

江苏省工程建设标准

DGJ

J 10771—2012

DGJ32/TJ 18—2012

建筑物沉降、垂直度检测 技术规程

Technical regulations of detection of building
settlement and verticality

受控文件	
分类号	388
持有人	办公室



统一书号: 155345·394

定 价: 18.00 元

2012-07-20 发布

2012-08-01 实施

江苏省住房和城乡建设厅 审定 发布

WWW.ZYLJC.CN

江苏省工程建设标准

建筑物沉降、垂直度检测技术规程

Technical regulations of detection of building
settlement and verticality

DGJ32/TJ 18—2012

主编单位：江苏方建工程质量鉴定检测有限公司
南京建正建设工程质量检测中心

批准部门：江苏省住房和城乡建设厅

施行日期：2012年8月1日

江苏科学技术出版社

2012 南京

江苏省住房和城乡建设厅

公 告

第 182 号

关于发布江苏省工程建设标准 《建筑物沉降、垂直度检测技术规程》的公告

现批准《建筑物沉降、垂直度检测技术规程》为江苏省工程建设标准，编号为 DGJ32/TJ 18—2012，自 2012 年 8 月 1 日起实施，原《建筑物沉降观测方法》DGJ32/J 18—2006 同时废止。

该规程由江苏省工程建设标准站组织出版、发行。

江苏省住房和城乡建设厅
二〇一二年七月二十日

江苏省工程建设标准

建筑物沉降、垂直度检测技术规程

Technical regulations of detection of building settlement and verticality
DGJ32/TJ 18—2012

主 编 江苏方建工程质量鉴定检测有限公司
南京建正建设工程质量检测中心

责任编辑 刘屹立 宋 平

出版发行 江苏科学技术出版社（南京市湖南路 1 号 A 楼，邮编：210009）

集团地址 凤凰出版传媒集团（南京市湖南路 1 号 A 楼，邮编：210009）

照 排 南京紫藤制版印务中心

印 刷 江苏省科学技术情报研究所印刷厂

开 本 850 mm×1168 mm 1/32

印 张 1.875

字 数 37000

版 次 2012 年 10 月第 1 版

印 次 2012 年 10 月第 1 次印刷

统一书号 155345·394

定 价 18.00 元

图书如有印装质量问题，可随时寄印刷厂调换。

前 言

根据江苏省住房和城乡建设厅《关于印发〈2011 年度江苏省工程建设标准和标准设计编制、修订计划〉的通知》（苏建科[2011] 231 号）的要求，江苏方建工程质量鉴定检测有限公司组织有关单位成立编制组，依据现行相关标准，认真总结实践经验，在广泛的调查研究、讨论、征求意见的基础上，对原《建筑物沉降观测方法》DGJ32/J 18—2006 进行了修订，编制了本规程。本规程用于规范沉降检测和垂直度检测的方法和检测结果的处理，以控制建筑工程的总体质量。

本规程共 7 章，主要内容包括：1 总则；2 术语；3 基本规定；4 高程控制网点布设及检测；5 沉降检测方法；6 建筑垂直度检测方法；7 数据处理；8 检测报告；附录 A～附录 F。

本规程由江苏省住房和城乡建设厅负责管理，江苏方建工程质量鉴定检测有限公司负责技术内容的解释。各单位在执行过程中若有修改意见和建议，请反馈至江苏省工程建设标准站（地址：南京市江东北路 287 号银城广场 B 座 4 楼；邮政编码：210036）。

本规程主编单位、参编单位、主要起草人和主要审查人：

主 编 单 位：江苏方建工程质量鉴定检测有限公司

南京建正建设工程质量检测中心

参 编 单 位：无锡市建筑工程质量检测中心

徐州市建设工程检测中心

苏州市建设工程质量检测中心有限公司

昆山市建设工程质量检测中心

南通市建筑工程质量检测中心

连云港市建设工程质量检测中心有限公司

盐城市建设工程质量检测中心有限公司
扬州市建伟建设工程检测有限公司
镇江市建科工程质量检测中心有限公司
江苏建盛工程质量鉴定检测有限公司
南京方正建设工程质量检测有限公司
江苏省建安建设有限公司

主要起草人：唐国才 周 强 查 亮 沈 东 朱岳兴
江文林 王鹏飞 张奇伟 杨新成 高 峰
丁素兰 王 杰 盛兴泉 李树林 沈中标
芮万平 冯 成 孙小军 池 永 韩秋宏
主要审查人：金孝权 李玉宝 陆建民 王秀哲 顾 翔

目 次

1 总则	1
2 术语和符号	2
2.1 术语	2
2.2 符号	3
3 基本规定	4
4 高程控制网点布设及检测	9
4.1 高程控制网点布设	9
4.2 水准测量	10
5 沉降检测方法	15
6 建筑垂直度检测方法	21
7 数据处理	27
7.1 平差计算	27
7.2 沉降、垂直度检测几何分析	28
8 检测报告	30
附录 A 建筑物沉降检测原始记录表	31
附录 B 建筑物沉降检测成果表	32
附录 C 沉降点 $v-t-s$ (沉降速度-时间-沉降量) 曲线图	33
附录 D 沉降点 $p-t-s$ (荷载-时间-沉降量) 曲线图	34
附录 E 沉降检测点标志的标准件及埋设	35
附录 F 建筑主体垂直度检测成果表	36
本规程用词说明	37
条文说明	39

1 总 则

1.0.1 为了加强建筑工程施工质量控制，进一步规范建筑工程沉降、垂直度的检测，为工程质量验收提供依据，特制定本规程。

1.0.2 本规程适用于江苏省工业与民用建筑新建、改建、扩建工程的沉降、垂直度检测。

1.0.3 建筑工程的沉降、垂直度检测除应符合本规程外，尚应符合国家、行业及江苏省现行相关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 沉降 settlement

地基受建筑物自重或其他外力作用下产生的竖向位移,包括下沉和上升。其下沉或上升值称为沉降量,由本次检测高程减上次检测高程或初次检测高程,得到本周期的下沉值或下沉累积值,“—”表示下沉,“+”表示上升。

2.1.2 垂直度 verticality

建筑中心线或其墙、柱等,在不同高度的点对其相应底部点在水平面上投影的偏移现象,以偏移值与其高度之比表示。

2.1.3 基准点 benchmark

为进行沉降、垂直度检测而布设的稳定的、需长期保存的检测控制点。

2.1.4 工作基点 working reference point

为直接检测沉降点在现场布设的相对稳定的检测控制点。

2.1.5 检测点 observation

布设在建筑物的敏感位置上且能反映其沉降、垂直度特征的检测点位。

2.1.6 闭合路线 closed route

由一个已知高程的水准点开始,测定了若干个待测固定点后,再回到原来的点上。

2.1.7 沉降差 settlement difference

同一建筑的不同部位在同一时间段的沉降量差值。

2.1.8 沉降速率 subsidence rate

单位时间的沉降量。

2.1.9 检测周期 time interval detection

前后相邻两次沉降检测的时间间隔。

2.1.10 系统误差 systematic error

在同一量的多次检测过程中,在符号和数值上均相同、或按一定规律变化的检测误差。

2.1.13 见证检测 witness detection

在具有见证资格的监理(或建设方代表)旁站见证条件下的检测。

2.2 符号

D ——最长视线长度;

L ——检测点与检测点间的距离;

H_g ——自室外地面起算的建筑物高度;

N ——测段数或水准环数;

n ——测站数;

r ——检测线路数;

S ——沉降量;

Q ——高程的权倒数;

W ——闭合差;

