ICS 91.120.25
CCS P 15

DB

中华人民共和国地震行业标准

DB/T 88—2022

地震台网运行规范　地倾斜和地应变观测

**Specifications for the operation of seismic networks—
Crustal tilt and crustal strain observation**

2022-12-29 发布　　2023-05-01 实施

中国地震局　　发 布

目　　次

前言 …… Ⅲ
1　范围 …… 1
2　规范性引用文件 …… 1
3　术语和定义 …… 1
4　基本规定 …… 2
5　观测站运行 …… 4
6　省级业务中心运行 …… 6
7　国家级业务中心运行 …… 7
附录A（规范性）　观测日志类型代码表 …… 9
附录B（资料性）　地倾斜、地应变观测运行月报和年报内容 …… 11
参考文献 …… 14

前　言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则　第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件由中国地震局提出。

本文件由地震监测预报标准化技术委员会归口。

本文件起草单位：湖北省地震局、中国地震台网中心、应急管理部国家自然灾害防治研究院、中国地震局第一监测中心。

本文件主要起草人：吕品姬、唐磊、陈志遥、邱泽华、张燕、吴凯、李正媛、李辉、周克昌、孟庆筱。

地震台网运行规范　地倾斜和地应变观测

1　范围

本文件规定了地倾斜和地应变观测网的运行维护、质量监控和产品产出的基本要求。

本文件适用于地倾斜和地应变观测站、省级业务中心和国家级业务中心的运行。

2　规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 19531.3—2004　地震台站观测环境技术要求　第3部分：地壳形变观测

DB/T 4　地震台站代码

DB/T 51—2012　地震前兆数据库结构　台站观测

JJF 1001—2011　通用计量术语及定义

3　术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

地倾斜观测站　crustal tilt station

满足技术标准要求，配置地倾斜观测技术设施，进行连续地倾斜观测的场所。

[来源：DB/T 40.1—2010，3.3]

3.2

地应变观测站　crustal strain station

满足技术标准要求，配置地应变观测技术设施，进行连续地应变观测的场所。

[来源：DB/T 40.1—2010，3.4]

3.3

测点　observation point

地震前兆观测仪器接收信号的位置。

[来源：DB/T 51—2012，3.3]

3.4

校准　calibration

按照JJF 1001—2011中4.10的规定，向地倾斜仪或地应变仪输入已知位移信号检测其格值参数，必要时修正格值参数。

3.5

数据预处理　data preprocessing

修正地倾斜、地应变记录曲线上非地壳变化引起的响应，包括去除各种由仪器故障和人为操纵等造成的无效数据、复位调零等引起的尖峰和阶变等。

4 基本规定

4.1 基础信息

地倾斜、地应变观测站的基础信息应按照DB/T 51—2012中表10～表26的要求填写，包括观测站信息、洞体信息、钻孔信息和仪器信息。

4.2 工作任务

4.2.1 观测站

观测站或中心站的工作任务应包括下列内容：

a) 每日监控辖管的地倾斜和地应变观测仪器、公用设备等技术系统的运行状态，校对观测仪器时钟，监视观测数据采集和数据库同步上报情况；
b) 对仪器进行校准、调零等日常维护；
c) 汇集观测数据，完成数据预处理、存储入库、数据产品产出和报送；
d) 监控和分析辖管的地倾斜、地应变观测数据变化和资料质量；
e) 检查数据汇集和数据预处理软件的运行状态，及时维护、升级软件；
f) 巡检观测设施和周边环境，维护监测设施和观测环境稳定。

4.2.2 省级业务中心

省级业务中心的工作任务应包括下列内容：

a) 负责维护辖区内地倾斜、地应变观测站基础信息的完整性和准确性；
b) 汇集、存储、报送辖区内的地倾斜、地应变观测数据，及时对照检查和响应国家级业务中心对辖区内地倾斜、地应变观测数据的质量评价结果；
c) 负责辖区内地倾斜、地应变观测的质量检查、产品产出和运维指导，制定观测设备更新升级计划，完成辖区内地倾斜、地应变仪器的日常运维、升级改造和迁移工作。

4.2.3 国家级业务中心

国家级业务中心的工作任务应包括下列内容：

a) 汇集、存储全国地倾斜、地应变观测数据和基础信息；
b) 监控全国地倾斜和地应变观测仪器运行情况；
c) 评价全国地倾斜、地应变观测仪器运行质量和观测数据质量；
d) 产出日常数据产品、图像产品和地震应急产品并提供服务；
e) 对地倾斜和地应变观测网的运行维护工作提供技术咨询与指导。

