

ICS 91.120.25

P15

备案号: \*\*\*

DB

# 中华人民共和国地震行业行业标准

DB/T XXXXX—XXXX

## 地震地壳形变观测方法 跨断层位移测量

The method of earthquake crust deformation observation

Fault-crossing crust Displacement observation

点击此处添加与国际标准一致性程度的标识

(征求意见稿)

(本稿完成日期: 2011-9-8)

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

中国地震局 发布

# 目 次

前言 .....	II
引言 .....	III
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语与定义 .....	1
4 测量原理 .....	2
5 测量类型与方法 .....	2
6 理论模型计算方法 .....	3
7 数据处理与分析判断方法 .....	4
8 数据分类方法 .....	5
9 数据库建库方法 .....	5

## 前 言

本标准是《地震地壳形变观测方法》系列标准中的一项。该系列标准结构及名称预计如下：

地震地壳形变观测方法 地倾斜观测

地震地壳形变观测方法 洞体应变观测

地震地壳形变观测方法 钻孔应变观测

地震地壳形变观测方法 跨断层位移测量

本标准按照GB/T 1.1—2009给出的规则起草。

本标准由中国地震局提出。

本标准由全国地震标准化委员会（SAC/TC 255）归口。

本标准起草单位：中国地震局第二监测中心、中国地震局第一监测中心、山东省地震局、中国台网中心、湖北省地震局。

本标准主要起草人：

## 引 言

科学规范地壳形变观测方法，有利于地壳形变观测技术的应用与发展，有利于从理论上清晰界定各类地壳形变观测方法的科学内涵及侧重点，有利于从技术系统的配备及性能指标上规范实现观测目的的基本技术要求，也有利于在地震地形变观测台站或场地建设中，合理设立多种地壳形变观测手段，充分获得观测信息。

目前跨断层测量执行的依据是国家地震局1990年编制的《大地形变台站测量规范》（短水准测量）和1991年编制的《跨断层测量规范》。这两个规范执行已长达20年之久。20年来，随着观测技术的进步，GPS、光电测距和水准测量成为目前跨断层位移测量的主要观测技术。与之相适应的国家技术标准，已在这20年进行了多次修订。因此，有必要编制《跨断层位移测量》标准，以适应跨断层观测技术的发展。

本标准在现有国标的基础上，针对跨断层观测的特点，规范跨断层测量的观测要素、基本方法、适用范围、观测内容和技术要求等。

主要内容框架包括：适用范围，规范性引用文件，术语和定义，观测要素，观测原理，观测仪器，观测方法，技术指标及数据处理方法等。

本标准主要是针对地震预测预报及地球动力学研究中的跨断层位移测量。其他类似的测量也可参照执行。

# 地震地壳形变观测方法 跨断层位移测量

## 1 范围

本标准规定了跨断层位移测量的数据采集、处理的基本方法，每一种方法的内容和技术要求。  
本标准适用于地震监测预报及地震科学研究中的跨断层位移测量，其它位移测量可参照使用。

## 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是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 12897-2006 国家一、二等水准测量规范

