

点,应为经过稳定性检验合格的点或点组。监测基准网点位稳定性的检验,可采用下列方法进行:

- 1)应采用最小二乘测量平差的检验方法;复测的平差值与首次观测的平差值较差 Δ ,在满足下式要求时,可认为点位稳定。

$$\Delta < 2\mu \sqrt{2Q} \quad (10.11.2)$$

式中: Δ ——平差值较差的限值;

μ ——单位权中误差;

Q ——权系数。

- 2)应采用数理统计检验方法。

- 3)应采用第 1)项、第 2)项相结合的方法。

10.11.3 变形监测网观测数据的改正计算和检核计算,应符合本标准第 10.11.2 条第 1 款、第 2 款的规定;监测网的数据处理可采用最小二乘法进行平差。

10.11.4 监测数据处理中的数值取位要求应符合表 10.11.4 的规定。

表 10.11.4 监测数据处理中的数值取位要求

等级	方向值 (")	边长 (mm)	坐标 (mm)	高程 (mm)	水平位移量 (mm)	垂直位移量 (mm)
一、二等	0.01	0.1	0.1	0.01	0.1	0.01
三、四等	0.1	1	1	0.1	1	0.1

10.11.5 监测项目的变形分析,对于大中型工程或重点建设项目,宜包括下列所有内容;对小型工程项目,应不少于下列第 1 款~第 3 款的内容:

- 1 观测成果的可靠性;
- 2 监测体的累计变形量和两相邻观测周期的相对变形量和变形速率;
- 3 相关影响因素(荷载、气象和地质等)的作用分析;

- 4 回归分析；
- 5 有限元分析。

10.11.6 变形监测项目，应根据变形监测项目实际工程需要和委托方的要求，提交下列有关资料：

- 1 变形监测设计方案。
- 2 变形监测阶段性监测报告应包括下列主要内容：
 - 1) 每期观测成果；
 - 2) 与前期观测间的变形量和变形速率；
 - 3) 本期观测后的累计变形及说明；
 - 4) 变形监测图表及说明；
 - 5) 监测过程中需要说明的事项。
- 3 变形监测技术总结报告应包括下列主要内容：
 - 1) 监测内容及基本技术要求；
 - 2) 作业过程及技术方案；
 - 3) 每期观测成果汇总；
 - 4) 变形监测图表及说明；
 - 5) 变形监测过程中需要说明的事项；
 - 6) 基准点稳定性分析资料；
 - 7) 变形分析方法、结论和建议；
 - 8) 其他需要说明的资料。

10.12 变形监测信息系统

10.12.1 变形监测的观测记录、计算资料的管理，数据处理及分析、建模和预警等宜采用变形监测信息管理系统进行，系统宜具备下列功能：

- 1 能接收和管理各种变形监测的原始数据和观测数据、计算数据、成果数据等资料；
- 2 能接入和接收存储各类传感器和设备的实时监测数据；
- 3 能对各期观测数据进行检核和处理；

4 能进行监测基准网和变形监测网观测数据的平差计算和基准点的稳定性分析；

5 能通过变形量和变形因子关系模型,对监测点的变化统计分析后,进行变化趋势预报；

6 具有数据查询、数据上传、数据共享和推送功能；

7 具有变形成果图表生成功能和实现监测结果的三维可视化表达功能；

8 能根据不同风险类型、风险级别建立预警及报警处置预案；

9 具有用户管理、数据与信息管理和系统安全管理等功能。

10.12.2 变形监测信息系统的基本性能应符合下列规定：

1 系统运行方式应支持 24h 不间断运行；

2 系统平均无故障时间应大于 6300h,系统的故障率应低于 5%；

3 系统应具有良好的开放性和可扩展性；

4 系统应具有完备的信息安全保障体系。

10.12.3 系统宜采用作图分析法、统计分析法、对比分析法、建模分析法等对监测数据进行变形的几何分析和物理解释；当利用变形量与变形因子关系模型进行变形趋势预报时,应给出预报结果的误差范围及适用条件。

