

大地形变测量规范

一、水准测量

国家地震局 编制



地震出版社

国家地震局编制

大地形变测量规范

一、水准测量

地震出版社

1983

国家地震局 编制
大地形变测量规范
一、水准测量

地震出版社 出版
北京复兴路63号
北京建外印刷厂印刷

787×1092 1/32 6印张 2插页 137千字
1983年3月第一版 1983年3月第一次印刷
印数：0001—7200
统一书号：13180·194 定价：1.20元

“大地形变测量规范”在1981、1982两年试行的基础上，经过修改补充，现决定印发执行。从1983年开始，地震系统各单位及为地震科研、预报服务进行形变测量的各部门，均须按照本规范进行作业。原来执行的各种“规范”停止使用。

由于地震大地形变测量工作开展时间较短，地壳形变与地震活动的关系尚在探索研究中，“规范”及说明难免有不妥当的地方，希望各单位在执行中认真总结经验，及时提出修改意见，使本“规范”更加合理完善。

国家地震局

一九八二年六月

目 录

第一章 总 则	(1)
第二章 技术设计、选点与埋石	(5)
第一节 技术设计	(5)
第二节 选 点	(8)
第三节 埋 石	(11)
第三章 水准仪、水准标尺及其检验	(15)
第四章 水准观测	(19)
第一节 水准观测的实施	(19)
第二节 水准点和“其他固定点”的观测	(23)
第三节 限差的规定和超限的处理	(25)
第五章 跨越障碍物的水准测量	(28)
第一节 跨河水准测量的一般规定	(28)
第二节 光学测微法	(31)
第三节 倾斜螺旋法	(33)
第四节 经纬仪倾角法	(35)
第五节 其他方法	(37)
第六节 观测记录与计算	(37)
第六章 外业成果记录与整理	(40)
第一节 外业手簿记录	(40)
第二节 外业计算	(42)
第三节 外业成果的检查验收	(43)
第四节 技术总结与上交资料	(44)
附录 1 流动水准点布设图形	(47)
附录 2 水准路线、水准点命名与编号办法	(48)

附录 3	水准路线图的绘制	(50)
附录 4	地震水准点之记	(52)
附录 5	水准交叉点接测图	(54)
附录 6	流动水准点场地布设图	(55)
附录 7	水准标志图	(56)
附录 8	水准标石类型及埋设	(57)
附录 9	水准标石制作说明及材料用量表	(65)
附录 10	各类型水准标石点位外部整饰	(67)
附录 11	地震测量标志委托保管书	(69)
附录 12	我国水准仪系列标准	(72)
附录 13	水准仪的检视	(74)
附录 14	望远镜光学性能的检验	(75)
附录 15	圆水准器安置正确性的检验与校正	(76)
附录 16	符合水准器分划值与符合精度的测定及水准器质量的检验	(77)
附录 17	补偿式自动安平水准仪补偿性能与自动安平精度的测定	(85)
附录 18	十字丝的检查及视距丝上下丝不对称差与视距系数的测定	(92)
附录 19	光学测微器效用的正确性和分划值的测定	(96)
附录 20	调焦透镜运行正确性的检验	(100)
附录 21	视准轴与水准轴相互关系的检验与校正	(103)
附录 22	补偿式自动安平水准仪的视准轴位置正确性的检验	(110)
附录 23	Ni002 补偿式自动安平水准仪摆 I 和摆 II 位置差数 (即 C 角) 的测定	(115)
附录 24	水准标尺上圆形水准器安置正确性的检验与	