4.3 校准

4.3.1 周期和时段

在网运行观测仪器的校准周期和时段应符合下列要求：

a) 地倾斜和洞体应变观测仪器的校准每年不少于2次，两次校准时间间隔不超过195 d；钻孔应变观测仪器观测正常时只检查格值而不校准，格值检查每年1次；
b) 仪器检修、更换部件或重新安装后进行校准，并启用新格值；
c) 观测数据出现非正常变化需要确认仪器是否工作正常时进行校准；
d) 校准时段选在固体潮小潮期间的固体潮波峰或波谷时段。

4.3.2 地倾斜仪校准技术要求

地倾斜仪的校准应符合下列技术要求：

a) 校准幅度不小于 0.04″；
b) 校准重复性不大于 1%；
c) 灵敏度的一致性不大于 1%；
d) 仪器校准后的格值较原使用格值变化达到或超过±2%时重新校准；重新校准的格值仍较原使用格值变化达到或超过±2%时，确认仪器工作正常且操作无误后启用新格值；
e) 格值计算结果取四位有效数字。

4.3.3 地应变仪校准技术要求

地应变仪的校准应符合下列技术要求：

a) 洞体应变仪校准幅度不小于 1×10^{-6}，钻孔应变仪校准幅度为 4×10^{-8}～15×10^{-8}；
b) 洞体应变仪校准重复性不大于 1%，钻孔应变仪校准重复性不大于 3%；
c) 洞体应变仪校准格值较原使用格值变化达到或超过±2%时重新校准；重新校准的格值仍较原使用格值变化达到或超过±2%时，确认仪器工作正常且操作无误后启用新格值；
d) 钻孔应变仪格值变化在±2%～±5%时记录新格值，变化达到或超过±5%时，对仪器进行检查和维修；
e) 格值计算结果取四位有效数字。

4.4 调零

仪器测值达到或超过仪器量程上、下限读数的 90%时，应进行调零操作。

4.5 观测数据正负变化规定

4.5.1 地倾斜观测数据

地倾斜观测数据正负变化规定如下：

a) 以向东、向北倾为数据向正方向变化，向西、向南倾为数据向负方向变化；
b) 水管倾斜仪各分量的高差读数规定：北南分量为北端数值减去南端数值，东西分量为东端数值减去西端数值，北东分量为北东端数值减去南西端数值，北西分量为北西端数值减去南东端数值。

4.5.2 地应变观测数据

地应变观测数据正负变化规定如下：

a) 洞体应变仪和钻孔分量应变仪观测的岩体张性变化为数据向正方向变化，压性变化为数据向负方向变化；
b) 钻孔体应变仪观测的岩体张性变化为数据向负方向变化，压性变化为数据向正方向变化。

4.6 数据非正常变化

4.6.1 数据非正常变化是指仪器故障、供电和避雷等设施造成的干扰，气象因素、场地环境和人为因素造成的干扰，地震效应等地球物理事件，以及不明原因引起的显著变化。

4.6.2 数据非正常变化的表现类型包括观测曲线或倾斜矢量的趋势改变、高频波动、台阶、突跳、无效数据等。

4.7 数据流程

地倾斜和地应变观测数据流程为：具备信息节点的观测站汇集辖区内的数据和日志到本地数据库，

观测站将数据和日志定期自动交换到省级业务中心，再由省级业务中心定期自动交换到国家级业务中心。

5 观测站运行

5.1 观测环境监控

地倾斜、地应变观测站应按下列要求进行观测环境监控。

a) 根据 GB/T 19531.3—2004 中第 5 章列举的干扰源进行观测环境巡查；有人值守观测站每周巡查 1 次，无人值守观测站在仪器正常运行期间每季度至少巡查 1 次。

b) 出现数据非正常变化且经分析可能由观测环境因素所致时，立即巡查观测环境。

c) 在 GB/T 19531.3—2004 中 5.2 要求的最小距离 2 倍范围内存在水库、湖泊时，联系相关部门获取水面高度或库容量的监测数据，数据监测周期宜为日或更短时间间隔。

