

ICS 91.120.25

P 15

备案号

DB

中华人民共和国地震行业标准

DB/T XXXXX—XXXX

## 地震水准测量规范

Specification for the earthquake leveling

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：2013年11月15日)

XXXX—XX—XX 发布

XXXX—XX—XX 实施

中国地震局 发布

# 目 次

前言 .....	IV
引言 .....	V
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 地震水准测量基本要求 .....	2
5 地震水准路线及地震水准点的勘选 .....	5
6 地震水准点及埋设 .....	6
7 仪器 .....	11
8 地震水准测量观测 .....	12
9 其他观测 .....	14
10 地震水准测量成果记录与整理 .....	15
附录 A（规范性附录） 地震水准路线的设计、选埋说明 .....	19
附录 B（规范性附录） 水准仪及水准标尺野外检验方法 .....	30
附录 C（规范性附录） 地震水准测量的测段同光段计算方法 .....	34
附录 D（规范性附录） 北京原点接测 .....	36
附录 E（规范性附录） 全站仪倾角法跨河水准测量记录与计算 .....	37
附录 F（规范性附录） 台站短水准成果表 .....	41

## 前 言

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技术委员会（SAC/TC 255）归口。

本标准起草单位：中国地震局第一监测中心、中国地震局第二监测中心。

本标准主要起草人：

## 引 言

促成制定本标准的原因是：

- a) 目前地震水准测量依据的各种水准测量规范并存，缺少统一的标准；
- b) 地震水准依据的规范多年未修订，已不适应地震水准观测技术发展的需求；
- c) 地震水准测量的作业改进，新观测仪器的推广使用，需要提出新的技术指标和技术要求。

本标准根据目前地震行业的区域水准测量、跨断层水准测量和台站短水准测量的实际工作需求，在《大地形变测量规范》、《跨断层测量规范》、《大地形变台站测量规范》中的水准部分的基础上，借鉴或引用《国家一、二等水准测量规范》（GB/T 12897-2006）的部分条款，结合新的观测技术指标制定。

# 地震水准测量规范

## 1 范围

本标准规定了地震水准测量的布设要求、观测场地条件、标石及标志规格及埋设、仪器使用要求、观测方法、测量精度、成果整理及资料归档等。

本标准适用于地震水准测量。地面沉降监测、建筑物和构筑物变形监测的水准测量可参照使用。

## 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 10156 水准仪

GB/T 3161 光学经纬仪

GB/T 14267 光电测距仪

GB/T 27663 全站仪

GB/T 16818 中、短程光电测距规范

GB/T 18314 全球定位系统（GPS）测量规范

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

CH 1001 测绘技术总结编写规定

CH/T 1004 测绘技术设计规定

DB/T 8.3—2003 地震台站建设规范 地形变台站 第3部分：断层形变台站

DB/T 47—2012 地震地壳形变观测方法 跨断层位移测量

## 3 术语和定义

GB/T 12897—2006界定的以及下列术语和定义适用于本标准。

### 3.1

**地震水准测量** earthquake leveling

监视震前和同震垂直位移的水准测量，地震水准测量由区域水准测量、跨断层水准测量和台站短水准测量组成。

### 3.2

**区域水准测量** region leveling

用于监视地震重点防御区域地壳垂直形变的水准测量。

### 3.3

台站短水准测量 station short-line leveling

监视地震台站附近断层两盘垂直向相对位移的每天进行往返观测的短测线水准测量。

### 3.4

跨断层水准测量 fault-crossing leveling

监视断层两盘垂直向相对位移的水准测量。

### 3.5

测线 observation line

地震水准测量中选定的两水准点之间的水准观测线路。水准路线、区段、分段、测段都可以是测线。

## 4 地震水准测量基本要求

### 4.1 高程系统

4.1.1 地震水准点测量的高程宜采用正常高系统，按照 1985 年国家高程基准起算。

4.1.2 采用局部高程基准或采用相对高程基准，应在水准点高程成果表中注明高程基准的相关情况。

### 4.2 地震水准测量的测网和路线布设

#### 4.2.1 基本要求

4.2.1.1 地震水准测量网、路线或测线的布设应跨越主要的活动构造、断裂带和垂直形变的高梯度带。

4.2.1.2 区域水准测量测网应在比例尺不小于 1:250 000 的地形图上设计。

4.2.1.3 跨断层水准测量场地应在比例尺不小于 1:100 000 的地形图上设计。

4.2.1.4 台站短水准测量测线应在比例尺不小于 1:50 000 的地形图上设计。

4.2.1.5 进行地震水准测量的测网或测线设计时，应先在图上标出水准路线或测线周围的地质构造等信息，再将水准路线或测线两侧 5 km 范围以内的现有地震台站、跨断层流动观测点、国家一、二等水准点、GPS 点、国家重力基本点以及沉降分层标等信息在图上标出。根据设计范围的地震、地质、地形、水文、气象及道路资料，兼顾已有测点优化设计。

4.2.1.6 地震水准测量的水准路线图和测线图 A.1 条和图 A.1。

4.2.1.7 技术要求的要求、内容和审批程序参照 CH/T 1004 执行。

#### 4.2.2 区域水准测量的测网和路线布设要求

4.2.2.1 区域水准测量的测网范围宜包括晚第四纪以来有活动的地质构造带及其附近区域，区域水准测量的路线宜利用现有国家一、二等水准路线进行综合优化设计。区域水准路线的结点宜选用国家一、二等水准路线的基岩水准点或基本水准点，也可利用 GPS 观测标石或建设综合标石。

4.2.2.2 区域水准测量的路线应沿公路布设。

4.2.2.3 区域水准测量的路线宜构成网状，构成的水准闭合环的环线周长宜不超过 500 km，西部地区可根据交通等情况放宽至最长不超过 1 000 km。

4.2.2.4 区域水准测量的水准路线应布设成长度不超过 30 km 的若干区段，区段的端点应埋设基本水准标石或综合标石。

- 4.2.2.5 区域水准测量的测段距离在东部地区宜不超过 4 km，在西部地区宜不超过 8 km。
- 4.2.2.6 区域水准测量的水准路线中跨越活动断层的测段长度宜不大于 1.0 km，水准点应避开断层破碎带的位置。
- 4.2.2.7 区域水准测量的测网附近距水准点在 4 km 以内的 GPS 观测点、重力点、跨断层测量水准点、台站水准点以及分层标等应纳入连测或布设水准支测路线。

#### 4.2.3 台站短水准测量布设要求

- 4.2.3.1 台站短水准测量场地宜选择在基岩出露的位置，测线应跨越活动断层。当有土层覆盖时，基岩埋深不应超过 50 m。断层两盘上均应埋设基本水准标石，水准标石应避开破碎带。
- 4.2.3.2 台站短水准测量的测线总长度应不大于 1.5 km，测段长度应控制在 0.2 km~0.5 km 范围内，测段端点应布设基岩水准点或 GPS 综合点。
- 4.2.3.3 台站短水准测线宜构成闭合环线。不能构成环线时宜在跨断层测线附近埋设跨越同一断层的检测线路并定期检测。
- 4.2.3.4 台站短水准的布设方案参见 DB/T 47-2012 第 4 章及附录 A 中的布设图进行布设。
- 4.2.3.5 台站短水准测线的立尺点应设过渡水准点，在安置仪器的位置应布设观测台。观测台中央至前后两过渡水准点的距离应小于 30 m 且距离差应小于 0.2 m。

#### 4.2.4 跨断层水准测量布设要求

- 4.2.4.1 跨断层水准测量可布设成短水准测量场地，也可布设成综合观测场地。
- 4.2.4.2 跨断层水准测量场地跨越一个断层的布设要求应符合 4.2.3.1、4.2.3.2 和 4.2.3.3 条的要求，其立尺点宜布设过渡水准点。
- 4.2.4.3 跨断层水准测量场地跨越一组活动断层的应布设成综合观测场地，水准测线不构成闭合环时，测线总长度宜控制在 50 km 以内，最长应不大于 70 km。测段长度宜不大于 2.5 km，最长应不大于 3 km。
- 4.2.4.4 跨断层水准测量的综合观测场地两端宜布设成两端为综合观测点，中间交替布设水准点和综合观测点。
- 4.2.4.5 跨越断层的测段长度宜不大于 1.0 km。水准点应避开断层破碎带的位置。
- 4.2.4.6 跨断层水准测量的布设方案可参见 DB/T 47-2012 第 4 章及附录 A 中的布设图进行布设。
- 4.2.4.7 跨断层水准场地的立尺点宜布设过渡水准点，安置仪器的位置宜布设观测台。

#### 4.3 测量精度

地震水准测量在观测方法上应消除系统误差。

地震水准测量的测量精度用偶然中误差表示。区域水准测量和跨断层水准测量的测量精度包括每千米水准测量高差中数的偶然中误差 $M_{\Delta}$ 和每千米水准测量的全中误差 $M_w$ ，台站短水准测量的测量精度包括每千米水准测量高差中数的偶然中误差 $M_{km}$ 和每测站往返测高差中数的中误差 $M_z$ 。各项测量精度应不超过表1规定的数值。

表1 测量精度指标

观测类型	精度			
	$M_A$ /(mm/km)	$M$ /(mm/km)	$M_m$ /(mm/km)	$M_z$ /(mm/z)
区域水准测量	±0.45	±1.0	—	—
台站短水准测量	—	±0.8	±0.40	±0.10
跨断层水准测量（短水准场地）	±0.45	±0.8	—	—
跨断层水准测量（综合观测场地）	±0.45	±0.8		
注1： $M_A$ 和 $M$ 的计算方法分别见 GB/T 12897-2006 中 9.2.3 和 9.2.4。				
注2： $M_m$ 和 $M_z$ 的计算方法分别见 10.3.5.1 和 10.3.5.2。				

#### 4.4 复测周期

地震水准测量的复测周期应符合表 2 的要求。

表2 复测周期指标

观测类型	复测时间间隔
区域水准测量	3 年~5 年
台站短水准测量	1 天
跨断层水准测量	1 月~12 月

#### 4.5 命名

4.5.1 区域水准测量的测网应以测量区域内的标志性地名命名（例如，首都圈区域网）或所在地重要地名的简称命名（例如，晋冀蒙水准网）。

4.5.2 区域水准测量的路线名称应以水准路线的起止点（起西止东，起北止南）所在地的地名简称命名（例如，京郑线）。

4.5.3 台站短水准测量的测线以台站名称加测线代码命名（例如，易县 NS）。

4.5.4 跨断层水准测量的短水准测量场地名称应以场地所在的乡镇以上地名加“场地”命名（例如，坨里场地）。跨断层水准测量的综合观测场地的名称由所在地的乡镇以上地名加“综合场地”命名（例如，南口综合场地）。测线用场地简称加测线代码命名（例如，南口 EW）。

4.5.5 区域水准测量的水准点的点名由路线名称加水准点点号组成（例如，京郑 12）。

4.5.6 台站短水准测量的测线端点宜以台站名称+“BM”+序号的方式命名（例如，易县 BM2），其他水准点宜以水准测线名称再加序号的方式命名（例如，易县 NS1）。

4.5.7 跨断层水准测量的水准点的点名由测线名称加水准点序号组成（例如，南口 EW2）。

4.5.8 基岩水准点点名应以所在地的地名命名加“基岩点”命名（例如，蓟县基岩点）。

4.5.9 基本水准点应按 4.5.2 的要求命名，并在其后加“基”（例如，红淅 1 基）。

4.5.10 道路水准点应按 4.5.2 的要求命名，并在其后加“道”（例如，红淅 2 道）。

4.5.11 综合观测点宜在其后加“S”（例如，集团 30S、南口 01S）。

4.5.12 利用旧水准点，应使用旧水准点点名。若确需重新编号，应在新点名后以括号注明该点标石埋设时的旧点名（例如，I 包京 115 甲（I 哈宣 54 基））。

4.5.13 补埋水准点的点名由原点名后加带括号 4 位年代号组成（例如，大宣 3（2012））。



4.5.14 地震水准支线以其所测高程点名称后加“支”字命名（例如，宝坻 GPS 基准站支）。支线上的水准点，按起始水准点到所测高程点方向，以数字 1、2、3……顺序编号（例如，宝坻 GPS 基准站支 3）。

## 5 地震水准路线及地震水准点的遴选

### 5.1 基本要求

地震水准路线（测线）及地震水准点应满足 GB/T 12897—2006 中 5.1.1、5.1.2 和 5.1.3 条的要求。观测环境应满足 GB/T 19531.3—2004 中 4.4 条的要求。此外，还应遵循下列原则和要求：

- a) 台站短水准测量和跨断层水准测量的场地遴选应由测绘和地质专业技术人员共同现场完成；
- b) 选定的测线和点位应征得土地使用者的同意；
- c) 跨越活动断层的水准路线应确认断层位置；
- d) 优先选择需建在岩层上的水准点；
- e) 水准路线上及附近的符合要求的水准点、GPS 点和重力点应予以利用；
- f) 选点时要重点考虑点位的代表性、长期保存和方便观测等因素；
- g) 区域水准路线的结点、跨断层水准测线及台站水准测线的端点宜选建综合观测点石。综合观测点应符合 GB/T 18314—2009 中 7.2.1 条的要求；
- h) 水准路线应避免强磁场干扰源；
- i) 跨断层水准测线宜与断层走向构成正交，斜交时水准测线与断层走向构成的交角应  $\geq 30^\circ$ 。

### 5.2 遴选现场工作

地震水准路线（测线）及地震水准点的遴选现场工作包括以下几个方面：

- a) 根据设计的水准标石类型在设计点位附近初选出 2~3 处符合水准标石埋设要求的点位；
- b) 与初选点位所在地或所在单位负责人及土地使用者沟通，选定其中 1 处作为水准点埋设地点；
- c) 在选定点位安置带有点名和类型信息的点名牌，拍摄 2~4 张能反映点位周围地形、地貌和主要栓距物的近景和远景照片；
- d) 用手持 GPS 接收机现场测定点位位置坐标和概略高程；
- e) 按地震水准点之记的要求收集遴选点的地震水准点之记所需的相关信息。地震水准点之记见 A.2 条及表 A.2。
- f) 收集与标石埋设、水准测量等有关的其他信息。