校正	(117)
附录25 水准标尺分划面弯曲差(矢距)的测定	(118)
附录26 水准标尺分划线分米分划误差的测定	(119)
附录27 水准标尺分划线每米分划间隔真长的测定	(122)
附录28 一副水准标尺零点差及基、辅分划读数差常 数的测定	(127)
附录29 水准标尺零点差及水准标尺中轴线与标尺底 面垂直性的测定	(129)
附录30 跨越100米内障碍物的观测记录	(132)
附录31 跨河水准测量觇板的制作	(133)
附录32 用垂直度盘测定光学测微器的行差	(136)
附录33 经纬仪垂直度盘指标差的测定	(138)
附录34 用一级线纹米尺测定指标线与标志线的距离	(139)
附录35 用水准仪测定指标线在标尺上的读数	(141)
附录36 跨河水准观测记录与计算	(143)
附录37 地震水准观测手簿	(159)
附录38 地震水准测量外业高差与概略高程表	(162)
附录39 流动水准点观测手簿	(169)
附录40 流动水准点高差和高程表	(174)
附录41 水准点高差改正数计算	(176)
附录42 往返高差不符值及每公里高差中数偶然中误 差计算	(182)
附录43 地震水准高差比较表	(183)
附录44 $2\sqrt{R}$ 限差表(包括各质量等级限值)	(185)
附录45 风级表	(186)

第一章 总 则

第1条 地震水准测量的任务，是在全国各地震监视地区内，沿主要活动构造带，布设统一的区域垂直形变测量网（以下简称为“区域水准网”）和各种图形的流动水准测量点（以下简称为“流动水准点”）。通过定期的重复观测，为地震预报和地球动力学的研究提供准确、可靠的资料。

地震水准测量是最高精度的水准测量方法之一，作业人员要对技术精益求精，加强工作责任心，严格执行规范，确保成果质量，为地震事业作出贡献。

第2条 地震水准点的高程采用正常高系统，以1956年由青岛验潮站求出的黄海平均海面为基准推算。

第3条 地震水准测量的布设方案，按照不同的监视任务，采用面、线、点控制相结合。面——区域水准网；线——单一水准路线；点——流动水准点。

1. 区域水准网是研究地壳垂直运动的高程网，因此水准路线必须跨越主要的活动构造带与地震带，对测区内的城市、大工矿、大水库及交通枢纽周围应重点布设。水准路线一般沿上述区域内的主要道路布设，以保证较好的观测条件，并构成网状。

构成区域水准网的环线周长，在平原和丘陵地区应在100—300公里之间，一般山区应在500公里左右。条体困难的山区及荒漠区依具体情况布设。

2. 单一水准路线是研究形变的一种形式，在区域水准网内选择穿过主要活动断裂带成形成异常地段的路线，作为流动水准路线。

3. 流动水准点是研究断裂现今活动的一种形式，主要弥补区域水准网和定点水准监视断裂活动的不足。因此流动水准点应跨越主要活动断裂带，最好在断裂的两端、拐弯、分叉和几个断裂带的交汇部位，每隔50公里左右布设水准路线一处，且每条主要活动断裂带不少于二处。水准端点选在断裂的两盘，水准路线的长度以水准端点避开断裂破碎带为原则。