5.2 仪器设备维护操作

5.2.1 校准操作

校准工作应按下列要求执行：

a) 按照 4.3 的规定，依据仪器说明书的操作要求进行校准和填写仪器格值记录计算表；

b) 校准后 5 d 内向国家级业务中心提交仪器格值记录计算表。

5.2.2 调零操作

调零操作应按下列要求执行：

a) 有自动调零功能的仪器采用自动调零，测值漂移过大超出自动调零范围时，采用人工调节仪器机械装置的方法使仪器测值回到量程的零位；

b) 仪器调零后的台阶改正值按公式(1)计算，并通过数据预处理方法校正调零期间的数据：

$$\Delta = \eta \cdot (V_1 - V_2) \qquad \cdots\cdots (1)$$

式中：

Δ ——倾斜量或应变量的改正值，倾斜改正值单位为 10^{-3}″，应变改正值为无量纲量；

η ——仪器格值，倾斜格值单位为 10^{-3}″/mV，应变格值单位为 1/mV；

V_1 ——仪器调零前的测量电压，单位为 mV；

V_2 ——仪器调零后的测量电压，单位为 mV。

5.2.3 检修与维护

观测仪器检修与维护应符合下列要求。

a) 仪器设备出现故障于 24 h 内报修。

b) 水管倾斜仪钵体内水质混浊、变污时换水，水位低于浮子高度时补充蒸馏水。换水工作安排在年底，并事前上报省级业务中心和国家级业务中心。

c) 观测仪器的检修维护工作安排在月底或年底，事前上报省级业务中心和国家级业务中心。

d) 仪器检修维护、换水等工作的事前报告内容包括：仪器型号、检修或维护内容、预计停测时间、不少于 2 名操作人员等。

e) 大雪长期覆盖地区的无人值守观测站，在降雪季节前进行 1 次保障性巡检。

f) 观测站或省级业务中心宜配置仪器关键部件和易损部件的备件，并保证其可用性。

g) 无人值守观测站宜采用摄像头监视数采、电源控制器的面板等仪器的运行状况。

5.2.4 防雷设施维护

在雷雨季节前，应检查观测站防雷设备、防雷地网的工作状态和观测仪器接地状态，并做好防雷设备设施维护。

5.3 数据处理

5.3.1 原始数据汇集

5.3.1.1 原始数据包括未经任何处理的地倾斜、地应变观测数据和温度、气压等辅助观测的观测数据。

5.3.1.2 原始数据和仪器日志自动汇集失败时，应采用手动汇集；因故障无法通过网络收取数据时，应及时到观测站现场从仪器数采下载，采取人工方式导入数据库。

5.3.1.3 没有气象参数自动观测仪器的观测站，应每日定时记录气温、气压、降水量值，并导入数据库。

5.3.2 数据预处理

5.3.2.1 应对地倾斜和地应变原始分钟值数据进行预处理。

5.3.2.2 每天应完成前一天数据的预处理工作，产出预处理数据，填写观测日志和工作日志。

5.3.2.3 数据预处理应符合下列要求：

a) 人为干扰、仪器检修或故障、供电故障等引起的非正常记录数据进行缺数处理；

b) 仪器校准期间的非正常记录数据进行缺数处理，仪器调零过程中产生的台阶进行台阶处理；

c) 地震波形记录不处理，由气象因素、场地环境干扰引起的畸变不处理。

5.3.2.4 原始数据为秒采样时间序列时，应通过均值降采样方法得到分钟值数据并对分钟值数据进行预处理。

5.3.2.5 数据预处理工作应使用统一的数据处理软件完成。

5.3.3 整点值和均值数据的生成

预处理完成后，应使用统一的数据处理软件生成整点值和日均值数据。

5.3.4 数据非正常变化的排查

观测数据出现 4.6.1 所列特征的非正常变化时，应进行下列检查和核实：

a) 仪器工作状态、供电系统和防雷系统等设施的运行状况；

b) GB/T 19531.3—2004 中列举的观测环境干扰；

c) 人为干扰影响。

5.4 观测日志和工作日志填写

5.4.1 观测日志

观测日志主要记录仪器运行过程中外界发生的对仪器运行和数据产生影响的事件（如环境干扰事件、人工调整仪器等），以及对观测事件进行的处理信息等。观测日志填写应符合下列要求。

a) 按测项分量进行填写。

b) 逐条记录对观测产生显著影响的所有事件，包括：仪器故障、校准、调零、停电、雷害、洞室改造、人为干扰、地震等。每条记录包括该事件发生的日期、事件起止时间、事件类型、事件描述、处理结果说明、记录填写人员等，事件类型按附录 A 给出的日志类型代码表编号。

c) 观测日志在数据预处理时使用统一的数据处理软件填写。

5.4.2 工作日志

工作日志是对观测站或省级业务中心观测系统和技术系统运行维护工作情况的记录。工作日志填写应符合下列要求：

a) 按观测站进行填写；
b) 记录观测仪器和公用设备的运行状况、仪器故障情况、数据采集、预处理、资料报送情况等；
c) 记录仪器校准、换水等操作和处理软件升级更新等情况；
d) 记录环境温度、气压、降雨量等辅助信息；
e) 工作日志使用统一的数据处理软件填写。