### 5.3 遴选总结

地震水准路线（测线）和地震水准点的遴选工作结束后，应编写《遴选总结》。《遴选总结》包括以下内容：

- a) 任务的来源及技术依据；
- b) 遴选区域或场地的自然地理概况；
- c) 遴选实施时间、实施人员；
- d) 遴选水准点的数量、点名、点类型，旧水准点或其他点的利用情况；
- e) 区域水准测网图及台站水准测量和跨断层水准测量的测线图；区域水准测量路线图的样式见图 A.1，路线图中点符号按表 A.1 规定的符号绘制；
- f) 区域水准测量的水准路线的路线表及台站短水准测量和跨断层水准测量的测线表；
- g) 实施过程相关问题的处理；
- h) 遴选过程产生的资料情况；
- i) 对埋石及观测工作的安排与建议；

j) 跨断层水准和台站短水准需按 DB/T 8.3—2003 中 8.2 条的要求专门编写遴选报告。  
 遴选工作与埋设工作同时进行,可不单独撰写《遴选总结》,与埋设工作总结合并成《选建总结》。

#### 5.4 遴选资料

遴选工作完成后,应收集和整理下列资料(包括电子版和纸介质):

- a) 遴选方案;
- b) 遴选过程的照片(可只提供电子版);
- c) 点之记;
- d) 区域水准网图;
- e) 区域水准路线结点接测图;
- f) 台站水准测量及跨断层水准测量的测线图;
- g) 基岩水准点的地质勘察报告;
- h) 《遴选总结》。

遴选工作与埋设工作同时进行,可不整理遴选点之记、路线图(或测线图)、结点接测图等资料。

### 6 地震水准点及埋设

#### 6.1 地震水准标志

6.1.1 地震水准测量的标志包括地震水准综合标志、地震水准标志和地震水准墙脚标志。地震水准标志和地震水准墙角标志的材料、规格及制作要求与 GB/T 12897-2006 中 A.5 条中的水准标志一致。但标志面的文字应标为“地震水准点”,见图 A.2 和图 A.3。

6.1.2 地震水准综合标志的材料、规格及制作要求见 A.5 条及图 A.4。

#### 6.2 地震水准标石类型及适用范围

地震水准点分为基岩水准点、综合观测点、基本水准点、普通水准点及过渡水准点五种类型。

基岩水准点包括深层基岩水准标石和浅层基岩水准标石。其规格见 GB/T 12897-2006 中 A.6.1 条。

综合观测点包括基岩综合观测标石和土层综合观测标石。其规格见图 A.5 和图 A.6。

基本水准点包括岩层基本水准标石、混凝土柱基本水准标石、混凝土基本水准标石、钢管基本水准标石、永冻地区钢管基本水准标石、沙漠地区混凝土柱基本水准标石。混凝土基本水准标石的规格见图 A.7、其他类型的基本水准标石的规格见 GB/T 12897-2006 中 A.6.2 条。

普通水准点包括岩层普通水准标石、混凝土柱普通水准标石、混凝土普通水准标石、钢管普通水准标石、永冻地区钢管普通水准标石和沙漠地区混凝土柱普通水准标石。混凝土普通水准标石的规格见图 A.8、其他类型的普通水准标石的规格见 GB/T 12897-2006 中 A.6.3 条。

过渡水准点包括道路水准标石、墙脚水准标志、基岩过渡水准标石、土层过渡水准标石。道路水准标石和墙脚水准标志的规格分别见 GB/T 12897-2006 中图 A.18 和图 A.19,基岩过渡水准标石、和土层过渡水准标石的规格分别见 DB/T 47-2012 中附录 C。

各类水准标石的适用范围见表 3。

表3 水准标石适用范围

水准点类型	水准标石分类	适用位置	用途及说明
基岩水准点	深层基岩水准标石	基岩深度 $>3.0$ m 的位置	各类水准测量需要时全部适用
	浅层基岩水准标石	基岩深度 $\leq 3.0$ m 位置	
综合观测点	基岩综合观测标石	基岩深度 $<1.5$ m 的位置	区域水准测量结点及基本点 台站水准测量过渡点 跨断层水准测量（综合场地水准点、短水准场地过渡点）
	土层综合观测标石	基岩深度 $\geq 1.5$ m 的位置	
基本水准点	岩层基本水准标石	基岩深度 $<1.5$ m 的位置（优选）	区域水准测量结点及基本点 台站水准测量和跨断层水准测量需要时全部适用
	混凝土柱基本水准标石	基岩深度 $\geq 1.5$ m, 冻土深度 $\leq 0.8$ m 的位置	
	混凝土基本水准标石		
	钢管基本水准标石	基岩深度 $\geq 1.5$ m,冻土深度 $>0.8$ m 的位置	
	永冻地区钢管基本水准标石	永冻地区	
	沙漠地区混凝土柱基本水准标石	沙漠地区	
普通水准点	岩层普通水准标石	基岩深度 $<1.5$ m 的位置（优选）	区域水准测量普通水准点 台站水准测量过渡点 跨断层水准测量（综合场地水准点、短水准场地过渡点）
	混凝土柱普通水准标石	基岩深度 $\geq 1.5$ m 且冻土深度 $\leq 0.8$ m 的位置	
	混凝土普通水准标石	基岩深度 $\geq 1.5$ m 且冻土深度 $\leq 0.7$ m 的位置	
	钢管普通水准标石	基岩深度 $\geq 1.4$ m 且冻土深度 $>0.8$ m 的位置	
	永冻地区钢管普通水准标石	永冻地区	
	沙漠地区混凝土柱普通水准标石	沙漠地区	
过渡水准点	道路水准标石	经济发达地区和水网地区	区域水准测量普通水准点 台站及跨断层短水准过渡点
	墙脚水准标石	有稳定坚固建筑物或石崖直壁的位置	
	基岩过渡水准标石	基岩深度 $<1.5$ m 的位置（优选）	
	土层过渡水准标石	基岩深度 $\geq 1.5$ m 的位置	

### 6.3 地震水准标石的埋设

#### 6.3.1 基本要求

6.3.1.1 标石埋设包括基坑挖掘、钢筋骨架捆绑、混凝土配比及搅拌、浇灌过程、回填、地震水准点之记的绘制、埋设水准点托管书的办理等。标石埋设现场应对关键工序拍摄照片。拍摄的照片应有点名牌和拍摄时间。

6.3.1.2 挖掘标石基坑的时，以踏勘选定的位置为中心，根据选定的标石类型挖掘。挖掘后若基坑深度不符合相应类型标石的埋设要求时，应按实际的基岩深度重新确定标石类型。基坑大小及深度按相对标石类型的规格确定。基坑开挖不得采取爆破、放炮等方式。标石基坑挖掘后，应拍摄反映水准标石及基座的基坑形状和尺寸的照片。

6.3.1.3 应根据选定的标石类型确定标石规格选定相应的钢筋骨架类型，除特别要求外，钢筋骨架用直径为 10 mm 的钢筋，钢筋骨架两端弯成直径为 25mm 的半圆。使用裹筋时，裹筋直径为 6 mm 的钢筋，裹筋间距为 30 cm。捆扎的钢筋骨架的尺寸和形状按相应的标石规格确定。标石柱体及相应的指示碑、指示盘的钢筋骨架捆扎后，应拍摄能反映钢筋骨架捆扎的形状和尺寸的照片。

6.3.1.4 用于制作混凝土水准标石所用的材料应符合 GB/T 12897-2006 中 A.7.1 条的要求。每立方米混凝土制作用料见 GB/T 12897-2006 中表 A.5。混凝土施工要求见 GB/T 12897-2006 中 A.7.4 条。

6.3.1.5 浇灌带钢筋骨架的混凝土标石，可用钢纤维替代钢筋配成钢纤维混凝土建造地震水准标石。用料及配比要求如下：

- a) 钢纤维的掺入量按体积一般为 0.5%~2%，而按重量计则每立方米混凝土中掺 70 kg~100 kg 左右钢纤维。钢纤维的长度宜为 15 mm~60 mm，直径为 0.3 mm~1.2 mm，长度与直径的最佳比值为 50~70；
- b) 各类钢纤维混凝土水准标石建造的其工序与相应类型的钢筋混凝土水准标石相同。

6.3.1.6 浇灌过程应拍摄反映钢筋骨架及模型板安置照片和能反映标志安置情况的照片。

6.3.1.7 拆模后应拍摄能反映墩体浇筑质量的近景照片。

6.3.1.8 回填并整饰后应拍摄水准点近景照片和远景照片。

6.3.1.9 拍摄浇灌过程中其他能反映点位条件、观测环境，埋设工艺、标志与标石质量的照片。

6.3.1.10 岩层类标石的基座浇灌过程见 GB/T 12897-2006 中 5.2.4.1.2.3 条。土层中混凝土标石的基座浇灌过程见 GB/T 12897-2006 中 5.2.4.3.3.1 条。

6.3.1.11 混凝土标石的柱体浇灌过程见 GB/T 12897-2006 中 5.2.4.1.2.4 条。

6.3.1.12 钢管水准标石的埋设过程见 GB/T 12897-2006 中 5.2.4.4 条。

6.3.1.13 出露岩层上埋设岩层水准标石的建造见 GB/T 12897-2006 中 5.2.4.2 条。

6.3.1.14 除 6.3.2.1~6.3.2.6 所规定的水准标石的埋设外，其他水准标石的埋设要求见 GB/T 12897-2006 中 5.2.4 条。

## 6.3.2 基岩综合观测标石埋设

基岩综合观测标石埋设步骤如下：

- a) 基坑开挖：深度清理土层及风化岩石面后，完整基岩中深度不小于 0.4 m。基坑大小为不小于 0.5 m×0.5 m 的正方形坑或直径不小于 0.50 m 的圆形坑。下标志采用普通水准标志的，还应在基坑的正北侧离墩体 10cm 的位置开挖大小不小于 0.2 m×0.2 m、深度不小于 0.15 m 的基坑；
- b) 钢筋骨架的捆扎：骨架足筋为根，采用直径为 12 mm 的钢筋，长度以建点位置的覆盖层厚度加上开挖的实际基坑地表深度，再加上地表墩体高（1.0 m），减去 0.2 m。裹筋直径为 6 mm，构成直径为 250 cm 的圆形，间距为 30 cm；

- c) 标志：上标志使用GPS强制归心标志（见A.5条），下标志可使用地震水准标志（见A.3条），也可使用水准点下标志（见GB/T 12897中图A.5）；
- d) 浇灌：先在基坑中央位置安置钢筋骨架，浇灌混凝土（相关要求与水准点要求相同）填满基岩部分的基坑。若无覆盖层和风化层时可放置长为100 cm、直径为38 cm的模型板，浇灌至模型板顶面，根据混凝土的凝固情况安置综合观测标志，保证观测标志面水平，且与混凝土联结牢固（分层振捣，标石顶面印字等同水准标志的制作）。同时在墩体正北的基坑上安置水准点（北侧基坑足够大时也可墩体上离地面 10 cm以下位置安装水准点下标志）。若有覆盖层和风化层时，可先使用边长不小于50 cm或直径不小于50 cm的模型板先将混凝土浇灌至与地面位置，注意在模型板的地面以下15 cm的位置应预留小孔，用于水准点下标志的安置。混凝土凝固后再按前述方法浇灌地上部分墩体和GPS强制归心标志；
- e) 拆模：待地上墩体的混凝土凝固后可拆除模型板，地面以下部分墩体拆模后用土回填，自养护，地面以上部分墩体拆模后需要墩体按相关要求养护；
- f) 整饰：在保证浇灌质量，通过检查和验收部门人员认可的前提下，可对墩体进行粉刷、喷涂或印字（保护宣传）美化。

### 6.3.3 土层综合观测标石埋设

基岩综合观测标石埋设步骤如下：

- a) 基坑开挖：深度为建点位置最大冻土深度以下0.6 m~0.8 m（最大冻土深度小于0.3 m时取0.8 m）。基坑大小为不小于1.2 m×1.2 m的方形坑。
- b) 钢筋骨架的捆扎：墩体骨架足筋为6根，采用直径为12 mm的钢筋，长度以建点位置的最大冻土深度加0.6 m~0.8 m，再加上地表墩体高（1.0 m），减去0.2 m。裹筋直径为6 mm，构成直径为250 cm的圆形，间距为30 cm。基座骨架主筋为10根，每根长1.0 m，用裹筋构成均匀布设的正方形骨架。
- c) 标志：上标志使用GPS强制归心标志，下标志可使用地震水准标志。
- d) 浇灌：先在基坑底部浇灌10 cm厚的水泥砂浆作为标石垫层，再安置基座模型板，浇灌混凝土至基座的一半，放置基座钢筋骨架和墩体钢筋骨架（互相捆绑），再浇灌至基座顶面。基座混凝土凝固后放置边长不小于50 cm或直径不小于50 cm的模型板（可分层安置），将混凝土浇灌至与地面位置，注意在模型板地面以下15 cm的位置的预留小孔中安装水准点下标志。
- e) 地面以上墩体的浇灌过程与要求及标石养护等与基岩综合观测标石相同。见6.3.2.2条。

### 6.3.4 混凝土基本水准标石埋设

混凝土基本水准标石埋设步骤如下：

- a) 基坑开挖：深度为建点位置最大冻土深度以下0.5 m。基坑大小不小于1.2 m×1.2 m的方形坑。
- b) 钢筋骨架的捆扎：墩体骨架足筋为2根，采用直径为10 mm的钢筋，长度1.2 m，加工成A.7中的钢筋骨架的弯曲形状，用直径6mm的裹筋捆绑成十字形状。
- c) 标志：使用普通水准标志
- d) 浇灌：安置基座模型板，浇灌混凝土至基座的一半，放置基座钢筋骨架和墩体钢筋骨架（互相捆绑），再浇灌至基座顶面。根据混凝土的凝固情况安置水准点下标志。基座混凝土凝固后放置墩体模型板，将混凝土浇灌至墩体顶面，根据混凝土的凝固情况安置水准标志并在标石顶面打字。
- e) 回填土并捣实。