流动水准点布设图形见47页附录1。

第4条 为求定正常高的重力异常改正项，原则上应在全国各区域水准网的水准路线上进行重力测量。具体布点要求是：

1. 高程大于4000米，或高程小于4000米，但水准点间的平均高差变化大于150米的地区，每个水准点上均应测定重力。

2. 高程在1500—4000米之地区，或高程虽于1500米但水准点的平均高差变化在50—150米的地区，水准路线上重力点间的平均距离应小于11公里。

3. 高程小于1500米，水准点的平均高差变化小于50米的地区，水准路线上重力点间的平均距离应小于45公里。

4. 水准点上重力测量精度按《大地重力测量细则》加密重力点要求施测。

第5条 地震水准路线上，每隔一定距离应埋设稳固的水准标石，便于长久保存和使用。地震水准点的水准标石，分为基准水准标石、基本水准标石、普通水准标石三种类型。

第6条 地震水准路线附近的地震台（站）、验潮站、水文站、气象台（站）、流动水准点、三角点及重力点等（以下统称为“其他固定点”），应根据需要列入地震水准

测量施测计划予以连测。连测时可布设支线，按地震水准测量精度施测。

第7条 地震水准路线重复观测周期，必须兼顾地震孕育和发展各个阶段的形变特点，采取长、中、短周期相结合的原则进行复测。

1. 区域水准网

(1) 一般监视地区区域水准网的水准路线每5年沿相同路线重复观测一次。

(2) 重点监视地区区域水准网的水准路线每2—3年沿相同路线重复观测一次。

(3) 区域水准网中对穿过主要活动断裂带或形变异常地段的水准路线，视震情需要可适当缩短观测周期进行重复观测。

区域水准网的水准路线重复观测时，同一期的水准测量成果，必须在同一年内施测。同时尽可能做到，同一路线重复观测时，在同一季节内进行。

2. 流动水准点

流动水准点的短水准路线一般每月沿相同路线重复观测一次，重点监视区的流动水准点应适当加密复测周期。对于形变速率缓慢，地震活动不频繁的流动水准点，复测周期可按具体情况确定。

流动水准点复测周期的确定，必须以数据相对连续能反映出变化形态为原则。相邻周期的时间间隔大致相等。

第8条 地震水准测量外业结束后，每条大于50公里的水准路线，须以测段往返测高差不符值计算每公里水准测量高差中数的偶然中误差 M_A ，小于50公里的水准路线，可纳入相邻连续观测的路线一并计算。当构成水准网的水准环线

超过20个时，还须按环闭合差计算每公里水准测量高差中数的全中误差 M_W 。流动水准点的短水准路线，可按全年每一处流动点的测段往返测高差不符值，计算每公里高差中数的偶然中误差 M_Δ 。

M_Δ 与 M_W 的计算公式如下：

$$M_\Delta = \pm \sqrt{\frac{1}{4n} \left[\frac{\Delta\Delta}{R} \right]},$$

$$M_W = \pm \sqrt{\frac{1}{N} \left[\frac{WW}{F} \right]}.$$

式中， Δ ——测段往返测高差不符值，以毫米计；

R ——测段长，以公里计；

n ——测段数（流动水准点的 $n = \text{流动场地测段数} \times \text{观测次数}$ ）；

W ——水准路线经过正常水准面不平行改正和重力异常项改正后，计算的水准环线闭合差；

F ——水准环线周长；

N ——水准环数。

地震水准测量所算得的 M_Δ 及 M_W 不得超过表 1 规定的数值。

表 1

地震水准测量	区域水准路线	流动水准点
M_Δ 的限值	≤ 0.5 mm	≤ 0.5 mm
M_W 的限值	≤ 1.0 mm	

第9条 地震水准测量内业平差计算时，须对水准测量成果质量作出全面评价，并应分析成果中偶然误差和系统误差的影响，提出今后作业中的注意事项和改进意见。

第二章 技术设计、选点与埋石

第10条 技术设计、选点与埋石是地震水准测量的基础工作。此项工作的好坏，直接影响到地震水准测量的观测精度及测量成果的长期使用；对研究地壳垂直形变，寻找地震前、后的形变信息和地震的预测预报都有直接关系。因此，地震测量人员必须认真负责，严格按照本章规定做好这项工作。

第一节 技术设计

第11条 技术设计是根据地震预报和科研任务的要求及区域自然地理特点、区域地质构造、区域的经济和交通情况，设计最适宜的水准网、水准路线和流动水准点的布设方案。因此，技术设计应在充分收集各项有关资料的基础上进行，必要时进行区域勘察。须收集的资料有：

1. 区域的地形图（1：5万或1：10万）、行政区划图、交通路线图等；
2. 区域的地质构造图、历史和现今的地震资料（包括地震的强度、频度、震中分布）等；
3. 区域内有关城镇、较大工矿企业、水库、桥梁等处地质构造、交通运输、物资供应、水文、气象、土壤冻结和地下水位深度等资料；
4. 区域内国家各等水准路线和邻近区域的地震水准网、水准路线和流动水准点的布设情况（包括点之记、路线图、技术总结和所测成果等）；
5. 区域内和邻近区域的重力资料和地震台、水平形变