μ ——单位权中误差;

d ——偏离值。

3 基本规定

3.0.1 建筑工程沉降检测首层、主体验收前、竣工验收前三个阶段应进行见证检测，见证人员应在原始记录上签字，检测报告上应有“见证检测标志”。

3.0.2 建筑工程沉降、垂直度检测程序、原始记录与检测报告应符合《建设工程质量检测规程》DGJ32/J 21的规定。

3.0.3 下列建筑在施工和使用期间应进行沉降、垂直度检测：

- 1 地基基础设计等级为甲级的建筑。
- 2 复合地基或软弱地基上的设计等级为乙级的建筑。
- 3 加层、扩建建筑。
- 4 受邻近深基坑开挖施工影响或受场地地下水等环境因素变化影响的建筑。
- 5 需要积累经验或进行设计反分析的建筑。
- 6 建设主管部门对沉降检测有明确要求的。
- 7 设计文件有要求或者有合同约定的建筑。

3.0.4 沉降检测工作开始前，应根据建筑地基基础设计等级和要求、沉降类型、检测目的、任务要求以及测区条件进行检测方案的设计。内容包括检测的内容、精度级别、基准点与沉降点布设位置、检测周期、仪器设备及检定要求、根据建筑物地基基础的等级和设计要求设置预警值、检测与数据处理方法、提交成果内容等，当采用新仪器、新工艺、新方法进行沉降、垂直度检测时，必须在技术设计中说明并论证其达到与本规程相关规定的相当的精度和效果，批准后实施。

3.0.5 对于建筑外立面采用幕墙装饰的工程，在施工前应对沉降检测工作与监理及施工单位进行技术交底，确保后续监测点数据的连续。

3.0.6 应按沉降检测的要求，分别选定基准点，埋设相应的检测标志，建立沉降检测高程网。沉降检测宜采用国家高程基准或测区所在地方使用的高程系统，也可采用独立系统，但一个测区只能设立一个高程系统。无论采用何种高程系统，都应在检测方案中明确说明。

3.0.7 对各周期的检测成果应及时进行数据处理，根据实际的沉降检测高程网的网形进行平差计算和精度评定，并结合以前所进行的检测数据进行本周期和总沉降量的计算，进行相应的沉降速率以及差异沉降的相关计算。对于重要的以及达到警戒值的监测成果，应进行沉降分析，并对沉降趋势做出预报。

3.0.8 沉降检测点可分为控制点和检测点。控制点包括基准点、工作基点。各种检测点的选设及其使用，应符合下列要求：

1 基准点应选设在沉降影响范围以外便于长期保存的稳定位置。使用时，应做稳定性检查或检验，基准点可直接作为布测工作基点的起算点，也可直接作为沉降检测点检测的参考点。有时依由建设方提供的水准点作为基准点时，若建设方提供的水准基点地基基础不够稳定，则宜与邻近的城市精密导线点进行联测。

2 工作基点应选设在靠近检测目标且便于联测检测点的稳定或相对稳定的位置。宜布设成闭合路线，若确有困难，可布设水准支线，但必须往返检测。若建筑物范围较小，基准点和工作基点可以合并选定，并按规定埋设固定标志。

3 检测点应选设在沉降体上能反映沉降特征的位置，可以从工作基点或基准点对其进行检测。建设单位与施工单位应负责沉降检测点的保护。

3.0.9 建筑物沉降检测的等级划分及其精度要求应符合表3.0.9的规定。

表 3.0.9 建筑物沉降检测的等级划分及其精度要求

等级	沉降检测	适用范围
	检测点测站高差中误差 (mm)	
特级	±0.05	特高精度要求的特种精密工程的沉降检测
一级	±0.15	地基基础设计为甲级的建筑的沉降检测、重要的古建筑等
二级	±0.50	地基基础设计为甲、乙级的建筑的沉降检测，地下工程施工及运营中沉降检测等
三级	±1.50	地基基础设计为乙、丙级的建筑的沉降检测，地表、道路沉降检测，中小型工程施工及运营中沉降检测等

3.0.10 地基基础设计为甲级的建筑及有特殊要求的建筑沉降测量，应根据《建筑地基基础设计规范》GB 50007 规定的建筑地基沉降允许值，按本规程第 3.0.9 条的规定进行估算，然后按以下原则确定检测的等级：

1 当仅给定单一沉降允许值时，应按所估算的检测点精度选择相应的精度等级。

2 当给定多个同类型沉降允许值时，应分别估算检测点精度，并应根据其中最高精度选择相应的精度等级。

3 当估算出的检测点精度低于本规程表 3.0.9 中三级精度的要求时，宜采用三级精度。

4 对难以规定沉降允许值的建筑工程，可根据设计、施工的原则要求，参考同类或类似建筑工程的经验，对照本规程表 3.0.9 的规定，选取适宜的精度等级。

3.0.11 沉降检测点测站高差中误差应按下列规定进行估算：

1 单位权中误差即检测点测站高差中误差 μ 应按下式估算：

$$\mu = m_s / \sqrt{2Q_H} \quad (3.0.11-1)$$

$$\mu = m_{\Delta s} / \sqrt{2Q_h} \quad (3.0.11-2)$$

式中 m_s —— 沉降量 s 的检测中误差 (mm)；

$m_{\Delta s}$ —— 沉降差 Δs 的检测中误差 (mm)；

Q_H —— 网中最弱检测点高程 H 的权倒数；

Q_h —— 网中待求检测点间高差 h 的权倒数。

2 式 (3.0.11-1) 或式 (3.0.11-2) 中 m_s 和 $m_{\Delta s}$ 应按下列规定确定：

1) 沉降量、平均沉降量等绝对沉降的测定中误差 m_s ，对于特定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、高压压缩性地基土的类别，分别选 ±0.5mm、±1.0mm、±2.5mm；

2) 沉降差、基础倾斜、局部倾斜等相对沉降的测定中误差，不应超过其沉降允许值的 1/20；

3) 对于具有科研及特殊目的的沉降量或沉降差的测定中误差，可将上述各项误差乘以 1/5~1/2 系数后采用。

3.0.12 沉降检测的检测周期应符合下列要求：

1 对于单一层次布网，检测点与控制点应按沉降检测周期进行检测；对于两个层次布网，检测点及联测的控制点应按沉降检测周期进行检测，控制网部分可按复测周期进行检测。

2 沉降检测周期应以能在检测的精度内系统地反映出所测沉降的变化过程和特征为原则，根据单位时间内沉降量的大小、监测的精度以及外界因素影响确定。当检测中发现沉降异常时，应及时缩短检测周期，增加检测次数。

3 控制网复测周期应根据检测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检测时间间隔，点位稳定后可适当延长检测时间间隔。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 沉降检测的首次（即零周期）检测应连续进行两次独立

检测，并取检测结果的中数作为沉降检测初始值，以提高初始值的可靠性。

5 不同周期检测时，宜采用相同的检测网形和检测方法。

3.0.13 当建筑沉降检测过程中发生下列情况之一时，应立即报告委托方，并调整沉降检测方案：

- 1 沉降量或沉降速率出现异常变化。
- 2 沉降量达到或超出预警值。
- 3 超出本规程第 5.0.5 条第 3 款规定的范围。

3.0.14 建筑沉降检测、垂直度检测工作的远程监督管理应符合《建设工程质量检测规程》DGJ32/J 21 的要求。

4 高程控制网点布设及检测

4.1 高程控制网点布设

4.1.1 对于建筑物较少的测区，宜将高程基准点连同工作基点按单一层次布设；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，高程基准点与所联测的工作基点组成扩展网。

4.1.2 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。

4.1.3 特级沉降检测的高程基准点数不应少于 4 个，其他级别沉降检测的高程基准点数不应少于 3 个。高程工作基点可根据需要设置。

4.1.4 高程基准点应埋在稳定的基岩或原状土层中，距建筑物距离应大于建筑物基础宽度的 2 倍，亦可在永久性建筑物的基础上设置。

4.1.5 高程基准点和工作基点应避开交通干道、地下管线、仓库堆栈、水源河岸、松软填土、滑坡、机器振动区以及其他能使标石、标志遭腐蚀和破坏的地点。

4.1.6 高程控制点标石的埋设及选型应符合下列要求：

1 高程基准点可根据点位所在不同的地质条件，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、混凝土基本水准标石，也可利用稳固的建筑物设立墙上水准标准，还可利用基岩凿埋标志。