10.12.4 系统在评审验收之前,应进行系统测试和试运行。验收内容应包括文档验收、程序验收等。

附录 A 精度要求较高工程的中误差评定方法

A.0.1 对于精度要求较高的工程,且多余观测数小于 20 时,可按本章方法评定观测精度。

A.0.2 评定对象的中误差应按下式计算:

$$\sigma = K_M m \quad (\text{A.0.2})$$

式中: σ ——评定对象的中误差(母体中误差估值);

K_M ——修正系数;

m ——由观测数据计算的中误差(子样中误差)。

A.0.3 评定对象的中误差值应满足下式要求:

$$\sigma \leq \sigma_0 \quad (\text{A.0.3})$$

式中: σ_0 ——评定对象的中误差值。

A.0.4 观测中误差修正系数应根据多余观测个数 n 按表 A.0.4 选取。

表 A.0.4 观测中误差修正系数表

多余观测个数(或自由度) n	K_M 值
1	2.22
2	1.47
3	1.29
4	1.20
5	1.15
6	1.12
7	1.10
8	1.08
9	1.07

续表 A.0.4

多余观测个数(或自由度) n	K_M 值
10	1.05
11	1.04
12	1.04
13	1.03
14	1.02
15	1.02
16	1.01
17	1.01
18	1.01
19	1.00
20	1

附录 B 平面控制点标志及标石的埋设规格

B.1 平面控制点标志

B.1.1 二、三、四等平面控制标志可采用磁质或金属等材料制作磁质标志规格(图 B.1.1-1)和金属标志规格(图 B.1.1-2)。

B.1.2 一、二级小三角点,一级及以下导线点、埋石图根点等平面控制点标志可采用 $\phi 14 \sim \phi 20$ 、长度为 300mm~400mm 的普通钢筋制作,钢筋顶端应锯“十”字标记,距底端约 50mm 处应弯成勾状。

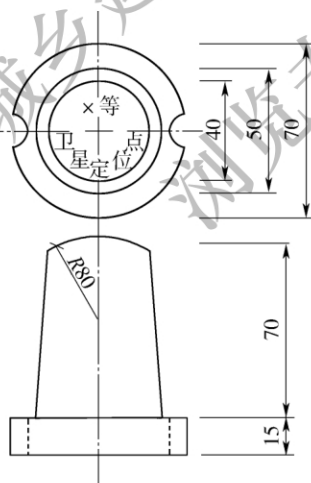


图 B.1.1-1 磁质标志规格(mm)

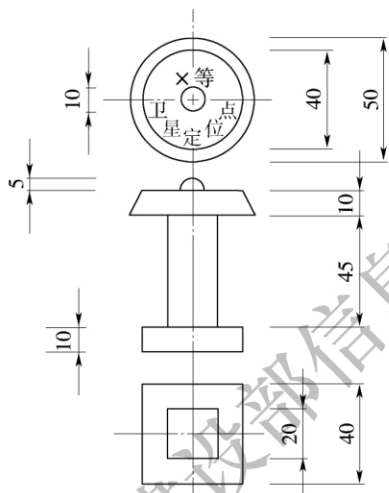


图 B. 1. 1-2 金属标志规格 (mm)

B. 2 平面控制标石埋设

B. 2. 1 二、三等平面控制点标石规格及埋设结构应符合图 B. 2. 1

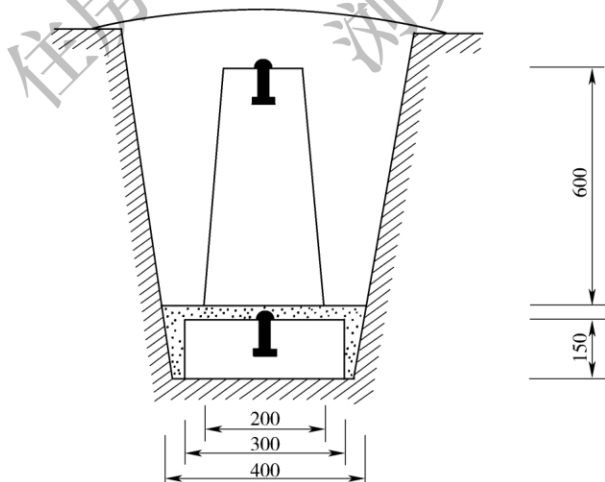


图 B. 2. 1 二、三等平面控制点标石规格及埋设结构 (mm)