网、跨断层基线和形变台（站）等的布设情况；

6. 需要连测的“其它固定点”所在位置。

第12条 技术设计时的注意事项：

1. 水准网、水准路线和流动水准点的布设应尽量选择坡度小、施测方便、有利提高观测精度的路线布设。区域水准网的位置由国家地震局统一规划；

2. 布设水准网、水准路线和流动水准点时，要充分利用已有的地质和测绘资料，水平形变网的布设要与构造的活动性质紧密配合；

3. 流动水准点，应布设于深、大活动的断裂或断裂带上；

4. 区域水准网或水准路线的连接处、交叉处、水准路线的起迄点，应布设基本水准标石或基准水准标石。区域网之间和区域网与国家一、二等水准网之间均应接测；

5. 拟设的水准网、水准路线与国家水准路线重合时，若旧点标石符合要求，应尽量利用旧点；当对旧点标石的稳固性发生怀疑或旧标石规格不符合要求时，应重新选埋，但对旧点应视需要进行连测。

对于利用国家已有的水准路线，原则上要按本章规定加埋各类型水准标石，但对点距小于六公里其间又无构造通过的测段和距离小于四十公里的区段，可不加埋标石；

6. 计划连测的“其它固定点”根据第6条的规定进行设计；

7. 基准水准标石、基本水准标石和普通水准标石的埋设位置和间隔为：

(1) 基准水准标石是研究地壳垂直运动的主要依据，是区域控制的基础。基准水准标石应布设在区域网主要交叉处或相对稳定的地块上。每隔100—200公里一座，每一区域

网基准水准标石不少于两座。在大城市有条件时，应考虑增设。国家测绘总局埋设的基岩水准标石与基准水准标石同等，可供利用。

(2) 基本水准标石是形变分析的基础，在地震水准路线上，应每隔20—30公里埋设一座。水准路线通过大城市时，在城市附近相对的方向及活动构造带两侧和流动水准点的端点等，均应埋设基本水准标石。

(3) 普通水准标石是提供趋势性垂直形变的依据。在地震水准路线上，根据居民点疏密情况，一般每隔2—4公里埋设一座，特殊情况最长不得超过6公里。当水准路线跨越障碍或断裂时，其两侧可埋普通水准标石，其间距可小于2公里。

有条件时，流动水准点中间点亦可埋设普通水准标石；

8. 地震水准路线和水准点，均须按48页附录2的规定命名与编号。相邻两水准点间的观测路线称“测段”；相邻两基本水准标石或基本水准标石与基准水准标石之间的观测路线称为“区段”。

第13条 图上设计的主要程序：

1. 在地形图上标出区域内的主要城镇、铁路、公路、较大的河流、水库和工矿企业等；

2. 在地形图上标出区域内及其周围地区的断裂构造；

3. 规划出区域控制范围；标出已布的各等水准路线和水准点的概略位置；

4. 标出计划连测的“其它固定点”的位置；

5. 标出地震台、形变台（站）和6级以上地震震中位置；

6. 标出已施测的重力点位置；

7.按照布设的要求原则，结合地质构造设计出区域水准网、水准路线和流动水准点；

8.水准网、水准路线和流动水准点确定后，在图上概略选定水准点位置。

第14条 图上设计结束后，应绘制水准网、水准路线和流动水准点设计图，并编写技术设计说明书。

1.水准网、水准路线和流动水准点设计图按50页附录3之（4）规定符号绘制。其主要内容包括：拟设的水准网、水准路线、流动水准点及其路线长度；路线上拟设各水准点的位置及标石的类型与点的编号；各种断裂构造和起算水准点与需要连测的已测水准点的位置及编号，以及所属路线的大致方向与命名；需要连测的“其它固定点”位置等；

