

中华人民共和国行业标准

# 建筑变形测量规程

Specifications for Building Deformation Measurements

JGJ/T 8-97

主编单位：建设部综合勘察研究设计院

批准部门：中华人民共和国建设部

施行日期：1998年6月1日

## 关于发布行业标准《建筑变形测量规程》的通知

建标 [1997] 308 号

根据原城乡建设环境保护部城科（84）153号文的要求，由建设部综合勘察研究设计院主编的《建筑变形测量规程》，业经审查，现批准为推荐性行业标准，编号 JGJ/T 8-97，自 1998 年 6 月 1 日起施行。

本规程由建设部勘察与岩土工程标准技术归口单位建设部综合勘察研究设计院负责归口管理，具体解释等工作由主编单位负责，由建设部标准定额研究所组织出版。

中华人民共和国建设部

1997年11月14日

## 1 总 则

- 1.0.1 为了在建筑变形测量中，做到技术先进、经济合理、安全适用、确保质量，制定本规程。
- 1.0.2 本规程适用于工业与民用建筑物（包括构筑物）的地基基础、上部结构及其场地的各种沉降（包括上升）测量和位移测量。
- 1.0.3 确定测量精度所依据的变形允许值和变形测量所用仪器的检验项目、方法及维护要求，除应符合本规程的要求外，尚应符合国家现行有关标准和规范的规定。

## 2 一般规定

- 2.0.1 建筑变形测量应能确切反映建筑物、构筑物及其场地的实际变形程度或变形趋势，并以此作为确定作业方法和检验成果质量的基本要求。
- 2.0.2 测量工作开始前，应根据变形类型、测量目的、任务要求以及测区条件进行施测方案设计。重大工程或具有重要科研价值的项目，尚应进行监测网的优化设计。施测方案应经实地勘选、多方案精度估算和技术经济分析比较后择优选取。
- 2.0.3 变形测量的实施，应符合下列程序与要求：
- 1 应按测定沉降或位移的要求，分别选定测量点，埋设相应的标石标志，建立高程网或平面网，亦可建立三维网。高程测量宜采用测区原有高程系统，平面测量可采用独立坐标系统。
  - 2 应按确定的观测周期与总次数，对监测网进行观测。新建的大型和重要建筑，应从其施工开始进行系统的观测，直至变形达到规定的稳定程度为止。
  - 3 对各周期的观测成果应及时处理，并应选取与实际变形情况接近或一致的参考系进行平差计算和精度评定。对重要的监测成果，应进行变形分析，并对变形趋势作出预报。
- 2.0.4 变形测量点可分为控制点和观测点（变形点）。控制点包括基准点、工作基点以及联系点、检核点、定向点等工作点。各种测量点的选设及使用，应符合下列要求：
- 1 基准点应选设在变形影响范围以外便于长期保存的稳定位置。使用时，应作稳定性检查或检验，并应以稳定或相对稳定的点作为测定变形的参考点。
  - 2 工作基点应选设在靠近观测目标且便于联测观测点的稳定或相对稳定位置。测定总体变形的工作基点，当按两个层次布网观测时，使用前应利用基准点或检核点对其进行稳定性检测。测定区段变形的工作基点可直接用作起算点。
  - 3 当基准点与工作基点之间需要进行连接时应布设联系点，选设其点位时应顾及连接的构形，位置所在处应相对稳定。
  - 4 对需要单独进行稳定性检查的工作基点或基准点应布设检核点，其点位应根据使用的检核方法成组地选设在稳定位置处。
  - 5 对需要定向的工作基点或基准点应布设定向点，并应选择稳定且符合照准要求的点位作为定向点。
  - 6 观测点应选设在变形体上能反映变形特征的位置，可从工作基点或邻近的基准点和其他工作点对其进行观测。

注：1 总体变形系指观测目标均为动点的变形，包括地基与基础的绝对变形与相对变形；2 区段变形系指观测目标具有相对定点的变形，包括独立的局部地基变形、建筑物整体变形和结构段变形等。

2.0.5 建筑变形测量的等级划分及其精度要求应符合表 2.0.5 的规定。

建筑变形测量的等级及其精度要求

表 2.0.5

变形测量等级	沉降观测	位移观测	适用范围
	观测点测站高差中误差 (mm)	观测点坐标中误差 (mm)	
特级	$\leq 0.05$	$\leq 0.3$	特高精度要求的特种精密工程和重要科研项目变形观测
一级	$\leq 0.15$	$\leq 1.0$	高精度要求的大型建筑物和科研项目变形观测
二级	$\leq 0.50$	$\leq 3.0$	中等精度要求的建筑物和科研项目变形观测，重要建筑物主体倾斜观测、场地滑坡观测
三级	$\leq 1.50$	$\leq 10.0$	低精度要求的建筑物变形观测，一般建筑物主体倾斜观测、场地滑坡观测

注：1 观测点测站高差中误差，系指几何水准测量测站高差中误差或静力水准测量相邻观测点相对高差中误差；

2 观测点坐标中误差，系指观测点相对测站点（如工作基点等）的坐标中误差、坐标差中误差以及等价的观测点相对基准线的偏差值中误差、建筑物（或构件）相对底部定点的水平位移分量中误差。

2.0.6 对一个实际工程，变形测量的精度等级应先根据各类建（构）筑物的变形允许值按本规程第 3、4 章的规定进行估算，然后按以下原则确定：

- 1 当仅给定单一变形允许值时，应按所估算的观测点精度选择相应的精度等级；
- 2 当给定多个同类型变形允许值时，应分别估算观测点精度，并应根据其中最高精度选择相应的精度等级；
- 3 当估算出的观测点精度低于本规程表 2.0.5 中三级精度的要求时，宜采用三级精度；
- 4 对于未规定或难以规定变形允许值的观测项目，可根据设计、施工的原则要求，参考同类或类似项目的经验，对照表 2.0.5 的规定，选取适宜的精度等级。

2.0.7 变形测量的观测周期应符合下列要求：

- 1 对于单一层次布网，观测点与控制点应按变形观测周期进行观测；对于两个层次布网，观测点及联测的控制点应按变形观测周期进行观测，控制网部分可按复测周期进行观测。
- 2 变形观测周期应以能系统反映所测变形的变化过程且不遗漏其变化时刻为原则，根据单位时间内变形量的大小及外界因素影响确定。当观测中发现变形异常时，应及时增加观测次数。
- 3 控制网复测周期应根据测量目的和点位的稳定情况确定，一般宜每半年复测一次。在建筑施工过程中应适当缩短观测时间间隔，点位稳定后可适当延长观测时间间隔。当复测成果或检测成果出现异常，或测区受到如地震、洪水、爆破等外界因素影响时，应及时进行复测。

4 变形测量的首次（即零周期）观测应适当增加观测量，以提高初始值的可靠性。

5 不同周期观测时，宜采用相同的观测网形和观测方法，并使用相同类型的测量仪器。对于特级和一级变形观测，还宜固定观测人员、选择最佳观测时段、在基本相同的环境和条件下观测。

2.0.8 建筑变形测量，除使用本规程规定的各种方法外，亦可采用能满足本规程规定精度要求的其他方法。

### 3 高程控制

#### 3.1 网点布设

##### 3.1.1 高程控制网的布设应符合下列要求：

- 1 对于建筑物较少的测区，宜将控制点连同观测点按单一层次布设；对于建筑物较多且分散的大测区，宜按两个层次布网，即由控制点组成控制网、观测点与所联测的控制点组成扩展网。
- 2 控制网应布设为闭合环、结点网或附合高程路线。扩展网亦应布设为闭合或附合高程路线。
- 3 每一测区的水准基点不应少于 3 个；对于小测区，当确认点位稳定可靠时可少于 3 个，但连同工作基点不得少于 3 个。水准基点的标石，应埋设在基岩层或原状土层中。在建筑区内，点位与邻近建筑物的距离应大于建筑物基础最大宽度的 2 倍，其标石埋深应大于邻近建筑物基础的深度。在建筑物内部的点位，其标石埋深应大于地基土压缩层的深度。
- 4 工作基点与联系点布设的位置应视构网需要确定。作为工作基点的水准点位置与邻近建筑物的距离不得小于建筑物基础深度的 1.5~2.0 倍。工作基点与联系点也可在稳定的永久性建筑物墙体或基础上设置。
- 5 各类水准点应避开交通干道、地下管线、仓库堆栈、水源地、河岸、松软填土、滑坡地段、机器振动区以及其他能使标石、标志易遭腐蚀和破坏的地点。

##### 3.1.2 高程控制点标石的选型及埋设应符合下列要求：

- 1 水准基点的标石，可根据点位所在处的不同地质条件选埋岩层水准基点标石、深埋双金属管水准基点标石、深埋钢管水准基点标石或混凝土基本水准标石。
- 2 工作基点的标石，可按点位的不同要求选埋浅埋钢管水准标石、混凝土普通水准标石或墙脚、墙上水准标志等。
- 3 高程控制点标石的型式，可按本规程附录 A 执行。特殊土地区与有特殊要求的标石规格及埋设，应另行设计。标石、标志埋设后，应达到稳定后方可开始观测。稳定期应根据观测要求与地质条件确定，不宜少于 15d。

##### 3.1.3 对于应用液体静力水准测量方法测定的水准点与观测点，其点位的设置尚应符合下列要求：

- 1 水准点和观测点应设在同一高程面上，各点间高差最大不应超过  $\pm 1\text{cm}$ 。当部分点位受现场条件限制不能满足这一要求时，应设置上下高程不同但上下位置垂直对应的常差点，以传递高程。
- 2 观测标志的型式及其埋设，应根据采用的液体静力水准仪的型号、结构、读数方式以及现场条件确定。标志的规格尺寸设计，应符合置放式、悬挂式或固定式仪器安置的要求。

#### 3.2 主要技术要求

##### 3.2.1 最终沉降量的观测中误差应按下列规定确定：

- 1 绝对沉降（如沉降量、平均沉降量等）的观测中误差，对于特高精度要求的工程可按地基条件，结合经验与分析具体确定；对于其他精度要求的工程，可按低、中、高压缩性地基土的类别，分别选  $\pm 0.5\text{mm}$ 、 $\pm 1.0\text{mm}$ 、 $\pm 2.5\text{mm}$ 。
- 2 相对沉降（如沉降差、基础倾斜、局部倾斜等）、局部地基沉降（如基坑回弹、地基土分层沉降等）以及膨胀土地基变形等的观测中误差，均不应超过其变形允许值的  $1/20$ 。
- 3 建筑物整体性变形（如工程设施的整体垂直挠曲等）的观测中误差，不应超过允许垂直偏差的  $1/10$ 。

4 结构段变形（如平置构件挠度等）的观测中误差，不应超过变形允许值的 1/6。

5 对于科研项目变形量的观测中误差，可视所需提高观测精度的程度，将上列各项观测中误差乘以 1/5~1/2 系数后采用。

3.2.2 高程测量的精度等级，应以本规程第 3.2.1 条确定的最终沉降量观测中误差按 (3.2.2-1) 或 (3.2.2-2) 式估算单位权中误差  $\mu$ 、求出观测点测站高差中误差后，根据本规程第 2.0.6 条的规定选择：

$$\mu = m_s / \sqrt{2Q_H} \quad (3.2.2-1)$$

$$\mu = m_{\Delta s} / \sqrt{2Q_H} \quad (3.2.2-2)$$

式中  $m_s$  —— 沉降量  $s$  的观测中误差 (mm)；  
 $m_{\Delta s}$  —— 沉降差  $\Delta_s$  的观测中误差 (mm)；  
 $Q_H$  —— 网中最弱观测点高程  $H$  的权倒数；  
 $Q_h$  —— 网中待求观测点间高差  $h$  的权倒数。

3.2.3 高程控制测量宜采用几何水准测量方法。当不便使用几何水准测量或需要进行自动观测时，可采用液体静力水准测量方法。当测量点间的高差较大且精度要求低时，亦可采用短视线三角高程测量方法。

### 3.3 几何水准测量

3.3.1 各等级几何水准观测的技术要求，应符合下列要求：

1 对特级、一级沉降观测，应使用 DSZ05 或 DS05 型水准仪、因瓦合金标尺，按光学测微法观测；对二级沉降观测，应使用 DS1 或 DS05 型水准仪、因瓦合金标尺，按光学测微法观测；对三级沉降观测，可使用 DS3 型仪器、区格式木质标尺，按中丝读数法观测，亦可使用 DS1、DS05 型仪器、因瓦合金标尺，按光学测微法观测。光学测微法和中丝读数法的每测站观测顺序和方法，应按现行国家水准测量规范的有关规定执行。

2 各等级观测中，每周期的观测线路数  $r$ ，可根据所选等级精度和使用的仪器类型，按下式估算并作调整后确定：

$$r = (m_d / m_0)^2 \quad (3.3.1)$$

式中  $m_0$ ——所选等级的测站高差中误差(mm)；

$m_d$ ——不同类型水准仪器的单程观测每测站高差中误差估值(mm)，可按下列经验公式计算：

$$\text{DS05 型} \quad m_d = 0.025 + 0.0029z$$

$$\text{DS1 型} \quad m_d = 3.92 \times 10^{-3}z$$

$$\text{DS3 型} \quad m_d = \sqrt{0.40 + 0.34 \times 10^{-4}z^2}$$

其中  $z$ ——采用的最长视线长度(m)。

按(3.3.1)式估算的结果应作如下调整：

- 1) 当  $r \leq 1$  时，至少应采用单程观测；
- 2) 当  $1 < r \leq 2$  时，应采用往返观测或单程双测站观测；
- 3) 当  $2 < r < 4$  时，应采用两次往返观测或正反向各接单程双测站观测；

4) 当  $r \leq 1$  时，各等级沉降观测的首次观测、控制网复测以及各周期观测中的工作基点稳定性检测，对特级、一级应进行往返测，对二级、三级应进行单程双测站观测。从第二次观测开始，对特级宜按往返或单程观测站观测；对一、二、三级可接单程观测。但任一等级的支线必须作往返或单程双测站观测。

3 各等级水准观测的视线长度、前后视距差、视线高度，应符合表 3.3.1-1 的规定。

水准观测的视线长度、前后视距差和视线高度(m) 表 3.3.1-1

等级	视线长度	前后视距差	前后视距累积差	视线高度
特级	$\leq 10$	$\leq 0.3$	$\leq 0.5$	$\geq 0.5$
一级	$\leq 30$	$\leq 0.7$	$\leq 1.0$	$\geq 0.3$
二级	$\leq 50$	$\leq 2.0$	$\leq 3.0$	$\geq 0.2$
三级	$\leq 75$	$\leq 5.0$	$\leq 8.0$	三丝能读数

4 各等级水准观测的限差应符合表 3.3.1-2 的规定。

3.2.2 使用的水准仪、水准标尺，项目开始前应进行检验，项目进行中也应定期检验。检验后应符合下列要求：

水准观测的限差(mm)

表 3.3.1-2

等级	基辅分划 (黑红面) 读数之差	基辅分划 (黑红面)所 测高差之差	往返较差及 附和或环线 闭合差	单程双测站 所测高差 较差	检测已测 测段高差 之差
特 级	0.15	0.2	$\leq 0.1 \sqrt{n}$	$\leq 0.07 \sqrt{n}$	$\leq 0.15 \sqrt{n}$
一 级	0.3	0.5	$\leq 0.3 \sqrt{n}$	$\leq 0.2 \sqrt{n}$	$\leq 0.45 \sqrt{n}$
二 级	0.5	0.7	$\leq 1.0 \sqrt{n}$	$\leq 0.7 \sqrt{n}$	$\leq 1.5 \sqrt{n}$
三 级	光学 测微法	1.0	$\leq 3.0 \sqrt{n}$	$\leq 2.0 \sqrt{n}$	$\leq 4.5 \sqrt{n}$
	中丝 读数法	2.0			