### 6.3.5 混凝土普通水准标石埋设

6.3.5.1 混凝土普通水准标石的柱体可现场浇灌，也可提前预制再运到现场埋设。

6.3.5.2 标石柱体现场浇灌的混凝土普通水准标石的埋设步骤如下：

- a) 基坑开挖：深度1.1 m。基坑为不小于0.7 m×0.7 m的方形坑。
- b) 浇灌：安置基座模型板，浇灌混凝土至基座顶面。根据混凝土的凝固情况安置水准点下标志。基座混凝土凝固，待基座混凝土凝固后安置标石墩体模型板，将混凝土浇灌至墩体顶面，根据混凝土的凝固情况安置水准标志并在标石顶面打字。
- c) 回填土并捣实。

6.3.5.3 标石柱体预制的混凝土普通水准标石的埋设步骤如下：

- a) 预制柱体：在平整的地面上，安置标石柱体模型板，浇灌混凝土（需放置一段不短于10 cm的钢筋）至模型板顶面，根据标石混凝土凝固情况安置水准标志和并在标石顶面印字。采取防晒、洒水等措施养护15天。指示盘、指示碑等附属设施可同时预制。
- b) 基坑开挖：深度1.1m。基坑为不小于0.7 m×0.7 m的方形坑。
- c) 浇灌：浇灌混凝土至基座顶面，再在基座中央放置预制好的标石柱体（注意印字上面向北）。
- d) 回填土并捣实。

### 6.3.6 基岩过渡水准标石埋设

6.3.6.1 基岩过渡水准标石在基坑大小应不小于40 cm，基岩深度大小应不小于30 cm。

6.3.6.2 基岩过渡水准标石应现场浇灌，浇灌要求与混凝土普通水准标石的浇灌相同。

### 6.3.7 土层过渡水准标石埋设

土层过渡水准标石的埋设过程与要求与混凝土普通水准标石相同。

### 6.3.8 台站短水准观测平台埋设

台站短水准观测平台埋设步骤如下：

- a) 根据立尺点位置选定观测平台中央（距前后水准点的距离差，小于0.1 cm）
- b) 根据前后水准点的高度确定观测平台的合适标高，用水准仪架仪器高1.4 m照准前后水准尺，下丝应高于0.6 m，中丝应低于2.7 m。
- c) 开挖基坑，边长不小于1.2 m，深度为最浅处低于架设仪器位置的地面应达到0.2 m。
- d) 放置模型板，浇灌混凝土振捣，抹平。在中央位置做出标记。
- e) 凝固后拆模回填平整。
- f) 采取洒水、防晒等措施养护。

### 6.3.9 外部整饰

6.3.9.1 除综合观测点外，地震水准标石埋设后，应进行外部整饰。

6.3.9.2 地震区域水准和跨断层场地的水准标石的应在水准点正上方放置指示盘，埋设在野外的地震水准点宜在地震水准点周围设立指示碑。指示盘宜按 GB/T 12897—2006 中图 A.22 的规格制作，也可按图 A.9 的尺寸设立。地震水准点的指示碑的规格见图 A.10。

6.3.9.3 地震水准点的其他外部整饰要求见 GB/T 12897—2006 中 5.2.5 条 和 A.6.4 条。

6.3.9.4 台站水准的固定水准标石应按 DB/T 8.3—2003 中 6.5.1 条的要求建立保护房。台站水准的过渡水准标石应建有 20 cm×20 cm 的保护井，保护井顶面应高于点周围地面 10 cm 并设排水孔。

### 6.3.10 地震水准点占地与托管

6.3.10.1 地震水准点埋设结束后，应向当地乡、镇以上政府有关部门办理委托保管手续，道路水准点向道路管理部门办理委托保管手续。

6.3.10.2 6.4.2《地震水准点委托保管书》的正面格式见表A.3。《地震水准点委托保管书》的背面应印有《中华人民共和国测绘法》、《中华人民共和国防震减灾法》、《中华人民共和国刑法》以及中华人民共和国国务院《地震监测设施和地震观测环境保护条例》、中华人民共和国国务院《测量标志保护条例》等与保护地震监测设施与观测环境、保护测量标志有关的条文。

### 6.3.11 地震水准标石稳定时限

地震水准标石的稳定时限与国家水准点一致，见GB/T 12897—2006中5.2.8条。

## 6.4 埋石资料

埋石工作结束后，应收集和整理下列资料（电子版及纸介质）：

- a) 地震测量标志委托保管书（电子版应为PDF格式）；
- b) 地震水准点点之记；
- c) 区域水准网图；
- d) 区域水准路线图、台站短水准测量测线图及跨断层测量测线图；
- e) 区域水准结点接测图；
- f) 标石埋设过程关键工序照片；
- g) 埋石工作技术总结（扼要说明埋石工作情况、特殊问题处理及对后续工作的建议等），跨断层水准和台站短水准埋石的上交资料按DB/T 8.3—2003中8.1条~8.3条执行；
- h) 需要上交的其他资料。

## 6.5 地震水准标石的维护

地震水准点应定期进行检查与维护。每次复测前应对水准点进行实地踏勘，逐点检查并记录地震水准标石的现状，视情况进行维修并处理下列事项：

- a) 水准点附近地貌、地物有显著变化时，应重绘点之记并拍摄照片，并根据需要修改路线图；
- b) 对损毁的标石及附属物进行修补或重新建造。

## 7 仪器

### 7.1 仪器选用

地震水准测量中使用的仪器应符合表4的要求。

表4 地震水准测量允许使用的仪器

序号	仪器名称	最低指标	备注
1	自动安平水准仪 (配套线条式因瓦标尺)	DSZ05	用于水准测量, 其基本参数见 GB/T 10156
2	自动安平数字水准仪 (配套条码式因瓦标尺)	DS05	
3	全站仪	I 级	用于跨河水准测量, 其基本参数分别见 GB/T 27663
4	经纬仪	DJ1	用于跨河水准测量, 其基本参数见 GB/T 3161
5	光电测距仪	II 级	用于跨河水准测量, 其基本参数见 GB/T 14267
6	微型温度记录仪	分辨率优于 0.1℃	用于测量温度

## 7.2 仪器检校

7.2.1 用于地震水准测量的水准仪及水准标尺及用于地震跨河测量的全站仪、经纬仪和测距仪需按 GB/T 12897-2006 中 6.2 的规定进行检验。水准仪器检验的方法、步骤和记录格式见 B/T 12897-2006 附录 B, 全站仪、经纬仪和测距仪的检定按相应规范要求。

7.2.2 用于地震水准测量的水准仪和水准标尺的检验还需执行以下规定:

- a) 每隔5年应按新仪器的检校和检验要求对在用水准仪和水准标尺进行全面的检校和检验;
- b) 作业前的仪器检验项目可送计量检定单位按要求进行检校;
- c) 用于台站短水准测量及跨断层短水准测量的水准仪, 每年按GB/T 12897-2006的表5中作业前的检校项目(必须送检项目则须送法定计量单位检验)进行一次检验;
- d) 接测北京原点等使用单根标尺作业时, 作业前应测定一根标尺的零点差(可送测绘仪器法定计量单位测定检定, 也可自行测定)。一根标尺零点差的测定方法见B.1条和表B.1;
- e) 用于区域水准测量及跨断层水准测量的仪器在进入测量场地开始观测前和结束观测撤离前, 应进行*i*角测定。B.2为*i*角测定的方法, 表B.2为光学水准仪的*i*角测定的记录和计算示例, 表B.3为数字水准仪的*i*角测定的记录和计算示例。B.3为双摆位自动安平水准仪摆差2C角测定的方法, 表B.4为2C角测定的记录和计算示例;
- f) 台站水准测量使用的光学水准仪可每月进行一次*i*角测定, 摆式水准仪同时进行2C角的测定;
- g) 数字水准仪每天开测前用仪器自带的*i*角检校程序测定*i*角。结果应进行记录, 当天测定的*i*角值与前一天的测定结果差值超过3"时应再次测定, 直到连续两次测定的*i*角互差不超过3"为止。

用于跨河测量的仪器应在跨河测量实施前按GB/T 12897-2006的表5规定的检验项目送测绘仪器法定计量检定单位检校。

## 8 地震水准测量观测

### 8.1 基本规定

除 8.2 条所规定的观测要求, 地震水准观测执行 GB/T 12897—2006 中第 7 章的要求。

### 8.2 观测要求

8.2.1 地震水准观测时, 不应进行观测的条件为:

- a) 日出后与日落前 30 min 内;



- b) 太阳中天前后一段时间内（12月至次年2月为中天前后各1h，3月~5月和9月~11月为中天前后各2h，6月~8月为中天前后各2.5h，施测单位可根据测区在不同季节和气象条件在，适当增减，最短间歇时间不宜少于2h）；
  - c) 标尺分划线的影像跳动剧烈时；
  - d) 气温突变时；
  - e) 风力过大而使标尺与仪器不能稳定时。
- 8.2.2 区域水准测量和跨断层水准测量的同光段计算按测段统计不超过20%。每测站同光段观测测站数的计算方法见附录C。
- 8.2.3 跨断层水准测量宜选择较稳定的水准、GPS与重力综合标石作为区段分界点，区段划分一旦确定，之后的每期观测宜采用相同的区段划分。
- 8.2.4 跨断层水准测量每期测量的往（返）测先后顺序应相同。
- 8.2.5 台站短水准测量应满足下列要求：
- a) 测站可只读取视高读数，不读视距和与视距有关的读数；
  - b) 每天进行往、返观测。每年因天气等特殊原因引起的缺测天数应不超过10天；
  - c) 往、返测应分别在不同的光段（上午和下午）进行。每年因天气等原因在同一光段观测的天数应不超过15天。经过一年以上不同光段对比观测试验，证明不同光段所测成果差别不大，报请业务主管部门批准，可在同一上午（或下午）进行往返观测。但光段选定后，不宜随意变更。每年因天气等原因引起在非指定光段内观测的天数宜不超过15天。
- 8.2.6 地震水准测量应使用通过鉴定的记录程序。
- 8.2.7 区域水准测量和跨断层水准测量中若已分别进行2个单程的往测和返测，仍未取得合格成果时，原成果全部作废，重新开始一轮观测。
- 8.2.8 观测水准点及其他固定点时，应仔细检查点的位置、编号和名称是否与计划的点之记相符。
- 8.2.9 几个观测组对同一水准点进行观测时，应尽量缩短接测时间，尤其是位于地面沉降和垂直形变较大的地区的接测点。
- 8.2.10 区域水准测量和跨断层水准测量中，如果测段的往返测高差不符值有连续4个保持同一符号时，宜酌情缩短视线长度，并应采取仪器隔热和防止尺承位移的措施。
- 8.2.11 台站短水准测量的单程成果的环线闭合差超限时，应立即重测该单程。测线往返测观测高差不符值超限时，只重测下午光段的单程，重测上午单程时按同光段观测处理。同一光段往返测观测的台站短水准测量，往返测不符值超限时，应分析原因，选择观测条件较差的单程重测。
- 8.2.12 台站短水准测量月（年）观测精度和跨断层水准测量的年观测精度超限时，不进行重测，但应分析原因，采取措施减小干扰。

### 8.3 台站短水准测量辅助观测

#### 8.3.1 辅助观测的确定

进行台站短水准测量的同时，应进行气温、气压、降水量的辅助观测，有条件时宜进行地温、地下水水位等相关辅助观测，台站辅助观测项目应不少于3项。

#### 8.3.2 辅助观测

- a) 气温观测用安置在台站附近的室外百叶箱内的自记温度计记录。每天定时读取 2 时、8 时、14 时、20 时的观测值取其平均值。气温读数取至 0.1℃。
- b) 气压观测用放置在台站附近固定地方自记气压计观测，自记气压计宜与自记气温计放在同一百叶箱内。读取每天 2 时、8 时、14 时、20 时的观测值取其平均值作为当日气压。气压读数取至 0.1 hpa。
- c) 降水量是用自记雨量计或量雨筒观测台站短水准测量场地附近的日降水总量。若是降雪，须把承接的雪在室内融化后用量杯量取。观测应每日定时量取，降水量读至 mm。
- d) 地温是测定埋设在地下某一深度的温度计的温度。宜采用自记温度采集设备自动记录，温度计探头宜放置在葱油中。读取每天 2 时、8 时、14 时、20 时的观测值取其平均值作为当日地温。地温读数取至 0.1℃。
- e) 地下水位观测是测量台站水准测线附近的专用水井里水位高度。宜采用自记装置，没条件的也可人工测量。采用自动记录的每天读取 2 时、8 时、14 时、20 时的观测值并取平均值，人工量取为每天固定时间观测两次取其平均值。地下水位读数取至 0.01 m。

### 8.3.3 辅助观测仪器的检定

辅助观测仪器需送法定仪器计量检定单位检定，并在有效期内使用。无法送检的自动记录设备应有完备的验收或鉴定意见，并有规范的标定系统或标定装置，每年还应用送检合格的相应设备进行定期比对观测。

## 9 其他观测

### 9.1 北京原点的接测

北京原点的点上固定着一根分划为 1 mm 的钢钢小标尺，观测时只能用光学水准仪测量，且该测站只能使用一根标尺观测。观测前需测定所用水准标尺的一根标尺零点差，在计算测段高差时加入零点差改正。北京原点的测定方法见 D.1 条和表 D.1。