2 高程工作基点的标石可按照不同要求，选用浅埋钢管水准标石、混凝土普通水准标石或墙上水准标志等。

3 标石、标志埋设后,应达到稳定后方可开始高程控制测量工作。稳定期应根据检测要求与地质条件确定,一般不宜少于1.5d。

4.1.7 高程控制测量宜采用水准测量方法。当不便使用水准测量时,可采用静力水准测量或其他符合相关标准的方法。

4.2 水准测量

4.2.1 采用水准测量方法进行各级高程控制测量或沉降检测,应符合下列要求:

1 各等级水准测量使用的仪器系列和标尺类型应符合表4.2.1-1的规定。

表 4.2.1-1 水准测量使用的仪器系列和标尺类型

级别	使用的仪器系列			标尺类型		
	DS05、DSZ05	DS1、DSZ1	DS3、DSZ3	因瓦尺	条码尺	双面区格式木质标尺
特级	√	×	×	√	√	×
一级	√	×	×	√	√	×
二级	√	√	×	√	√	×
三级	√	√	√	√	√	√

注:表中“√”表示允许使用,“×”表示不允许使用。

2 使用光学水准仪和数字水准仪进行沉降检测作业的基本方法应符合《国家一、二等水准测量规范》GB 12897 和《国家三、四等水准测量规范》GB 12898 的相应规定。

3 用水准仪进行一、二、三级沉降检测应符合表4.2.1-2的要求。

表 4.2.1-2 一、二、三级沉降检测要求

级别	高程控制测量、工作基点联测及首次沉降检测			其他各次沉降检测		
	DS05、DSZ05	DS1、DSZ1	DS3、DSZ3	DS05、DSZ05	DS1、DSZ1	DS3、DSZ3
一级	往返测	—	—	往返测或单程双转点	—	—
二级	往返测或单程双转点	往返测或单程双转点	—	单程检测	单程双转点	—
三级	单程双转点	单程双转点	往返测或单程双转点	单程检测	单程检测	单程双转点

4 特级沉降检测每周期的检测线路数 r ,可根据所选等级精度和使用的仪器类型,按下式估算并做调整后确定:

$$r = (m_d/m_0)^2 \quad (4.2.1)$$

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检测每测站高差中误差估值 (mm),可按下列经验公式计算:DS05 型 $m_d=0.025+0.0029D$,其中 D 为采用的最长视线长度 (m)。

按式 (4.2.1) 估算的结果应做下列调整:

- 1) 当 $1 < r \leq 2$ 时,应采用往返检测或单程双转点检测;
- 2) 当 $2 < r < 4$ 时,应采用两次往返测或正反向各按单程双转点检测;
- 3) 当 $r \leq 1$ 时,各级别沉降检测的首次检测、复测工作基点稳定性检测,可进行往返测或单程双转点检测。测点从第2次开始可按单程检测,但任何等级的支线必须做往返或单程双转点检测。

5 水准测量的视线长度、前后视距差和视线高度应符合表4.2.1-3的要求。

表 4.2.1-3 水准测量的视线长度、前后视距差、视线高度要求 (m)

级别	视线长度	前后视距差	前后视距累积差	视线高度
特级	≤10	≤0.3	≤0.5	≥0.5
一级	≤30	≤0.7	≤1.0	≥0.5
二级	≤30	≤2.0	≤3.0	≥0.5
三级	≤50	≤5.0	≤8.0	三丝能读数

注: 1 表中的视线高度为视距丝读数。

2 当采用数字水准仪检测时, 最短视线长度不宜小于 3m, 最低水平视线高度不应低于 0.6m。

6 各级别水准检测的限差应符合表 4.2.1-4 的规定。

表 4.2.1-4 各级别水准检测的限差 (mm)

级别	基辅分划读数之差	基辅分划所测高差之差	往返较差及附和环线闭合差	单程双转点所测高差较差	检测已测测段高差之差
特级	0.15	0.20	$\leq 0.1\sqrt{n}$	$\leq 0.07\sqrt{n}$	$\leq 0.15\sqrt{n}$
一级	0.30	0.50	$\leq 0.3\sqrt{n}$	$\leq 0.2\sqrt{n}$	$\leq 0.45\sqrt{n}$
二级	0.30	0.50	$\leq 0.5\sqrt{n}$	$\leq 0.4\sqrt{n}$	$\leq 1.0\sqrt{n}$
三级	光学测微法	0.50	$\leq 1.5\sqrt{n}$	$\leq 1.0\sqrt{n}$	$\leq 2.0\sqrt{n}$
	中丝读数法	2.0			

注: 1 表中 n 为测站数。

2 当采用数字水准仪检测时, 对同一尺面的两次读数差不设限差, 两次读数所测高差之差的限差执行基辅分划所测高差之差的限差。

4.2.2 使用的水准仪、水准标尺, 检测前应进行检查。当检测成果出现异常, 经分析与仪器有关时, 应及时对仪器进行检验与校正。检验和校正应按《国家一、二等水准测量规范》GB 12897 和《国家三、四等水准测量规范》GB 12898 的规定执行。检查后应符合下列要求:

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

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 0.1mm , 对区格式木质标尺不应大于 0.5mm 。

4.2.3 水准检测作业应符合下列要求:

1 应在标尺分划线呈像清晰、稳定的条件下进行检测。不得在日出或日落前约半小时、中午前后太阳直照情况下、风力大于四级、气温突变时以及标尺分划线的成像跳动而难以照准时进行检测。阴天可全天检测。

2 检测前半小时, 应将仪器置于露天阴影下, 使仪器与外界气温趋于一致。设站时, 应用测伞遮蔽阳光。使用数字水准仪前, 还应进行预热。

3 使用数字水准仪, 应避免望远镜直接对着太阳, 并避免视线被遮挡。仪器应在其生产厂家规定的温度范围内工作。振动源造成的震动消失后, 才能启动检测键。当地面震动较大时, 应随时增加重复检测次数。

4 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。在同一测站上检测时, 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。

5 对于周期检测过程中发现的检测点位变动迹象、附近新增建筑物和墙体裂缝等情况, 应做好记录, 并画出草图, 以利于进行沉降分析。

4.2.4 检测成果的重测与取舍, 应符合下列要求:

1 凡超出本规程表 4.2.1-4 规定限差的成果, 均应进行

重测。

2 测站检测限差超限，应立即重测；当迁站后发现超限时，应从稳固可靠的固定点开始重测。

3 测段往返测高差超限，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亦未超限，则取此中数作为该单程高差的结果；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，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，并选择有利检测时间或缩短视距再进行重测，直至符合限差要求为止。

4 单程双转点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，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，应按规定的检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。

5 沉降检测方法

5.0.1 建筑工程沉降检测应测定地基的沉降量、沉降差及沉降速度，软土地区并计算基础倾斜、局部倾斜和相邻柱基沉降差。

5.0.2 沉降检测点的布置，应能全面反映建筑地基沉降特征并结合地质情况、建筑结构特点和荷载分布确定。沉降检测点高度以高于室内地坪（±0 面）0.3~0.5m 为宜，不得设在砖墙上。埋设的沉降检测点要符合各施工阶段的检测要求，特别要考虑到装修装饰阶段因墙或柱饰面施工而破坏或掩盖住检测点的情况。测点宜设在下列位置：

1 建筑的四角、核心筒四角、大转角处及沿外墙 10~20m 处或每隔 2~3 根柱基上。电视塔、烟囱、水塔、油罐、炼油塔、高炉等高耸建筑物，沿周边或基础轴线的对称位置上布点，点数不少于 4 个测点。

