民
副主任：徐德诗 阴朝民
成 员：高荣胜 吴书贵 宋彦云 刘升礼
余书明 王桂清

专 家 组

组 长：陈鑫连
副组长：赵仲和 钱家栋
成 员：车用太 高玉芬 陈会忠 吴 云 吴忠良

主要编写人员

(按姓氏笔划排序)

马森林	车用太	车兆宏	孔令昌	王凤霞	王桂清
王基华	王 华	王恩虎	王洪体	王德志	王 松
王方建	王 春	王立然	王天林	王孙汉	王 丰
田 力	刘永铭	刘升礼	刘瑞丰	刘尽忱	刘序伊
邢玉安	朱清钟	吕金水	吕 宠	宋彦云	刘书明
陈会忠	陈培善	陈华静	陈书清	陈文 明	陈志遥
吴 云	吴忠良	吴书贵	李正媛	李 辉	李广平
李大辉	邵中明	苏 恺	谷元珠	李金 子	张少泉
张祖胜	张培仁	张 平	张有昌	张宏志	张伟清
张世中	赵仲和	赵家骧	赵和云	赵 薇	周锦屏
周公威	周 勳	林云芳	林榕光	和跃时	杨冬梅
罗荣祥	罗建明	胡国庆	高玉芬	高荣 胜	党京平
聂 磊	姬建中	席继楼	童汪 兵	雷 强	滕 云
詹志佳	廖 斌	薛 峰	薛 兵	薛 革	

编写说明

为适应“九五”期间我国地震及前兆监测系统数字化建设发展的需要，我司于1999年5月组织有关方面的专家正式启动数字化地震观测规范（试行本）的编写工作。按照我司统一的安排部署和要求，各学科技术协调组首先起草了规范编写大纲，经审定后开始编写正文和附录部分。在全国地震系统内多次广泛征求意见的基础上，经过反复的讨论、修改和汇总整理，数易其稿，于2001年2月定稿。

本规范正文主要包括以下几个部分：（1）明确各学科依照地震监测工作需要所设定测项的观测对象、特定技术参数的主要技术指标（观测物理量及其频段、准确度、精度、动态范围、灵敏度、分辨率（力）等）；（2）阐述实现上述技术指标对环境和场地条件要求；（3）确定实现上述技术指标观测系统应具有的主要技术指标；（4）认定标定方法和明确标定系统技术要求；（5）统一数据的收集与处理的工作流程。附录部分的编写则按照学科和测项的具体要求，针对观测工作的各项技术细节尽可能详尽地加以介绍，主要涵盖了观测原理，观测技术装备（包括标定装备）的选型建议及其工作原理、操作方法、维护管理，产出资料的具体分析方法，以及观测场地、环境的选择和建设措施等各个方面的具体内容。从总体来看，本规范的内容适应了我国地震及地震前兆观测技

术系统实现了数字化的现状，同时，本规范也正在努力朝着标准化方向发展，且与国家的标准化工作要求逐渐接轨。

本规范的编写，受到了局领导的高度重视，同时也得到了其他相关司、室（处）同志的关心和大力支持。各学科技术协调组的专家更是倾吐了大量的心血，全力以赴地投入到规范编写全过程。为全面做好这项工作，我司专门成立了各学科编写组和规范编写指导组。前者由各学科技术协调组组成，其任务是进行正文和附录相关章节的具体编写工作；后者则由我司聘请陈鑫连、赵仲和、钱家栋三位专家组成，主要负责统一编写要求、协调编写进度、审理编写内容以及最后统稿成册工作。

参与各学科规范的编写起草人员如下：

地震观测分册分两部分。数字地震台站部分由刘瑞丰、吴忠良负责编写，主要执笔和参加人有：刘瑞丰、吴忠良、张少泉、薛峰、周公威、宋彦云、薛兵、王洪体、张伟清、陈培善、和跃时、邵中明、党京平。数字遥测台网部分由陈会忠、吴忠良负责编写，主要执笔和参加人有：赵仲和、陈会忠、吴忠良、林榕光、童汪练、张少泉、宋彦云、王凤霞、田丰、陈书清、陈文明、王恩虎、吕金水、张宏志、李广平、雷强、赵薇。