### 9.2 夜间地震水准测量

地震应急观测或通过交通繁忙、车流量大的城区和桥梁时，可进行夜间水准测量。当采用夜间照明观测设备时，夜间水准测量的观测方法和各项限差均与正常的水准测量相同。夜间水准测量应遵守下列要求：

- a) 夜间水准观测作业前宜在拟观测路线两端设固定点；
- b) 时间应在日落后 1 h 和日出前 1 h 之间进行观测；
- c) 夜间观测允许在同一光段内完成往返观测。

### 9.3 冰上观测

按 GB/12897—2006 中 8.11 条的要求执行。

### 9.4 跨河观测

当地震水准路线跨越江河、溪流或障碍物，无法进行正常观测时，可采取跨河水准测量的方法。根据河流或障碍物的宽度，可采取跨测观测法（跨河视线小于 100 米的跨河水准测量，使用光学水准仪）、光学测微法、倾斜螺旋法、经纬仪倾角法及测距三角高程法，不推荐 GPS 测量法。各种方法的场地布设、观测要求、计算方法及范例已在 GB/T 12897—2006 的第 8 章和附录 C 明确。随着全站仪已逐渐替代经纬仪，宜使用全站仪倾角法替换经纬仪倾角法。附录 E 给出了全站仪倾角法跨河测量记录和计算的示例。

## 10 地震水准测量成果记录与整理

### 10.1 记录与整理基本要求

10.1.1 成果记录宜使用通过鉴定的软件进行记录。特殊情况下允许使用手工记录和数字水准仪仪器自带记录程序进行记录，但应使用规范的记录手簿和数据转换、手簿打印程序并履行审批程序。特殊情况下也可使用。

10.1.2 一切观测值和记录项，均应在现场直接记录或输入。

10.1.3 手工记录时应使用 2H 或 3H 铅笔，记录的文字与数字力求清晰、整洁，不得潦草模糊。

10.1.4 手簿中任何原始记录均不得涂擦，对原始记录有错误的数字与文字，均应仔细核对后在现场以单线划去，在其上方填写更正的数字与文字，并在备考栏内注明原因。对作废的记录，亦用单线划去，并注明原因及重测结果记录于何处。重测记录应加注“重测”二字。

10.1.5 台站短水准测量的场地确定后可不记录视距及与视距相关读数。

10.1.6 每测段的始末、作业间歇、检测及气候突变时，应记录以下相关信息：观测日期与时间；仪器高度位置的温度；标尺温度；天气；云量（十级制。肉眼所见云彩遮蔽天空面积的十分之几，则为几级云量）；成像（清晰稳定、微跳）；太阳方向（相对于路线前进方向的太阳方位：前方、前右、右方、右后、后方、左后、左方、前左，阴天为无）；道路土质；风向及风力（相对于路线前进方向的风吹来方向的方位：前方、前右、右方、右后、后方、左后、左方、前左记录，风力按 GB/T 12897-2006 表 D.4 风级表记录）。

10.1.7 区域水准测量和跨断层水准测量，每 5 个测站记录一次标尺温度，至 0.1℃。

10.1.8 观测成果及资料中的观测者、记录者、编算者、校对者、检查者等均由本人签名。

### 10.2 区域水准测量成果整理

10.2.1 成果整理宜按 GB/T 12897-2006 第 9 章和附录 D 的要求执行。

10.2.2 外业高差和概略高程表由两个人分别准备数据独立编算。

10.2.3 成果进行外业高差和概略高程表计算时可暂不进行水准标尺温度的改正，不进行重力固体潮改正和海潮改正。

10.2.4 非明显人为因素造成重测的成果宜在高差表之后按测段顺序列出，并注明原因，以供研究和分析时参考作用。

### 10.3 台站短水准测量成果整理

10.3.1 成果可不进行改正，需要时可进行水准标尺长度改正和环线闭合差的改正。

10.3.2 应建立各测线及测站观测成果及辅助观测成果数据库，能够生成日均值、五日均值、月均值、年均值和成果表。相应成果表和图件在年度结束后打印装订成册。

10.3.3 应按表 F.1 的格式每月填写台站短水准测量成果表，报送相关的管理部门和授权的使用者。

10.3.4 应按表 F.2 的格式每月填写台站辅助观测成果表，报送相关的管理部门和授权的使用者。

10.3.5 台站短水准测量分别用每天的往返测不符值按测线、按月分别计算每测站往返测高差中数的偶然中误差  $M_n$  和用日均值的均方连差  $\delta$  计算每千米往返测高差中数的偶然中误差  $M_k$ 。  $M_n$  和  $M_{km}$  超限时，不进行重测，但应认真分析可能的原因，采取有效的纠正措施，保证观测成果的精度。

#### 10.3.5.1 测站往返测高差中数的偶然中误差计算

台站的每月单测线的测站往返测高差中数的偶然中误差  $M_Z$  按式 (1) 计算：

$$M_Z = \pm \sqrt{[\Delta\Delta]/(4 \cdot N \cdot n)} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

$\Delta$ —测段往返测高差不符值，单位为厘米 (mm)；

$N$ —测线的测站数；

$n$ —当月的不符值个数。

各测线按月计算  $M_Z$  后，按测线计算单测线的  $M_Z$  年度平均。再以带权平均（权为各测线的测站数）的形式计算台站的  $M_Z$ 。

#### 10.3.5.2 每千米往返测高差中数的偶然中误差的计算

台站的每月单测线的每千米往返测高差中数的偶然中误差  $M_{km}$  按式 (2) 计算：

$$M_{km} = \pm \sqrt{\frac{[\delta\delta]}{2L(n-1)}} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

$\delta$ —高差日均值的一阶差分（每月第一天与上月最后一天的差分作为每月第一天的差分值），单位为厘米 (mm)；

$L$ —测线长度，单位为千米 (km)；

$n$ —当月参加统计的日均值个数。

各测线按月计算  $M_{km}$  后，按测线计算单测线  $M_{km}$  年度平均值。再以带权平均（权为各测线的长度）的形式计算台站的  $M_{km}$ 。

#### 10.3.5.3 环线闭合差及每千米水准测量全中误差的计算

测线组成闭合环的台站每月完成观测后，应根据环线闭合差  $W$  计算每千米水准测量的全中误差  $M_w$  的计算，并应符合表1的有关规定。

每千米水准测量全中误差  $M_w$  按式 (3) 计算：

$$M_w = \pm \sqrt{[WW/F]/N} \dots\dots\dots (3)$$

式中：

$W$ —每天的水准环闭合差，单位为厘米 (mm)；

$F$ —水准测线组成的环线周长，单位为千米 (km)；

$N$ —环闭差个数（每月观测天数）。

再计算  $M_w$  的年度平均值。

### 10.4 跨断层水准测量成果整理

10.4.1 跨断层综合观测场地的水准观测成果按 10.2 的要求整理。

10.4.2 按场地编制各测线高差成果表、各水准点的高程变化表，绘制测线高差及水准点高程时序变化曲线。

10.4.3 每千米往返测高差中数的偶然中误差的计算

完成跨断层水准观测后，施测单位每年用各测线的往返测高差不符值计算每千米水准测量偶然中误差  $M_{\Delta}$ 。跨断层水准测量  $M_{\Delta}$  超限可不进行重测，但应分析超限可能的原因。

每千米水准测量偶然中误差  $M_{\Delta}$  按式（4）计算：

$$M_{\Delta} = \pm \sqrt{[\Delta\Delta / R] / (4 \cdot n)} \dots\dots\dots (4)$$

式中：

$\Delta$ —测线往返测高差不符值，单位为mm；

$R$ —各测线长度，单位为km；

$n$ —测线数。

## 10.5 地震水准测量技术总结

10.5.1 地震水准测量任务完成后，施测单位、实施部门及作业组应按项目编写技术总结。技术总结按照 CH 1001 编写，并由单位、部门或小组的技术负责人审核签名。

10.5.2 区域水准测量由作业组编写小组总结，实施部门编写部门总结，承担单位编写项目技术总结

10.5.3 台站短水准测量由台站编写台站年度技术总结。

10.5.4 跨断层水准测量分别由作业组编写组技术总结。承担单位部门负责的技术总结。

## 10.6 归档

### 10.6.1 归档的基本要求

经过验收后地震水准测量成果应清点整理、装订成册，编制目录，开列清单，上交资料管理部门归档，形成技术资料档案。

### 10.6.2 区域水准测量的成果归档

区域水准测量的成果通过验收后应提交以下归档资料：

- a) 测网建设技术设计书、实施方案、水准点之记（纸质文本和电子文本）、水准路线图、结点接测图（纸质文本和电子文本）、地震测量标志委托保管书及测网建设工作总结及验收材料；
- b) 每期观测技术设计书、任务书及实施方案（跨河测量工作方案可单独编写）；
- c) 水准仪、水准标尺检验资料及标尺长度改正数综合表（含跨河测量所用仪器检定和检验资料）；
- d) 水准观测手簿及观测数据电子文件，水准点上重力测量资料；
- e) 水准测量外业高差及概略高程表 2 份（需独立编算，可含外业高差各项改正数计算）；
- f) 作业小组、实施部门和实施单位的技术总结（跨河测量工作总结可单独编写）；
- g) 实施部门和实施单位的质量检查报告（含质量评定）；
- h) 验收报告（含质量评定）。

### 10.6.3 台站短水准测量需提交归档的资料

台站短水准测量成果通过验收后应提交以下归档资料：

- a) 台站建设资料：设计书及实施方案、地震水准点之记（纸质文本和电子文本）、测线图、水准联测图（纸质文本和电子文本）、地震测量标志委托保管书、台站建设工作总结及验收材料等；
- b) 水准观测记录数据和水准观测手簿；
- c) 辅助观测记录或手簿；
- d) 水准仪、水准标尺检验资料；
- e) 辅助观测仪器的检验资料；
- f) 水准测量及辅助观测成果表和图件；
- g) 观测技术总结（按年度）；
- h) 资料分析报告（按年度）；
- i) 台站级和省局级质量检查报告（含质量评定）；
- j) 验收报告（含质量评定）。

#### 10.6.4 跨断层水准测量成果归档

跨断层水准测量成果通过验收后应提交以下归档资料：

- a) 场地建设设计书及实施方案、地震水准点之记（纸质文本和电子文本）、测线图、水准联测图（纸质文本和电子文本）、地震测量标志委托保管书、场地建设工作总结及验收材料等；
- b) 水准观测记录数据和水准观测手簿；
- c) 水准仪、水准标尺检验资料；
- d) 水准测量外业高差及概略高程表 2 份（需独立编算，可含外业高差各项改正数计算）；
- e) 跨断层水准测量观测成果表及图件；
- f) 观测技术总结（按年度）
- g) 资料分析报告（按年度）；
- h) 队级和省局级质量检查报告（含质量评定）；
- i) 验收报告（含质量评定）。

## 附录 A (规范性附录)

### 地震水准路线的设计、选埋说明

#### A.1 地震水准测量水准路线图的绘制（以区域水准测量路线图为例）

A.1.1 区域水准路线图以1:100 000或1:250 000地形图为底图，也可以用同比例尺的数字地形图为底图，将水准路线两侧至少5km以内的地物、地貌及地质构造（断层）等绘制在图纸上。当实地的道路或其他重要地物有变化而与地图不一致时，应先在底图上更正。图中应注明比例尺、经纬线和图幅编号。示例见图A.1。

A.1.2 跨断层水准点位置应标定准确，并用规定的符号绘出，注明水准点号。应连测或支测的其他固定点，应使用相应的符号标出位置及名号，超出图廓范围的支测路线，可用折线指出方向并注明里程。

A.1.3 水准标石类型按表A.1规定符号描绘。

A.1.4 水准路线图也可以直接在数字地形图上按上述要求编制，按图A.1样式输出。

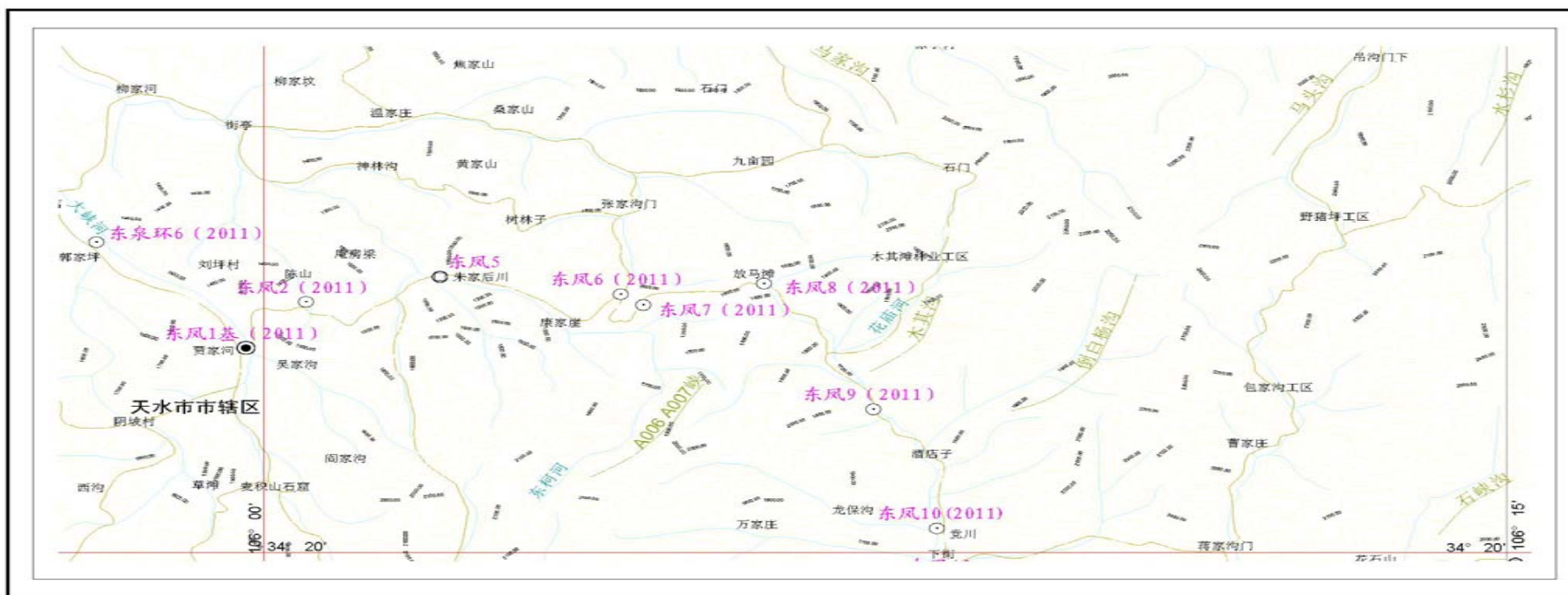
A.1.5 台站短水准测量和跨断层短水准测量的测线图宜使用1:1万路线图，其他要求同区域水准测量路线图