5.5 产品产出与报送

5.5.1 数据产品包括原始数据、预处理数据、整点值数据和日均值数据、观测日志和工作日志。

5.5.2 报告产品包括观测运行月报和观测运行年报，附录 B 中 B.1 给出了观测运行月报的内容，附录 B 中 B.2 给出了观测运行年报的内容。

5.5.3 产品报送

产品报送应符合下列要求：

a) 原始数据、预处理数据、整点值数据、均值数据和观测日志、工作日志等已入库数据，以自动交换方式上报省级业务中心数据库，观测站每日检查数据库交换情况；
b) 观测运行月报应以电子文档形式，每月 5 日前报送省级业务中心和国家级业务中心；
c) 观测运行年报应以电子文档形式，每年 1 月 31 日前报送省级业务中心和国家级业务中心。

6 省级业务中心运行

6.1 观测站基础信息维护

应按下列要求对观测站基础信息进行维护：

a) 按照 DB/T 4 规定的编码原则对新增监测站的代码进行编码；
b) 负责组织观测站对数据库中辖区内地倾斜、地应变观测的基础信息进行更新，每周检查数据库中基础信息的正确性；
c) 辖区内观测站迁移、改造、仪器变动时，及时报送国家级业务中心备案；
d) 在原测点更换同类型仪器且观测方式和采样率均与更换前相同时，测点编码不变；在原测点更换不同类型仪器或采样率与更换前不同时，采用新的测点编码。

6.2 观测仪器更新

观测仪器在原址更新应符合下列要求之一：

a) 使用年限超过 10 年且连续 2 年故障率持续增高、观测数据精度不合格；
b) 因故障不能正常观测且无法维修；
c) 四分量钻孔应变仪多于两个分量出现故障且无法修复。

6.3 观测站改造、迁移或停测

6.3.1 观测站改造

地倾斜和地应变观测存在下列问题时，应对观测站进行改造：

a) 观测洞室密封、防潮等设施不能满足地倾斜和地应变观测技术要求；

b） 观测孔附近地表固化不能满足钻孔应变观测技术要求；

c） 供电、通信和防雷地网等设施使用年限较长，故障率增加，已影响正常观测。

6.3.2 观测站迁移或停测

观测环境被破坏或受到严重干扰影响，观测仪器无法正常工作或观测资料不可用时，观测站应停测或迁移。在观测站迁建完成前，宜在原观测站继续观测。

6.4 质量监控内容

每天应检查辖区观测站数据产出、汇集及报送情况，及时响应国家级业务中心的监控报告，指导观测站解决运行中存在的问题。

6.5 产品产出与报送

6.5.1 数据产品包括辖区所有观测站的原始数据、预处理数据、整点值数据和日均值数据、观测日志和工作日志。

6.5.2 省级业务中心按照国家级业务中心要求，宜参考辖区观测站地倾斜地应变观测报告产出本省的地球物理台网观测报告。

6.5.3 应按照 5.5.3 的要求报送产品至国家级业务中心。

7 国家级业务中心运行

7.1 基础信息维护

应每月检查数据库中基础信息的完整性及正确性。

7.2 运行监控

7.2.1 应每日检查观测数据汇集情况。

7.2.2 应每周检查各观测站的观测曲线形态和日变幅度、数据预处理和日志记录的正确性、完整性。

7.2.3 应每月汇总、核查日检查和周检查结果，并检查月报报送情况。

7.2.4 应每年汇总、核查月检查结果，并检查月报和年报内容及报送情况。

7.3 质量评价

7.3.1 应按月、年定期对观测数据质量进行评价。评价指标包括但不限于数据连续率、数据完整率和观测数据精度。

7.3.2 数据连续率按照公式(2)计算：

$$x = y_1 / y \times 100\% \quad \cdots\cdots (2)$$

式中：

x ——数据连续率；

y_1 ——已入库原始数据样本数；

y ——应有数据样本数。

7.3.3 数据完整率按照公式(3)计算：

$$w = d_1 / d \times 100\% \quad \cdots\cdots (3)$$

式中：

w ——数据完整率；

d_1 ——已入库预处理数据样本数；

d ——应有数据样本数。

7.3.4 地倾斜观测数据精度包括固体潮 M_2 波潮汐因子均方差 m_γ 和相对噪声水平 M_1，计算方法参见 DB/T 45—2012。地应变观测数据精度包括固体潮 M_2 波潮汐因子相对中误差 σ_α/α（α 为应变固体潮 M_2 波振幅因子）、相对噪声水平 M_1 和自检信度 β，计算方法参见 DB/T 46—2012 和 DB/T 54—2013。