的规定,柱石与盘石间应放 10mm~20mm 厚粗砂,两层标石中心的最大偏差不应超过 3mm。

B.2.2 四等平面控制点可不埋盘石,柱石高度应加大。

B.2.3 一、二级平面控制点标石规格及埋设结构应符合图 B.2.2 的规定。

B.2.4 三级导线点、埋石图根点的标石规格及埋设可符合图 B.2.4 的规定,也可自行设计。

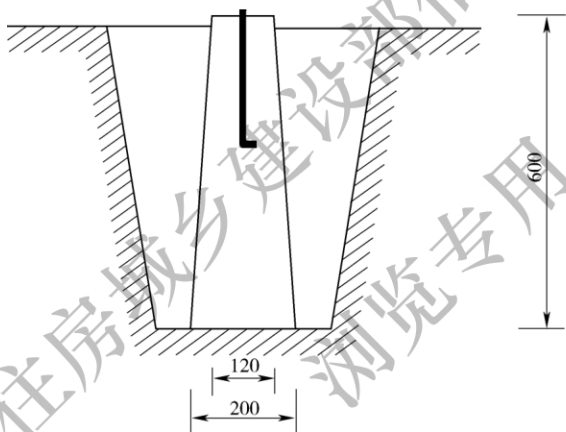


图 B.2.4 一、二级平面控制点标石规格及埋设结构(mm)

B.3 变形监测观测墩结构图

B.3.1 变形监测观测墩制作规格应符合图 B.3.1 的规定。

B.3.2 墩面尺寸可根据强制归心装置尺寸而定。

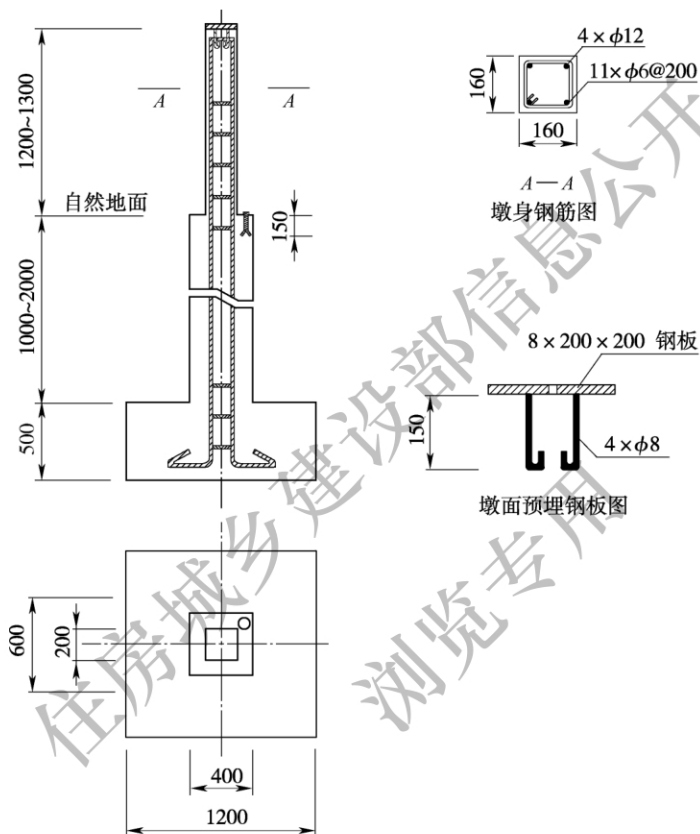


图 B.3.1 变形监测观测墩制作规格(mm)

附录 C 高程控制点标志及标石的埋设规格

C.1 高程控制点标志

C.1.1 二、三、四等水准点标志可采用磁质或金属等材料制作磁质标志规格(图 C.1.1-1)和金属标志规格(图 C.1.1-2)。

C.1.2 三、四等水准点及四等以下高程控制点可利用平面控制点点位标志。

C.1.3 墙脚水准点标志制作和埋设规格结构应符合图 C.1.3 的规定。

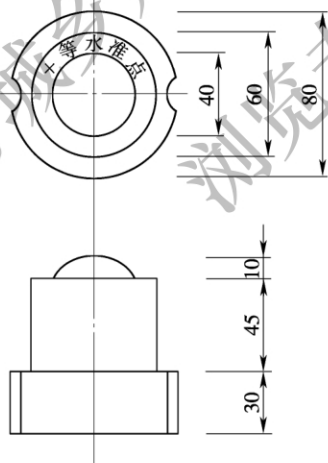


图 C.1.1-1 磁质标志规格(mm)