跨断层综合场地测线图宜使用1:5万路线图，其他要求同区域水准测量路线图。

A.1.6 地震水准测量水准路线图

东风线（麦积-凤县）水准路线图之一

I48D005008 I48D005009



比例尺：1：100000

中国地震局第一监测中心 2011.11

图A.1 地震水准测量水准路线图



### A.1.7 水准标石类型符号

GB/T 12897-2006附录A中表A.2已有规定符号水准标石类型，按其符号描绘。其类型的地震水准标石按表A.1的规定符号描绘。

表A.1 水准标石类型符号表

序号	类 型	规 格	符 号
1	基岩综合标石	外圆直径 4 mm，内标 YZ	
2	土层综合标石	外圆直径 4 mm，内标 S	
3	混凝土基本水准标石	外圆直径 4 mm，内标 HB	
4	混凝土普通水准标石	圆圈直径 2 mm，内标 HP	
5	基岩过渡水准标石	外圆直径 2 mm，内标 YD	
6	土层过渡水准标石	外圆直径 2 mm，内标 TD	

### A.2 地震水准点之记的绘制

A.2.1 每个地震水准点的点之记只有一页，格式见表A.2。

A.2.2 路线（测线）名称栏，区域水准的水准点填写点所在路线，跨断层水准填写测线名称（含场地、剖面或台站名称）。

A.2.3 点名栏填写水准点点名（区域水准一般含路线等级名称和点编号），利用旧点并重新命名时在新点名号后用圆括号加注原点名号。

A.2.4 所在图幅栏按GB/T 13989—2012中1: 100 000的地形图分幅要求填写点位所在地的图幅号。

A.2.5 经纬度和概略高程栏填写在点位上实测值，经纬度取至整秒，概略高程至整米。

A.2.6 冻土深度，根据点所在地按GB12897—2006图A.26查取，估至0.1 m。

A.2.7 地下水深度，通过现场收集，取至整米，小于2米时取至0.1 m。

A.2.8 布格异常值可从布格异常图中查取，取至0.1  $\mu$  gal。

A.2.9 标石类型栏按表A.1填写标石的种类。

A.2.10 标石质料栏填写标志和标石的材料名称。

A.2.11 所在地栏详细填写水准点所处的位置，从省级行政区划开始，城区到街道门牌号，农村到行政区划或自然村。点在单位院内或附近的还需填写单位名称。

A.2.12 地别土质栏填写点位附近的植被类别和水准点标石坑底的土质并注明含沙砾百分比。

A.2.13 交通路线栏填写格式如下：

自（特征物）沿（道路名称）经（道路标识）（方向）行（距离）至（位置）可到达本点。其中：

a) 特征物指特征比较明显，标记清楚、不易破坏、易于查找或确认的地物，如：村碑、纪念碑、加油站、路口、桥头等。特征物距点位的距离不宜超过 2 km。填写时应注明特征物的地理位置（最好有经纬度）；

c) 道路名称指自特征物至水准点位通行道路的名称，如街道名称、国（省、县、乡）道名称；

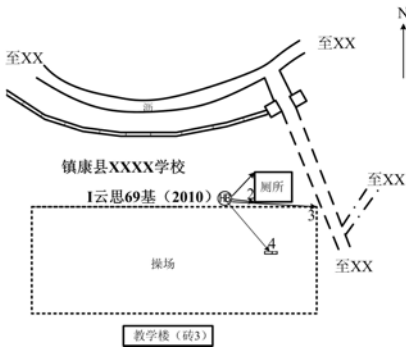
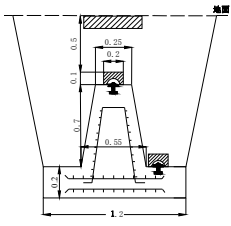
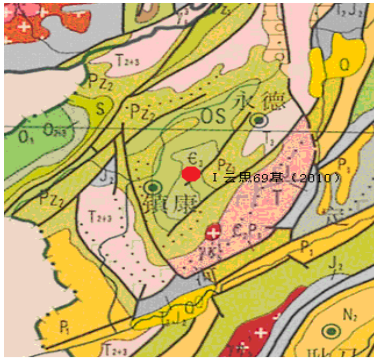
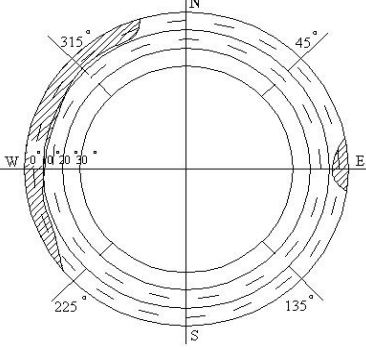
d) 道路标识指行走道路区别于其他道路的明显标识，如街道名称、特殊建筑物、村镇、单位等；

e) 方向指行走的方向，如：东、东南、南、西南、西、西北、北、东北；

f) 距离指特征物至水准点的距离，标注至 0.1 km；

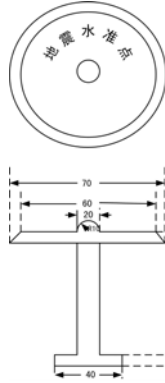
- g) 位置指水准点位所处地点的说明，如，单位或住户名称、×× km 碑+××× m 处等。
- A. 2. 14 点位详细图应在现场绘制。图中标明点位至主要特征地物的方向和距离(方向数不应少于3个)，比例尺可适当变通，以易找到点为原则。
- A. 2. 15 标石断面图按埋设后的实际尺寸填绘。
- A. 2. 16 地质构造图从1: 25万地质图上截取绘制。(区域水准的综合点与跨断层水准点需要)
- A. 2. 17 点位全景图(环视图)在埋设现场采集制作。(综合观测点需要填绘)
- A. 2. 18 点位详细说明栏填写点位至主要特征物的方向和距离，方向和距离应与点位详细图对应，并注明在点位埋设的方位标、护盘和护井情况。方向指东、东偏南、东南、南偏东、南、南偏西、西南、西偏南、西、西偏北、西北、北偏西、北、北偏东、东北、东偏北等16个方向。距离标注至0.1m。水准、GPS、重力综合点需填写环视情况说明
- A. 2. 19 选点单位、埋石单位：新选埋水准点填写选建单位全称，维修水准点尽可能按原点之记填写。
- A. 2. 20 维修单位：填写维修组单位全称。
- A. 2. 21 接管单位、保管人：填写水准点的接管单位和接管人，内容要与委托保管书中一致。
- A. 2. 22 选点者、埋石者、维修者姓名如实填写。
- A. 2. 23 备注栏填写该点位与相邻水准点位的距离和地形(平地、丘陵、山地)及办理土地占用手续情况。接管单位不是土地使用者或点位所在的单位时，宜在备注栏中注明向导姓名、向导所在单位和向导身份。

表A.2 地震水准点之记

路线(测线)名	保勳线		点名	I云思69基(2010)	
标石类型	混凝土基本水准标石		标石质料	混凝土 铜标志	
所在地	云南省镇康县XX镇XX村XXXX学校院内		土地使用者	XXXX学校	
经纬度	EXXX° XX' XX" , NXX° XX' XX"		概略高程(m)	956	
所在图幅(1/100000)	F47DXXXXXX		冻土深度	0 m	
地别土质	黄土, 耕地	地下水深度	30.1 m	布格异常值	$50 \times 10^{-8} \text{ms}^{-2}$
交通路线	由XX县城出发沿去XX县的公路(SXXX线)西南行至镇康县XX镇XX村(XXXkm+XXXm里碑处), 可达本点。点在XXX学校操场北侧厕所旁。				
详细位置图:			标石断面图 		
地质构造略图			点位全景图(环视图) 		
详细点位说明	1. 点东北至厕所西北角 XX.X 米 2. 点东至厕所西南角 X.X 米 3. 点东至操场东北角 XX.X 米 4. 点东南至篮球架立柱 XX.X 米 5. 点正上方有指示盘 6. 点北 1.5m 设有有指示碑				
接管单位	XXXXXXXXXX		保管人	XXX(主任)	
选点单位	XXXXXXXXXX	选点者	XXX	选点日期	XXXX年XX月XX日
埋石单位	XXXXXXXXXX	埋石者	XXX	埋石日期	XXXX年XX月XX日
维修单位		维修者		维修日期	
备注	I云思68 $\frac{4.5\text{km}}$ (平地) I云思69基(2010) $\frac{4.9\text{km}}$ (平地) I云思70				

### A.3 地震水准标志

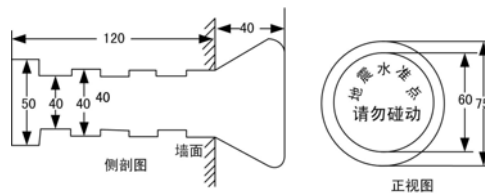
地震水准标志的规格与国家水准标志相同，标志面上标注“地震水准点”。见图A.2。



图A.2 地震水准标志

### A.4 地震水准墙脚标志

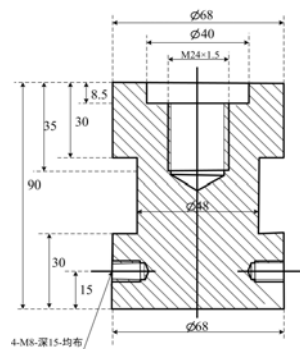
地震水准墙脚标志规格与墙脚水准标志相同，标志正面标注“地震水准点”和“请勿碰动”。见图A.3。



图A.3 地震水准墙脚标志

### A.5 GPS强制归心标志

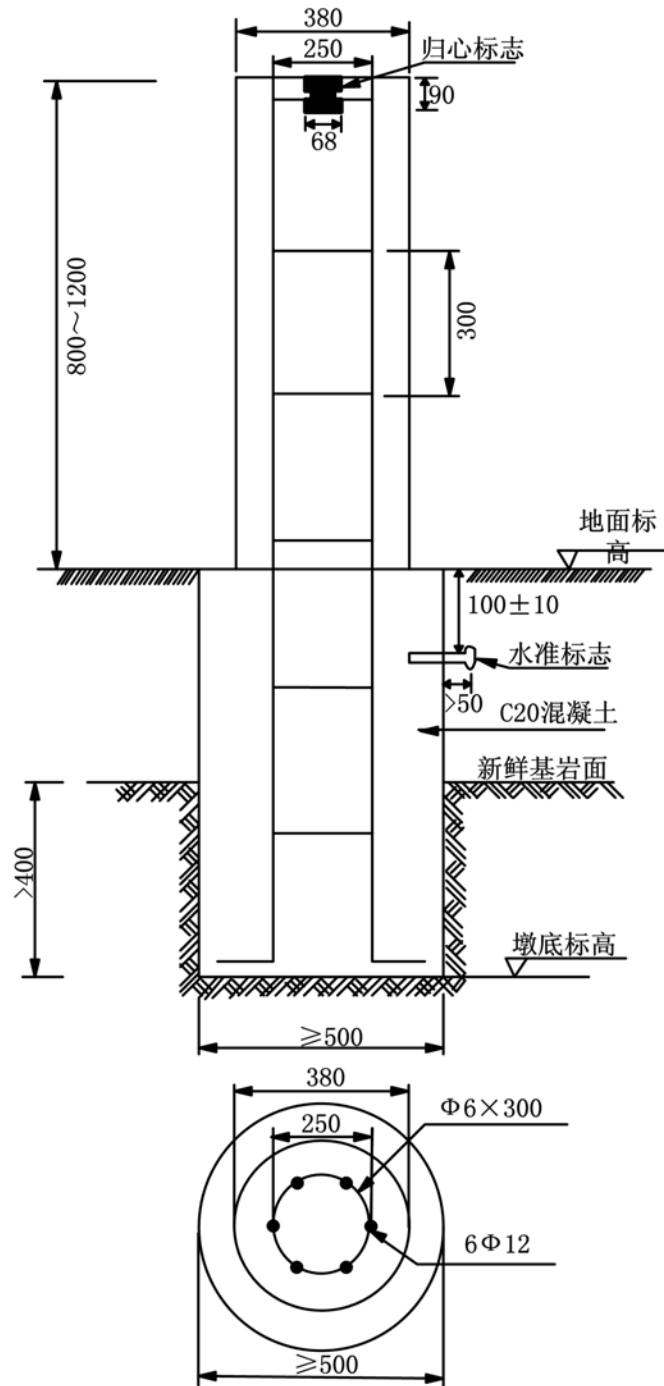
地震水准测量综合观测标石的上标志采用GPS强制归心标志，归心标志采用不锈钢材料制作，规格见图A.4。