注:表中  $n$  为测站数。

1  $i$  角对用于特级水准观测的仪器不得大于  $10''$ ，对用于一、二级水准观测的仪器不得大于  $15''$ ，对用于三级水准观测的仪器不得大于  $20''$ 。补偿式自动安平水准仪的补偿误差  $\Delta a$  绝对值不得大于  $0.2''$ 。

2 水准标尺分划线的分米分划线误差和米分划间隔真长与名义长度之差，对线条式因瓦合金标尺不应大于  $0.1\text{mm}$ ，对区格式木质标尺不应大于  $0.5\text{mm}$ 。

3.3.3 各周期水准观测作业，除应符合本规程第 2.0.7 条的规定外，还应符合下列要求：

1 应在标尺分划线呈像清晰和稳定的条件下进行观测。不得在日出后或日出前约半小时、太阳中天前后、风力大于四级、气温突变时以及标尺分划线的呈像跳动而难以照准时进行观测。晴天观测时，应用测伞为仪器遮蔽阳光。

2 作业中应经常对水准仪及水准标尺的水准器和  $i$  角进行检查。当发现观测成果出现异常情况并认为与仪器有关时，应及时进行检验与校正。

3 每测段往测与返测的测站数均应为偶数，否则应加入标尺零点差改正。由往测转向返测时，两标尺应互换位置，并应重新整置仪器。在同一测站上观测时，不得两次调焦。转动仪器的倾斜螺旋和测微鼓时，其最后旋转方向，均应为旋进。

4 对各周期观测过程中发现的点位变动迹象、地质地貌异常、附近建筑物基础和墙体裂缝等情况，应做好记录，并画出草图。

3.3.4 观测成果的重测与取舍，应符合下列要求：

1 凡超出本规程表 3.3.1-2 规定限差的成果，均应进行重测。

2 测站观测限差超限，应立即重测；当迁站后发现超限时，应从水准点开始重测。

3 测段往返测高差不符值超限，应先就可靠程度较小的往测或返测进行整测段重测。若重测高差与同方向原测高差的较差未超限，且其中数与另一单程原测高差的不符值亦未超限时，则取此中数作为该单程的高差结果；若同向超限，而与另一单程高差未超限，则取用重测结果；若重测高差或同方向两高差中数与另一单程高差的较差超出限差时，则须重测另一单程。当出现同向不超限而异向超限的分群现象时，应进行具体分析，并选择有利观测时间或缩短视距再进行重测，直至符合限差要求为止。



4 单程双测站所测高差较差超限时，可只重测一个单线，并与原测结果中符合限差的一个单线取中数采用；若重测结果与原测结果均符合限差时，则取三次结果的中数；当重测结果与原测两个单线结果均超限时，则须再重测一个单线。

5 附和路线或环线闭合差超限时，应先就路线上可靠程度较小的某些测段进行重测，当重测后仍不符合限差时，则应重测该路线上的其余有关测段。

6 在已测路线上，检测已测测段高差之差超限时，应按规定的观测方法继续往前检测，以确定稳固可靠的已测点作为联测点。

### 3.4 液体静力水准测量

3.4.1 各等级静力水准观测技术要求，应符合表 3.4.1 的规定：

等 级	特级	一级	二级	三级
仪器类型	封闭式	封闭式 敞口式	敞口式	敞口式
读数方式	接触式	接触式	目视式	目视式
二次观测高差较差(mm)	±0.1	±0.3	±1.0	±3.0
环线及附和路线闭合差(mm)	±0.1 $\sqrt{n}$	±0.3 $\sqrt{n}$	±1.0 $\sqrt{n}$	±3.0 $\sqrt{n}$

注： $n$  为高差个数。

3.4.2 测量作业应符合下列要求：

- 1 观测前向连通管内充水时，不得将空气带入，可采用自然压力排气充水法或人工排气充水法进行充水。
- 2 连通管应平放在地面上，当通过障碍物时，应防止连通管在垂直方向出现  $\Omega$  形而形成滞气“死角”。连通管任何一段的高度都应低于蓄水罐底部，但最低不宜低于 20cm。
- 3 观测时间应选在气温最稳定的时段，观测读数应在液体完全呈静态下进行。
- 4 测站上安置仪器的接触面应清洁、无灰尘杂物。仪器对中误差不应大于 2mm，倾斜度不应大于 10'。使用固定式仪器时，应有校验安装面的装置，校验误差不应大于 ±0.05mm。
- 5 宜采用两台仪器对向观测。条件不具备时，亦可采用一台仪器往返观测。每次观测，可取 2~3 个读数的中数作为一次观测值。读数较差限值，视读数设备精度而定，一般为 0.02~0.04mm。

## 4 平面控制

### 4.1 网点布设

4.1.1 平面控制网点的布设应符合下列要求：

1 对于建筑物地基基础及场地的位移观测，宜按两个层次布设，即由控制点组成控制网、由观测点及所联测的控制点组成扩展网；对于单个建筑物上部或构件的位移观测，可将控制点连同观测点按单一层次布设。

2 控制网可采用测角网、测边网、边角网或导线网；扩展网和单一层次布网可采用角交会、边交会、边角交会、基准线或附合导线等形式。各种布网均应考虑网形强度，长短边不宜悬殊过大。

3 基准点（包括控制网的基线端点、单独设置的基准点）、工作基点（包括控制网中的工作基点、基准线端点、导线端点、交会法的测站点等）以及联系点、检核点和定向点，应根据不同布网方式与构形，按本规程第 2.0.4 条的规定进行选设。每一测区的基准点不应少于 2 个，每一测区的工作基点亦不应少于 2 个。

4.1.2 平面控制点标志的型式及埋设应符合下列要求：

1 对特级、一级、二级及有需要的三级位移观测的控制点，应建造观测墩或埋设专门观测标石，并应根据使用仪器和照准标志的类型，顾及观测精度要求，配备强制对中装置。强制对中装置的对中误差最大不应超过 $\pm 0.1\text{mm}$ 。

2 照准标志应具有明显的几何中心或轴线，并应符合图像反差大、图案对称、相位差小和本身不变形等要求。根据点位不同情况可选用重力平衡球式标、旋入式杆状标、直插式觇牌、屋顶标和墙上标等型式的标志。观测墩及重力平衡球式照准标志的型式，可按本规程附录 B 执行。

3 对用作基准点的深埋式标志、兼作高程控制的标石和标志以及特殊土地区或有特殊要求的标石、标志及其埋设应另行设计。

### 4.2 主要技术要求

4.2.1 最终位移量的观测中误差应按下列规定确定：

1 绝对位移（如建筑物基础水平位移、滑坡位移等）通常难以给定位移允许值，可按本规程第 2.0.6 条有关规定直接由表 2.0.5 选取精度等级。

2 相对位移（如基础的位移差、转动挠曲等）、局部地基位移（如受基础施工影响的位移、挡土设施位移等）的观测中误差，均不应超过其变形允许值分量的  $1/20$ （分量值按变形允许值的  $1/2$  倍采用，下同）。

3 建筑物整体性变形（如建筑物的顶部水平位移、全高垂直度偏差、工程设施水平轴线偏差等）的观测中误差，不应超过其变形允许值分量的  $1/10$ 。

4 结构段变形（如高层建筑层间相对位移、竖直构件的挠度、垂直偏差等）的观测中误差，不应超过其变形允许值分量的  $1/6$ 。

5 对于科研项目的变形量观测中误差，可视所需提高观测精度的程度，将上列各项观测中误差乘以  $1/5\sim 1/2$  系数后采用。

4.2.2 平面控制测量的精度等级，应以本规程第 4.2.1 条确定的最终位移量观测中误差按(4.2.2-1)或(4.2.2-2)式估算单位权中误差  $\mu$ 、求出观测点坐标中误差后，根据本规程第 2.0.6 条的规定选择：

$$\mu = m_s / \sqrt{2Q_x} \quad (4.2.2-1)$$

$$\mu = m_{\Delta_s} / \sqrt{2Q_{\Delta x}} \quad (4.2.2-2)$$

式中  $m_s$  ——位移分量  $s$  的观测中误差(mm);

$m_{\Delta_s}$  ——位移分量差  $\Delta_s$  的观测中误差(mm);

$Q_x$  ——网中最弱观测点坐标的权倒数;

$Q_{\Delta x}$  ——网中待求观测点间坐标差的权倒数。

4.2.3 平面控制网的精度，应符合下列要求：

1 测角网、测边网或边角网的最弱边边长中误差，不应大于所选等级的观测点坐标中误差。

2 工作基点相对于邻近基准点的点位中误差，不应大于相应等级的观测点点位中误差（点位中误差约定为坐标中误差的2倍，下同）。

3 导线网和单一导线的最弱点点位中误差，不应大于所选等级的观测点点位中误差。

4 基准线法的偏差值测定中误差，不应大于所选等级的观测点坐标中误差。

5 为测定区段变形独立布设的测站点、基准线端点等，可不考虑其点位误差。

4.2.4 平面控制网的技术要求除特级控制网和其他大型、复杂控制网应经专门设计确定外，对一般工程的一、二、三级控制网，可按下列规定执行：

1 测角控制网的技术要求可按表 4.2.4-1 的规定采用。

测角控制网技术要求

表 4.2.4-1

等 级	最弱边边长中误差 (mm)	平均边长 (m)	测角中误差 ( $''$ )	最弱边边长 相对中误差
一 级	±1.0	200	±1.0	1 : 200000
二 级	±3.0	300	±1.5	1 : 100000
三 级	±10.0	500	±2.5	1 : 50000

注:1 最弱边边长相对中误差中未计及基线边长误差影响;

2 有下列情况之一时,不直接本规定采用;

1) 最弱边边长中误差不同于表列规定时;

2) 实际平均边长与表列数值相差较大时。

2 测边控制网技术要求可按表 4.2.4-2 的规定采用。

3 导线测量技术要求可按表 4.2.4-3 的规定采用。

### 4.3 水平角测量

4.3.1 各等级水平角观测的技术要求应符合下列要求：

1 对特级、一级位移观测，应使用 DJ1 型经纬仪；对二级、三级位移观测，可使用 DJ1 型或 DJ2 型经纬仪。当精度要求较低时也可使用 DJ6 型经纬仪。

2 水平角观测宜采用方向观测法，当方向数不多于 3 个时，可不归零；特级、一级网点亦可采用全组合测角法。导线测量中，当导线点上只有两个方向时，应按左、右角观测；当导线点上多于两个方向时，应按方向法观测。方向观测法与全组合测角法的操作程序，应按国家现行三角测量和精密导线测量规范的规定执行。

3 水平角观测的测回数，应按要求的测角精度、使用的仪器类型及观测条件确定。亦可按下列经验公式估算：

$$\text{对测角网与导线} \quad n = 5.3 (m_a / m_p)^2 \quad (4.3.1-1)$$

$$\text{对独立测站} \quad n = (m_a / m_y)^2 \quad (4.3.1-2)$$

式中  $n$ ——测回数，对全组合测角法取方向权  $nm$  之  $1/2$  为测回数（此处  $m$  为测站上的方向数）；

$m_a$ ——测站上一测回角度中误差（"）；

$m_p$ ——按闭合差计算的测角中误差（"）；

$m_y$ ——测站平差后的角度中误差（"）。

$m_a$  可根据仪器类型、对中和照准设备条件以及操作的严格与熟练程度，在下列数值范围内选取：

DJ1 型仪器 1.2" ~ 1.4"

DJ2 型仪器 1.8" ~ 2.2"

DJ6 型仪器 4.8"

在将 (4.3.1-1)、(4.3.1-2) 式估算结果凑整取值时，对方向观测法与全组合测角法应顾及光学经纬仪观测度盘位置编制要求；对导线观测应取偶数，当估算后  $n < 2$  时，应按 2 测回观测。

4 方向观测法的限差应符合表 4.3.1-1 的规定。

方向观测法限差(")

表 4.3.1-1

仪器类别	两次照准目标读数差	半测回归零差	一测回内 2C 互差	同一方向值各测回互差
DJ1	4	5	8	5
DJ2	6	8	13	8
DJ6	—	18	—	20

注:当照准方向的垂直角超过 $\pm 3^\circ$ 时,该方向的 2C 互差可按同一观测时间段内相邻测回进行比较,其差值仍按表中规定。

5 采用 DJ1 型仪器按全组合测角法观测的限差应符合表 4.3.1-1 的规定。

DJ1 型仪器全组合测角法限差(")

表 4.3.1-2

两次照准目标读数差	一测回中上下半测回角值之差	同一角度各测回间角度互差	直接角与间接角、间接角与间接角的互差
4	6	4	3~4 个方向 2.5
			5~6 个方向 3.0
			7 及 7 个以上方向 4.0

注:当照准点的垂直角超过 $\pm 10^\circ$ ,致使加入垂直角倾斜改正后上、下半测回角值之差大于 $6''$ 时,此项限差可按 $8''\sim 10''$ 执行。

6 测角网的三角形最大闭合差,不应大于 $2\sqrt{3}m_\beta$ ;导线测量每测站左、右角闭合差,不应大于 $2m_\beta$ ;导线的方位角闭合差,不应大于 $2\sqrt{n}m_\beta$ ( $n$ 为测站数)。

4.3.2 各等级水平角观测作业,除应符合本规程第 2.0.7 条的规定外,还应符合下列要求:

1 使用的经纬仪,项目开始前应进行检验,项目进行中也应定期检验。

2 观测应在通视良好、呈像清晰稳定时进行。晴天的日出、日落和中午前后不宜观测。作业中仪器不得受阳光直接照射,气泡居中如超过一格,应在测回间重新整置仪器。当视线过于靠近吸热放热强烈的地形地物时,应选择阴天或有风但不影响仪器的稳定的时间进行观测。当需削减时间性水平折光影响时,应按不同时间段观测。

3 控制网观测宜采用双照准法,在半测回中每个方向连续照准两次,并各读数一次。每站观测中,应避免二次调焦,当观测方向的边长悬殊较大、有关方向应调焦时,宜采用正倒镜同时观测法,此时可不考虑两倍视准误差 2C 变动范围。对于大倾斜方向的观测,应严格控制水平气泡偏移,当垂直角超过 $3^\circ$ 时,应进行仪器竖轴倾斜改正。

4 观测成果超出限差时,应按下列规定进行重测:

1) 当 2C 互差或各测回互差超限时,应重测超限方向,并联测零方向;

- 2) 当归零差或零方向的 2C 互差超限时, 应重测该测回;
- 3) 在方向观测法一测回中, 当重测方向数超过所测方向总数的 1/3 时, 应重测该测回;
- 4) 在一个测站上, 采用方向观测法, 当基本测回重测的方向测回数超过全部方向测回总数的 1/3 时, 应重测该测站的全部方向; 采用全组合测角法, 当重测的测回数超过全部基本测回数的 1/3 时, 应重测该测站;
- 5) 基本测回成果和重测成果均应记入手簿。重测与基本测回结果不取中数, 每一测回只取用一个符号限差的结果;
- 6) 全组合测角法, 当直接角与间接角互差超限时, 在满足本款 4) 项要求, 即不超过全部基本测回数 1/3 的前提下, 可重测单角;
- 7) 当三角形闭合差超限而重测时, 应进行认真分析, 选择有关测站重测。

#### 4.4 距离测量

4.4.1 电磁波测距仪测量距离的技术要求, 除特级和其他有特殊要求的边长须专门设计确定外, 对一、二、三级位移观测的边长测量, 可按表 4.4.1 的规定执行。并应符合下列要求:

电磁波测距的技术要求

表 4.4.1

等级	仪器精度档次 (mm)	每边最少测回数		一测回读数间较差限值 (mm)	单程测回间较差限值 (mm)	气象数据测定的最小读数		往返或时段间较差限值
		往	返			温度 (°C)	气压 (mmHg)	
一级	≤1	4	4	1	1.4	0.1	0.1	$\sqrt{2} (a+b \cdot D \cdot 10^{-6})$
二级	≤3	4	4	3	4.0	0.2	0.5	
三级	≤5	2	2	5	7.0	0.2	0.5	
	≤10	4	4	10	14.0	0.2	0.5	

注:1 仪器精度档次,系根据仪器标称精度 $(a+b \cdot D \cdot 10^{-6})$ ,以各等级平均边长  $D$  代入计算的测距中误差划分;

2 一测回是指照准目标一次、读数 4 次的过程;

3 时段是指测边的时间段,如上、下午和不同的白天。

- 1 根据具体情况, 测距边除按往返观测外, 亦可采用不同时段观测代替往返观测。
- 2 往返测或时间段较差, 应将斜距化算到同一水平面上方可进行比较。
- 3 测距时使用的温度计和气压计, 应同测距仪检定时使用的一致。
- 4 气象数据应在每边观测始末的两端进行测定, 取用两端的平均值。所测气象元素的互差, 温度不应超过 1°C, 气压不应超过 3mmHg。
- 5 测距边两端点的高差, 对一、二级边可采用三级水准测量测定, 对三级边可采用三角高程法测定。

6 测距边归算到水平距离时，应在观测的斜距中加入气象、加常数、乘常数（必要时顾及周期误差）改正后，化算至测距仪与反光镜的平均高程面上。

#### 4.4.2 电磁波测距作业应符合下列要求：

- 1 使用的测距仪，项目开始前应进行检验，项目进行中应定期检验。
- 2 测距应在成像清晰、气象条件稳定时进行。阴天、有微风时可全天观测。晴天最佳观测时间为日出后 1h 左右和日落前 1h 左右。雷雨前后、大雾、大风、雨、雪天和大气透明度很差时，不应进行观测。晴天作业时应对测距仪和反光镜打伞遮阳，严禁将仪器照准头对准太阳，不宜顺、逆光观测。
- 3 测线离地面或障碍物宜在 1.3m 以上，测站不应设在电磁场影响范围之内。在测站上，因基座倾斜引起的偏差应加入置平改正。
- 4 当一测回中读数较差超限时，应重测整测回。当测回间较差超限时，可重测 2 个测回，然后去掉一大一小取平均。如重测后测回差仍超限，应重测该测距边的所有测回。当往返测或不同时段较差超限时，应分析原因，重测单方向的距离。如重测后仍超限，应重测往、返两方向或不同时段距离。

#### 4.4.3 丈量距离的技术要求，除特级和其他有特殊要求的边长须专门设计确定外，对一、二、三级位移观测的边丈量，可按表 4.4.3 的规定执行。并应符合下列要求：

- 1 因瓦尺、钢尺在使用前应进行检定。丈量二级边长的钢尺，检定精度不应低于尺长的 1:200000；丈量三级边长的钢尺，检定精度不应低于尺长的 1:100000。
- 2 各等级边长测量应采用往返悬空丈量方法。使用的垂锤、弹簧秤和温度计，均应进行检定。丈量时，引张拉力重量应与检定时相同。
- 3 自然条件对丈量精度有较大影响（如下雨、尺的横向有二级以上风，作业时温度超过检定膨胀系数温度范围等）时不应进行丈量。
- 4 网的起算边或基线宜选成尺长的整倍数。用零尺段时，应改变拉力或进行拉力改正。
- 5 安置轴杆架或引张架时应使用经纬仪定线。尺段高差可采用水准仪中丝法往返测或单程双测站观测。所测温度应接近尺温。
- 6 丈量结果应加入尺长、温度、倾斜改正，因瓦尺还应加入悬链线不对称、分划尺倾斜等改正。

## 5 降观测

### 5.1 建筑物沉降观测

5.1.1 建筑物沉降观测应测定建筑物地基的沉降量、沉降差及沉降速度并计算基础倾斜、局部倾斜、相对弯曲及构件倾斜。

5.1.2 沉降观测点的布置，应以能全面反映建筑物地基变形特征并结合地质情况及建筑结构特点确定。点位宜选设在下列位置：

- 1 建筑物的四角、大转角处及沿外墙每 10~15m 处或每隔 2~3 根柱基上。
- 2 高低层建筑物、新旧建筑物、纵横墙等交接处的两侧。
- 3 建筑物裂缝和沉降缝两侧、基础埋深相差悬殊外、人工地基与天然地基接壤处、不同结构的分界处及填挖方分界处。
- 4 宽度大于等于 15m 或小于 15m 而地质复杂以及膨胀土地区的建筑物，在承重内隔墙中部设内墙点，在室内地面中心及四周设地面点。
- 5 邻近堆置重物处、受振动有显著影响的部位及基础下的暗浜（沟）处。
- 6 框架结构建筑物的每个或部分柱基上或沿纵横轴线设点。
- 7 片筏基础、箱形基础底板或接近基础的结构部分之四角处及其中部位置。
- 8 重型设备基础和动力设备基础的四角、基础型式或埋深改变处以及地质条件变化处两侧。
- 9 电视塔、烟囱、水塔、油罐、炼油塔、高炉等高耸建筑物，沿周边在与基础轴线相交的对称位置上布点，点数不少于 4 个。

5.1.3 沉降观测的标志，可根据不同的建筑结构类型和建筑材料，采用墙（柱）标志、基础标志和隐蔽式标志（用于宾馆等高级建筑物）等型式。各类标志的立尺部位应加工成半球形或有明显的突出点，并涂上防腐剂。标志的埋设位置应避开如雨水管、窗台线、暖气片、暖水管、电气开关等有碍设标与观测的障碍物，并应视立尺需要离开墙（柱）面和地面一定距离。隐蔽式沉降观测点标志的型式，可按本规程附录 C 次表 C.0.1 条规定执行。

5.1.4 沉降观测点的施测精度，应按本规程第 3.2.2 条的有关规定确定。未包括在水准线路上的观测点，应以所选定的测站高差中误差作为精度要求施测。

5.1.5 沉降观测的周期和观测时间，可按下列要求并结合具体情况确定。

1 建筑物施工阶段的观测，应随施工进度及时进行。一般建筑，可在基础完工后或地下室砌完后开始观测，大型、高层建筑，可在基础垫层或基础底部完成后开始观测。观测次数与间隔时间应视地基与加荷情况而定。民用建筑可每加高 1~5 层观测一次；工业建筑可按不同施工阶段（如回填基坑、安装柱子和屋架、砌筑墙体、设备安装等）分别进行观测。如建筑物均匀增高，应至少在增加荷载的 25%、50%、75% 和 100% 时各测一次。施工过程中如暂时停工，在停工时及重新开工时应各观测一次。停工期间，可每隔 2~3 个月观测一次。

2 建筑物使用阶段的观测次数，应视地基土类型和沉降速度大小而定。除有特殊要求者外，一般情况下，可在第一年观测 3~4 次，第二年观测 2~3 次，第三年后每年 1 次，直至稳定为止。观测期限一般不少于如下规定：砂土地基 2 年，膨胀土地基 3 年，粘土地基 5 年，软土地基 10 年。



3 在观测过程中, 如有基础附近地面荷载突然增减、基础四周大量积水、长时间连续降雨等情况, 均应及时增加观测次数。当建筑物突然发生大量沉降、不均匀沉降或严重裂缝时, 应立即进行逐日或几天一次的连续观测。

4 沉降是否进入稳定阶段, 应由沉降量与时间关系曲线判定。对重点观测和科研观测工程, 若最后三个周期观测中每周期沉降量不大于  $2\sqrt{2}$  倍测量中误差可认为已进入稳定阶段。一般观测工程, 若沉降速度小于  $0.01\sim 0.04\text{mm/d}$ , 可认为已进入稳定阶段, 具体取值宜根据各地区地基土的压缩性确定。

5.1.6 沉降观测点的观测方法和技术要求, 除按本规程第 3.3.3.4 节的有关规定执行外, 还应符合下列要求:

1 对二级、三级观测点, 除建筑物转角点、交接点、分界点等主要变形特征点外, 可允许使用间视法进行观测, 但视线长度不得大于相应等级规定的长度。

2 观测时, 仪器应避免安置在有空压机、搅拌机、卷扬机等振动影响的范围内, 塔式起重机等施工机械附近也不宜设站。

3 每次观测应记载施工进度、增加荷载量、仓库进货吨位、建筑物倾斜裂缝等各种影响沉降变化和异常的情况。

5.1.7 每周期观测后, 应及时对观测资料进行整理, 计算观测点的沉降量、沉降差以及本周期平均沉降量和沉降速度。如需要可按下列公式计算变形特征值:

1 基础倾斜  $a$  :

$$a = (s_i - s_j) / L \quad (5.1.7-1)$$

式中  $s_i$ ——基础倾斜方向端点  $i$  的沉降量 (mm);

$s_j$ ——基础倾斜方向端点  $j$  的沉降量 (mm);

$L$ ——基础两端点 ( $i, j$ ) 间的距离 (mm)。

2 基础局部倾斜  $a$  仍可按 (5.1.7-1) 式计算。此时取砌体承重结构沿纵墙  $6\sim 10\text{m}$  内基础上两观测点 ( $i, j$ ) 的沉降量为  $s_i, s_j$  两点 ( $i, j$ ) 间的距离为  $L$ 。

3 基础相对弯曲  $f_c$ :

$$f_c = [2S_k - (s_i + s_j)] / L \quad (5.1.7-2)$$

式中  $S_k$ ——基础中点  $k$  的沉降量 (mm);

$L$ —— $i$  与  $j$  点间的距离 (mm)。

注: 弯曲量以向上凸起为正, 反之为负。

4 柱基间吊车轨道等构件的倾斜, 仍按 (5.1.7-1) 式计算。

5.1.8 观测工作结束后, 应提交下列成果:

1 沉降观测成果表;

2 沉降观测点位分布图及各周期沉降展开图;

3  $v-t-s$  (沉降速度、时间、沉降量) 曲线图;

4 p—t—s（荷载、时间、沉降量）曲线图（视需要提交）；

5 建筑物等沉降曲线图（见附录 D 表 D.0.1 条，如观测点数量较少可不提交）；

6 沉降观测分析报告。

## 5.2 基坑回弹观测

5.2.1 基坑回弹观测，应测定深埋大型基础在基坑开挖后，由于卸除地基土自重而引起的基坑内外影响范围内相对于开挖前的回弹量。

5.2.2 回弹观测点位的布置，应按基坑形状及地质条件以最少的点数能测出所需各纵横断面回弹量为原则进行。可利用回弹变形的近似对称特性，按下列要求布点：

1 在基坑的中央和距坑底边缘约 1/4 坑底宽度处以及其他变形特征位置，应设点。对方形、圆形基坑，可按单向对称布点；矩形基坑，可按纵横向布点；复合矩形基坑，可多向布点。地质情况复杂时，应适当增加点数。

2 基坑外的观测点，应在所选坑内方向线的延长线上距基坑深度 1.5~2 倍距离内布置。

3 所选点位遇到旧地下管道或其他构筑物时，可将观测点移至与之对应方向线的空位上。

4 在基坑外相对稳定且不受施工影响的地点，选设工作基点及为寻找标志用的定位点。

5 观测路线应组成起迄于工作基点的闭合或附合路线，使之具有检核条件。

5.2.3 回弹标志应埋入基坑底面以下 20~30cm。埋设方法，根据开挖深度和地层土质情况，可采用钻孔法或深井法。标志型式，根据埋设与观测方法的不同，可采用辅助杆压入式、钻杆送入式或直埋式标志。回弹标志的埋设可按本规程附录 C 表 C.0.2 条规定执行。

5.2.4 回弹观测精度可按本规程第 3.2.2 条的规定以给定或预估的最大回弹量为变形允许值进行估算后确定。但最弱观测点相对邻近工作基点的高差中误差，不应大于  $\pm 1.0\text{mm}$ 。

5.2.5 回弹观测不应少于三次，具体安排是：第一次在基坑开挖之前，第二次在基坑挖好之后，第三次在浇灌基础混凝土之前。当需要测定分段卸荷回弹时，应按分段卸荷时间增加观测次数。当基坑挖完至基础施工的间隔时间较长时，亦应适当增加观测次数。

5.2.6 基坑开挖前的回弹观测，可采用几何水准测量配以铅垂钢尺读数的钢尺法；较浅基坑的观测，亦可采用几何水准测量配辅助杆垫高水准尺读数的辅助杆法。观测设备与作业，应符合下列要求：

1 钢尺在地面的一端，应用三脚架、滑轮和重锤牵拉；在孔内的一端，应配以能在读数时准确接触回弹标志头的装置。一般观测，可配挂磁锤；当基坑较深、地质条件复杂时，可用电磁探头装置观测；基坑较浅时，亦可用挂钩法，此时，标志顶端应加工成弯钩状。

2 辅助杆宜用空心两头封口的金属管制成，顶部应加工成半球状，并于顶部侧面安置圆盒水准器，杆长以放入孔内后露出地面 20~40cm 为宜。

3 测前与测后应对钢尺和辅助杆的长度进行检定。长度检定中误差，不应大于回弹观测测站高差中误差的 1/2。

4 每一测站的观测可按先后视水准点上标尺面、再前视孔内尺面的顺序进行，每组读数 3 次，以反复进行两组作为一测回。每站不应少于两侧回，并同时测记孔内温度。观测结果应加入尺长和温度的改正。

5.2.7 基坑开挖后的回弹观测，可先在坑底一角埋设一个临时工作点，使用与基坑开挖前相同的观测设备和方法，将高程传递到坑底的临时工作点上。然后，细心挖出各回弹观测点，按所需观测精度，用几何水准测量方法测出各观测点的标高。

5.2.8 观测工作结束后，应提交下列成果：

- 1 回弹观测点位平面布置图；
- 2 回弹量纵、横断面图（见本规程附录 D 第 D.0.2 条）；
- 3 回弹观测成果表。

### 5.3 地基土分层沉降观测

5.3.1 分层沉降观测，应测定高层和大型建筑物地基内部各分层土的沉降量、沉降速度以及有效压缩层的厚度。

5.3.2 分层沉降观测点，应在建筑物地基中心附近约为 2m 见方或各点间距不大于 50cm 的较小范围内，沿铅垂线方向上的各层土内布置。点位数量与深度，应根据分层土的分布情况确定，原则上每一土层设一点，最浅的点位应在基础底面下不小于 50cm 处，最深的点位应在超过压缩层理论厚度处，或设在压缩性低的砾石或岩石层上。

5.3.3 分层沉降观测标志的埋设应采用钻孔法。对于多孔分层观测，可采用测标式标志；对于单孔分层观测，可采用磁铁环式标志。分层标志的埋设要求，可按本规程附录 C 表 C.0.3 条执行。

5.3.4 分层沉降观测精度可按分层沉降观测点相对于邻近工作基点（水准点）的高差中误差不大于  $\pm 1.0\text{mm}$  的要求设计确定。

5.3.5 多孔分层沉降观测，可用水准仪测出测标顶部高程，并测定测标的长度，求算观测点的高程；单孔分层沉降观测，可用水准仪测出保护管口高程，并用探测头自上而下依次逐点测定管内各磁铁环至管顶距离，换算出相应各观测点的高程。

5.3.6 分层沉降观测，应从基坑开挖后基础施工前开始，直至建筑物竣工后沉降稳定时为止。观测周期可参照本规程第 5.1 节建筑物沉降观测的规定确定。首次观测应至少在标志埋好 5d 后进行。