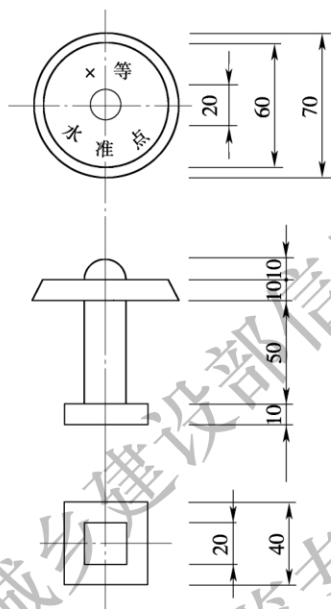


图 C.1.1-2 金属标志规格(mm)

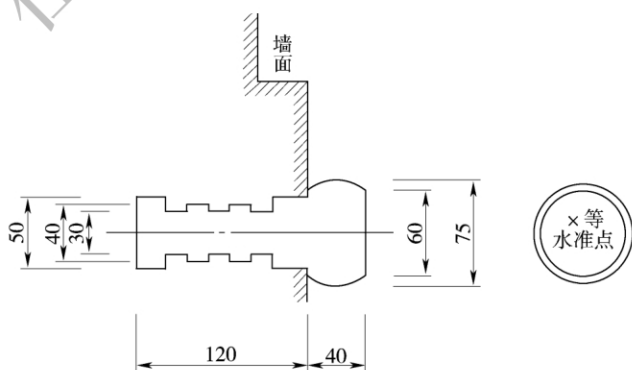


图 C.1.3 墙脚水准点标志制作和埋设规格结构(mm)

C.2 水准点标石埋设

C.2.1 二、三等水准点标石规格及埋设结构应符合图 C.2.1 的规定。

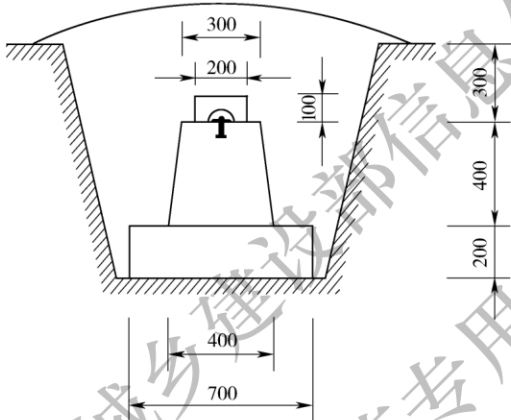


图 C.2.1 二、三等水准点标石规格及埋设结构(mm)

C.2.2 四等水准点标石规格及埋设结构应符合图 C.2.2 的规定。

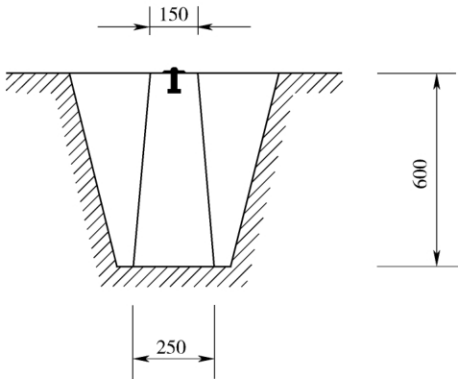


图 C.2.2 四等水准点标石规格及埋设结构(mm)