地形变观测分册由吴云、张祖胜负责编写。主要执笔和参加人有：吴云、张祖胜、李正媛、苏恺之、罗荣祥、李辉、孙汉荣、陈志遥、高荣胜、胡国庆、车兆宏、吕宠吾、聂磊、刘序俨。

地下流体观测分册由车用太、孔令昌负责编写。主

要执笔和参加人有：车用太、孔令昌、孙天林、刘永铭、邢玉安、申春生、刘升礼、王桂清、鱼金子、陈华静、谷元珠、张培仁、王基华、宁立然、张平、薛革、朱清钟、王华、张有昌。

电磁观测分册由高玉芬、赵家骝、杨冬梅负责编写，主要执笔和参加人有：赵家骝、杨冬梅、周锦屏、周勋、王德志、高玉芬、赵和云、余书明、詹志佳、林云芳、马森林、张世中、滕云田、席继楼。

地震信息网络分册由陈会忠负责编写，主要执笔和参加人有：陈会忠、刘升礼、田丰、刘尽忱、廖斌、王松、罗建明、王方建、姬建中、李大辉、田力。

鉴于我国地震和地震前兆观测技术的数字化进程正处于起步阶段，积累的经验尚不足；另一方面，数字化技术的推广又急需新的规范来指导、促进。为此，我们遵循“边实践、边完善”的原则，尽快组织了这本规范（试行）的编写和出版工作。希望读者在使用中及时发现问题，并提出修订建议，以便我们在条件成熟的时候形成规范的正式版本。

中国地震局监测预报司

2001年2月

前 言

随着现代科学技术的迅猛发展，尤其是数字技术、信息网络技术广泛渗透到人类社会生活的各个领域，日益改变着人们的生活方式和工作方式。“九五”期间，中国地震局实施了全国范围内的地震观测与前兆观测的数字化技术改造，在我国陆续建成了以数字化技术装备的遥测地震台网、数字地震、地壳形变、电磁和地下流体台站以及相应的信息网络平台，观测技术在一定程度上实现了由模拟到数字化质的飞跃，极大地促进了监测技术水平的提高。显然，随着仪器的更新改造和人们认识水平的不断提高，新的观测方法仍在继续探索中，先前各学科制定的模拟观测技术规范在很多方面已不能适应当前数字化观测工作的要求。因此，为了适应新形势的需要，修订现有各类观测规范和增补相应的技术规定已经成为一项刻不容缓的重要工作。为此，中国地震局于1999年5月成立了新规范编写小组，正式启动地震及前兆数字观测技术规范的编写工作，编写组经过近两年的辛勤努力，在广泛征求意见和全面认真讨论的基础上，完成了这本《地震及前兆数字观测技术规范》（以下简称《规范》）。

《规范》按测震、地壳形变、地下流体、电磁、地震信息网络等五个学科分册编写，各学科对以观测为中心的主要技术环节和技术方法分别作了全面、严格的规

定。其编写特点如下：

第一，《规范》规定各学科、测项必须以观测对象的技术要求为中心，对观测对象所观测的频段、动态范围、灵敏度、分辨率（力）、准确度、精密度等关键技术指标，有明确的量化要求；

第二，《规范》规定各学科、测项必须根据观测对象的技术要求，明确观测工作主要技术环节的量化指标与要求，确保观测对象技术要求的实现；

第三，《规范》编写中力求文字简明、清晰，避免技术指标的模糊表述。为达到技术指标而采取的各种方法和技术细节以及相应的管理措施，全部置于正文之后的《附录》中；

第四，《规范》所涉及的各学科均按统一的要求编写，体例大致相同。考虑到各学科自身的特点，保证学科的相对独立性，方便台站观测工作者的使用，因此本规范以各学科独立成册出版，以满足各学科的工作需要和不同研究兴趣的读者群的要求。

本规范吸收了多年来的科研成果和实践经验，既考虑到当前我国地震观测技术的实际水平，又兼顾了地震监测预报的需要和国内外的发展趋势。正文部分对地震观测和前兆观测技术的主要环节和技术方法做了全面的规定，附录部分则提供了大量的具体实例，为使用者正确理解和执行规范作了翔实的说明。