GB/T 16818-2008 中、短程光电测距规范

GB/T 18314-2009 全球定位系统（GPS）测量规范

JJG 8-1991 水准标尺检定规程

JJG 425-2003 水准仪检定规程

JJG 703-2003 光电测距仪检定规程

JJF 1118-2004 全球定位系统（GPS）接收机（测地型和导航型）校准规范

CH/T 2008-2005 全球导航卫星系统连续运行参考站网建设规范

DB/T 11.1-2007 地震数据分类与代码 第1部分：基本类别

DB/T 11.2-2007 地震数据分类与代码 第2部分：观测数据

DB/T 3-2003 地震及地震前兆测项分类与代码

EDS/T 3-2005 地震科学数据 数据库建库指南

## 3 术语和定义

下列术语和定义适应于本文件。

### 3.1 断层形变

断层形变可以表述为断层分割开的地块相对刚体运动加上断层面上负位错分布引起的地壳形变。

断层形变包括水平形变和垂直形变两种基本类型。

### 3.2 断层形变测量

断层两侧固定点位间相对位置变化的测量。

## 4 测量原理

### 4.1 基本原理

在断层附近采用直接的物理监测（长度、角度等）技术测定断层（两地块边界处）的地壳形变（位移或速率）。

### 4.2 GPS 测量原理

GPS是测量未知点（接收机天线）与多个已知位置卫星间的瞬时距离，通过空间距离前方交会确定未知点的位置。测量方式有伪距观测和载波相位观测两种。

### 4.3 光电测距原理

电磁波在两点间往返一次的时间与传播速度乘积的一半。

$$D = \frac{1}{2} ct \dots\dots\dots (1)$$

式中：

D为所测距离，c为电磁波在大气中传播速度，t为在距离D上往返一次的时间。

测量方式有脉冲式和相位式两种。

### 4.4 水准测量原理

利用水准仪提供的水平视线，借助于带有分划的水准尺，直接测定地面上两点间的高差，然后根据已知点高程和测得的高差，推算出未知点高程。

## 5 测量类型与方法

### 5.1 测量类型

断层形变测量分为水平形变测量和垂直形变测量两种基本类型。

### 5.2 测量方法与仪器

#### 5.2.1 GPS 测量

##### 5.2.1.1 GPS 测量适用范围

适用于对跨断层监测网进行点位三维坐标测量，测定三维坐标差的变化或基线长度的变化。

##### 5.2.1.2 GPS 测量仪器

——由 GPS 接收设备和辅助观测设备（气象仪表等）组成。

——GPS 接收设备的选用按 CH/T 2008-2005 的规定执行。

——GPS 接收设备的检校检验方法和技术要求按 JJF 1118-2004 规定执行。

### 5.2.1.3 GPS 测量规程

按全球定位系统（GPS）测量规范（GB/T 18314-2009）相关规定执行。

### 5.2.2 短程光电测距

#### 5.2.2.1 短程光电测距适用范围

适用于对跨断层监测网进行边长的测量，测定基线长度的变化或测点二维坐标差的变化。

#### 5.2.2.2 短程光电测距仪器

- 由测距仪（全站仪）和辅助观测设备（气象仪表等）组成。
- 测距仪（或全站仪）的选用按 GB/T 16818—2008 表 1 中 I 级精度等级要求执行。
- 气象仪表的选用按 GB/T 16818—2008 表 2 中 I 级精度等级的要求执行。
- 光电测距仪的检校检验方法和技术要求按 JJG 703-2003 规定执行。

#### 5.2.2.3 短程光电测距测量规程

按中、短程光电测距规范（GB/T 16818-2008）相关规定执行。

### 5.2.3 水准测量

#### 5.2.3.1 水准测量使用范围

适用于对跨断层监测网进行测点的高程测量，测定点位间的高差变化。

#### 5.2.3.2 水准测量仪器

- 水准测量仪器由水准仪和水准标尺等组成。
- 水准仪及水准标尺的选用按 GB/T 12897—2006 中一等水准观测的技术要求执行。
- 水准仪的检校检验方法和技术要求按 JJG 425-2003 规定执行，水准标尺的检校检验方法和技术要求按 JJG 8-1991 规定执行。

#### 5.2.3.3 水准测量规程

按 GB/T 12897—2006 中一等水准观测的技术要求执行。

## 6 理论模型计算方法

### 6.1 刚体断块模式

6.1.1 在假定断层为刚体运动的情况下，已知断层产状（倾角 $\beta$ ），由一条测线的水平向观测值和垂直向观测值，可求断层水平扭动量和滑动角。

a) 断层水平扭动量  $\Delta S$  计算公式：

$$\Delta S \approx \frac{\Delta L}{\cos \alpha} + \Delta H \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\operatorname{tg} \beta} \dots\dots\dots (2)$$

b) 断层滑动角  $\phi$  计算公式：

$$\operatorname{ctg}\phi = -\frac{\Delta S \sin \beta}{\Delta H} = -\left(\frac{\Delta L \sin \beta}{\Delta H \cos \alpha} + \operatorname{tg}\alpha \cos \beta\right) \dots\dots\dots (3)$$