图A.4 GPS强制归心标志

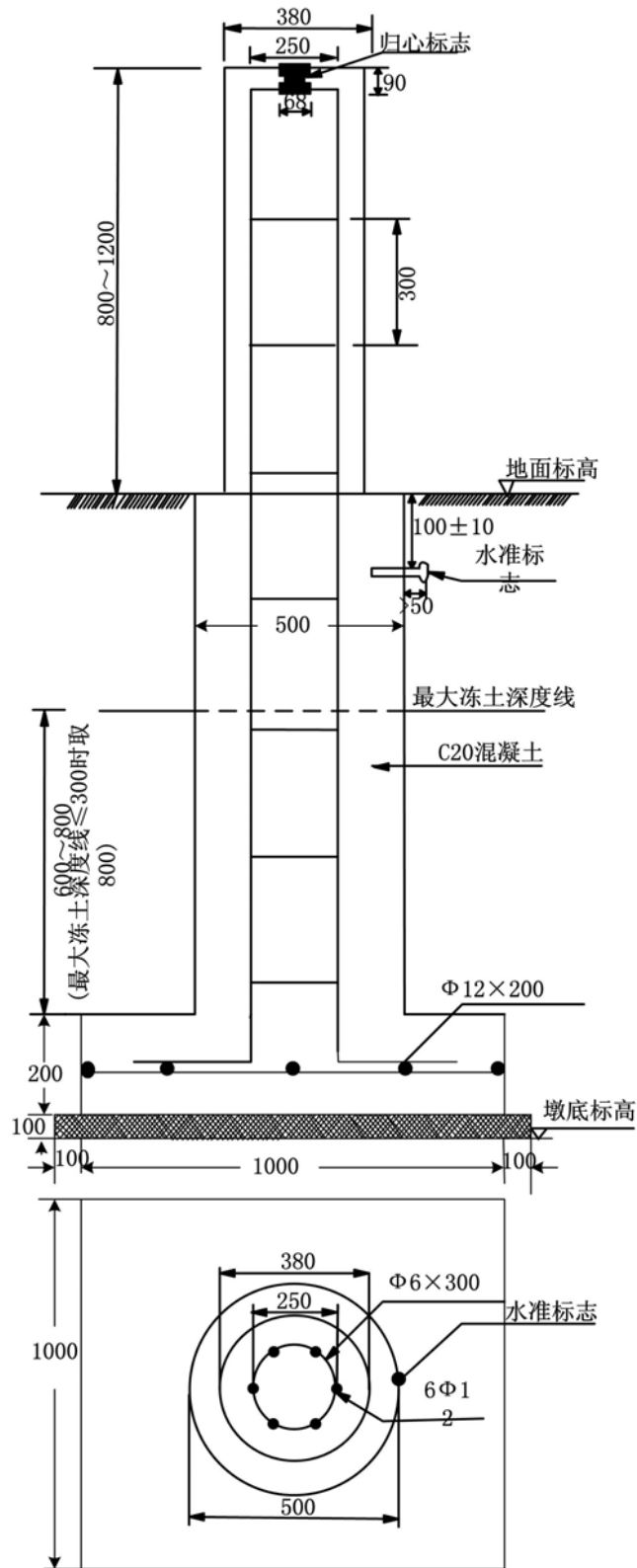
## A.6 地震水准标石断面图

## A.6.1 基岩综合标石



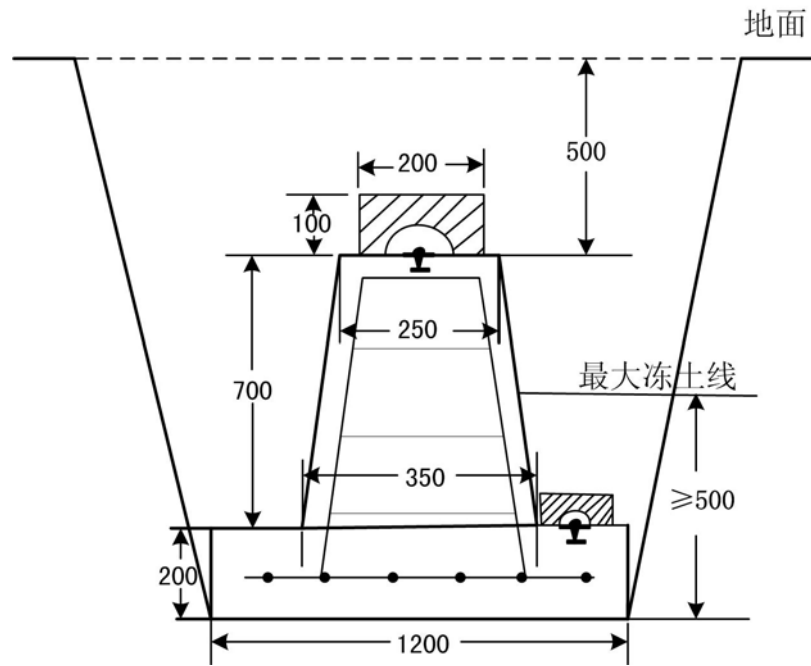
图A.5 基岩综合标石

A.6.2 土层综合标石



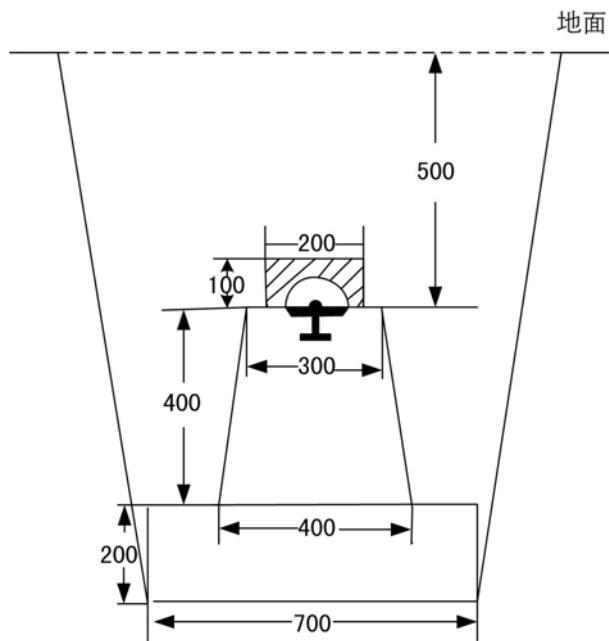
图A.6 土层综合标石

A. 6.3 混凝土基本水准标石



图A.7 混凝土基本水准标石

A. 6.4 混凝土普通水准标石



图A.8 混凝土普通水准标石

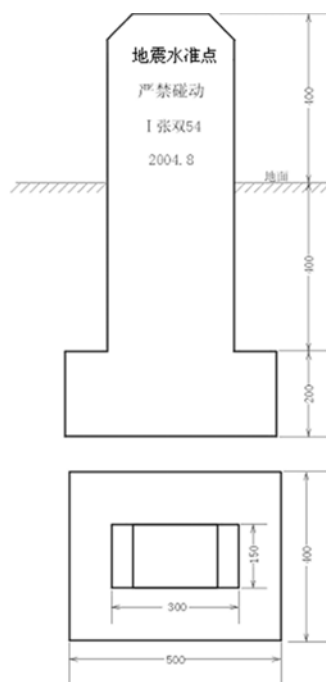
## A.7 地震水准点的指示盘与指示碑

## A.7.1 地震水准点指示盘



图A.9 地震水准点指示盘俯视图与侧视图

## A.7.2 地震水准点指示碑



图A.10 地震水准点指示碑正面及俯视图



## A.8 地震水准点委托保管书

表A.3为《地震水准点委托保管书》的正面。

表A.3 地震水准点委托保管书（正面）

路线名称	保勐线	点名点号	I云思69基(2010)
所在图幅	F47DXXXXXX	标石类型	混凝土基本水准标石
标志质料	混凝土,铜标志	完整情况	完整
建点日期	2010年7月11日	托管日期	2010年7月30日
设置地点	云南省镇康县XX镇XX村XXXX学校院内		
点 位 略 图			
<p>地震水准监测标志是社会主义经济建设和国防建设及地震监测的重要设施,必须长期保存。当地各级党、政领导机关应对群众进行宣传教育,认真负责保护地震监测标志,不得拆除和移动,并严防破坏。埋设标志占用的土地,不得作其他使用。</p> <p>现由____XXX____代表____XXXXXXXXXXXX根据《中华人民共和国测绘法》,将上述测量标志委托____XXXXXXXX____接管,并负责保护。</p> <p>托管单位: _____(单位公章)_____代表: _____XXX(签名)_____</p> <p>地址: _____XX市XX区XXXXX路XX号_____邮编: _____XXXXXX0_____</p> <p>接管单位: _____(单位公章)_____代表: _____XXX(签名)_____</p> <p>地址: _____XX省XX市XXX县XX镇_____邮编: _____XXXXXX0_____</p>			
此保管书一式三份,一份交当地地震工作的主管机构,一份由接管单位保存,一份由实施单位保存。			

## BB

附录 B  
(规范性附录)

## 水准仪及水准标尺野外检验方法

## B.1 一根水准标尺零点差的测定方法

此项检验是测定标尺底面是否与标尺基本分划的零点一致。

测定方法：用一双面刀面紧贴标尺底面，用一级线纹米尺或者用刻划不大于 0.2 mm 的游标卡尺直接量取某一基本分划线至标尺底面的距离 d。

每根标尺的零点差量取四测回，测回间互差最大不得超过 0.06 mm。采用线纹米尺量取零点差的计算中，要减去刀片厚度的 1/2（即减去 0.05 mm）。

对线条式因瓦标尺，名义长的偏差为零点差，其绝对值不得超过 0.1 mm。超出此限差时须进行修理。

表 B.1 为一根标尺零点差的记录与计算示例。

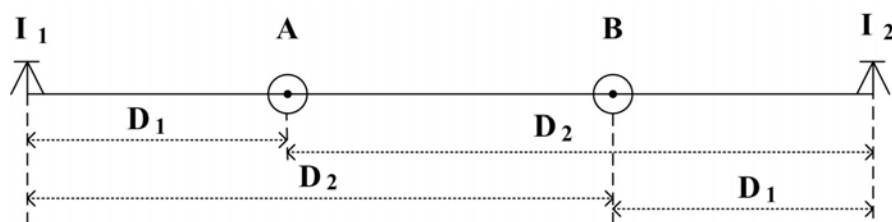
表B.1 一根标尺零点差测定

观测者：xxx		记录者：xxx		
日期：1985年4月23日		时间：9时10分		
检查尺型号：游标卡尺№0420		温度：26.7℃		
标尺号码	量至分划线 cm/2	左右边缘读数 mm	名义长度 mm/2	零点差 mm
62665	020	100.80	200.08	+0.04
	018	90.80	180.10	+0.05
	016	80.82	160.10	+0.05
	014	70.78	140.06	+0.03
				+0.04
62666	020	100.76	200.06	+0.03
	018	90.80	180.08	+0.04
	016	80.80	160.08	+0.04
	014	70.80	140.08	+0.04
				+0.04

## B.2 水准仪*i*角的测定

### B.2.1 I角测定的场地布设

在一平坦的场地上相距约一定距离的位置打两个尺桩，在其连线的两端向外各延伸相等距离的位置作好记号，作为安置仪器的位置（见图B.1）。在两尺桩位置立标尺，分别在安置仪器的两个位置架设并整平仪器，分别对两标尺进行4次基本分划观测（双摆位仪器的第1、4次读数时应在摆I位置，第2、3次读数时应在摆II位置）。



图B.1 *i*角测定场地布设

### B.2.2 光学水准仪的*i*角测定记录及计算示例

光学水准仪的*i*角测定记录及计算示例见表B.2

表B.2 *i*角测定(光学水准仪)

观测者：×××		记录者：×××		检查者：×××	
仪器：NI002A № 530355		标尺号：№ 54943 54944		方法：IABI	
日期：20120903		时间：17:52		温度：+28.0℃	
				呈像：清晰稳定	
仪器站	I <sub>1</sub>		I <sub>2</sub>		
观测次序	A尺（近尺）读数	B尺（远尺）读数	A尺（远尺）读数	B尺（近尺）读数	
距离(m)	6.0	41.0	41.0	6.0	
1（摆I位置）	291 394	268 890	316 840	294 478	
2（摆II位置）	420	988	958	504	
3（摆II位置）	418	982	960	502	
4（摆I位置）	394	882	850	482	
中数	291 407	268 936	316 902	294 492	
高差 <i>h</i> (mm) (A尺中数-B尺中数)	+112.36		+112.05		
计算：					
$i = (h_2 - h_1) / 2 \cdot \rho / (D_2 - D_1) - 1.61 \times 10^{-5} \cdot (D_1 + D_2) = -1.67''$					
注：式中 <i>h</i> <sub>1</sub> 和 <i>h</i> <sub>2</sub> 为分别为两个仪器站的高差， <i>D</i> <sub>1</sub> 和 <i>D</i> <sub>2</sub> 分别为近尺距离和远尺距离， $\rho$ 取206265。					

B.2.3 数字水准仪的*i*角测定记录及计算示例

数字水准仪的*i*角测定记录及计算示例见表B.3

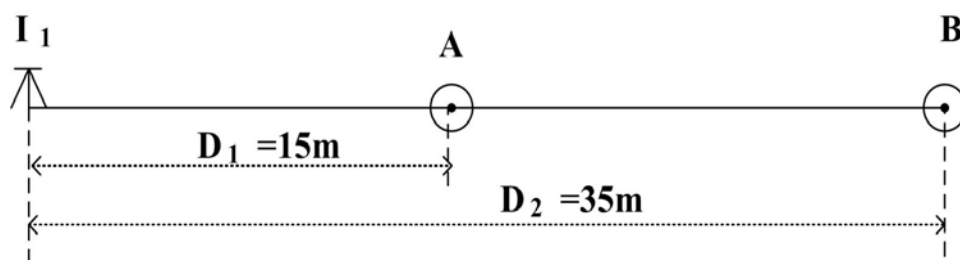
表B.3 *i*角测定(数字水准仪)