5.3.7 观测工作结束后，应提交下列成果：

- 1 分层标点位置图；
- 2 分层沉降观测成果表；
- 3 各土层 p—s—z（荷载、沉降、深度）曲线图（视需要提交，见本规程附录 D 表 D.0.3 条）。

### 5.4 建筑场地沉降观测

5.4.1 建筑场地沉降观测，应分别测定建筑物相邻影响范围内的相邻地基沉降与建筑物相邻影响范围之外的场地地面沉降。

注：1 相邻地基沉降，系指由于毗邻高低层建筑荷载差异、新建高层建筑基坑开挖、基础施工中井点降水、基础大面积打桩等因素引起的相邻地基土应力重新分布而产生的附加沉降；

2 场地地面沉降，系指由于长期降雨、下水道漏水、地下水位大幅度变化、大量堆载和卸载、地裂缝、潜蚀、砂土液化以及采掘等原因引起的一定范围内的地面沉降。

5.4.2 相邻地基沉降观测点，可选在建筑物纵横轴线或边线的延长线上，亦可选在通过建筑物重心的轴线延长线上。其点位间距应视基础类型、荷载大小及地质条件以能测出沉降的零点线为原则进行确定。点位可在以建筑物基础深度 1.5~2.0 倍距离为半径的范围内，由外墙附近向外由密到疏布设。场地地面沉降观测点，应在相邻地基沉降观测点布设线路之外的地面上均匀布点。具体可根据地质地形条件选用平行轴线方格网法、沿建筑物四角辐射网法或散点法布设。

5.4.3 相邻地基沉降观测点标志，可分为用于监测安全的浅埋标与用于结合科研的深埋标两种。浇埋标可采用普通水准标石或用直径 25cm 左右的水泥管现场浇灌，埋深 1~2m；深埋标可采用内管外加保护管的标石型式，埋深应与建筑物基础深度相适当，标石顶部须埋入地面下 20~50cm，并砌筑带盖的窨井加以保护。场地地面沉降观测点的标志与埋设，应根据观测要求确定，可采用浅埋标志。

5.4.4 建筑场地沉降观测可采用几何水准测量方法进行。水准路线的布设、观测精度及其他技术要求均可参照本规程 5.1 节建筑物沉降观测的有关规定执行。观测的周期，应根据不同任务要求、产生沉降的不同情况以及沉降速度等因素具体分析确定。对于基础施工相邻地基沉降观测，在基坑开挖中每天观测一次；混凝土底板浇完 10d 以后，可每 2~3d 观测一次，直至地下室顶板完工；此后每周观测一次至回填土完工。场地沉降观测的周期，可参考建筑物沉降观测的有关规定确定。

5.4.5 观测工作结束后，应提交下列成果：

- 1 观测点平面布置图；
- 2 观测成果表；
- 3 相邻地基沉降的  $d-s$ （距离、沉降）曲线图；
- 4 场地地面等沉降曲线图。

## 6 位移观测

### 6.1 建筑物主体倾斜观测

6.1.1 建筑物主体倾斜观测，应测定建筑物顶部相对于底部或各层间上层相对于下层的水平位移与高差，分别计算整体或分层的倾斜度、倾斜方向以及倾斜速度。对具有刚性建筑物的整体倾斜，亦可通过测量顶面或基础的相对沉降间接确定。

6.1.2 主体倾斜观测点位的布设应符合下列要求：

- 1 观测点应沿对应测站点的某主体竖直线，对整体倾斜按顶部、底部，对分层倾斜按分层部位、底部上下对应布设。
- 2 当从建筑物外部观测时，测站点或工作基点的点位应选在与照准目标中心连线呈接近正交或呈等分角的方向线上距照准目标 1.5~2.0 倍目标高度的固定位置处；当利用建筑物内竖向通道观测时，可将通道底部中心点作为测站点。
- 3 按纵横轴线或前方交会布设的测站点，每点应选设 1~2 个定向点。基线端点的选设应顾及其测距或丈量的要求。

6.1.3 主体倾斜观测点位的标志设置，应符合下列要求：

- 1 建筑物顶部和墙体上的观测点标志，可采用埋入式照准标志型式。有特殊要求时，应专门设计。
- 2 不便埋设标志的塔形、圆形建筑物以及竖直构件，可以照准视线所切同高边缘认定的位置或用高度角控制的位置作为观测点位。
- 3 位于地面的测站点和定向点，可根据不同的观测要求，采用带有强制对中设备的观测墩或混凝土标石。
- 4 对于一次性倾斜观测项目，观测点标志可采用标记形式或直接利用符合位置与照准要求的建筑物特征部位；测站点可采用小标石或临时性标志。

6.1.4 主体倾斜观测的精度，可根据给定的倾斜量容许值，按本规程第 4.2.2 条有关规定确定。当由基础倾斜间接确定建筑物整体倾斜时，基础相对沉降的观测精度应按本规程第 3.2.2 条有关规定确定。

6.1.5 主体倾斜观测可根据不同的观测条件与要求，选用下列方法：

1 从建筑物或构件的外部观测时，宜选用下列经纬仪观测法：

- 1) 投点法。观测时，应在底部观测点位置安置量测设施（如水平读数尺等）。在每测站安置经纬仪投影时，应按正倒镜法以所测每对上下观测点标志间的水平位移分量，按矢量相加法求得水平位移值（倾斜量）和位移方向（倾斜方向）；
- 2) 测水平角法。对塔形、圆形建筑物或构件，每测站的观测，应以定向点作为零方向，以所测各观测点的方向值和至底部中心的距离，计算顶部中心相对底部中心的水平位移分量。对矩形建筑物，可在每测站直接观测顶部观测点与底部观测点之间的夹角或上层观测点与下层观测点之间的夹角，以所测角值与距离值计算整体的或分层的水平位移分量和位移方向；
- 3) 前方交会法。所选基线应与观测点组成最佳构形，交会角宜在  $60^\circ \sim 120^\circ$  之间。水平位移计算，可采用直接由两周期观测方向值之差解算坐标变化量的方向差交会法，亦可采用按每周期计算观测点坐标值，再以坐标差计算水平位移的方法。

2 当利用建筑物或构件的顶部与底部之间一定竖向通视条件进行观测时，宜选用下列铅垂观测方法：

- 1) 吊垂球法。应在顶部或需要的高度处观测点位置上，直接或支出一点悬挂适当重量的垂球，在垂线下的底部固定读数设备（如毫米格网读数板），直接读取或量出上部观测点相对底部观测点的水平位移量和位移方向；
- 2) 激光铅直仪观测法。应在顶部适当位置安置接收靶，在其垂线下的地面或地板上安置激光铅直仪或激光经纬仪，按一定周期观测，在接收靶上直接读取或量出顶部的水平位移量和位移方向。作业中仪器应严格置平、对中；
- 3) 激光位移计自动测记法。位移计宜安置在建筑物底层或地下室地板上，接收装置可设在顶层或需要观测的楼层，激光通道可利用楼梯间梯井，测试室宜选在靠近顶部的楼层内。当位移计发射激光时，从测试室的光线示波器上可直接获取位移图像及有关参数，并自动记录成果；
- 4) 正锤线法。锤线宜选用直径 0.6~1.2mm 的不锈钢丝，上端可锚固在通道顶部或需要高度处所设的支点上。稳定重锤的油箱中应装有粘性小、不冰冻的液体。观测时，由底部观测墩上安置的量测设备（如坐标仪、光学垂线仪、电感式垂线仪），按一定周期测出各测点的水平位移量。

3 当按相对沉降间接确定建筑物整体倾斜时，可选用下列方法：

- 1) 倾斜仪测记法。采用的倾斜仪（如水管式倾斜仪、水平摆倾斜仪、气泡倾斜仪或电子倾斜仪）应具有连续读数、自动记录和数字传输的功能。监测建筑物上部层面倾斜时，仪器可安置在建筑物顶层或需要观测的楼层的楼板上；监测基础倾斜时，仪器可安置在基础面上，以所测楼层或基础面的水平角变化值反映和分析建筑物倾斜的变化程度；
- 2) 测定基础沉降差法。可按本规程第 5.1 节有关规定，在基础上选设观测点，采用水准测量方法，以所测各周期的基础沉降差换算求得建筑物整体倾斜度及倾斜方向。

4 当建筑物立面上观测点数量较多或倾斜变形比较明显时，也可采用近景摄影测量方法。

6.1.6 主体倾斜观测的周期，可视倾斜速度每 1~3 个月观测一次。如遇基础附近因大量堆载或卸载、场地降雨长期积水等而导致倾斜速度加快时，应及时增加观测次数。施工期间的观测周期，可根据要求参照本规程第 5.1.5 条的规定确定。倾斜观测应避开强日照和风荷载影响大的时间段。

6.1.7 倾斜观测工作结束后，应提交下列成果：

- 1 倾斜观测点位布置图；
- 2 观测成果表、成果图；
- 3 主体倾斜曲线图；
- 4 观测成果分析资料。

## 6.2 建筑物水平位移观测

6.2.1 建筑物水平位移观测包括位于特殊性土地地区的建筑物地基基础水平位移观测、受高层建筑基础施工影响的建筑物及工程设施水平位移观测以及挡土墙、大面积堆载等工程中所需的地基土深层侧向位移观测等，应测定在规定平面位置上随时间变化的位移量和位移速度。

6.2.2 水平位移观测点位的选设应符合下列要求：

1 观测点的位置，对建筑物应选在墙角、柱基及裂缝两边等处；地下管线应选在端点、转角点及必要的中间部位；护坡工程应按待测坡面成排布点；测定深层侧向位移的点位与数量，应按工程需要确定。

2 控制点应根据观测点的分布，按本规程第 4.1.1 条规定选设。

6.2.3 水平位移观测点的标志、标石设置，应符合下列要求：

1 建筑物上的观测点，可采用墙上或基础标志；土体上的观测点，可采用混凝土标志；地下管线的观测点，应采用窨井式标志。各种标志的型式及埋设，应根据点位条件和观测要求设计确定。

2 控制点的标石、标志，应按本规程第 4.1.2 条规定采用。对于如膨胀土等特殊土地地区的固定基点，亦可采用深埋钻孔桩标石，但须用套管桩与周围土体隔开。

6.2.4 水平位移观测的精度可根据本规程第 4.2.2 条有关规定经估算后确定。

6.2.5 水平位移观测可根据需要与现场条件选用下列方法：

1 测量地面观测点在特定方向的位移时，可选用下列几种基准线法。

1) 视准线法。包括小角法和活动觇牌法：小角法。基准线应按平行于待测的建筑物边线布置。角度观测的精度和测回数，应按要求的偏差值观测中误差估算确定；距离可按 1/2000 的精度量测。活动觇牌法。基准线离开观测点的距离不应超过活动觇牌读数尺的读数范围。在基准线一端安置经纬仪或视准仪，瞄准安置在另一端的固定觇牌进行定向，待活动觇牌的照准标志正好移至方向线上时读数。每个观测点，应按确定的测回数进行往测与返测；

2) 激光准直法。点位布设与活动觇牌法的要求相同。根据测定偏差值的方法不同，可采用激光经纬仪准直法或衍射式激光准直系统：激光经纬仪准直法。当要求具有  $10^{-5} \sim 10^{-4}$  量级准直精度时，可采用 DJ2 型仪器配置氦—氖激光器的激光经纬仪及光电探测器或目测有机玻璃方格网板；当要求达  $10^{-6}$  量级精度时，可采用 DJ1 型仪器配置高稳定性氦—氖激光器的激光经纬仪及高精度光电探测系统。衍射式激光准直系统。用于较长距离（如 1000m 之内）的高精度准直，可采用三点式激光衍射准直系统或衍射频谱成像及投影成像激光准直系统。对短距离（如数十米）的高精度准直，可采用衍射式激光准直仪或连续成像衍射板准直仪。

激光仪器在使用前必须进行检校，使仪器射出的激光束轴线、发射系统轴线和望远镜照准轴三者重合（共轴），并使观测目标与最小激光斑重合（共焦）；

3) 测边角法。主要用于地下管线的观测。对主要观测点，可以该点为测站测出对应基准线端点的边长与角度，求得偏差值。对其他观测点，可选适宜的主要观测点为测站，测出对应其他观测点的距离与方向值，按坐标法求得偏差值。角度观测测回数与长度的丈量精度要求，应根据要求的偏差值观测中误差确定；

4) 采用基准线法测定绝对位移时，应在基准线两端各自向外的延长线上，埋设基准点或按检核方向线法埋设 4~5 个检核点。在观测成果的处理中，应计及根据基准点或稳定的检核点用视准线法观测基准线端点的偏差改正。

2 测量观测点任意方向位移时，可视观测点的分布情况，采用前方交会法或方向差交会法、导线测量法或近景摄影测量等方法。单个建筑物亦可采用直接量测位移分量的方向线法，在建筑物纵、横轴线的相邻延长线上设置固定方向线，定期测出基础的纵向位移和横向位移。

3 对于观测内容较多的大测区或观测点远离稳定地区的测区，宜采用三角、三边、边角测量与基准线法相结合的综合测量方法。

4 测量土体内部侧向位移，可采用下列的测斜仪观测方法：

1) 测斜仪宜采用能在土层中连续进行多点测量的滑动式仪器。仪器包括测头、接收指示器、连接电缆和测斜导管等四部分。测头可选用伺服加速度计式或电阻应变计式；接收指示器应与测头配套；电缆应有距离标记，使用时在测头重力作用下不应有伸长现象；导管的模量既要与土体模量接近，又不致因土压力而压偏导管，导槽须具高成型精度；

2) 在观测点上埋设导管之前，应按预定埋设深度配好所需导管和钻孔。连接导槽时应对准导槽，使之保持在一直线上。管底端应装底盖，每个接头及底盖处应密封。将导管吊入孔内时，应使十字形槽口对准观测的水平位移方向。埋好管后，需停留一段时间，使导管与土体固连为一整体；

3) 观测时，可由管底开始向上提升测头至待测位置，或沿导槽全长每隔 500mm（轮距）测读一次，测完后，将测头旋转 180° 再测一次。两次观测位置（深度）应一致，合起来作为一测回。每周期观测可测两测回，每个测斜导管的初测值，应测四测回，观测成果均取中数值。

6.2.6 水平位移观测的周期，对于不良地基土地区的观测，可与一并进行的沉降观测协调考虑确定；对于受基础施工影响的有关观测，应按施工进度需要确定，可逐日或隔数日观测一次，直至施工结束；对于土体内部侧向位移观测，应视变形情况和工程进展而定。

6.2.7 观测工作结束后，应提交下列成果：

1 水平位移观测点位布置图；

2 观测成果表；

3 水平位移曲线图；

4 地基土深层侧向位移图（视需要提交，见本规程附录 E 第 E.0.1 条）；

5 当基础的水平位移与沉降同时观测时，可选择典型剖面，绘制两者的关系曲线；

6 观测成果分析资料。

### 6.3 裂缝观测

6.3.1 裂缝观测应测定建筑物上的裂缝分布位置，裂缝的走向、长度、宽度及其变化程度。观测的裂缝数量视需要而定，主要的或变化大的裂缝应进行观测。

6.3.2 对需要观测的裂缝应统一进行编号。每条裂缝至少应布设两组观测标志，一组在裂缝最宽处，另一组在裂缝末端。每组标志由裂缝两侧各一个标志组成。

6.3.3 裂缝观测标志，应具有可供量测的明晰端面或中心。观测期较长时，可采用镶嵌或埋入墙面的金属标志、金属杆标志或楔形板标志；观测期较短或要求不高时可采用油漆平行线标志或用建筑胶粘贴的金属片标志。要求较高、需要测出裂缝纵横向变化值时，可采用坐标方格网板标志。使用专用仪器设备观测的标志，可按具体要求另行设计。