C.2.3 冻土地区的标石规格和埋设深度可自行设计。

C.2.4 线路测量专用高程控制点宜采用本标准图 C.2.2 规格，也可自行设计。

C.3 深埋水准点结构图

C.3.1 测温钢管式深埋水准点规格及埋设结构剖面应符合图 C.3.1 的规定。

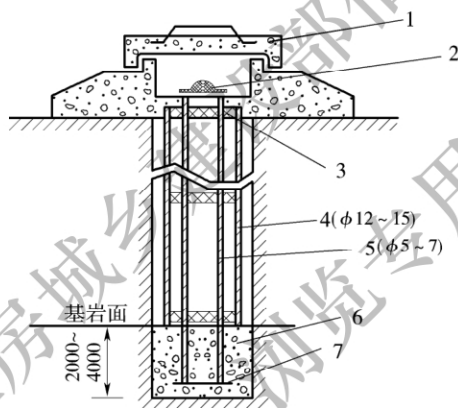


图 C.3.1 测温钢管式深埋水准点规格及埋设结构剖面(mm)

1—标盖;2—标心(有测温孔);

3—橡皮环;4—钻孔保护钢管;

5—心管(钢管);6—混凝土(或 M20 水泥砂浆);

7—心管封底钢板与根络

C.3.2 双金属标深埋水准点规格及埋设结构剖面应符合图 C.3.2 的规定。

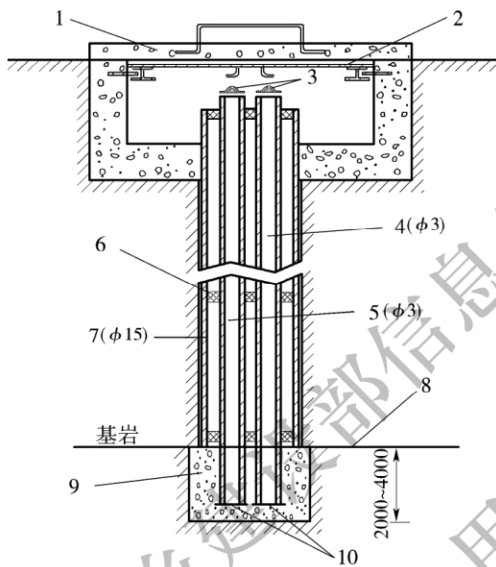


图 C.3.2 双金属标深埋水准点规格及埋设结构剖面(mm)

- 1—钢筋混凝土标盖;2—钢板标盖;3—标心;4—钢心管;5—铝心管;
6—橡胶环;7—钻孔保护钢管;8—新鲜基岩面;
9—M20 水泥砂浆;10—心管底板与根络

附录 D 建筑方格网点标石规格及埋设

D.0.1 建筑方格网点标志规格、形式及埋设应符合图 D.0.1 的规定,标石顶面宜低于地面 200mm~400mm,并应砌筑井筒加盖保护。

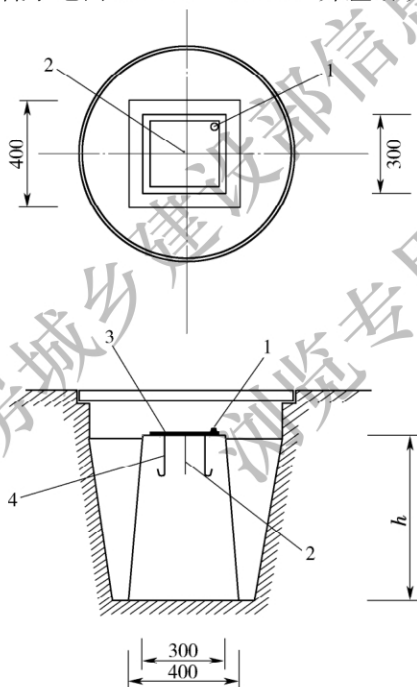


图 D.0.1 建筑方格网点标志规格、形式及埋设(mm)

- 1— $\phi 20\text{mm}$ 铜质半球高程标志;2— $\phi 1\text{mm}\sim\phi 2\text{mm}$ 铜芯平面标志;
3— $200\text{mm}\times 200\text{mm}\times 5\text{mm}$ 标志钢板;4—钢筋爪; h —埋设深度,

根据地冻线和场地平整的设计高程确定

D.0.2 方格网点平面标志宜镶嵌铜芯表示,铜芯直径应为 1mm~2mm。

附录 E 建(构)筑物主体倾斜率和按差异沉降

E.0.1 建(构)筑物主体的倾斜率应按下式计算。

$$i = \tan\alpha = \frac{\Delta D}{H} \quad (\text{E.0.1})$$

式中: i ——主体的倾斜率;