《规范》既可适用于数字地震台网和数字地震前兆台网的建设和观测工作的需要，也可供其他地学学科布设数字观测台站参考。

应当指出，限于编者水平和时间紧迫，某些技术指标可能还阐述不清，缺乏足够的理论和实践依据；相关学科的技术词汇表述方式也可能仍不符合“标准化”的要求。为此，恳切希望读者在阅读和使用中注意发现的问题并提出具体的改进建议，以便在正式版中予以改正。

在本规范的编写过程中，受到了中国地震局领导的亲切关怀，同时得到了广大科技人员，特别是各学科技术协调组、技术管理组、有关职能部门以及有关学科专家的大力支持，地震出版社也提出了很多宝贵的意见，在此一并致谢。

目 录

总则	(1)
第一章 地倾斜台站观测	(3)
第一节 观测对象及其技术要求	(3)
第二节 观测场地及装置系统	(3)
第三节 环境要求	(4)
第四节 观测系统技术要求	(4)
第五节 观测质量监控	(4)
第六节 观测数据的收集、处理与报送	(5)
第二章 洞体应变台站观测	(7)
第一节 观测对象及其技术要求	(7)
第二节 观测场地及装置系统	(7)
第三节 环境要求	(8)
第四节 观测系统技术要求	(8)
第五节 观测质量监控	(8)
第六节 观测数据的收集、处理与报送	(9)
第三章 钻孔应变台站观测	(11)
第一节 观测对象及其技术要求	(11)
第二节 观测场地及装置系统	(11)
第三节 环境要求	(12)
第四节 观测系统技术要求	(12)
第五节 观测质量监控	(13)
第六节 观测数据的收集、处理与报送	(13)

第四章 重力台站观测	(15)
第一节 观测对象及其技术要求	(15)
第二节 观测台址及装置系统	(15)
第三节 环境要求	(15)
第四节 观测系统技术要求	(16)
第五节 观测质量监控	(16)
第六节 观测数据的收集、处理与报送	(17)
第五章 GPS 台站连续观测	(19)
第一节 观测对象与技术要求	(19)
第二节 观测场地及装置系统	(19)
第三节 环境要求	(20)
第四节 观测系统技术要求	(21)
第五节 观测质量监控	(22)
第六节 观测数据的收集、处理与报送	(23)
附录1 地倾斜	(25)
附录 1.1 地倾斜概念、计算公式	(25)
附录 1.2 台址、环境、观测室建设	(29)
附录 1.3 观测仪器的选型、布设与安装	(32)
附录 1.4 仪器的日常工作与维护	(40)
附录 1.5 日均值缺测的补插	(41)
附录2 洞体应变	(42)
附录 2.1 观测原理、计算公式	(42)
附录 2.2 台址、环境、观测室建设	(43)
附录 2.3 观测仪器的选型、安装与调试	(43)
附录 2.4 维护管理、日均值缺测补插	(48)

总 则

第1条 本规范规定了中国地震局地震、地壳形变、电磁和地下流体学科所属的以观测为中心的数字系统设计、运行、日常观测有关环节的技术要求。

本规范适用于我国数字地震台（网）和数字地震前兆台（网）的建设、改造和观测。为其他地球科学目的布设的观测台站也可参照使用。

各类台站的建设、运行和日常观测都必须符合本规范所属各学科的相应的技术要求及其附录条款的有关规定。

第2条 引用和参考标准：原国家地震局《地震台站观测规范》、《遥测地震台网观测规范》、《区域台网地震月报目录与地震观测报告编报技术规范》、《地倾斜台站观测规范》、《洞体应变台站观测规范》、《重力台站观测规范》、《地下水位观测规范》、《水化学台站观测规范》、《地电台站观测规范》、《地磁台站观测规范》、《流动地磁野外测量规范》、《中国地壳运动观测网络技术规程》。

第3条 地震前兆观测技术指标的确认是以保证监测地震前兆异常的物理量为依据，也可以学科发展所需的观测仪器的技术指标作为监测指标。

第4条 各类台（网）建设与改造必须向国家级或省级地震主管部门呈报有关的任务书、计划书和实施方案，经批准后方可实施。竣工后，经审查验收合格，方可投入正式运行。

第5条 台站应避开大干扰源，选择在低背景噪声水平的地区。台站建成后，应执行国务院颁布的《地震监测设施和地震环境保护条例》所规定的范围，实行严格的保护。

第6条 采用无线传输的台站应兼顾良好的传输路径、较少的中继次数和避开大功率发射体。采用有线传输的台站到通信部

门的距离应符合数据传输的要求。

第7条 台站所在位置应有较好的供电、交通、通信、治安和生活条件。台站应依当地抗震设防标准设计。在基本烈度Ⅶ度以上的地区，还应考虑仪器设备安装的抗震措施。台网中心的机房建筑以当地抗震设防标准加1度设计。