6.3.4 对于数量不多，易于量测的裂缝，可视标志型式不同，用比例尺、小钢尺或游标卡尺等工具定期量出标志间距离求得裂缝变位值，或用方格网板定期读取“坐标差”计算裂缝变化值；对于较大面积且不便于人工量测的众多裂缝宜采用近景摄影测量方法；当需连续监测裂缝变化时，还可采用测缝计或传感器自动测记方法观测。

6.3.5 裂缝观测的周期应视其裂缝变化速度而定。通常开始可半月测一次，以后一月左右测一次。当发现裂缝加大时，应增加观测次数，直至几天或逐日一次的连续观测。



6.3.6 裂缝观测中，裂缝宽度数据应量取至 0.1mm，每次观测应绘出裂缝的位置、形态和尺寸，注明日期，附必要的照片资料。

6.3.7 观测结束后，应提交下列成果：

- 1 裂缝分布位置图；
- 2 裂缝观测成果表；
- 3 观测成果分析说明资料；
- 4 当建筑物裂缝和基础沉降同时观测时，可选择典型剖面绘制两者的关系曲线。

#### 6.4 挠度观测

6.4.1 挠度观测包括建筑物基础和建筑物主体以及独立构筑物（如独立墙、柱等）的挠度观测，应按一定周期分别测定其挠度值及挠曲程度。

6.4.2 建筑物基础挠度观测，可与建筑物沉降观测同时进行。观测点应沿基础的轴线或边线布设，每一基础不得少于 3 点。标志设置、观测方法与沉降观测相同。挠度值  $f_c$  可按下列公式计算（图 6.4.2）；

$$f_c = \Delta s_{AE} - \frac{L_b}{L_a + L_b} \Delta s_{AB} \quad (6.4.2-1)$$

$$\Delta s_{AE} = s_E - s_A \quad (6.4.2-2)$$

$$\Delta s_{AB} = s_B - s_A \quad (6.4.2-3)$$

式中  $s_A$ ——基础上 A 点的沉降量(mm)；  
 $s_B$ ——基础上 B 点的沉降量(mm)；  
 $s_E$ ——基础上 E 点的沉降量(mm)；  
 $L_a$ ——AE 的距离(m)；  
 $L_b$ ——EB 的距离(m)。

跨中挠度值为：

$$f_z = \Delta s_{AE} - \frac{1}{2} \Delta s_{AB} \quad (6.4.2-4)$$

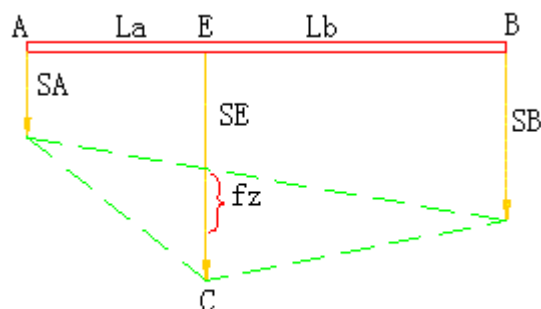


图 6.4.2 挠度观测

6.4.3 建筑物主体挠度观测，除观测点应按建筑物结构类型在各不同高度或各层处沿一定垂直方向布设外，其标志设置、观测方法按本规程第 6.1 节的有关规定执行。挠度值由建筑物上不同高度点相对于底点的水平位移值确定。

6.4.4 独立构筑物的挠度观测，除可采用建筑物主体挠度观测要求外，当观测条件允许时，亦可用挠度计、位移传感器等设备直接测定挠度值。

6.4.5 挠度观测的周期应根据荷载情况并考虑设计、施工要求确定。观测的精度可按本规程第 3.2.2 条有关规定确定。

6.4.6 观测工作结束后，应提交下列成果：

- 1 挠度观测点位布置图；
- 2 观测成果表与计算资料；
- 3 挠度曲线图；
- 4 观测成果分析说明资料。

## 6.5 日照变形观测

6.5.1 日照变形观测应在高耸建筑物或单柱（独立高柱）受强阳光照射或辐射的过程中进行，应测定建筑物或单柱上部由于向阳面与背阳面温差引起的偏移及其变化规律。

6.5.2 日照变形观测点的选设应符合下列要求：

1 当利用建筑物内部竖向通道观测时，应以通道底部中心位置作为测站点，以通道顶部正垂直对应于测站点的位置作为观测点。

2 当从建筑物或单柱外部观测时，观测点应选在受热面的顶部或受热面上部的不同高度处与底部（视观测方法需要布置）适中位置，并设置照准标志，单柱亦可直接照准顶部与底部中心线位置；测站点应选在与观测点连线呈正交或近于正交的两条方向线上，其中一条宜与受热面垂直，距观测点的距离约为照准目标高度 1.5 倍的固定位置处，并埋设标石。

6.5.3 日照变形的观测时间，宜选在夏季的高温天进行。一般观测项目，可在白天时间段观测，从日出前开始，日落后停止，每隔约 1 h 观测一次；对于有科研要求的重要建筑物，可在全天 24h 内，每隔约 1h 观测一次。在每次观测的同时，应测出建筑物向阳面与背阳面的温度，并测定风速与风向。

6.5.4 日照变形观测可根据不同观测条件与要求选用下列方法：

1 当建筑物内部具有竖向通视条件时，应采用激光铅直仪观测法。在测站点上可安置激光铅直仪或激光经纬仪，在观测点上安置接收靶。每次观测，可从接收靶读取或量出顶部观测点的水平位移值和位移方向，亦可借助附于接收靶上的标示光点设施，直接获得各次观测的激光中心轨迹图，然后反转其方向即为实测日照变形曲线图。

2 从建筑物外部观测时，可采用测角前方交会法或方向差交会法。对于单柱的观测，按不同量测条件，可选用经纬仪投点法、测顶部观测点与底部观测点之间的夹角法或极坐标法。按上述方法观测时，从两个测站对观测点的观测应同步进行。所测顶部的水平位移量与位移方向，应以首次测算的观测点坐标值或顶部观测点相对底部观测点的水平位移值作为初始值，与其他各次观测的结果相比较后计算求取。

6.5.5 日照变形观测的精度，可根据观测对象的不同要求和不同观测方法，具体分析确定。用经纬仪观测时，观测点相对测站点的点位中误差，对投点法不应大于 $\pm 1.0\text{mm}$ ，对测角法不应大于 $\pm 2.0\text{mm}$ 。

6.5.6 观测工作结束后，应提交下列成果：

- 1 日照变形观测点位布置图；
- 2 观测成果表；
- 3 日照变形曲线图（见本规程附录 E 第 E.0.2 条）；
- 4 观测成果分析说明资料。

## 6.6 风振观测

6.6.1 风振观测，应在高层、超高层建筑物受强风作用的时间段内同步测定建筑物的顶部风速、风向和墙面风压以及顶部水平位移，以获取风压分布、体型系数及风振系数。

6.6.2 风振观测设备与方法的选用应符合下列要求：

1 风速、风向观测，宜在建筑物顶部天面的专设桅杆上安置两台风速仪（如电动风速仪、文氏管风速仪），分别记录脉动风速、平均风速及风向，并在距建筑物约 100~200m 距离的一定高度（如 10~20m）处安置风速仪记录平均风速，以与建筑物顶部风速比较观测风力沿高度的变化。

2 风压观测，应在建筑物不同高度的迎风面与背风面外墙上，对应设置适当数量的风压盒作传感器，或采用激光光纤压力计与自动记录系统，以测定风压分布和风压系数。

3 顶部水平位移观测可根据要求和现场情况选用下列方法：

- 1) 激光位移计自动测记法（见本规程第 6.1.5 条）；
- 2) 长周期拾振器测记法。将拾振器设在建筑物顶部天面中间，由测试室内的光线示波器记录观测结果；
- 3) 双轴自动电子测斜仪（电子水枪）测记法。测试位置应选在振动敏感的位置，仪器的 x 轴与 y 轴（水枪方向）应与建筑物的纵横轴线一致，并用罗盘定向，根据观测数据计算出建筑物的振动周期和顶部水平位移值；
- 4) 加速度计法。将加速度传感器安装在建筑物顶部，测定建筑物在振动时的加速度，通过加速度积分求解位移值；
- 5) GPS 动态差分载波相位法。将一台 GPS 接收机安置在距待测建筑物一段距离且相对稳定的基准站上，另一台接收机的天线安装在待测建筑物楼顶。接收机周围  $5^\circ$  以上应无建筑物遮挡或反射物。每台接收机应至少同时接收 6 颗以上卫星的信号，数据采集频率不应低于 10Hz。两台接收机同步记录 15~20min 数据作为一测段。具体测段数视要求确定。通过专门软件对接收的数据进行动态差分后处理，根据获得的 WGS-84 大地坐标即可以求得相应的位移值；
- 6) 经纬仪测角前方交会法或方向差交会法。此法适用于在缺少自动测记设备和观测要求不高时建筑物顶部水平位移的测定，但作业中应采取措施防止仪器受到强风影响。

6.6.3 风振位移的观测精度，如用自动测记法，应视所用仪器设备的性能和精确程度要求具体确定。如采用经纬仪观测，观测点相对测站点的点位中误差不应大于 $\pm 15\text{mm}$ 。

6.6.4 由实测位移值计算风振系数  $\beta$  时,可采用下列公式:

$$\beta = (\bar{s} + 0.5A) / \bar{s} \quad (6.6.4-1)$$

$$\beta = (s_s + s_d) / s_s \quad (6.6.4-2)$$

式中  $\bar{s}$ ——平均位移值(mm);

$A$ ——风力振幅(mm);

$s_s$ ——静态位移(mm);

$s_d$ ——动态位移(mm)。

6.6.5 观测工作结束后,应提交下列成果:

- 1 风速、风压、位移的观测位置布置图;
- 2 各项观测成果表;
- 3 风速、风压、位移及振幅等曲线图;
- 4 观测成果分析说明资料。

## 6.7 建筑场地滑坡观测

6.7.1 建筑场地滑坡观测,应测定滑坡的周界、面积、滑动量、滑移方向、主滑线以及滑动速度,并视需要进行滑坡预报。

6.7.2 滑坡观测点位的布设应符合下列要求:

- 1 滑波面上的观测点应均匀布设。滑动量较大和滑动速度较快的部位,应适当多布点。
- 2 滑坡周界外稳定的部位和周界内比较稳定的部位,均应布设观测点。
- 3 当需要选设测定滑坡深度的点位时,应注意到滑坡体上的局部滑动和可能具有的多层滑动面。
- 4 控制网可按本规程第3、4章的有关规定布设,有条件时也可建立三维控制网,但各种控制点均应选设在滑坡体以外的稳定位置。

6.7.3 滑坡观测点位的标石、标志及其埋设,应符合下列要求:

- 1 土体上的观测点,可埋设预制混凝土标石。根据观测精度要求,顶部的标志可采用具有强制对中装置的活动标志或嵌入加工成半球状的钢筋标志。标石埋深不宜小于1m,在冻土地区,应埋至标准冻土线以下0.5m。标石顶部须露出地面20~30cm。
- 2 岩体上的观测点,可采用砂浆现场浇固的钢筋标志。凿孔深度不宜少于10cm,埋好后,标志顶部须露出岩体面约5cm。
- 3 必要的临时性或过渡性观测点以及观测周期不长、次数不多的小型滑坡观测点,可埋设硬质大木桩,但顶部须安置照准标志,底部须埋至标准冻土线以下。

4 控制点的标石、标志，应按本规程第 4.1.2 条与第 3.1.2 条有关规定采用。对于建立三级平面控制网点的小测区，可采用混凝土标石或岩层标石。

6.7.4 滑坡观测点的位移观测方法，可根据现场条件，按下列要求选用：

1 当建筑物较多、地形复杂时，宜采用以三方向交会为主的测角前方交会法，交会角宜在  $50^{\circ} \sim 110^{\circ}$  之间，长短边不宜悬殊。也可采用测距交会法、测距导线法以及极坐标法。

2 对视野开阔的场地，当面积不大时，可采用放射线观测网法，从两个测站点上按放射状布设交会角在  $30^{\circ} \sim 150^{\circ}$  之间的若干条观测线，两条观测线的交点即为观测点。每次观测时，以解析法或图解法测出观测点偏离两侧线交点的位移量。当场地面积较大时，采用任意方格网法，其布设与观测方法与放射线观测网相同，但需增加测站点与定向点。

3 对带状滑坡，当通视较好时，可采用测线支距法，在与滑动轴线的垂直方向，布设若干条测线，沿测线选定测站点、定向点与观测点。每次观测时，按支距法测出观测点的位移量与位移方向。当滑坡体窄而长时，可采用十字交叉观测网法。

4 对于抗滑墙（桩）和要求较高的单独测线，可选用本规程第 6.2.5 条的各种基准线法。

5 对于可能有较大滑动的滑坡，除采用测角前方交会等方法外，亦可采用多摄站近景摄影测量方法同时测定观测点的水平和垂直位移。

6 滑坡体内测点的位移观测，可采用测斜仪观测方法，作业要求可按本规程第 6.2.5 条有关规定执行。

6.7.5 滑坡观测点的高程测量，可采用几何水准测量法，困难点位可采用三角高程测量法。各种观测路线，均应组成闭合或附合网形。

6.7.6 滑坡观测点的施测精度，除有特殊要求另行确定者外，高精度滑坡监测，可按本规程表 2.0.5 中所列二级精度指标施测，其他的可按三级精度指标施测。

6.7.7 滑坡观测的周期，应视滑坡的活跃程度及季节变化等情况而定。在雨季每半月或一月测一次，干旱季节可每季度测一次。如发现滑速增快，或遇暴雨、地震、解冻等情况时，应及时增加观测次数。在发现有大滑动可能时；应立即缩短观测周期，必要时，每天观测一次或两次。

6.7.8 滑坡预报应采用现场严密监视和资料综合分析相结合的方法进行。每次观测后，应及时整理绘制出各观测点的滑动曲线。当利用回归方程发现有异常观测值，或利用位移对数和时间关系曲线判断有拐点时，应在加强观测的同时，密切注意观察滑前征兆，并结合工程地质、水文地质、地震和气象等方面资料，全面分析，作出滑坡预报，及时报警以采取应急措施。

6.7.9 观测工作结束后，应提交下列成果：

- 1 滑坡观测系统点位布置图；
- 2 观测成果表；
- 3 观测点位移与沉降综合曲线图（见本规程附录 E 第 E.0.3 条）；
- 4 观测成果分析资料；
- 5 滑坡预报说明资料。

## 7 数据处理

### 7.1 一般规定

7.1.1 观测成果计算、分析时，应根据最小二乘和统计检验原理对控制网和观测点进行平差计算，对测量点的变形进行几何分析与必要的物理解释。

7.1.2 各类测量点观测成果的计算与分析，应符合下列要求：

- 1 观测值中不应含有超限误差，观测值中的系统误差应减弱到最小程度。
- 2 合理处理随机误差，正确区分测量误差与变形信息。
- 3 多期观测成果的处理应建立在统一的基准上。
- 4 按网点的不同要求，合理估计观测成果精度，正确评定成果质量。

7.1.3 测量网点平差计算前，应做好下列准备工作：

- 1 核对和复查外业观测成果与起算数据；
- 2 进行各项改正计算；
- 3 验算各项限差，在确认全部符合规定要求后，方可进行计算。

### 7.2 观测结果的验算

7.2.1 水准测量的验算项目与限差应符合下列要求：

1 按水准网环线闭合差  $w_i$  (mm) 由下列公式计算每测站所测高差中数中误差  $m_w$  (mm)：

$$m_w = \pm \sqrt{\frac{1}{N} \left[ \frac{ww}{n} \right]} \quad (7.2.1-1)$$

式中  $N$  ——水准环数；

$n$  ——各环线的平均测站数。

计算所得的  $m_w$  值不应超过方案设计所选用等级的精度要求（即测站高差中误差值）。

2 按测段往返测高差不符值  $\Delta_i$  (mm) 由下列公式计算每测站所测高差中数的中误差  $m_{\Delta}$  (mm)：

$$m_{\Delta} = \pm \sqrt{\frac{1}{4N} \left[ \frac{\Delta\Delta}{n} \right]} \quad (7.2.1-2)$$