7.4 产品产出

7.4.1 常规产品

应定期产出常规产品，产品内容和产出周期应符合下列要求：

a) 每月计算地应变的面应变以及地倾斜、地应变潮汐参数并入库；

b) 每月产出地倾斜、地应变观测 M_2 波潮汐因子变化空间分布图和面应变月变化空间分布图；

c) 每年产出全国地倾斜、地应变观测台网运行年报。

7.4.2 应急产品

以东经 105°为界，当我国大陆东经 105°以东发生 5.0 级以上地震、以西发生 6.0 级以上地震时，国家级业务中心应产出下列应急产品：

a) 地倾斜和地应变观测网地震事件图像产品，包括震区及周边地倾斜、地应变观测站分布图、同震曲线图、潮汐因子时间序列图、去潮汐曲线图、年变曲线图；

b) 地倾斜和地应变观测网地震事件简报产品，包括观测站分布情况、资料产出情况、数据变化情况、同震响应、映震情况等。

附 录 A
（规范性）
观测日志类型代码表

根据 DB/T 51—2012 中表 A.3 的规定，表 A.1 给出了地倾斜、地应变观测日志类型代码表。

表 A.1 观测日志类型代码表

类型代码	事件描述	备注
0	正常	—
1	停电	—
2	仪器故障	如果能按仪器各部分细分故障，应采用代码 101-106
3	校准	—
4	调零	—
5	雷电	—
6	人为干扰	—
7	更换仪器	—
8	观测环境变化	如果能细分，应采用代码 211-418
9	时钟错误	—
10	工作参数错误	—
11	数据突跳	—
13	自然现象(风、雨、雪、洪水等)	—
15	台阶	—
16	地震	—
17	重启	—
18	正常缺数	—
101	传感器故障	—
102	主机故障	—
103	数采故障	—
104	通信单元故障	—
105	电源故障	—
106	仪器接地故障	—
211	载荷干扰	—
212	振动干扰	—
213	水文地质环境变迁	—
311	车辆影响	—
312	工厂运行影响	—
314	地铁轻轨影响	—

表 A.1　观测日志类型代码表（续）

类型代码	事件描述	备注
317	基建工程影响	—
416	地下水灌入井内影响	—
417	抽水影响	—
418	注水影响	—
998	原因不明	—
999	其他因素	—

附 录 B
（资料性）
地倾斜、地应变观测运行月报和年报内容

B.1 观测运行月报

B.1.1 构成要素

地倾斜、地应变观测运行月报应包括标题、运行仪器概括、仪器格值校准及使用、数据采集、报送及预处理情况、特殊事件记录和观测曲线等内容。

B.1.2 标题

标题应包括观测站名称、报告年月、报告编写人和报告编写日期。

B.1.3 在运行仪器概况

以表 B.1 的形式给出辖区内在运行仪器的概况统计和说明。

表 B.1 观测仪器概况

仪器名称	仪器型号	观测方式	采样率	台套数	测项数	测项分量数	学科领域	备份仪器数	备注

B.1.4 仪器格值校准及使用

以表 B.2 的形式给出仪器格值校准及使用情况统计和说明。若进行了仪器格值校准，应在月报后附仪器格值校准计算表。

表 B.2 仪器格值校准情况统计表

测项分量代码	使用格值	格值单位	格值校准时间 YYYYMMDD hh:mm	备注

B.1.5 数据采集、报送及预处理情况

宜包括下列内容：

a） 全部仪器各测项分量观测数据的完整率、连续率统计；

b） 数据日常预处理情况及说明，影响观测质量的主要原因。

B.1.6 特殊事件记录

宜包括下列内容：

a） 非正常记录曲线及其落实情况简要描述；
b） 辅助观测情况描述；
c） 地震事件记录及典型曲线，以表 B.3 的形式给出地震事件记录统计。
d） 干扰事件及其简要描述。