第8条 台站和台网中心的建设应考虑避雷措施，并按要求埋设地线。

第9条 本规范的主体内容是规定台站建设、观测、运行的各种技术指标，有关观测原理方法、台站建设和观测具体要求和内容，包括仪器选型、安装与维护以及日常工作细节都详载于附录中。

第10条 在特殊情况下，拟选台站场地的条件与规范不符，应报主管部门审批。

第11条 本规范由中国地震局负责解释。

第一章 地倾斜台站观测

第一节 观测对象及其技术要求

第1条 观测对象。地倾斜观测对象是地平面与水平面之间的夹角（即地平面法线与铅垂线的夹角）及其随时间的变化，地倾斜量的单位为角秒，具有大小和方向。

第2条 技术要求。观测精度为 $0.003''$ ；零漂 $\leq 0.005''/\text{天}$ ；采样率为 1 次/分钟。

第二节 观测场地及装置系统

第3条 观测场地遴选。台址选在活动断裂带附近，但距破碎带的距离 $\geq 500\text{m}$ ；台基岩性坚硬完整、致密均匀（如花岗岩、石英砂岩、灰岩等），岩层倾角 $\leq 20^\circ$ ；避开风口、山洪汇流处和泥石流、滑坡、溶洞发育地带，避开海、湖、河、水库、深层抽水注水、大型仓库、铁路、主干公路和爆破等干扰源。

第4条 测量装置设置。地倾斜观测按北南及东西两分量正交设置，若受场地限制，两分量夹角在 $60^\circ \sim 120^\circ$ 之间；若场地许可，可斜交设置第三分量；方位的测定误差 $\leq 1^\circ$ 。

第5条 观测室设计。仪器室的结构与尺寸应满足所选仪器的要求。

第6条 仪器墩设计。仪器墩为加工粘接而成的岩石墩（花岗岩、大理石岩、灰岩等）或洞室开凿时预留下的原生基岩墩，四周设防振槽，墩顶面水平，高差 $\leq 2\text{mm}$ ，同分量仪器墩之间无断层或夹层；亦可开凿壁龛或地槽安放仪器。

第三节 环境要求

第7条 观测台址环境。台址 3km 范围内不得进行深层抽水注水、采石爆破和筑堤建水库, 1km 范围内不得修建大型仓库和修筑铁路及主干公路。

第8条 观测洞室环境。仪器室顶部地形对称, 植被良好; 水平坑道仪器室顶覆盖及旁侧覆盖 $\geq 40\text{m}$; 竖井仪器室埋深 $\geq 20\text{m}$; 洞室底面高于当地最高洪水位和地下水位。

第9条 仪器室条件。室温日变幅度 $\leq 0.03^{\circ}\text{C}$, 年变幅度 $\leq 0.5^{\circ}\text{C}$ 。

第四节 观测系统技术要求

第10条 测试仪器技术要求。分辨率优于 $0.0005''$; 动态范围(最大量程与分辨率之比) $\geq 1 \times 10^4$; 零漂 $\leq 2''/\text{年}$; 采样率 ≥ 1 次/分钟。

工作电压 180~240V, 输出电压 $-2 \sim +2\text{V}$, 直流功耗 $\leq 6\text{W}$; 具有交直流切换和防雷功能。

在相对湿度 100% 的洞室内, 正常工作寿命 ≥ 10 年。

第11条 辅助设施技术要求。进行气压和雨量观测, 在各传感器设置端进行温度测量。气压测量分辨率为 0.1hPa , 雨量测量分辨率为 1.0mm , 温度测量分辨率为 0.01°C 。

第五节 观测质量监控

第12条 标定设备技术指标。格值标定重复性 $< 1\%$; 格值年稳定性优于 95%; 标定幅度 $\geq 0.04''$ 。

第13条 标定方法。采用国家长度计量标准传递。