观测者: ×××		记录者: ×××		检查者: ×××	
仪器: DINI12 №703023		标尺号: № 12259 12260		方法: IABI	
日期: 20120927		时间: 13:00		温度: +12.6℃	
				呈像: 清晰稳定	
仪器站	I <sub>1</sub>		I <sub>2</sub>		
观测次序	A尺(近尺)读数	B尺(远尺)读数	A尺(远尺)读数	B尺(近尺)读	
距离(m)	15.0	30.0	30.0	15.0	
1	1.63411	1.67629	1.42433	1.46631	
2	1.63420	1.67664	1.42414	1.46644	
3	1.63416	1.67683	1.42410	1.46654	
4	1.63426	1.67648	1.42427	1.46640	
中数	1.63418	1.67656	1.42421	1.46642	
高差 <i>h</i> (mm) (A尺中数-B尺中数)	-42.38		-42.21		
计算:					
$i = (h_2 - h_1) / 2 \cdot \rho / (D_2 - D_1) - 1.61 \times 10^{-5} \cdot (D_1 + D_2) = +0.44''$					
注: 式中 $h_1$ 和 $h_2$ 为分别为两个仪器站的高差, $D_1$ 和 $D_2$ 分别为近尺距离和远尺距离, $\rho$ 取206265。					

B.3 双摆位自动安平水准仪摆差 2*C*角的测定

## B.3.1 测定方法及场地布设

在一平坦场地上距仪器约15 m、35 m处各打好两个尺桩, 场地布设见图B.2。水准仪整平后, 分别对准两桩上的标尺, 在摆 I 位置用上下丝读取距离, 并分别读取标尺基本分划5次。换至摆 II 位置, 再次分别读取标尺基本分划5次。



图B.2

B.3.2 2*C*值测定的记录及计算示例

表B.4 自动安平水准仪 2C 值的测定

仪器:NI002A № 530355

日期:2012.06.14

时间:14:50

温度:+25.6 °C

观测者:×××

记录者:×××

检查者:×××

标尺位置	上\下丝读数 上下丝差数 加常数距离	摆 I 位置读数	摆 II 位置读数
A	2472	232 354	232 540
	2176	354	554
	297	354	548
	加常数: 5	352	542
	D1: 30.2 (m/2)	346	546
	中数	232 252	232 546
B	2551	220 514	220 934
	1859	528	920
	692	534	928
	加常数: 5	520	940
	D1: 69.7 (m/2)	528	934
	中数	220 525	220 931
计 算			
$2C = [(R_{IA} - R_{IIA})/D_A + (R_{IB} - R_{IIB})/D_B]/2 = 12.4''$ <p>注: 式中<math>R_{IA}</math>、<math>R_{IIA}</math>、<math>R_{IB}</math>和<math>R_{IIB}</math>分别是A位置两个摆位和B位置两个摆位的读数中数, <math>D_A</math>和<math>D_B</math>分别为A、B两标尺位置距仪器位置的距离, <math>\rho</math>取206265。</p>			

CC

### 附录 C (规范性附录)

#### 地震水准测量的测段同光段计算方法

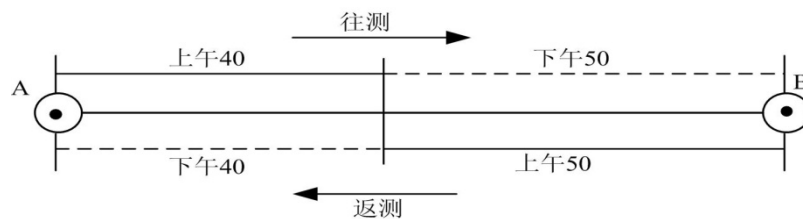
##### C.1 测段同光段重合观测测站数的计算

计算测段同光段重合观测测站数时，首先画线。往测在上，返测在下，上午所测画实线，下午所测画虚线。再分别按往返测方面推算同光段站数，最后取平均作为该测段同光段重合观测测站数。

测段同光段重合观测测站数 = (往测方向推算的同光段重合观测测站数 + 返测方向推算的同光段重合观测测站数) / 2。

图C.2~图C.5为各种类型同光段计算示例。

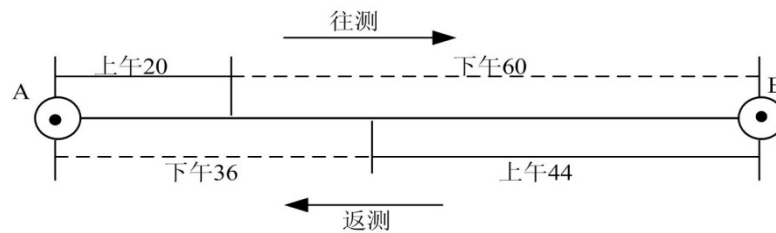
##### C.2 同光段计算（类型1）



图C.1 同光段观测示例 1

往测同光段数推算为 0 站，返测同光段数推算为 0 站；测段同光段重合观测测站数为 0 站。

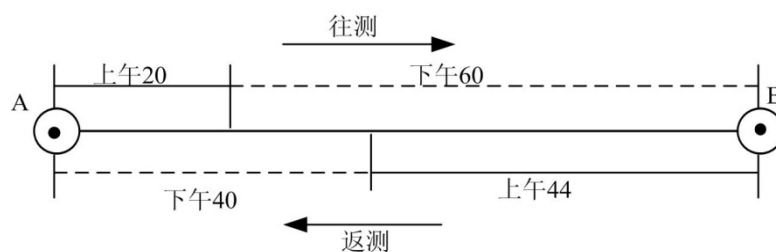
##### C.3 同光段计算（类型2）



图C.2 同光段观测示例 2

往测同光段数推算为 16 站，返测同光段数推算为 16 站，测段同光段重合观测测站数为 16 站。

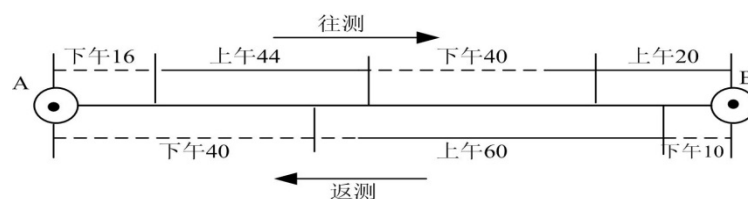
## C.4 同光段计算（类型3）



图C.3 同光段观测示例3

往测同光段数推算为20站，返测同光段数推算为16站，测段同光段重合观测站数为18站。

## C.5 同光段计算（类型4）



图C.4 同光段观测示例4

往测同光段数推算为36站，返测同光段数推算为26站，测段同光段重合观测站数为31站。

## DD

附 录 D  
(规范性附录)  
北京原点接测

## D.1 北京原点接测记录与计算示例

表D.1 北京原点接测记录与计算

观测者：×××				记录者：×××				
往测	自北京原点至副点(西)			日期	1993年5月23日			
时间	始	8时11分		末	8时16分			
天气	晴			云量	1			
风向风速	东2级			太阳方向	后			
测站编号	后尺	上丝	前尺	上丝	标尺读数		基+K 减 辅 (一减二)	备 考
		下丝	尺	下丝	基本分划 (一次)	辅助分划 (二次)		
	后距		前距					
	视距差 d		Σd					
1	0145		1245		后原点标尺	007 91	007 90	62665号标尺 基辅常数差为 60650,零点差 为+0.04mm
	0014		1111		前62665	117 85	724 33	
	131		134		后—前	-109 94	-109 93	
	-3		-3		h	-109 935 h=-0.54972m		
测段计算			Km					
	D往		0.01		h往=	-0.54972m		
	D返		0.01		h返=	+0.54959m		
	D中		0.1		h中=	-0.5497m		
					W=	-0.13mm		
					W允=	±0.63mm		

注1: 在标尺上读数应乘2, 测微器上的读数不变。  
注2: 计算高差时, 前尺辅助分划减去相应基辅常数后再运算。  
注3: 往、返测高差计算时要进行此水准标尺的零点差改正。  
注4: 返测从略。



EE

附 录 E  
(规范性附录)

全站仪倾角法跨河水准测量记录与计算

## E.1 视线长度的记录范例

表E.1 跨河水准视线长度测定

观测者: ×××		记录者: ×××		
跨河场地名	海河跨河测量			测站: 1
仪器: Leica TC2003	No.442539	日期: 2010.08.06		
位置	第一次读数(m)	第二次读数(m)	中数(m)	备注
本岸	10.1049	10.1049	10.10	
对岸	642.9104	642.9105	643	

## E.2 本岸(近标尺)观测记录与计算

表E.2 海河跨河水准观测记录(近标尺)

观测者: ×××		记录者: ×××									
测站	2(北岸)	第1测回				日期	2010.08.06				
仪器: LEICA TC2003 442539		本岸标尺: No.57243			对岸标尺No.57244						
观测 条件	项目	时间	天气	云量	风力	风向	太阳 方向	呈像	温度: °C		
	始	7:45	晴	1	1—2	前	左	清晰	仪器	标尺	水边
	终	8:04	晴	1	1—2	前	左	清晰	29.5	29.7	29.4
本岸近标尺的观测 a=10.10 m											
照准分划		α=1.550 m			仪器距标尺距离 d=10.10 m						
分 划 边 缘	度盘	垂直度盘读数				中数	垂直角下	指标差(下)			
		I		II			垂直角下	指标差(上)			
		(°)	(')	(")	(")	(")	(")	(")	(")		
下	左	90	00	21.4	21.7	21.55		0.47			
上		89	59	53.5	51.8	52.65		-0.18			
下	右	269	59	39.6	39.2	39.40	-21.08				
上		270	00	6.5	7.5	7.00	7.18	α: -6.95			
下	左										
上											
下	右										
上											
$K = \frac{d}{\rho} = 0.000048966$											
近标尺读数		$b = a - K \cdot \alpha = 1.55034$									
备考: 垂直角符号为上“+”、下“-”											

## E.3 对岸（远标尺）记录与计算

表E.3 海河跨河水准测量记录（对岸标尺）

测站：2		(第1测回)		标志线在远标尺上的读数：1.455 m					
$a = 1.36508$ m		$a' = 1.54518$ m		$l = 0.18010$ m					
组别	标志	度盘	垂直度盘读数				中数	指标差 垂直角	备注
			I		II				
			(°)	(')	(")	(")			
1	1	左	89	59	31.9	33.6	33.15		
					33.5	33.6			
		右	270	0	27.5	29.5	28.35	0.75	
	2	左	90	00	31.0	32.1	31.15		
					31.0	30.5			
		右	269	59	31.6	30.3	31.22	1.19	
2	1	左	89	59	33.5	32.7	33.75		
					34.3	34.5			
		右	270	00	29.0	28.4	28.58	1.16	
	2	左	90	00	32.3	31.1	31.48		
					30.9	31.6			
		右	269	59	31.8	32.1	31.10	1.29	
3	1	左	89	59	33.9	33.8	33.72		
					34.1	33.1			
		右	270	00	29.1	29.1	29.08	1.40	
	2	左	90	00	32.2	31.7	32.10		
					32.2	32.3			
		右	269	59	32.6	33.2	32.45	2.28	
4	1	左	89	59	34.0	34.1	34.25		
					35.0	33.9			
		右	270	00	29.0	29.9	29.65	1.95	
	2	左	90	00	32.7	32.5	32.32		
					32.6	31.5			
		右	269	59	33.1	31.3	31.80	2.06	
5	1	左	89	59	34.7	34.5	34.02		
					33.0	33.9			
		右	270	00	28.8	29.7	29.42	1.72	
	2	左	90	00	32.0	32.4	32.22		
					32.6	31.9			
		右	269	59	32.5	31.3	32.38	2.30	
6	1	左	89	59	35.1	33.7	34.50		
					34.3	34.9			
		右	270	00	29.8	31.0	30.18	2.34	
	2	左	90	00	31.1	31.7	31.65		
					32.1	31.7			
		右	269	59	31.9	30.7	31.58	1.61	
		31.2	32.5		-30.04				