式中  $N$  ——测段数；

$n$  ——各测段的平均测站数。

计算所得的  $m_{\Delta}$  值不应超过方案设计所要求的往返测每测站高差中数中误差。

3 测段往返测高差不符值、附和路线或环线的闭合差，均不应超过  $\pm 2m_0\sqrt{n}$ 。测段单程双测点所测高差的不符值不应超过  $\pm 1.4m_0\sqrt{n}$ 。此处的  $m_0$  为相应等级的每测站高差中误差， $n$  为测站数。

7.2.2 三角测量的验算项目和限差应符合下列要求：

1 测角网的三角形闭合差  $w_i$  (") 不应超过本规程 4.3.1 条第 6 款的规定限差。其测角中误差  $m_\beta$  可按下列公式计算：

$$m_\beta = \pm \sqrt{\left[ \frac{ww}{3n} \right]} \quad (7.2.2-1)$$

式中  $n$  —— 三角形个数。

计算所得的  $m_\beta$  值不应超过方案设计所选用的测角精度。

2 在独立测站上，按方向观测法所测一测回方向值中误差  $m_a$  与  $n$  个测回方向值中数中误差  $M_a$ ，可按下列公式计算：

$$m_a = \pm \sqrt{\frac{[\sigma\sigma]}{t}} \quad (7.2.2-2)$$

$$M_a = \frac{m_a}{\sqrt{n}} \quad (7.2.2-3)$$

式中  $t = (n-1)(m-1)$

$$[\sigma\sigma] = [vv] - \frac{1}{m} \Sigma [v]^2$$

$v_i$  —— 各方向观测值与其平均值之差(")；

$m$  —— 方向数；

$n$  —— 测回数。

$m_a$  值亦可按下列简化公式计算：

$$m_a = K \frac{\Sigma |v|}{m} \quad (7.2.2-4)$$

$$\text{式中 } K = \frac{1.253}{\sqrt{n(n-1)}}$$

计算所得的  $m_a$  值不应超过方案设计所要求的方向（或角度）中误差。

7.2.3 三边测量的验算项目和限差应符合下列规定：

边长用电磁波测距仪进行往返观测时，单位权中误差  $\mu$  (mm) 和任一边的实际测距中误差  $m_{Di}$  (mm)，可按下列公式计算：

$$\mu = \pm \sqrt{\frac{[p\Delta\Delta]}{2n}} \quad (7.2.3-1)$$

$$m_{D_i} = \pm \mu \sqrt{\frac{1}{p_i}} \quad (7.2.3-2)$$

式中  $\Delta_i$  ——往、返测距离的较差(mm);

$n$  ——测距的边数;

$p_i$  ——距离测量的先验权, 令  $p_i = 1/\sigma_{D_i}^2$ ,  $\sigma_{D_i}$  为任一边测距的先验中误差(按测距仪的标称精度计算)。

当网中的边长相差不大时, 可按下列公式计算平均测距中误差  $m_{D_i}$ :

$$m_{D_i} = \pm \sqrt{\frac{[\Delta\Delta]}{2n}} \quad (7.2.3-3)$$

计算所得的  $m_{D_i}$  值不应超过方案设计所要求的测距中误差。

7.2.4 导线测量的检验项目和限差应符合下列要求:

1 导线测站圆周角(左右角)闭合差  $\Delta_i$ , 不应超过本规程第 4.3.1 条第 6 款的规定限差。其测角中误差  $m_\beta$  可按下列公式计算:

$$m_\beta = \pm \sqrt{\frac{[\Delta\Delta]}{N}} \quad (7.2.4-1)$$

式中  $N$  为  $\Delta_i$  的个数。

计算所得的  $m_\beta$  值不应超过方案设计时所要求的测角中误差。

2 导线方位角闭合差  $f_\beta$  不应超过本规程第 4.3.1 条第 6 款的规定限差。测角中误差  $m_\beta$  可按下列公式计算:

$$m_\beta = \pm \sqrt{\frac{1}{N} \frac{[f_\beta f_\beta]}{n}} \quad (7.2.4-2)$$

式中  $N$  —— $f_\beta$  的个数

$n$  ——计算  $f_\beta$  时的测站数。

计算所得的  $m_\beta$  值不应超过方案设计所要求的测角中误差。

3 导线边长用电磁波测距仪往返测的测距中误差  $m_{D_i}$  可按 (7.2.3-1) ~ (7.2.3-3) 式计算。

7.2.5 边长(距离)丈量的检验项目和限差应符合下列要求:

1 用因瓦尺丈量的全长中误差  $m_\Sigma$  (mm), 可按下列公式计算:



$$m_{\Sigma} = \pm \sqrt{m_1^2 + m_2^2 + m_3^2 + m_4^2} \quad (7.2.5-1)$$

式中  $m_1$ ——边长量线中误差(mm);  
 $m_2$ ——轴杆头水准测量所引起的误差(mm);  
 $m_3$ ——温度膨胀系数测定所引起的误差(mm);  
 $m_4$ ——标准长度误差所引起的误差(mm)。

计算所得的  $m_{\Sigma}$  值不应大于方案设计要求的全长中误差。

2 用钢尺丈量的全长中误差  $m_{\Sigma}$  (mm)，可按下列公式计算：

$$m_{\Sigma} = \pm \sqrt{m_1^2 + m_2^2 + m_4^2} \quad (7.2.5-2)$$

计算所得的  $m_{\Sigma}$  值不应大于方案设计要求的全长中误差。

3 钢尺尺长检定中误差  $m_j$  (mm)，可按下列公式计算：

$$m_j = \pm \frac{\sqrt{m_B^2 + m_L^2}}{n} \quad (7.2.5-3)$$

式中  $m_B$ ——比长基线全长中误差(mm);  
 $m_L$ ——钢尺所量比长基线的名义长度中误差(mm);  
 $n$ ——尺段数。

计算所得的  $m_j$  值不应低于本规程第 4.4.3 条第 1 款规定的检定精度。

### 7.3 观测结果的平差

7.3.1 观测值中的超限误差，除在观测过程中应严格作业、认真检核随时予以排除外，在变形分析中，还应通过检验将判定含有粗差的观测值予以剔除。对于多次重复观测列中的粗差检验，可采用格拉布斯准则或狄克逊准则；对于高精度监测网的粗差检验，可采用巴尔达数据探测法或稳健估计法。

7.3.2 观测值中的系统误差，除在作业中应严格进行仪器检校、按规定观测程序操作予以减弱或对受大气及其他影响的数据作预处理外，对于高精度监测网还应进行系统误差的统计检验和补偿。

7.3.3 测量网的基准应根据控制点的稳定情况，按下列要求进行选取：

- 1 当网内具有固定点时，应采用固定基准。各期的平差计算取用统一的起算数据。
- 2 当网内具有部分相对稳定控制点时，应采用拟稳基准。在逐期平差中进行检验，当发现变动点时，即组成新的拟稳点集合，如此直至终期。再以终选的拟稳点集合对所有各期观测重新平差，提出最终的正式成果。
- 3 当网内控制点的稳定与否尚未预知，或全部控制点位于非稳定地区时，应采用重心基准。在逐期平差中进行检验，当首次发现变动点时，即改用拟稳基准，按前款程度进行拟稳点筛选，直至提出最终成果。

### 7.3.4 平差方法的选取应符合下列要求：

1 平差方法应与所采用的基准相适当。对于固定基准，应采用经典平差；对于拟稳基准，应采用拟稳平差；对于重心基准，应采用秩亏自由网平差。

2 经典平差，宜采用条件平差法或间接平差法。

3 拟稳平差和秩亏自由网平差，可视网形布设和计算方便选取解算方法；亦可先作经典平差，再通过坐标变换求得自由网平差结果。

7.3.5 各类测量网均应进行精度评定。对于估计的单位权中误差、控制网最弱边（点）精度、最弱观测点的高程和点位中误差、待求观测点间的相对高差和点位中误差等，应与方案设计要求的精度指标进行对比分析。对于监测网，应对网中各点精度作全面评定，并视需要估计其可靠性指标和灵敏度指标。

## 7.4 变形分析

### 7.4.1 控制点的稳定性检验，可采用下列方法：

1 稳定点的检验可采用统计检验方法。先作整体检验，在判别有动点后再作局部检验，找出变动点予以剔除，最后确定出稳定点组。亦可采用按单点高程、坐标变差和观测量变差的  $u$ 、 $x^2$ 、 $t$ 、 $F$  检验法，或采用按两期平差值之差与测量限差之比的组合排列检验法。

2 非稳定点的检验应在以稳定点或相对稳定点定义的参考系条件下进行。可采用比较法，当点两期的高程或坐标平差值之变差  $\Delta$  符合下列条件时，可判断点位稳定。

$$\Delta < 2\mu_0 \sqrt{2Q} \quad (7.4.1)$$

式中  $\mu_0$  ——单位权中误差(mm)；

$Q$  ——检验点高程或坐标的权倒数。

$\mu_0$  值可按下列公式计算：

$$\mu_0 = \pm \sqrt{\frac{[f\mu^2]}{[f]}}$$

式中  $\mu_i$  ——各期观测的单位权中误差(mm)；

$f_i$  ——各期网形的多余观测数。

当多余观测很少时， $\mu_i$  值可取经验数值。

对于平面监测网中的非稳定点检验，宜绘制置信椭圆，当计算的变位值落在椭圆外时，可判断其变位值是点位变动所致。

7.4.2 观测点的变位检验，应在以稳定点或相对稳定点定义的参考系条件下进行。对普通观测项目，可以观测点的相邻两周期平差值之差与最大测量误差（取中误差的两倍）相比较进行。如平差值之差小于最大误差，则可认为观测点在这一周期内没有变动或变动不显著。在每期观测后，还要作综合分析，当相邻周期平差值之差虽很小，但呈现一定趋势时，也应视为有变位。对于要求严密的变形分析，可按控制点稳定性检验方法进行。

7.4.3 变形的物理解释应确定变形体变形与变形因子之间的函数关系，并对引起变形的原因作出分析和解释，以预报变形发展趋势。根据需要与条件，可采用下列方法：

1 回归分析法。应以 10 个以上周期的长期观测数据为依据，通过分析所测变形与内因、外因之间的相关性，建立荷载—变形关系的数学模型。当处理两个变量之间关系时，可采用一元回归分析；当处理一个变量与多个因子之间的关系时，应采用逐步回归分析，通过在回归方程中逐个引入显著因子，剔除不显著因子，获得最佳回归方程（预报方程）。

2 确定函数模型法。应以大量变形信息和变形因素的观测资料为依据，利用荷载、变形体的几何性质和物理性质以及应力—应变间的关系来建立数学模型。当变形体的几何形状和边界条件复杂时，可采用有限单元法；当需要提高函数模型的精确度时，可采用联合使用函数方法与回归方法的函数—回归分析方法。

## 7.4 变形分析

7.4.1 控制点的稳定性检验，可采用下列方法：

1 稳定点的检验可采用统计检验方法。先作整体检验，在判别有动点后再作局部检验，找出变动点予以剔除，最后确定出稳定点组。亦可采用按单点高程、坐标变差和观测量变差的  $u$ 、 $x^2$ 、 $t$ 、 $F$  检验法，或采用按两期平差值之差与测量限差之比的组合排列检验法。

2 非稳定点的检验应在以稳定点或相对稳定点定义的参考系条件下进行。可采用比较法，当点两期的高程或坐标平差值之变差  $\Delta$  符合下列条件时，可判断点位稳定。

$$\Delta < 2\mu_0 \sqrt{2Q} \quad (7.4.1)$$

式中  $\mu_0$  ——单位权中误差(mm)；  
 $Q$  ——检验点高程或坐标的权倒数。

$\mu_0$  值可按下列公式计算：

$$\mu_0 = \pm \sqrt{\frac{[f\mu^2]}{[f]}}$$

式中  $\mu_i$  ——各期观测的单位权中误差(mm)；  
 $f_i$  ——各期网形的多余观测数。  
 当多余观测很少时， $\mu_i$  值可取经验数值。

对于平面监测网中的非稳定点检验，宜绘制置信椭圆，当计算的变位值落在椭圆外时，可判断其变位值是点位变动所致。

7.4.2 观测点的变位检验，应在以稳定点或相对稳定点定义的参考系条件下进行。对普通观测项目，可以观测点的相邻两周期平差值之差与最大测量误差（取中误差的两倍）相比较进行。如平差值之差小于最大误差，则可认为观测点在这一周期内没有变动或变动不显著。在每期观测后，还要作综合分析，当相邻周期平差值之差虽很小，但呈现一定趋势时，也应视为有变位。对于要求严密的变形分析，可按控制点稳定性检验方法进行。

7.4.3 变形的物理解释应确定变形体变形与变形因子之间的函数关系，并对引起变形的原因作出分析和解释，以预报变形发展趋势。根据需要与条件，可采用下列方法：

1 回归分析法。应以 10 个以上周期的长期观测数据为依据，通过分析所测变形与内因、外因之间的相关性，建立荷载—变形关系的数学模型。当处理两个变量之间关系时，可采用一元回归分析；当处理一个变量与多个因子之间的关系时，应采用逐步回归分析，通过在回归方程中逐个引入显著因子，剔除不显著因子，获得最佳回归方程（预报方程）。

2 确定函数模型法。应以大量变形信息和变形因素的观测资料为依据，利用荷载、变形体的几何性质和物理性质以及应力—应变间的关系来建立数学模型。当变形体的几何形状和边界条件复杂时，可采用有限单元法；当需要提高函数模型的精确度时，可采用联合使用函数方法与回归方法的函数—回归分析方法。

## 附录 A 高程控制点标石的型式

A. 0. 1 基岩水准基点标石应按图 A. 0. 1 的型式埋设：

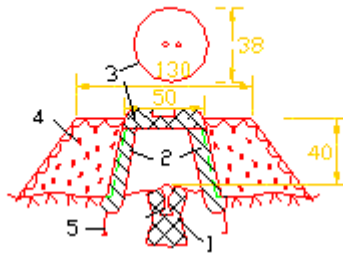


图 A. 0. 1 岩层水准基点标石(单位 : cm)  
 1—抗蚀的金属标志,2—钢筋混凝土井圈,3—井盖,  
 4—砌石土丘,5—井圈保护层

A. 0. 2 深埋双金属管水准基点标石应按图 A. 0. 2 的规格埋设：

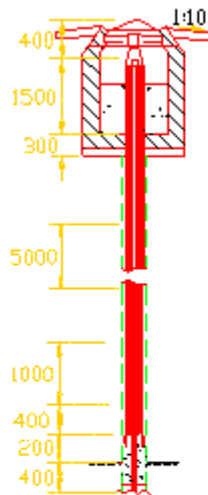


图 A. 0. 2 深埋双金属管水准基点标石(单位 : mm)

A. 0. 3 深埋钢管水准基点标石应按图 A. 0. 3 的规格埋设：

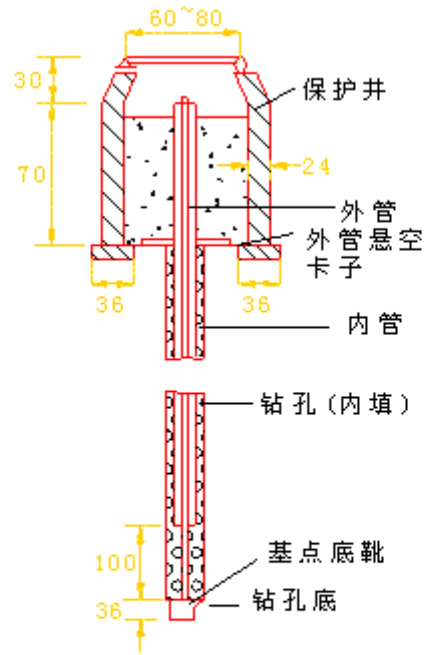


图 A.0.3 深埋钢管水准基点标石(单位:cm)