式中：

$\alpha$  为测线与断层走向的交角， $\Delta L$  为基线变化值， $\Delta H$  高差变化值。

6.1.2 在假定断层为刚体运动的情况下，已知断层产状（倾角 $\beta$ ），由一条方向不同的测线的水平向观测值，可求断层水平扭动量和滑动角。

a) 断层水平扭动量  $\Delta S$  计算公式：

$$\Delta S \approx \frac{\Delta L_1 \sin \alpha_2 - \Delta L_2 \sin \alpha_1}{\sin(\alpha_2 - \alpha_1)} \dots\dots\dots (4)$$

b) 断层滑动角  $\phi$  计算公式：

$$\operatorname{tg}\phi \approx -\frac{\Delta L_2 \cos \alpha_1 - \Delta L_1 \cos \alpha_2}{\Delta L_2 \sin \alpha_1 - \Delta L_1 \sin \alpha_2} \cdot \frac{1}{\cos \beta} \dots\dots\dots (5)$$

式中：

$\alpha_1$ 、 $\alpha_2$  为测线与断层走向的交角， $\Delta L_1$ 、 $\Delta L_2$  为基线变化值。

## 6.2 负位错模式

在假定断层除刚体运动外，还存在断层面上的应变积累效应，则断层形变可以表述为断层分割开的地块相对刚体运动加上断层面上的负位错分布引起的地壳形变。即：。

$$y = V_{AB} + \mathbf{f}_{\Sigma} \dots\dots\dots (6)$$

式中：

$y$  代表点的位移或速度，可以通过测量获取； $V_{AB}$  表示对应于观测期间，两地块的相对位移或速度； $\mathbf{f}_{\Sigma}$  表示断层面上负位错分布引起的地壳变形（位移或速度），它是参数及断层面上分布的位错量的函数。

## 7 数据处理与分析判断方法

### 7.1 数据处理模型

跨断层形变观测时间序列  $\mathbf{f}(t)$  模型可表述为：

$$\mathbf{f}(t) = \bar{\mathbf{M}}(t) + \bar{\mathbf{s}}(t) + \mathbf{v}(t) \dots\dots\dots (7)$$

$$\bar{\mathbf{f}}(t) = \bar{\mathbf{M}}(t) + \bar{\mathbf{s}}(t) \dots\dots\dots (8)$$



$$v(t) = f(t) - \bar{f}(t) \dots\dots\dots (9)$$

$$S^2 = E[v(t) \bullet v(t)] \dots\dots\dots (10)$$

式中：

$\bar{M}(t)$  是对长趋势成份  $M(t)$  的拟合推估值， $\bar{s}(t)$  是短周期波动时序； $v(t)$  是观测值与理论值之差， $S$  为标准差。

## 7.2 数据处理与分析判断方法

- a) 对观测序列  $f(t)$  实施低通滤波（周期  $T \leq 1$  年），滤去季节性年变以及更短的多种波动成分，获得趋势性变化  $\bar{M}(t)$ ；
- b) 再构成短周期波动时序： $s(t) = f(t) - \bar{M}(t) + v(t)$ ；
- c) 对  $s(t)$  求取平均值  $\mu$  与标准差  $\sigma$ ，把超过  $\pm 2\sigma$ （置信区间）的波动视为突跳异常。

## 7.3 信息合成方法

- a) 多时序异常频次合成

$$N_{Fh} = \sum_{i=1}^k f_{hi} \dots\dots\dots (11)$$

式中：

$k$  是前兆观测时间序列， $i$  为编号， $h$  是时元编号， $f_{hi}$  是第  $i$  个观测序列在  $h$  时元内出现的异常频次， $N_{Fh}$  是在  $h$  时元内系统的短期异常频次（频率）的合成值。

- b) 异常概率合成

$$H(j) = -\left\{ P_A(k) \log_2 P_A(k) + [1 - P_A(k) \log_2 (1 - P_A(k))] \right\} \dots\dots\dots (12)$$

式中：

$P_A(k)$  是异常时间的概率， $H(j)$  是熵。

## 8 数据分类方法

断层测量数据分为基础数据、观测数据和加工数据三类。具体方法参照 DB/T 11.1-2007、DB/T 11.2-2007 及 DB/T 3-2003 的相关规定执行。

## 9 数据库建库方法

数据库建库方法包括数据库系统的体系结构，数据来源和质量控制，系统的安全机制，元数据的收集与管理，以及数据库的表结构等内容。

数据库建库方法参照EDS/T 3-200相关规定执行。

---