垂直角=90°-(左-右+360°)÷2  
 指标差=(左+右-360°)÷2

中数：

(")  
 $\alpha = 27.66$   
 $\beta = -30.03$

## E.4 跨河水准测量远标尺读数A及(b-A)的计算示例

表E.4 海河跨河水准测量远标尺读数A及(b-A)的计算

仪器: LEICA TC2003 №.442539												未注明单位为米	
测回	观测时间	测站	L	$\alpha$	$\beta$	$\alpha + \beta$	$L/(\alpha + \beta)$	$\chi$	a	$A = a + \chi$	b	b - A	
				(")	(")	(")	(m/")						
1	8.6 上午	2	0.18010	27.66	30.03	57.69	0.0031219	0.09375	1.36508	1.45883	1.55034	0.09151	
2	8.6 上午	2	0.18010	28.04	30.14	58.18	0.0030956	0.09330	1.36508	1.45838	1.55048	0.09210	
3	8.6 上午	2	0.18010	27.82	30.61	58.43	0.0030823	0.09435	1.36508	1.45943	1.55046	0.09103	
4	8.6 下午	2	0.18010	28.46	29.84	58.30	0.0030892	0.09218	1.36508	1.45726	1.55097	0.09371	
5	8.6 下午	2	0.18010	28.61	29.60	58.21	0.0030940	0.09158	1.36508	1.45666	1.55070	0.09404	
6	8.6 下午	2	0.18010	28.33	30.14	58.47	0.0030802	0.09284	1.36508	1.45792	1.55089	0.09297	
7	8.7 上午	1	0.18010	30.73	28.63	59.36	0.0030340	0.08686	1.53508	1.62194	1.46842	-0.15352	
8	8.7 上午	1	0.18010	30.68	29.03	59.71	0.0030162	0.08756	1.53508	1.62264	1.46839	-0.15425	
9	8.7 上午	1	0.18010	30.00	29.12	59.12	0.0030463	0.08871	1.53508	1.62379	1.46841	-0.15538	
10	8.7 下午	1	0.18010	29.92	29.40	59.32	0.0030361	0.08926	1.53508	1.62434	1.46871	-0.15563	
11	8.7 下午	1	0.18010	30.06	29.13	59.19	0.0030427	0.08864	1.53508	1.62372	1.46870	-0.15502	
12	8.7 下午	1	0.18010	30.38	29.09	59.47	0.0030284	0.08810	1.53508	1.62318	1.46867	-0.15451	
13	8.13 上午	2	0.18010	28.72	29.32	58.04	0.0031030	0.09098	1.37008	1.46106	1.55262	0.09156	
14	8.13 上午	2	0.18010	28.88	29.28	58.16	0.0030966	0.09067	1.37008	1.46075	1.55257	0.09182	
15	8.13 上午	2	0.18010	29.07	29.16	58.23	0.0030929	0.09019	1.37008	1.46027	1.55261	0.09234	
16	8.13 下午	2	0.18010	29.18	28.90	58.08	0.0031009	0.08962	1.37008	1.45970	1.55307	0.09337	
17	8.13 下午	2	0.18010	29.16	29.03	58.19	0.0030950	0.08985	1.37008	1.45993	1.55314	0.09321	
18	8.13 下午	2	0.18010	28.92	29.26	58.18	0.0030956	0.09058	1.37008	1.46066	1.55314	0.09248	
19	8.14 上午	1	0.18010	31.59	27.96	59.55	0.0030243	0.08456	1.54008	1.62464	1.47043	-0.15421	
20	8.14 上午	1	0.18010	31.33	28.03	59.36	0.0030340	0.08504	1.54008	1.62512	1.47049	-0.15463	
21	8.14 上午	1	0.18010	31.71	27.60	59.31	0.0030366	0.08381	1.54008	1.62389	1.47052	-0.15337	
22	8.14 下午	1	0.18010	32.25	27.22	59.47	0.0030284	0.08243	1.54008	1.62251	1.47079	-0.15172	
23	8.14 下午	1	0.18010	32.61	26.82	59.43	0.0030305	0.08128	1.54008	1.62136	1.47082	-0.15054	
24	8.14 下午	1	0.18010	32.67	26.38	59.05	0.0030500	0.08046	1.54008	1.62054	1.47077	-0.14977	
视线长度	1	627 m				中数	0.0030340			算式	$x = a * l / (\alpha + \beta)$		
	2	643 m					0.0030956				$s = \rho * l / (\alpha + \beta)$		

其24个测回的计算(略)

## E.5 跨河水准测量高差与中误差计算示例

表E.5 海河跨河水准测量高差与中误差计算

1 测站		本岸=10.18m	对岸=627m	2 测站		本岸=10.10m	对岸=643m	单位:米
第一位置				第二位置				
测回	测站	$b-A$ $h_1$	$v_1$ $h_1-h_1$ 中数	测回	测站	$b-A$ $h_2$	$v_2$ $h_2-h_2$ 中数	
7	1	-0.15352	-0.00009	1	2	0.09151	-0.00112	
8	1	-0.15425	-0.00082	2	2	0.09210	-0.00053	
9	1	-0.15538	-0.00195	3	2	0.09103	-0.00160	
10	1	-0.15563	-0.00220	4	2	0.09371	0.00108	
11	1	-0.15502	-0.00159	5	2	0.09404	0.00141	
12	1	-0.15451	-0.00108	6	2	0.09297	0.00034	
19	1	-0.15421	-0.00078	13	2	0.09156	-0.00107	
20	1	-0.15463	-0.00120	14	2	0.09182	-0.00081	
21	1	-0.15337	0.00006	15	2	0.09234	-0.00029	
22	1	-0.15172	0.00171	16	2	0.09337	0.00074	
23	1	-0.15054	0.00289	17	2	0.09321	0.00058	
24	1	-0.14977	0.00366	18	2	0.09248	-0.00015	
31	1	-0.15391	-0.00048	25	2	0.09467	0.00204	
32	1	-0.15483	-0.00140	26	2	0.09285	0.00022	
33	1	-0.15589	-0.00246	27	2	0.09254	-0.00009	
34	1	-0.15421	-0.00078	28	2	0.09118	-0.00145	
35	1	-0.15322	0.00021	29	2	0.09184	-0.00079	
36	1	-0.15228	0.00115	30	2	0.09066	-0.00197	
43	1	-0.15067	0.00276	37	2	0.09477	0.00214	
44	1	-0.15299	0.00044	38	2	0.09539	0.00276	
45	1	-0.15511	-0.00168	39	2	0.09283	0.00020	
46	1	-0.15269	0.00074	40	2	0.09338	0.00075	
47	1	-0.15108	0.00235	41	2	0.09139	-0.00124	
48	1	-0.15291	0.00052	42	2	0.09143	-0.00120	
$h_1$ 中数		-0.15343		$h_2$ 中数		0.09263		
高差 $H$	$H=(h_1 \text{ 中数}-h_2 \text{ 中数})/2=-0.12303\text{m}$							
第一位置测站观测高差中误差:			第二位置测站观测高差中误差:			测站观测高差中数中误差:		
$M_{h'} = \pm\sqrt{[v'v']/n(n-1)}$			$M_{h''} = \pm\sqrt{[v''v'']/n(n-1)}$			$M_H = \pm\frac{1}{2}\sqrt{M_{h'}^2 + M_{h''}^2}$		
=±0.35mm			=±0.26mm			=±0.22mm		

FF

附 录 F  
(规范性附录)  
台站短水准成果表

## F.1 台站短水准测量成果表示例

表F.1 ××××台站短水准测量成果表

测线名称: BM1—BM2		测站数: 8		测线长度: 0.36 km			观测年月: 2012 年10 月			
观测日期	测段高差		高差不符值	高差中数	标尺改正	环闭合差改正	改正后高差中数	测段温度		
	往测	返测						往测	往测	平均
1	-3348.02	+3348.16	+0.14	-3348.09	+0.02	0.00	-3348.07	-3.0	+5.5	+1.2
2	-3348.06	+3347.74	-0.32	-3347.90	+0.02	0.00	-3347.88	+5.5	0.0	+2.8
3	-3348.00	+3347.92	-0.08	-3347.96	+0.02	0.00	-3347.94	+6.5	+2.5	+4.5
4	-3348.30	+3348.02	-0.28	-3348.16	+0.02	0.00	-3348.14	-3.5	+2.0	-0.8
5	-3348.08	+3347.88	-0.20	-3347.98	+0.02	0.00	-3347.96	-2.0	+2.0	0.0
五日均							-3347.99			+1.5
6	-3348.14	+3347.85	-0.29	-3348.00	+0.02	0.00	-3347.98	-6.5	+2.5	-2.0
7	-3348.10	+3348.10	0.00	-3348.10	+0.02	0.00	-3348.08	-2.5	+5.0	+1.2
8	-3348.08	+3347.84	-0.24	-3347.96	+0.02	0.00	-3347.94	-4.5	+5.0	+0.2
9	-3348.18	+3348.12	-0.06	-3348.15	+0.02	0.00	-3348.13	-2.0	+5.0	+1.5
10	-3347.86	+3347.86	0.00	-3347.86	+0.02	0.00	-3347.84	-3.5	+4.0	+0.2
五日均							-3347.99			+0.2
11	-3348.39	+3348.13	-0.26	-3348.26	+0.02	0.00	-3348.24	0.0	+6.5	+3.2
12	-3348.02	+3347.82	-0.20	-3347.92	+0.02	0.00	-3347.90	+1.0	+8.5	+4.8
13	-3348.14	+3347.91	-0.23	-3348.02	+0.02	0.00	-3348.00	-1.5	+2.0	+0.2
14	-3348.24	+3348.14	-0.10	-3348.19	+0.02	0.00	-3348.17	-3.5	+2.5	-0.5
15	-3348.24	+3348.01	-0.23	-3348.12	+0.02	0.00	-3348.10	-3.0	+2.0	-0.5
五日均							-3348.08			+1.4
16	-3347.88	+3348.14	+0.26	-3348.01	+0.02	0.00	-3347.99	-3.5	+0.5	-1.5
17	-3347.72	+3348.17	+0.45	-3347.94	+0.02	0.00	-3347.92	-2.0	+2.5	+0.2
18	-3348.11	+3347.84	-0.27	-3347.98	+0.02	0.00	-3347.96	-2.0	+2.5	+0.2
19	-3347.90	+3347.87	-0.03	-3347.88	+0.02	0.00	-3347.86	0.0	+2.0	+1.0
20	-3347.98	+3347.97	-0.01	-3347.98	+0.02	0.00	-3347.96	0.0	+3.0	+1.5
五日均							-3347.94			+0.3
21	-3348.05	+3347.82	-0.23	-3347.94	+0.02	0.00	-3347.92	0.0	+4.5	+2.2
22	-3347.71	+3347.52	-0.19	-3347.62	+0.02	0.00	-3347.60	+2.0	+5.0	+3.5
23	-3348.05	+3347.91	-0.14	-3347.98	+0.02	0.00	-3347.96	-0.5	+4.5	+2.0
24	-3347.97	+3347.96	-0.01	-3347.96	+0.02	0.00	-3347.94	+1.0	+5.0	+3.0
25	-3348.14	+3348.12	-0.02	-3348.13	+0.02	0.00	-3348.11	+1.5	+5.5	+3.5
五日均							-3347.91			+2.8
26	-3348.05	+3348.14	+0.09	-3348.10	+0.02	0.00	-3348.08	+3.0	+3.5	+3.2
27	-3348.34	+3348.02	-0.32	-3348.18	+0.02	0.00	-3348.16	+2.5	+3.5	+3.0
28	-3347.98	+3348.08	-0.10	-3348.03	+0.02	0.00	-3348.01	+1.0	+0.5	+0.8
29	-3348.11	+3348.01	-0.10	-3348.06	+0.02	0.00	-3348.04	+0.5	+4.5	+2.5
30	-3348.22	+3348.17	-0.05	-3348.20	+0.02	0.00	-3348.18	+2.5	+5.5	+4.0
31	-3348.01	+3348.09	+0.08	-3348.05	+0.02	0.00	-3348.03	+3.5	+5.5	+4.5
五日均							-3348.08			+3.0
月均							-3348.00			+1.6
精度计算	每千米往返测高差中数的偶然中误差 $M_{km} = \pm \sqrt{\frac{[\delta\delta]}{2L(n-1)}} = \pm \sqrt{\frac{0.9660}{2 \times 0.36 \times 30}} = \pm 0.21mm$									
	测站高差中数的偶然中误差 $M_{站} = \pm \sqrt{\frac{[\Delta\Delta]}{4Nn}} = \pm \sqrt{\frac{1.2080}{4 \times 8 \times 31}} = \pm 0.035mm$									
式中 $\delta$ : 高差中数的一阶差分; $\Delta$ : 往返测高差不符值; L: 测线长度; N: 测站数; n: 高差中数的个数										
填表者: ××× 填表日期: XXXX年XX月XX日 检查者: ××× 检查日期: XXXX 年XX月XX日										

## F.2 台站短水准测量辅助观测成果表示例

表F.2 ×××××台站辅助观测成果表

台站名称		XXX 地震台					观测年月		XXXX 年 XX 月		备注
日期	气温(°C)		气压(hPa)		降水量(mm)		地下水位(m)		地温(°C)		
	观测值	五日均值	观测值	五日均值	观测值	五日累计值	观测值	五日均值	观测值	五日均值	
1	+29.5	+28.8	1002.1	1003.0	0	0	-7.77	-7.82	+2.4	+2.3	
2	+28.6		1003.3		0		-7.78		+2.4		
3	+28.3		1001.1		0		-7.84		+2.4		
4	+29.7		1002.5		0		-7.84		+2.2		
5	+27.8		1005.9		0		-7.85		+2.1		
6	+27.9	+27.1	1006.8	1003.4	0	45	-7.87	-7.89	+2.0	+1.8	
7	+28.0		1006.0		0		-7.88		+1.9		
8	+27.6		1003.6		0		-7.88		+1.8		
9	+26.7		999.5		32		-7.91		+1.7		
10	+25.4		1001.4		13		-7.93		+1.6		
11	+27.3	+26.2	1002.0	1002.8	0	0	-7.94	-7.97	+1.4	+1.3	
12	+27.7		999.9		0		-7.95		+1.4		
13	+26.1		1003.1		0		-7.97		+1.3		
14	+26.2		1003.5		0		-7.98		+1.3		
15	+23.6		1005.8		0		-7.99		+1.1		
16	+25.2	+26.7	1009.4	1006.7	0	5	-8.00	-8.01	+1.2	+1.1	
17	+25.0		1007.0		5		-8.01		+1.1		
18	+28.7		1006.5		0		-8.02		+1.1		
19	+27.5		1005.1		0		-8.02		+1.1		
20	+27.2		1005.5		0		-8.02		+1.0		
21	+21.7	+22.4	1009.1	1011.5	92	92	-8.05	-8.07	+1.0	+0.9	
22	+21.3		1012.9		0		-8.07		+0.8		
23	+21.9		1012.3		0		-8.07		+0.9		
24	+22.0		1012.2		0		-8.08		+0.9		
25	+25.2		1010.9		0		-8.09		+0.9		
26	+25.2	+26.2	1008.3	1007.4	16	16	-8.10	-8.13	+1.0	+0.8	
27	+26.5		1007.2		0		-8.12		+0.8		
28	+26.7		1002.8		0		-8.13		+0.8		
29	+25.2		1005.8		0		-8.13		+0.8		
30	+26.8		1008.2		0		-8.15		+0.8		
31	+26.9		1011.8		0		-8.14		+0.8		
月均值	+26.2		1005.8		158		-7.99		+1.4		
有关说明	<p>注1: 采取自动记录的观测项目(如气温、气压、地温等)均取每日2时、8时、14时、20时观测值的平均值作为日观测值,其取每日定时观测的观测值(或多次观测的平均值)作为日观测值。</p> <p>注2: 气温和地温读至0.1°C,气压读至0.1hPa,降水量读至1mm,地下水位读至0.01m。</p> <p>注3: 月均值(降水量为月累计值)用日观测值计算求得。</p>										