2 高低层建筑物、新旧建筑物、纵横墙等交接处的两侧，不同地质条件、不同荷载分布、不同基础类型、不同基础埋深、不同地基处理、不同上部结构、沉降缝、伸缩缝处的两侧，人工地基与天然地基接壤处及填挖方分界处。

3 建筑物宽度大于或等于 15m，或宽度小于 15m，但地质条件复杂的建筑物的承重内隔（纵）墙设内墙点，以及框架、框剪、框筒结构体系的楼梯、电梯井和中心筒处。

4 基础底板的四角和中部位位置处。

5 框架结构建筑物部分柱基上或沿纵横轴线设点，以及可能产生较大不均匀沉降的相邻柱基处。

6 重型设备基础和动力设备基础的四角、基础形式或埋深改变处和地质条件改变处的两侧。

8 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。

9 当建筑出现裂缝时,布设在裂缝两侧。

5.0.3 沉降检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等形式,并应符合下列要求:

1 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。

2 标志的埋设位置应避开雨水管、窗台线、散热器、暖水管、电气开关等有碍设标与检测的障碍物,并应视立尺需要离开墙(柱)面和地面一定的距离。

3 隐蔽式沉降检测点标志与基础盒式标志的形式应按本规程附录E的规定执行,严禁使用非制式沉降标志。

5.0.4 沉降检测点的施测精度,应按本规程第4.2.1条的有关规定确定。未包括在水准线路上的检测点,应以所选定的测站高差中误差作为精度要求施测。

5.0.5 沉降检测的周期和检测时间,可按下列要求并结合具体情况确定:

1 建筑施工阶段的沉降检测,应随施工进度及时进行并应符合下列规定:

- 1) 大型、高层建筑可在基础底部完成后开始检测,普通建筑可在基础完工后或地下室砌完后开始检测,民用多层建筑可在一层模板脱模后进行检测;
- 2) 民用高层建筑施工期间的沉降检测周期,应按每增加1~5层检测一次,封顶后按1~2个月检测一次,直至竣工;民用多层建筑宜按每加高1~2层检测一次,封顶后按1~3个月检测一次,直至竣工;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)分别进行检测。如果建筑物荷载均

匀增大,应至少在增大荷载的25%、50%、75%和100%时各测一次,工业建筑与民用建筑竣工时,检测总次数不得少于5次;竣工后检测周期,应根据建筑物的稳定情况确定;

3) 施工过程中若暂时停工,在停工时及重新开工时应各检测一次,停工期间,可每隔2~3个月检测一次。

2 建筑物使用阶段的检测次数,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,可在第一年检测3~4次,第二年检测2~3次,第三年后每年检测一次,直至稳定为止。

3 在检测过程中,若沉降速度大于等于2mm/d,应停止施工,分析原因,采取措施。若沉降速度大于等于1mm/d,应减缓加载速度并增加检测次数;若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,均应及时增加检测次数;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2~3d一次的连续检测。

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。当最后100d或最后两个检测周期的沉降速率小于0.01~0.04mm/d时,可认为已进入稳定阶段。对于软地层二、三级多层建筑以0.02~0.04mm/d,高层和一级建筑以0.01mm/d为稳定阶段标准。

5 当工业与民用建筑相邻柱沉降差超出一定的限制时,可认为产生了不均匀沉降。沉降差的限差一般认为框架结构为0.003L,砌体填充的边柱为0.001L,其中L为相邻沉降点柱基的中心距离(mm)。

5.0.6 为了保证沉降检测的精度,沉降检测所用的检测设备、作业方法和技术要求应符合下列规定:

1 沉降检测使用的水准仪应优先采用DSZ05或DS05精密

水准仪,具有测微装置的,最低使用DS1水准仪。当水准检测要用因瓦合金标尺(铟钢标尺)时,按光学测微法检测。对低等级沉降检测,可采用中丝法检测,配用双面区格式木质标尺。仪器、标尺要经过法定检测机构检定,具有有效期内的检定证书。

2 沉降检测要保持点位稳定,尽量做到同人、同仪器、同时间、同地点、同路线、同环境条件下检测的原则。

3 沉降检测视线长度宜为20~30m,视线高度不宜低于0.5m,宜采用闭合路线方法消除或减弱误差。

4 检测时,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;检测中,此类振动机械应停机。

5 每次检测应记载日期、施工进度、增加荷载、仓库进货吨位、建筑物倾斜、裂缝等各种影响沉降变化的情况和异常现象。

5.0.7 对建筑进行竣工验收,地基沉降检测值在没有相应的规范、设计要求时,可参照本条执行。每周检测后,应及时对检测资料进行整理,计算检测点的沉降量、沉降差,以及本周期平均沉降量和沉降速度。

1 建筑竣工验收时,建筑的地基沉降以沉降速度,即沉降量与时间的关系曲线判定地基是否稳定,要求曲线应逐步收敛,曲线的斜率应逐渐减少或趋向于零,最后一次检测的沉降速度应符合表5.0.7-1的规定。

表 5.0.7-1 竣工验收最后一次检测的沉降速度允许值

建筑物安全等级和类别	平均沉降速度 $\bar{v}$ (mm/d)	最大沉降速度 $v_{\max}$ (mm/d)
高层建筑和一级建筑物	≤ 0.06	≤ 0.08 (2处)
二级、三级、多层建筑物和底层建筑物	≤ 0.10	≤ 0.12 (2处)

2 需要计算沉降特征时,沉降特征值可按下列公式计算:

基础倾斜 α 按下式计算:

$$\alpha = (S_i - S_j) / L \quad (5.0.7-1)$$

式中 S_i ——基础倾斜方向端点 i 的沉降量 (mm);

S_j ——基础倾斜方向另一端点 j 的沉降量 (mm);

L ——基础两端点 (i, j) 间的距离 (mm)。

基础整体倾斜的平均值 $\bar{\alpha}$ 按下式计算:

$$\bar{\alpha} = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N \frac{S_{ik} - S_{jk}}{L_k} \quad (5.0.7-2)$$

式中 N ——整体倾斜点的组数;

S_{ik}, S_{jk} ——第 k 组基础倾斜方向点 i, j 的沉降量 (mm);

L_k ——第 k 组基础倾斜方向端点 i, j 间的距离 (mm)。

$\bar{\alpha}$ 最后两次检测值均不增加时,应同时满足表5.0.7-2的要求。

表 5.0.7-2 基础整体倾斜的允许平均值

建筑物高度 H_g	倾斜度平均值 $\bar{\alpha}$	倾斜度最大值 $\alpha_{\max}$ (1处)
$H_g \leq 24\text{m}$	≤ 0.004	≤ 0.005
$24\text{m} < H_g \leq 60\text{m}$	≤ 0.003	≤ 0.004
$60\text{m} < H_g \leq 100\text{m}$	≤ 0.002	≤ 0.0025
$H_g > 100\text{m}$	≤ 0.0015	≤ 0.002

注: H_g 为自室外地面起算的建筑物高度 (m)。

3 基础局部倾斜仍按式(5.0.7-1)计算。

砌体承重结构应以基础局部倾斜 α_M 控制,框架结构应以相邻柱基沉降差 α_F 控制。

α_M 和 α_F 可按式(5.0.7-2)计算。砌体承重结构取沿纵墙基础上6~10m的两个测点 i, j 的 S_i, S_j 和 i, j 两点间距离 L 进行计算。

当平均局部倾斜 $\bar{\alpha}_M$ 和 $\bar{\alpha}_F$ 最后两次检测值均不增加时,较大值应同时满足表 5.0.7-3 的要求。

表 5.0.7-3 基础局部倾斜允许值

项目	平均值限差	最大值限差
基础局部倾斜 α_M	$\bar{\alpha}_M \leq 0.004$	$\alpha_M \leq 0.0045$ (≤ 2 处)
相邻柱基沉降差 α_F	$\bar{\alpha}_F \leq 0.004$	$\alpha_F \leq 0.0045$ (≤ 2 处)