表 B.3 地震事件记录统计表

序号	发生日期	初动时刻 YYYYMMDD hh:mm	延续时间/ min	台网中心速报目录		备注 （震中距离）
				震级	地点	

B.1.7 观测曲线

全部仪器各测项分量当月预处理数据整时值序列曲线图，图件宜按 A4 纸每页横向 1 幅、纵向 6 幅图排列。

B.2 观测运行年报

B.2.1 构成要素

地倾斜、地应变观测运行年报应包括标题、观测站及测项概况、全年仪器运行概况、数据采集、报送及处理情况、特殊事件记录和附件等内容。

B.2.2 标题

标题应包括观测站名称、报告年份、报告类型、报告编写人和报告编写日期。

B.2.3 观测站及测项概况

宜包括下列内容：
a） 观测站基本情况、地震地质背景；
b） 测项分布概况和基础信息变更情况，包括测项分布图、仪器基础信息、观测环境和观测仪器变更情况等；
c） 各测项观测人员名单，观测人员变动情况。

B.2.4 全年仪器运行状况

应包括全年在运行观测仪器概况和仪器格值校准情况。
a） 全年在运行的观测仪器概况说明，以表 B.4 的形式给出观测仪器概况，无人值守观测项目在备注中应注明无人值守。

表 B.4 观测仪器概况

仪器名称	仪器型号	观测方式	采样率	台套数	测项数	测项分量数	学科领域	备份仪器数	备注

b） 全年各测项分量仪器格值校准、存在问题及使用情况的说明，以表 B.5 的形式给出仪器格值校准情况统计。

表 B.5　仪器格值校准情况统计表

测项分量代码	格值校准次数	格值校准时间	是否启用及新格值	备注

B.2.5　数据采集、报送及处理情况

宜包括下列内容：

a)　全年数据采集、报送情况简述；

b)　各测项分量观测数据完整率、连续率的统计；

c)　日常数据采集、处理中存在的主要问题和原因。

B.2.6　特殊事件记录

宜包括下列内容：

a)　地震事件典型记录曲线及其简要描述；

b)　干扰事件、环境变化影响等典型记录曲线及其简要描述；

c)　数据非正常变化及其落实情况简要描述。

B.2.7　附件

附件是上述所列内容的补充，宜包括下列内容和要求。

a)　各测项观测人员名单。

b)　全年仪器格值校准计算表。

c)　各测项分量日均值序列年变曲线图。

d)　辅助观测年度曲线图。辅助观测中气温、气压宜用每日定时观测值绘制，降水量应绘制日降水量直线图，洞室温度根据仪器配置情况可绘制定时值或日均值图。

e)　图件宜按 A4 纸每页横向 1 幅、纵向 6 幅图排列。

参 考 文 献

[1] GB/T 18207.2—2005 防震减灾术语 第2部分:专业术语

[2] JJF 1001—2011 通用计量术语及定义

[3] DB/T 8.1—2003 地震台站建设规范 地形变台站 第1部分:地室地倾斜和地应变台站

[4] DB/T 8.2—2020 地震台站建设规范 地形变台站 第2部分:钻孔地倾斜和地应变台站

[5] DB/T 31.1—2008 地震观测仪器进网技术要求 地壳形变观测仪 第1部分:倾斜仪

[6] DB/T 31.2—2008 地震观测仪器进网技术要求 地壳形变观测仪 第2部分:应变仪

[7] DB/T 40.1—2010 地震台网设计技术要求 地壳形变观测网 第1部分:固定站形变观测网

[8] DB/T 45—2012 地震地壳形变观测方法 地倾斜观测

[9] DB/T 46—2012 地震地壳形变观测方法 洞体应变观测

[10] DB/T 54—2013 地震地壳形变观测方法 钻孔应变观测

[11] 中国地震局监测预报司.地壳形变数字观测技术[M].北京:地震出版社,2001.

[12] 国家地震局预测预防司.地壳形变分析预报方法[M].北京:地震出版社,1998.

[13] 中国地震局.地震及前兆数字观测技术规范.地壳形变观测(试行)[M].北京:地震出版社,2001.

[14] 陈鑫连等主编.地壳变动连续观测技术[M].北京:地震出版社,1989.

[15] 国家地震局科技监测司.形变·重力·应变专辑[M].北京:地震出版社,1991.

[16] 国家地震局科技监测司.地震地形变观测技术[M].北京:地震出版社,1995.

[17] 国家地震局科技监测司.中国地震预报方法研究[M].北京:地震出版社,1991.

[18] 中国地震局监测预报司.地形变测量[M].北京:地震出版社,2008.