对水准路线交叉点，应在图的交叉点附近用较大比例尺绘出交叉点示意图，并标出交叉点标石类型与编号及其各路线的方向等。

2.标出地震台的位置。

3.技术设计说明书的主要内容包括：任务的性质与用途；区域内的自然地理特征；地质构造特点；历史和现今地震活动情况（包括强度、频度、震中分布等）；技术设计的依据；所设计水准路线的长度；各类型水准标石和流动水准点的数量；起算水准点和已知水准点的高程；任务工天的估算。此外，还需提出所需仪器、器材装备和各种材料的计划数量及经费等。

第15条 技术设计完成后，应经审定批准方可实施。

第二节 选点

第16条 选点工作应由技术人员（或能够担任这项技术

工作的工人)担任,并有地质人员参加。

第17条 实地选点工作开始前,选点人员、地质人员对技术设计、区域情况和区域内的各项资料进行充分研究,并制定选点工作计划。

第18条 根据制定的选点工作计划,在技术设计的基础上,按下列规定在实地最后选定水准网、水准路线和流动水准点。

- 1.尽量沿公路及其它坡度较小的道路;
- 2.尽量避开土质松软、依山傍水和其它阻碍观测的地段;
- 3.尽量避开有较大震动的地区和车辆、行人较多的街道;
- 4.尽量避免跨越湖泊、沼泽、山谷、较宽河流及其它障碍物;
- 5.水准路线应尽量穿越不同方向的构造带或断裂带,如确有困难时,可用水准支线控制;
- 6.流动水准点要跨断层。

第19条 水准点位置的选定须能保证埋设标石的稳定、安全和长久保存,并易于寻找、便于观测利用。因此,下列地点不应埋设水准标石:

- 1.易于淹没、潮湿或地下水位甚高的地点;
- 2.有土崩、滑坡、沉陷和隆起等地表局部形变较大的地点;
- 3.土堆、坟地、河堤、冲积层的河岸及其它上质松软、地下水位变化较大(如油井、机井附近)的地点;
- 4.明显的断层破碎带上(流动水准点中间点除外);
- 5.距铁路50米、公路20米(特殊情况酌情处理)、大树

（周长一米以上）10米以内，或其它易受剧烈震动的地点；

6. 短期内将因修建而可能毁掉标石或阻碍观测的地点；

7. 地势隐蔽、不便于观测的地点。

第20条 各类型水准标石，应尽量埋设在基岩上。

第21条 基本水准标石应埋设于基岩上。为了便于基准水准标石的埋设，基准点尽可能选择在基岩出露或覆盖较薄的地点。岩石要质密坚硬，必要时应进行地质钻探。

基本水准标石的埋设地点，应特别注意了解地下水位的
高低、地下有无孔洞和流沙、土质是否坚实等情况，以保证
基本水准标石的稳固。

第22条 在选点和埋石工作分别进行时，每选定一水准
点后，应在埋石地点设立一注有点号、标石类型的点位标
记，并按52页附录4的格式填绘水准点之记。在选定水准路
线中，须按50页附录3之规定绘制水准路线图。对于水准路
线交叉点，须按54页附录5的格式填绘交叉点接测图。每选
定一处流动水准点，须按55页附录6之要求绘制流动水准点
场地布设图。

第23条 选点时须了解区域的自然地理、交通运输、物
资供应、沙石来源、民工雇佣等情况。

第24条 选点工作结束后，应上交下列资料：

1. 水准点之记、水准路线图、交叉点接测图和流动水准
点场地布设图；

2. 必要的地质勘探资料；

3. 收集的其他有关资料；

4. 选点工作的技术总结（扼要说明区域的自然地理特点
和地质构造情况，选点工作的实施情况以及对埋石和观测工
作的建议等）。