注:异形柱框架结构的 α_F 最大值不应大于 0.003。

基础相对弯曲 f_c 按下式计算:

$$f_c = [2S_k - (S_i + S_j)]/L \quad (5.0.7-3)$$

式中 S_k ——基础中点 k 的沉降量 (mm);

L —— i 与 j 点间的距离 (mm)。

4 竣工验收时,沉降量和沉降速度应符合表 5.0.7-1 的要求。当符合竣工验收沉降量和沉降速度的标准后,但尚未达到建筑物稳定标准时,应按照本规程第 5.0.5 条的要求,继续进行沉降检测,最终沉降指标至满足趋于稳定要求为止。

5.0.8 沉降检测应提交下列成果资料:

- 1 沉降检测成果表。
- 2 沉降检测点平面布置图。
- 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。
- 5 建筑等沉降曲线图 (单体工程检测点数量在 8 个点以下时,可以不提交)。
- 6 建筑沉降检测报告。

6 建筑垂直度检测方法

6.0.1 建筑主体垂直度检测应测定建筑顶部检测点相对于底部固定点或上层相对于下层检测点的垂直度、倾斜方向及倾斜速率。刚性建筑的整体垂直度,可通过检测顶面或基础的差异沉降来间接确定。

6.0.2 主体垂直度检测点和测站点的布设应符合下列要求:

1 当从建筑外部检测时,测站点的点位应选在与倾斜方向成正交的方向线上、距照准目标 1.5~2.0 倍目标高度的固定位置。当利用建筑内部竖向通道检测时,可将通道底部中心点作为测站点。

2 对于整体垂直度,检测点及底部固定点应沿着对应测站点的建筑主体竖直线,在顶部和底部上下对应布设;对于分层垂直度,应按分层部位上下对应布设。

3 按前方交会法布设的测站点,基线端点的选设应顾及测距或长度丈量的要求。按方向线水平角法布设的测站点,应设置好定向点。

6.0.3 主体垂直度检测点位的标志设置应符合下列要求:

1 建筑顶部和墙体上的检测点标志可采用埋入式照准标志或反射片。当有特殊要求时,应专门设计。

2 不便埋设标志的塔形、圆形建筑以及竖直构件,可以照准视线所切同高边缘确定的位置或用高度角控制的位置作为检测点位。

3 位于地面的测站点和定向点,可根据不同的检测要求,使用带有强制对中装置的检测墩或混凝土标石。

4 对于一次性垂直度检测项目,检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特征部位,测站点可采

用小标石或临时性标志。

6.0.4 主体倾斜检测的精度可根据给定的倾斜量允许值,按本规程第 3.0.10 条的规定确定。

6.0.5 主体垂直度检测的周期可视倾斜速度,每 1~3 个月检测一次。当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,应及时增加检测次数。施工期间的检测周期,可根据要求按本规程第 5.0.5 条的规定确定。垂直度检测应避开强日照和风荷载影响大的时间段。

6.0.6 当从建筑或构件的外部检测主体垂直度时,宜选用下列经纬仪(或全站仪)检测法:

1 投点法。检测时,应在底部检测点位置安置水平读数尺等量测器具。在每测站安置仪器投影时,应按正倒镜法测出每对上下检测点标志间的偏移量,再按矢量相加法求得倾斜量和位移方向(倾斜方向)。

1) 检测仪器架设位置如图 6.0.6 所示,其中要求检测仪器应设置在建筑物一墙角的两面墙的延长线上,约 1.5~2.0 倍建筑物高度 H ,以减少仪器纵轴不垂直的影响;

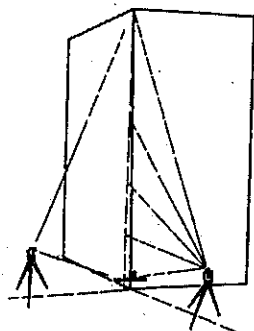


图 6.0.6 仪器架设位置

2) 检测距离不能满足要求时,可选择与仪器配套的弯管目镜配合使用;

3) 检测仪器在投影时固定测站,应细心对中和整平。建筑物的高度 H 可采用检测仪器测出垂直角度进行计算,也可直接量取或按设计值确定。垂直角度检测的技术要求见表 6.0.6;

表 6.0.6 垂直角检测的技术要求

等级	建筑物安全等级和类别	经纬仪(全站仪)	测回数(°)	指标差变化范围(°)	同一方向值各测回垂直角较差(°)
三等	高层建筑和一级建筑物	不低于 DJ2 (Ⅱ级)	中丝法 4	15	10
			三丝法 2		
四等	二级、三级、多层建筑物和底层建筑物	DJ2 (Ⅱ级)	中丝法 2	15	10

4) 建筑物一墙角的两面墙角处,分别平放一直尺,采用检测仪器正倒镜法分别瞄准墙角顶点及墙角底点,在两直尺上分别读取相应的刻划数字,则可得到两个方向上的水平位移分量 Δ_1 、 Δ_2 。倾斜量及垂直度可按式计算:

$$\text{倾斜量 } \Delta = \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2} \quad (6.0.6-1)$$

$$\text{垂直度 } i = \Delta / H \quad (6.0.6-2)$$

$$\text{倾斜方向 } \alpha' = \arctan \frac{\Delta_2}{\Delta_1} + (0^\circ, 180^\circ, 360^\circ) \quad (6.0.6-3)$$

式中, α' 为倾斜方向,即以 Δ_1 所相应的边长为基准方向、顺时针至 Δ 的水平角(当 Δ_1 为正、 Δ_2 为正时,加 0° ; 当 Δ_1 为负、 Δ_2 为正或当 Δ_1 为负、 Δ_2 为负时,加 180° ; 当 Δ_1 为正、 Δ_2 为负时,加 360°)。

最后,综合分析四个阳角的垂直度,即可描述整幢建筑物的倾斜情况。

2 测水平角法。对塔形、圆形建筑或构件,每测站的检测

应以定向点作为零方向，测出各检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，可在每测站直接检测顶部检测点与底部检测点之间的夹角或上层检测点与下层检测点之间的夹角，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。所选基线应与检测点组成最佳构形，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检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检测点坐标值，再以坐标差计算水平位移的方法。

6.0.7 为了保证采用经纬仪（或全站仪）检测法的精度，检测所用的检测仪器、作业方法和技术要求应符合下列规定：

1 建筑垂直度检测所有仪器应不低于 DJ2（Ⅱ级）型，仪器应经过法定检测机构检定，具有有效期内的检定证书。检测的技术要求见表 6.0.7。

表 6.0.7 水平角检测的技术要求

等级	建筑物安全等级和类别	经纬仪（全站仪）	测回数（"）	光学测微器两次重合读数差（"）	测角中误差（"）	半测回归零差（"）	2c 变动范围（"）	同一方向值个测回较差（"）
三等	高层建筑和一级建筑物	不低于 DJ2（Ⅱ级）	9	3	1.8	8	13	9
四等	二级、三级、多层建筑物和低层建筑物	DJ2（Ⅱ级）	6	3	2.5	8	13	9

2 检测应在通视良好、成像清晰稳定时进行。晴天的日出、日落前后和太阳中天前后不宜检测。作业中仪器不得受阳光直接照射，当气泡偏离超过一格时，应在测回间重新整置仪器。当视线靠近吸热或放热强烈的地形地物时，应选择阴天或有风但不影响仪器稳定的时间进行检测。当需削减时间性水平折光影响时，应按不同时间段检测。

3 控制网检测宜采用双照准法，在半测回中每个方向连续照准两次，并各读数一次。每站检测中，应避免二次调焦，当检测方向的边长悬殊较大、有关方向应调焦时，宜采用正倒镜同时检测法，并可考虑 2c 变动范围。对于大倾斜方向的检测，应严格控制水平气泡偏移，当垂直角超过 3° 时，应进行仪器竖轴倾斜改正。