$\frac{\Delta D}{H}$ ——建(构)筑物顶部观测点相对于底部观测点的偏移值(m);

H ——建(构)筑物的高度(m);

α ——倾斜角(°)。

E.0.2 按差异沉降推算主体的倾斜值,应按下式计算。

$$\Delta D = \frac{\Delta S}{L} H \quad (\text{E.0.2})$$

式中: ΔD ——倾斜值(m);

ΔS ——基础两端点的沉降差(m);

L ——基础两端点的水平距离(m);

H ——建(构)筑物的高度(m)。

附录 F 基础相对倾斜值和基础挠度计算公式

F.0.1 基础的相对倾斜值 ΔS_{AB} (图 F.0.1)应按下式计算:

$$\Delta S_{AB} = \frac{S_A - S_B}{L} \quad (\text{F.0.1})$$

式中: ΔS_{AB} ——相对倾斜值;

S_A, S_B ——倾斜段两端观测点 A、B 的沉降量(m);

L ——A、B 间的水平距离(m)。

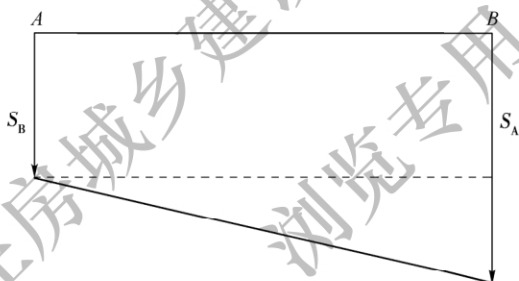


图 F.0.1 基础的相对倾斜

F.0.2 基础的挠度 f_C (图 F.0.2)应按下式计算。

$$f_C = \Delta S_{BC} - \frac{L_1}{L_1 + L_2} \Delta S_{AB} \quad (\text{F.0.2})$$

式中: f_C ——挠度(m);

ΔS_{BC} ——B、C 两点的沉降差(m);

ΔS_{AB} ——A、B 两点的沉降差(m);

L_1 ——B、C 两点间的水平距离(m);

L_2 ——A、C 两点间的水平距离(m)。

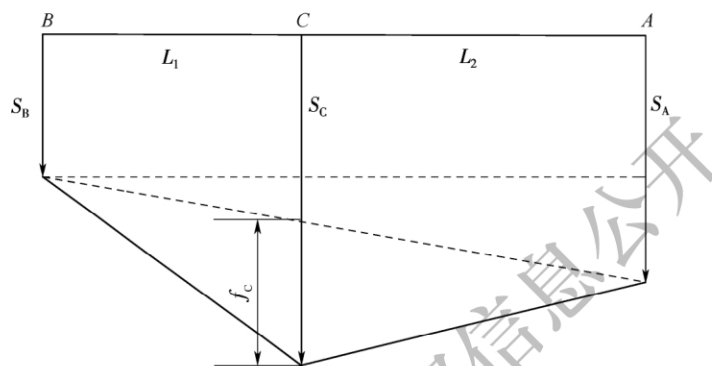


图 F.0.2 基础的挠度

本标准用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待,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)表示允许稍有选择,在条件许可时首先应这样做的:

正面词采用“宜”,反面词采用“不宜”;

4)表示有选择,在一定条件下可以这样做的,采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为:“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 《总图制图标准》GB/T 50103
《工程摄影测量规范》GB 50167
《330kV~750kV 架空输电线路勘测标准》GB/T 50548
《基础地理信息要素分类与代码》GB/T 13923
《地理空间数据交换格式》GB/T 17798
《国家基本比例尺地图图式 第1部分:1:500 1:1000 1:2000 地形图图式》GB/T 20257.1
《国家基本比例尺地图图式 第2部分:1:5000 1:10000 地形图图式》GB/T 20257.2
《基础地理信息数字成果数据组织及文件命名规则》CH/T 9012
《车载移动测量数据规范》CH/T 6003
《机载激光雷达数据获取技术规范》CH/T 8024
《高速铁路工程测量规范》TB 10601
《低空数字航空摄影规范》CH/Z 3005