A.0.4 混凝土基本水准标石应按图 A.0.4 的规格埋设:

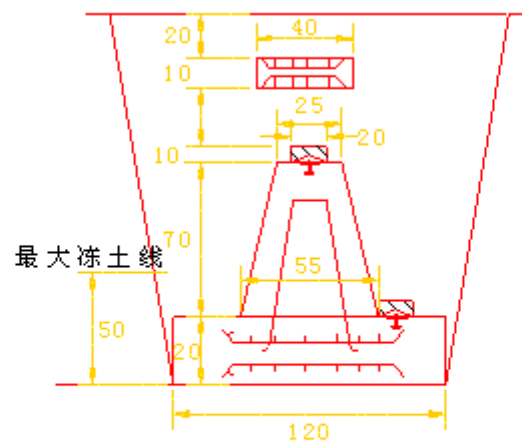


图 A.0.4 混凝土基本水准标石(单位:cm)

A.0.5 浅埋钢管水准标石应按图 A.0.5 的规格埋设:

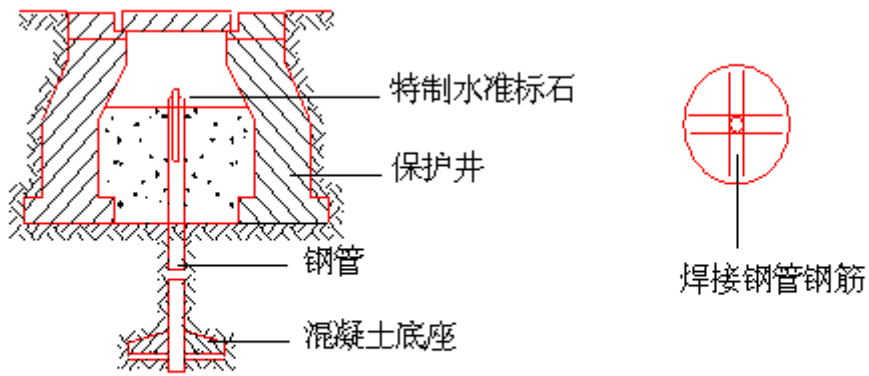


图 A.0.5 浅埋钢管水准标石

A.0.6 混凝土普通水准标石应按图 A.0.6 的规格埋设:

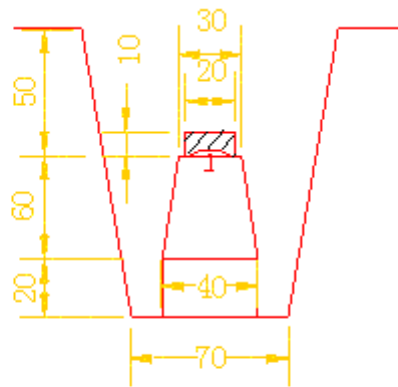


图 A.0.6 混凝土普通水准标石(单位: cm)

附录 B 观测墩及重力平衡球式照准标志的型式

B.0.1 观测墩应按图 B.0.1 的规格埋设：

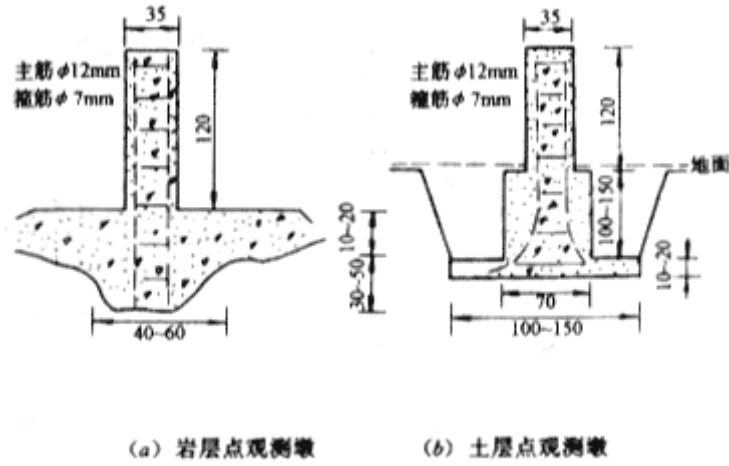


图 B.0.1 观测墩 (单位: cm)

B.0.2 重力平衡球式照准标志应按图 B.0.2 规格埋设：

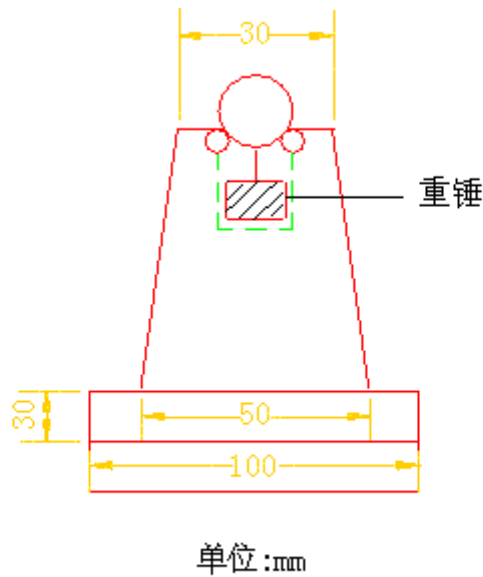


图 B.0.1 观察墩(单位:cm)

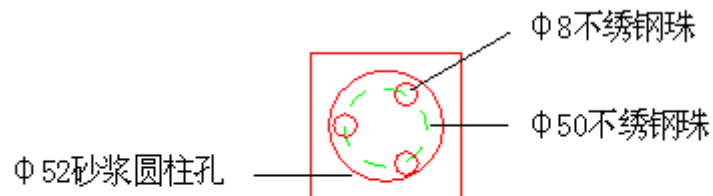


图 B.0.2 重力平衡球式照准标志



## 附录 C 沉降观测点标志的型式

C.0.1 隐蔽式沉降观测标志应按图 C.0.1-1、图 C.0.1-2 或 图 C.0.1-3 的规格埋设：

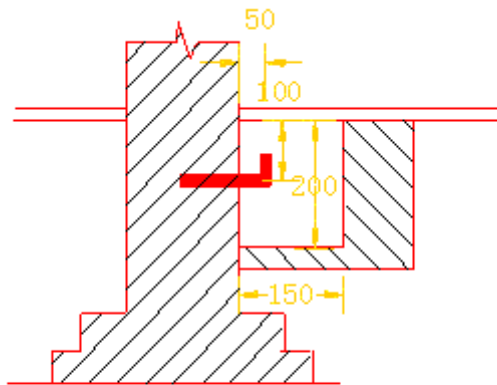


图 C.0.1-1 窨井式标志  
(适用于建筑物内部埋设,单位:mm)

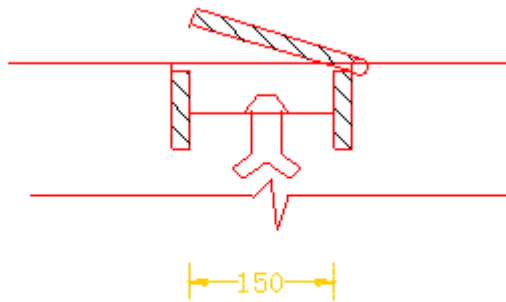


图 C0.1-2 盒式标志  
(适用于设备基础上埋设,单位:mm)

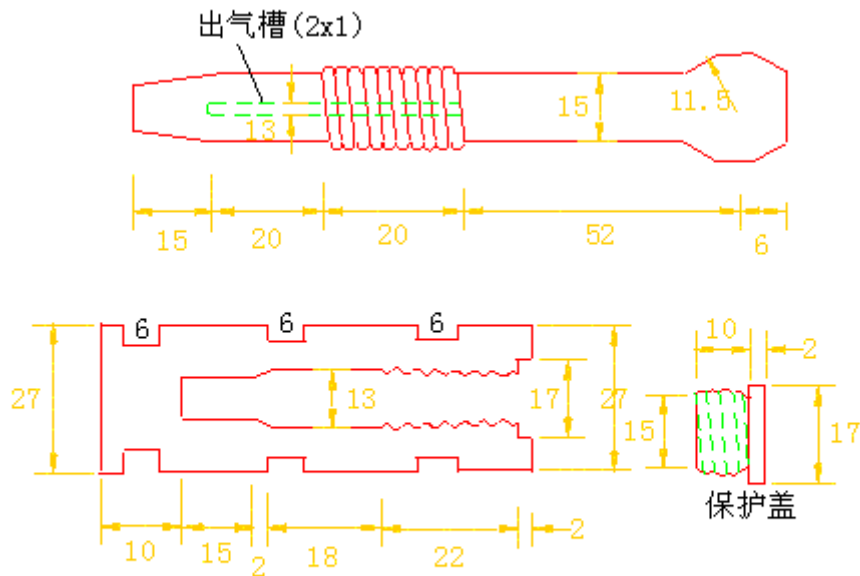


图 C.0.1-3 螺栓式标志  
(适用于墙体上埋设,单位:mm)

C.0.2 基坑回弹标志的埋设,可按下列步骤与要求进行:

1 辅助杆压入式标志应按图 C.0.2-1 所示埋设,其步骤应符合下列要求:

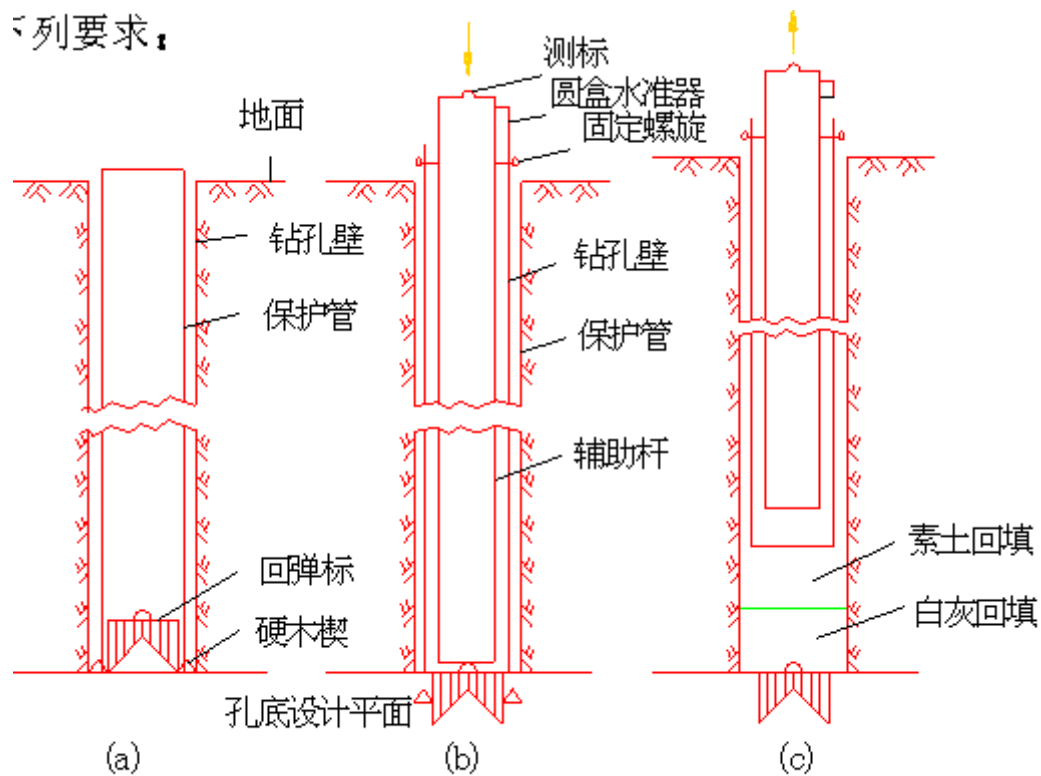


图 C.0.2-1 辅助杆压入式标志埋设步骤

1) 回弹标志的直径应与保护管内径相适应,可取长约 20cm 的圆钢一段,一端中心加工成半球状( $r=15\sim 20\text{mm}$ ),另一端加工成楔形;

2) 钻孔可用小口径(如 127mm)工程地质钻机,孔深应达孔底设计平面以下数厘米。孔口与孔底中心偏差不宜大于 3/1000,并应将孔底清除干净;

3) 图 C.0.2-1(a)为回弹标落底图。应将回弹标套在保护管下端顺孔口放入孔底;

4) 图 C.0.2-1(b)为利用辅助杆将回弹标压入孔底图。不得有孔壁土或地面杂物掉入,应保证观测时辅助杆与标头严密接触;

5) 图 C.0.2-1(c)为观测前后示意图。先将保护管提起约 10cm,在地面临时固定,然后将辅助杆立于回弹标头即行观测。测毕,将辅助杆与保护管拔出地面,先用白灰回填约厚 50cm,再填素土至填满全孔,回填应小心缓慢进行,避免撞动标志。

2 钻杆送入式标志应采用图 C.0.2-2 的型式,其埋设应符合下列要求:

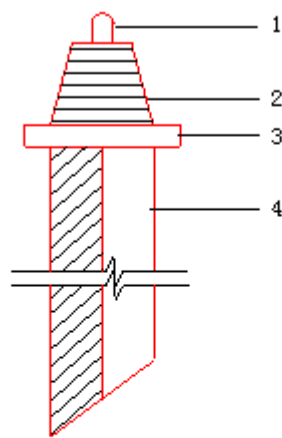


图 C.0.2-2 钻杆送入式标志

1—标头;2—连接钻杆反丝扣;

3—连接圆盘,4—标身

1) 标志的直径应与钻杆外径相适应。标头可加工成直径 20mm、高 25mm 的半球体;连接圆盘可用直径 100mm、厚 18mm 钢板制成;标身可由断面 50mm×50mm×5mm、长 400~500mm 的角钢制成,图示四部分应焊接成整体;

2) 钻孔要求与埋设辅助杆压入式标志同;

3) 当用磁锤观测时,孔内应下套管至基坑设计标高以下,提出钻杆卸下钻头,换上标志打入土中,使标头进至低于坑底面 20~30cm 以防开挖基坑时被铲坏。然后,拧动钻杆使与标志自然脱开,提出钻杆后即可进行观测;

4) 当用电磁探头观测时,在上述埋标过程中可免除下套管工序,直接将电磁探头放入钻杆内进行观测。

3 直埋式标志可用于浅基坑(深度在 10m 内)配合探井成孔使用。标志可用一段直径 20~24mm、长约 400mm 的圆钢或螺纹钢制成,一端加工成半球状,另一端锻尖。探井口径要小,直径不应大于 1m,挖深应至基坑底部设计标高以下约 10cm 处,标志可直接打入至其顶部低于坑底设计标高数厘米为止,即可观测。

C.0.3 地基土分层沉降观测标志的埋设,可按下列步骤与要求进行:

1 测标式标志应按图 C.0.3-1 所示埋设,其步骤应符合下列要求:

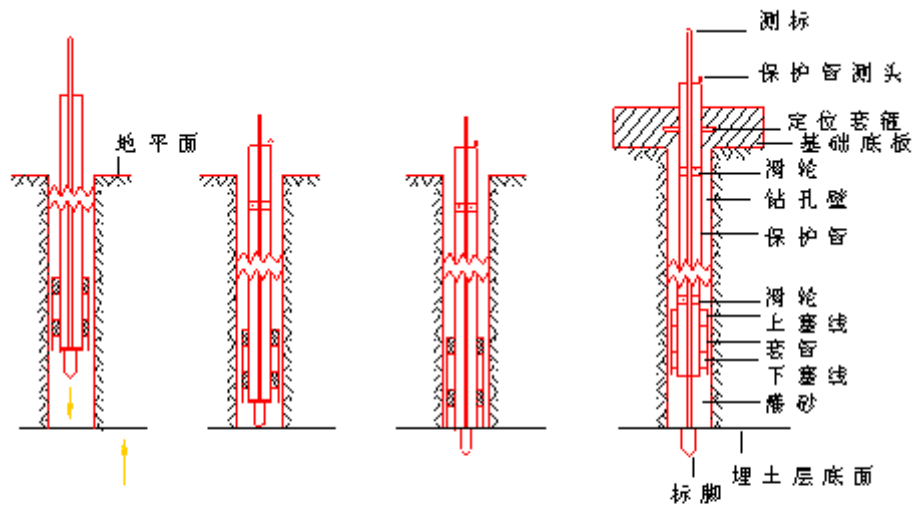


图 C.0.3-1 测标式标志埋设步骤

- 1) 测标长度应与点位深度相适应，顶端应加工成半球形并露出地面，下端为焊接的标脚，埋设于预定的观测点位置；
- 2) 钻孔时，孔径大小应符合设计要求，并须保持孔壁铅垂；
- 3) 图 C.0.3-1(a) 为在钻孔中下标志图，下标志时须用活塞将套管（长约 50mm）和保护管挤紧；
- 4) 图 C.0.3-1(b) 为标志落底图。测标、保护管与套管三者应整体徐徐放入孔底，如钻孔较深（即测杆较长），应在测标与保护管之间加入固定滑轮，避免测标在保护管内摆动；
- 5) 图 C.0.3-1(c) 为用保护管压标脚入土示意图。整个标脚应压入孔底面以下，如遇孔底土质坚硬，可用钻机钻一小孔后再压入标脚；
- 6) 图 C.0.3-1(d) 为保护管的提升、定位示意图。标志埋好后，用钻机卡住保护管提起 30~50cm，并即在提出部分和保护管与孔壁之间的空隙内灌沙，以提高标志随所在土层活动的灵敏性。最后，用定位套箍将保护管固定在基础底板上，并以保护管测头随时检查保护管在观测过程中有无脱落情况。

2 磁铁环式标志应按图 C.0.3-2 所示设置，并符合下列要求：

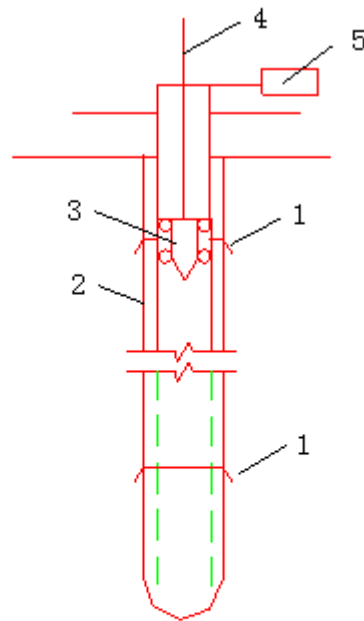


图 C.0.3-2 磁铁环式标志设置

1—磁铁环,2—保护管,3—探测头,

4—钢尺,5—指示器

- 1) 钻孔要求与埋设测标式标志同。遇到土质松软的地层，应下套管或用泥浆护壁；
- 2) 成孔后，将保护管放入，保护管可逐节连接直至预定的最低部观测点位置。然后稍许拔起套管，在保护管与孔壁间用膨胀粘土球填充，并捣实；
- 3) 用专用工具将磁铁环套在保护管外送至填充的粘土面上，用力压坏，迫使环上的三角爪插入土中。然后，将套管拔到上一预埋磁铁环的深度，并用膨胀粘土球填充钻孔，按上述方法埋设第二个磁铁环。按此进行直至完成最上土层的磁铁环埋设；
- 4) 在淤泥地层内埋设时，应另行设计标志规格，可采用其密度与泥土相当的捆扎泡沫塑料铁皮环形标志。

附录 D 沉降观测成果图

D.0.1 建筑物等沉降曲线图宜按图 D.0.1 表示。

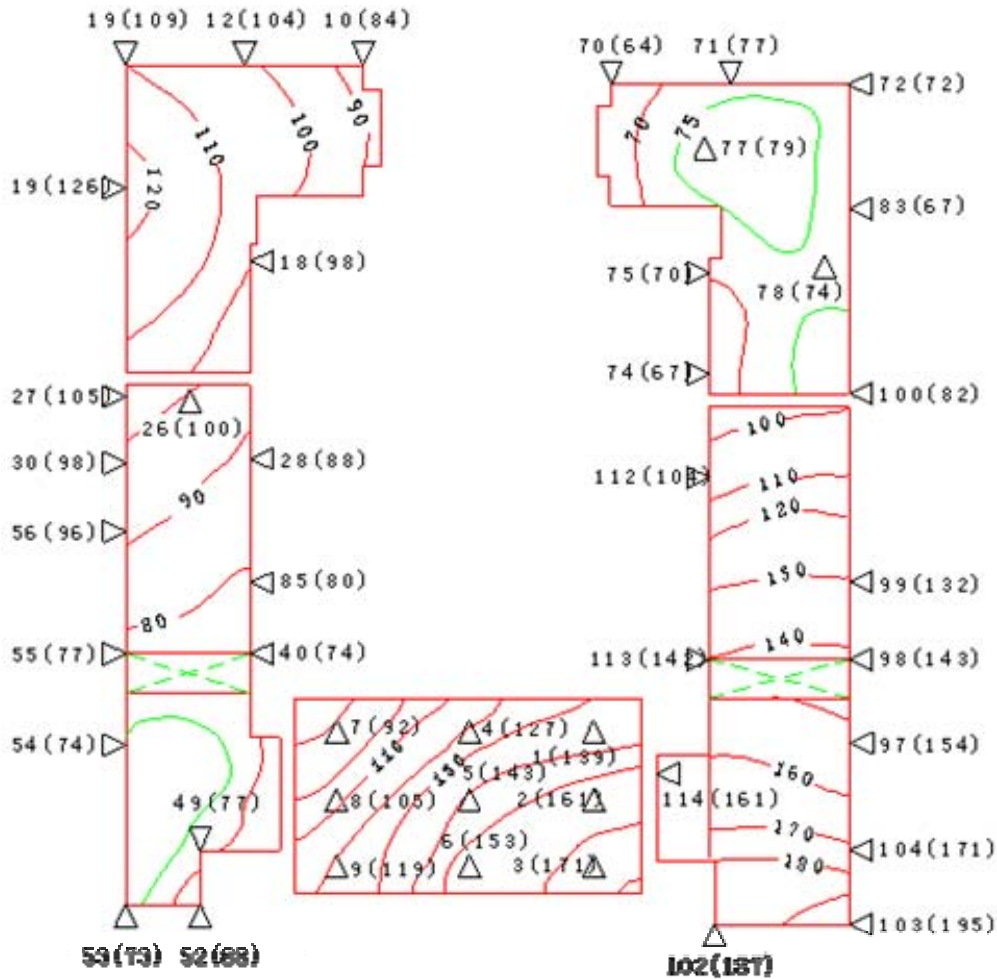


图 D.0.1 某院大楼等沉降曲线示例(单位: mm)  
注: 图中括号前数字为观测点编号, 括号内数字为沉降量。

D.0.2 回弹量纵、横断面图宜按图 D.0.2 表示。

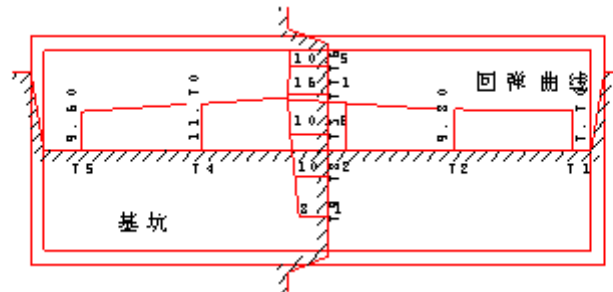


图 D.0.2 某楼基坑回弹量纵横断面示例(单位: mm)  
(比例尺: 平面 1:500、高程 1:1)

D.0.3 各土层  $p-s-z$  (荷载、沉降量、深度) 曲线图宜按与图 D.0.3 类似的形式表示。

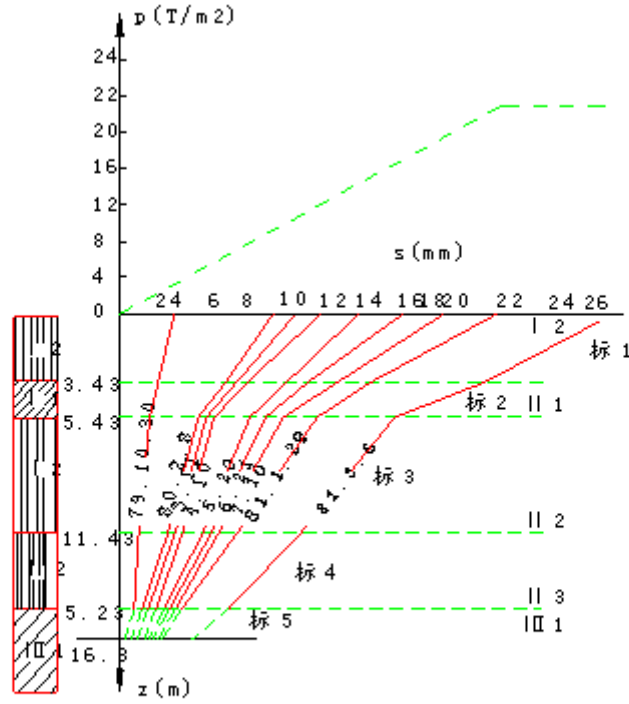


图 D.0.3 某建筑物地基各土层  $p-s-z$  曲线示例

附录 E 位移观测成果图

E.0.1 地基土深层侧向位移图宜按图 E.0.1 表示。

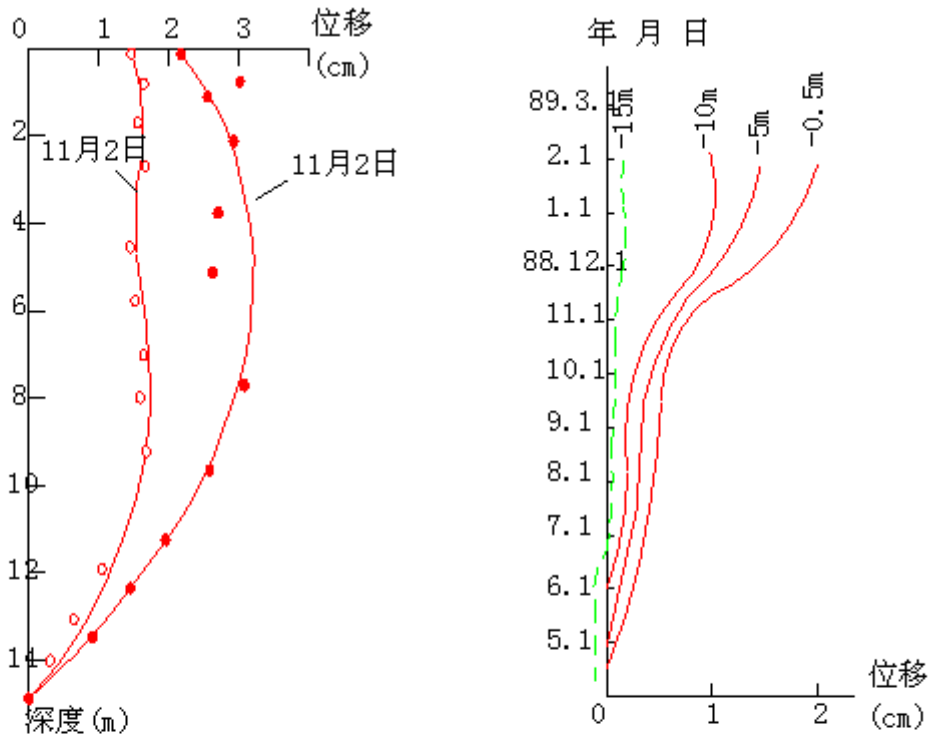


图 E.0.1-1 深度—位移曲线示例 图 E.0.1-2 时间—位移曲线示例

注:1 图 E.0.1-1 为某一工程实测的大面积加荷引起的水平位移沿深度分布线。

2 图 E.0.1-2 为某一高层建筑基坑四周地下钢筋混凝土连续墙上一个测斜导管,在不同深度处,从基坑开挖前开始,直至基础底板混凝土浇灌完毕止,所测得的时间—位移曲线。

E.0.2 日照变形曲线图,可按图 E.0.2 表示。

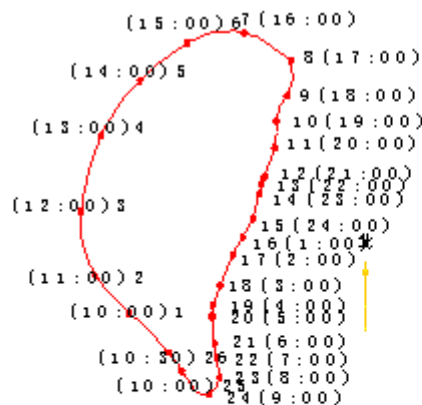


图 E.0.2 某电视塔顶部日照变形曲线

注:1 图中顺序号为观测次数编号,括号内数字为时间;

2 曲线图由激光铅直仪直接测出的激光中心轨迹反转而成。



E.0.3 滑坡观测点的位移与沉降综合曲线图，可按图 E.0.3 表示。

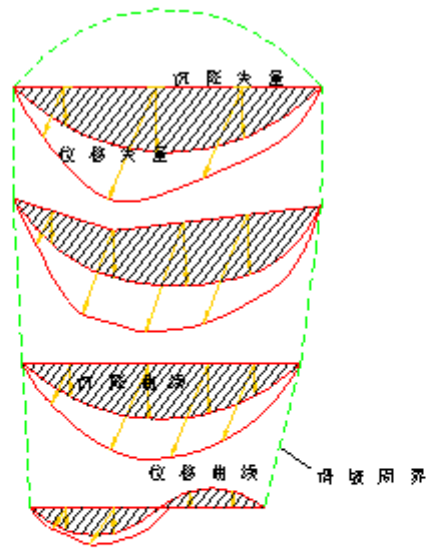


图 E.0.3 某滑坡观测点位移与沉降综合曲线图

注：观测点平面位置比例尺为 1 : 500，位移与沉降矢量比例尺为 1 : 1。

## 附录 F 本规程用词说明

F.0.1 为便于在执行本规程条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1 表示很严格，非这样做不可的：正面词采用“必须”；反面词采用“严禁”。

2 表示严格，在正常情况下均应这样做的：正面词采用“应”；反面词采用“不应”或“不得”。

3 表示允许稍可选择，在条件许可时首先应这样做的：正面词采用“宜”或“可”；反面词采用“不宜”。

F.0.2 条文中指定应按其他有关标准执行的写法为，“应按……执行”或“应符合……的要求（或规定）”。

**本规程主编单位、参加单位和主要起草人名单**

主编单位：建设部综合勘查研究设计院

参加单位：陕西省综合勘查设计院 中南勘查设计院 南京建筑工程学院 上海市民用建筑设计院 中国有色金属工业西安勘查院

主要起草人：马立德 陈茂棋 张肇基 王丹 陆学智 张绅伦 陈妙升 王燮长 程小言 王官岳 黄锦初