6.0.8 当利用建筑或构件的顶部与底部之间的竖向通视条件进行主体垂直度检测时，宜选用下列检测方法：

1 激光铅直仪检测法。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，按一定周期检测，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，应旋转 180° 检测两次取其中数。对超高层建筑，当仪器设在楼体内部时，应考虑大气湍流影响。

2 激光位移计自动记录法。位移计宜安置在建筑底层或地下室地板上，接收装置可设在顶层或需要检测的楼层，激光通道可利用未使用的电梯井或楼梯间隔，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。

3 正、倒垂线法。垂线宜选用直径 $0.6\sim 1.2\text{mm}$ 的不锈钢丝或因瓦丝，并采用无缝钢管保护。采用正垂线法时，垂线上端可锚固在通道顶部或所需高度处设置的支点上。采用倒垂线法时，垂线下端可固定在锚块上，上端设浮筒。用来稳定重锤、浮子所在的油箱中应装有阻尼液。检测时，由检测墩上安置的坐标仪、光学垂线仪、电感式垂线仪等量测设备，按一定周期测出各测点的水平位移量。

4 吊垂球法。应在顶部或所需高度处的检测点位置上，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毫米格

网读数板等读数设备,直接读取或量出上部检测点相对底部检测点的水平位移量和位移方向。

6.0.9 主体垂直度检测应提交下列成果资料:

- 1 垂直度检测点位布置图。
- 2 垂直度检测成果表。
- 3 建筑垂直度检测报告。

7 数据处理

7.1 平差计算

7.1.1 每期建筑沉降检测结束后,应依据测量误差理论和统计检验原理对获得的检测数据及时进行平差计算和处理,并计算沉降量和沉降速率。

7.1.2 检测数据的平差计算,应符合下列规定:

- 1 应利用稳定的基准点作为起算点。
- 2 应使用严密的平差方法和可靠的软件系统。
- 3 应确保平差计算所用的检测数据、起算数据准确无误。
- 4 应剔除含有粗差的检测数据。
- 5 对于特级、一级沉降测量平差计算,应对可能含有系统误差的检测值进行系统误差改正。

6 对于特级、一级沉降测量平差计算,当涉及边长、方向等不同类型的检测值时,应使用验后方差估计方法确定这些检测值的权。

7 平差计算除给出沉降参数值外,还应评定这些沉降参数的精度。

7.1.3 对各类沉降控制网和沉降测量成果,平差计算的单位权中误差及沉降参数的精度应符合本规程第3、4章规定的相应级别沉降测量的精度要求。

7.1.4 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应。对于固定基准,应采用经典平差。
- 2 平差,宜用条件平差法或间接平差法。

3 经典平差可以采用经过审查的计算机程序计算。

7.1.5 建筑沉降、垂直度平差计算和分析中的数据取位应符合表 7.1.5 的要求。

表 7.1.5 检测成果计算和分析中的数字取位要求

级别	高差 (mm)	边长 (mm)	高程 (mm)	沉降量 (mm)	沉降速度 (mm/d)	倾斜值 (mm)	倾斜 S/L
特级	0.01	0.01	0.01	0.01	0.001	0.01	0.0001
一级	0.01	0.1	0.01	0.01	0.001	0.1	0.0001
二、三级	0.1	0.1	0.1	0.1	0.01	0.1	0.0001

7.2 沉降、垂直度检测几何分析

7.2.1 沉降、垂直度检测几何分析应对基准点的稳定性进行检验和分析,并判断检测点是否变动。

7.2.2 当基准点按本规程第 4 章的相关规定设置在稳定地点时,基准点的稳定性可使用下列方法进行分析判断:

1 当基准点单独构网时,每次基准网复测后,应根据本次复测数据与上次数据之间的差值,通过组合比较的方式对基准点的稳定性进行分析判断。

2 当基准点与检测点共同构网时,每期沉降检测后,应根据本期基准点检测数据与上期检测数据之间的差值,通过组合比较的方式对基准点的稳定性进行分析判断。

7.2.3 当基准点可能不稳定或可能发生变动时,可以通过统计检验的方法对其稳定性进行检验,并找出变动的基准点。

7.2.4 在检测过程中,当某期检测点沉降量出现异常变化时,应分析原因,在排除检测本身错误的前提下,应及时对基准点的稳定性进行检测分析。

7.2.5 检测点的变动分析应符合下列规定:

1 检测点的变动分析应基于以稳定的基准点作为起始点而进行的平差计算成果。

2 二、三级及部分一级沉降检测,相邻两期检测点的变动分析可通过比较检测点相邻两期的沉降量与最大测量误差(取两倍中误差)来进行。当沉降量小于最大误差时,可认为该检测点在这两个周期期间没有变动或变动不显著。

3 特级及有特殊要求的一级沉降测量,当检测点两期间的沉降量 Δ 符合下式时,可认为该检测点在这两个周期期间没有变动或变动不显著:

$$\Delta < 2\mu\sqrt{Q} \quad (7.2.5)$$

式中 μ ——单位权中误差,可取两个周期平差单位权中误差的平均值 (mm);

Q ——检验点高程的权倒数。

4 对多期沉降、垂直度检测成果,当相邻周期沉降量小,但多期呈现出明显的变化趋势时,应视为有变动。

8 检测报告

8.0.1 建筑沉降、垂直度检测报告的编号及内容应符合《建设工程质量检测规程》DGJ32/J 21 等规范的有关规定。

8.0.2 检测工作在完成了记录检查、各种计算和处理分析后,应按下列规定进行成果的整理:

- 1 检测原始记录的内容应完整、齐全。
- 2 各种计算过程及成果、图表和各种检验、分析资料应完整、清晰。
- 3 使用的图式符号应规格统一、注记清楚。

8.0.3 根据建筑沉降检测任务委托方的要求,可按周期或沉降发展情况提交下列阶段性成果:

- 1 本次或前 1~2 次检测结果。
- 2 与前一次检测间的沉降量及沉降速率。
- 3 本次检测后的累计沉降量及平均沉降速率。
- 4 简要说明及分析、建议等。

8.0.4 检测报告应包括下列主要内容:

1 项目概况。应包括项目来源、检测目的和要求,测区地理位置及周边环境,项目完成的起止时间,实际布设和检测的基准点及检测点点数和检测次数。

2 检测方法。应包括检测作业依据的技术标准、检测方案的技术变更情况、采用的仪器设备及其检校情况、基准点及检测点的标志及其布设情况、检测精度级别、作业方法及数据处理方法、沉降检测各周期检测时间等。

- 3 检测过程中出现的异常和作业中发生的特殊情况等。
- 4 建筑沉降、垂直度分析的基本结论与建议。
- 5 出具报告的单位名称（盖章），检测、审核、签发人员签字。
- 6 附图附表等。

附录 A 建筑物沉降检测原始记录表

工程名称		检测依据		仪器设备		形象进度		环境条件		北		沉降检测 点位示意图		第 次检测 \ 检测时间		起始点高程			
测站 编号	检测方向测点	标尺		基本 分划	辅助 分划	基+±-辅	闭合 差改 正数	高程	备注	测站 编号	检测方向测点	基本 分划	辅助 分划	基+±-辅	闭合 差改 正数	高程	备注		
后视	前视	后-前	中数	后视	前视	后-前	中数	后视	前视	后-前	中数	后视	前视	后-前	中数	后视	前视	后-前	中数
后视	前视	后-前	中数	后视	前视	后-前	中数	后视	前视	后-前	中数	后视	前视	后-前	中数	后视	前视	后-前	中数
后视	前视	后-前	中数	后视	前视	后-前	中数	后视	前视	后-前	中数	后视	前视	后-前	中数	后视	前视	后-前	中数

编号: 第 页, 共 页

记录: 检测: 校核:

Figure 1 consists of two line graphs sharing a common x-axis representing the time interval t in days (d), ranging from 0 to 320 with major ticks every 20 units.

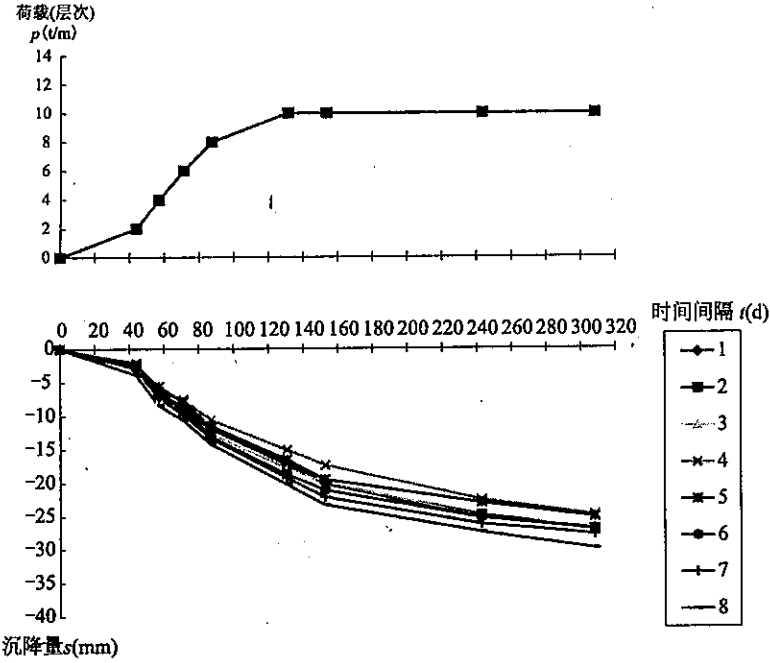
The top graph plots the average settlement rate v in mm/d on the y-axis, ranging from 0 to 0.4 with major ticks every 0.05 units. The data points for all eight pile types follow a similar trend: the settlement rate starts at 0 at $t=0$, increases to a peak around $t=80$ days, and then gradually decreases. Pile type 2 (represented by squares) shows the highest peak settlement rate of approximately 0.22 mm/d.

The bottom graph plots the settlement amount s in mm on the y-axis, ranging from 0 to -40 with major ticks every 5 units. The data points for all eight pile types show that the settlement amount increases (becomes more negative) over time. Pile type 2 (represented by squares) shows the largest settlement, reaching approximately -28 mm at $t=320$ days. Pile type 8 (represented by a solid line) shows the smallest settlement, reaching approximately -25 mm at $t=320$ days.

Legend for both graphs:

- 1: Diamond marker, solid line
- 2: Square marker, solid line
- 3: Triangle marker, dashed line
- 4: Cross marker, solid line
- 5: Asterisk marker, solid line
- 6: Circle marker, solid line
- 7: Plus marker, solid line
- 8: Solid line (no marker)

附录 D 沉降点 $p-t-s$ (荷载-时间-沉降量) 曲线图



附录 E 沉降检测点标志的标准件及埋设

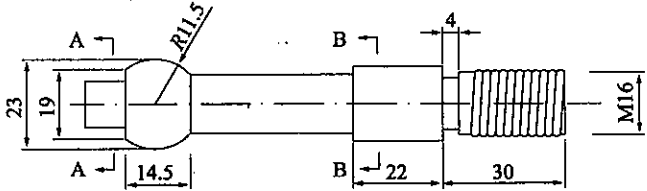


图 E.0.1 隐藏式沉降检测点标志标准件
(适用于墙体上埋设, 单位: mm)

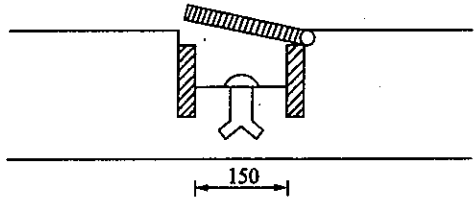


图 E.0.2 盒式标志
(适用于设备基础上埋设, 单位: mm)

[illegible]

1 为了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,非这样做不可的用词:
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用词:
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,在条件允许时,首先应这样做的用词:
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用词:
采用“可”。

2 本规程中指明应按其他有关标准、规范或规定执行的写法为“应按……执行”或“应符合……的规定”。

江苏省工程建设标准

建筑物沉降、垂直度检测技术规程

DGJ32/TJ 18—2012

条 文 说 明

目 次

1 总则	41
3 基本规定	42
4 高程控制网点布设及检测	43
4.1 高程控制网点布设	43
4.2 水准测量	46
5 沉降检测方法	46
6 建筑垂直度检测方法	49
7 数据处理	50
7.1 平差计算	50
7.2 沉降、垂直度几何分析	50

1 总 则

1.0.1 根据《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50204 第 5.0.4 条“单位工程（子单位）工程合格质量应符合下列规定：单位（子单位）工程所含分部工程有关安全和功能的检测资料应完整”、附录 G “单位（子单位）工程质量竣工验收记录”中表 G.0.1-3 “单位（子单位）工程安全和功能检验资料核查及主要功能抽查记录”的要求，施工、监理（建设）单位要核查“建筑物垂直度、标高、全高测量记录”和“建筑物沉降观测测量记录”。所以，建筑工程沉降、垂直度检测是工程质量控制的重要措施，是单位（子单位）工程安全和功能检验资料核查的主要内容，是工程质量验收的重要依据。为统一建筑物沉降、垂直度检测的方法，制定本规程。

1.0.2 建筑工程沉降、垂直度检测，主要表现为地基基础、上部结构（增加荷载或层次）的变化引起高程的变化。本条明确了本规程的适用范围。

3 基本规定

3.0.4 沉降检测方案首先要与拟测沉降的类型范围、大小及沉降灵敏程度相适应；检测方法的选择，主要取决于检测精度，而检测精度则需根据沉降值与沉降速度来确定，检测误差应控制在与沉降允许值相比小到一定概率下可忽略的程度。

3.0.6 本条规定从一般情况考虑，规定高程宜采用测区原有高程系统，但这并不排除在需要时，高程采用正常高系统和 1985 国家高程基准，以及无条件时高程采用独立基准。

3.0.7 检测数据处理所采用的基准，应与实际沉降沉降接近或一致，以使计算的沉降值与实际沉降值（或理论沉降值）之差控制在检测精度之内，避免把检测误差作为沉降信息。

3.0.8 基准点要保持其稳定性，应选设在沉降影响范围之外的位置，而检测点则需选设在沉降体上能反映沉降特征的代表性位置；对沉降检测的精度要求较高，检测条件较差，必须重复检测，着重于研究各点的高程变化情况。

3.0.11 沉降检测周期，应以能系统反映所测沉降变化过程而又不遗漏其变化时刻为原则，应根据单位时间内沉降大小及外界影响确定。大型和重要建筑物是指国家或省市重点建筑，如长江大桥、核电站、重要高层建筑、特殊科研项目等。

4 高程控制网点布设及检测

4.1 高程控制网点布设

4.1.2 高程控制网不能布设成附合路线，只能独立布设成闭合环或布设成由附合路线构成的结点网，这主要是为了便于检核校验。

4.1.3 本条规定“特级沉降检测的高程基准点数不应少于 4 个、其他级别沉降检测的高程基准点数不应少于 3 个”是为了保证有足够数量的基准点可用于检测其稳定性，从而保证沉降检测成果的可靠性。

4.1.4 本条根据地基基础设计的规定和经验总结，规定了高程基准点和工作基点位置选择的要求，以便保证高程基准点的稳定和长期保存以及工作基点的适用性。

4.1.6 高程基准点标石、标志的形式有多种，本条介绍了一些常用的形式。各类标志应用钢质材料，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。标志安装要平稳、牢固，不得有松动和沉降，外部加盖，不受外力影响，应考虑作业方便，避开各种影响检测的障碍物，距地面一定高度。

4.1.7 在建立沉降检测高程控制网时，若不能使用水准检测法，可以利用电磁波测距三角高程测量，主要是考虑到在一些二、三级沉降检测高程控制测量中，可能难以进行高效率的水准测量作业。为减少垂线偏差和折光影响，对电磁波测距三角高程测量检测视线的路径要高度重视，尽可能使两个端点周围的地形相互对称，并提高视线高度，使视线通过类似的地貌和植被。

4.2 水准测量

4.2.1 对各等级几何水准检测的检测线路数、视线要求及各项检测限差的规定依据分别说明如下:

1 当水准检测点位很近时,可采用一根标尺检测,并按“后后前前”的顺序读数。

2 检测线路数 $r: r = (m_d/m_0)^2$, 由式(4.2.1)的说明中可知, r 既取决于等级精度指标 m_0 , 又决定于使用仪器类型可能达到的单程检测每测站高差中误差 m_d , 由此估算结果便于制定施测方案时, 按照技术与经济合理原则灵活运用。

$r < 1$ 时, 说明检测精度要求高, 易达到设计要求, 可采用一次线路数。

$r > 4$ 时, 说明检测精度极差, 应使用更高精度的仪器 (r 一般不会大于 4)。

3 水准检测的视线要求:

- 1) 视线长度, 根据江苏省标准和综合考虑及实际经验确定, 对二级、三级最大视距长度做适当调整: 二级, 50m 调整为 30m; 三级, 75m 调整为 50m;
- 2) 视线高度, 根据江苏省标准和实际经验确定, 对一、二级视线高度做适当调整: 均为 0.5m;
- 3) 对前后视距差和视距累积差, 因对水准仪 i 角要求较高, 故不做改动。

4 各项检测限差:

- 1) 基辅分划读数之差, 根据实测经验对二、三级做适当调整: 二级 0.50mm 调整为 0.30mm, 三级 1.00mm 调整为 0.50mm;
- 2) 基辅分划所测高差之差, 对二、三级调整为: 二级调

整为 0.50mm, 三级调整为 0.70mm;

- 3) 往返较差及附和或环线闭合差限差 $\Delta_{限}$: 往返测高差不符值实质为单程往返构成的闭合差, 符合路线与环线的线路长度较短, 可只考虑偶然误差影响, 二、三级沉降检测以测站为单位的限差均改为 $\Delta_{限} \leq \mu\sqrt{n}$ 。式中, μ 为单程检测测站高差中误差 (mm), n 为测站数。二级闭合差限差为 $0.5\sqrt{n}$, 三级闭合差限差为 $1.5\sqrt{n}$;
- 4) 单程双测站所测高差较差限差: 单程双测站检测所测高差较差中, 基本不反映系统性误差影响, 取双测站较差为往返测较差的 $1/\sqrt{2}$ 倍。二级调整为 $0.3\sqrt{n}$, 三级调整为 $1.0\sqrt{n}$;
- 5) 检测已测测段高差之差限差: 检测与已测的时间间隔不长, 且均按相同精度要求检测, 对二、三级限差做调整。二级调整为 $1.0\sqrt{n}$, 三级调整为 $2.0\sqrt{n}$ 。

4.2.2 水准仪器 i 角检验校正后的限差, 根据经验建议在允许值的基础上提高一倍。即: 用于特级水准检测的仪器不得大于 $5''$, 对一、二级水准检测的仪器不得大于 $7''$, 对三级水准检测的仪器不得大于 $10''$ 。

5 沉降检测方法

5.0.2 对于可预先知道在整个检测时间内沉降检测点会被破坏的,应布设两套沉降检测点标志件。

5.0.5 关于建筑沉降检测周期与检测时间的规定,是在综合有关标准规定和工程实践经验基础上进行的。由于检测目的不同,荷载和地基土类型各异,执行中还应结合实际情况灵活运用。沉降检测明确了两个时间阶段的沉降检测要求。第一阶段为从开始施工到房屋竣工验收,第二阶段为竣工后的使用阶段。对于从施工开始直至沉降稳定为止的系统(长期)检测项目,应将施工期间与竣工后的检测周期、次数与检测时间统一考虑确定。对于已建建筑和因某些原因从基础浇筑后才开始检测的项目,在分析最终沉降量时,应注意到所漏测的基础沉降问题。对于软土地区具有固结时间长、沉降达到稳定时间亦长的特点,参照《建筑变形测量规程》JGJ 8 的规定,根据南京软土地区的特征,明确规定:高层和一级建筑物的地基沉降稳定标准为 0.01mm/d ,二、三级建筑物的地基沉降稳定标准为 0.04mm/d 。

5.0.6 为了保证沉降检测的精度,应符合以下规定:

1 使用精密水准仪和钢钢标尺等仪器、器材。

2 承担沉降检测的单位应具有主管部门批准的资质,检测人员应具有主管部门颁发的上岗证。能熟练操作水准仪,会做水准仪*i*角的检查、校正;能够检查水准记录本,计算水准检测高程。

检测员必须经过检测培训,熟悉水准检测的原理,会水准检测的记录、计算,能熟记各项限差,对不合格检测随时提出,及时返工、重测,保证检测成果合格、可靠。

如果采用电子水准仪,可以不设记录员,由操作员检核各项

限差,仪器具备超限重测装置,保证检测成果合格。

测工要经过检测技术人员的指导,能够按要求埋设各种检测标志,水准检测中竖稳、立直标尺,轻放、轻立标尺,保护检测标志,听从操作员的指导和指挥,并完成各项辅助工作。

沉降检测要尽量保持点位稳定,人员、仪器固定的原则,自始至终要遵循“五定”原则。所谓“五定”,即通常所说的沉降检测的基准点、工作基点和被检测物上的沉降检测点,点位要稳定;所用仪器、设备要稳定;检测人员要稳定;检测时的环境条件基本一致;检测路线、镜位、程序和方法要固定。以上措施在客观上能尽量减少检测误差的不定性,使所测的结果具有统一的趋向性,保证各次复测结果与首次检测的结果可比性更一致。

3 沉降检测的视线长度宜为 $20\sim 30\text{m}$,视线高度不宜低于 0.5m 。

4 检测时不应有机械振动,影响读数精度。

5 记录应完整,以备沉降计算、分析。在雨季前后要联测,检查水准点的标高是否有变动。当建筑物的沉降速度超过 1mm/d 时,应将所检测沉降情况及时反馈有关部门,采取措施。

5.0.7 软土地区建(构)筑物地基沉降竣工验收标准包括沉降速度、整体倾斜、局部倾斜和沉降差、沉降量四项指标。本条的适用范围主要是多层砌体承重结构、多层框架、排架及高层建筑的地基沉降竣工验收,其他地区的建(构)筑物可参照有关规范及本条执行。

1 由于各地区地质条件不同,有些地方在竣工验收前,平均沉降速率很难达到 $0.01\sim 0.04\text{mm/d}$ 的要求。因此,建筑物竣工验收时最后一次检测的平均沉降速度,高层和一级建筑物不大于 0.06mm/d ,二、三级、多层建筑不大于 0.10mm/d ,即可验收通过。但平均沉降速度大于 0.04mm/d 的,说明建筑物尚未达到稳定程度,按本规程第 5.0.5 条第 3 款的规定,竣工以后

还必须继续做沉降检测,直至达到稳定指标。

2 基础整体倾斜的平均值、局部倾斜、平均沉降量,软土地区建(构)筑物竣工验收时,均应达到本规程第 5.0.7 条的指标方能验收通过。

6 建筑垂直度检测方法

6.0.1 建筑物的垂直度检测,是指测定其顶部和相应底部检测点的相对偏移值。

6.0.4 在建筑主体垂直度检测精度估算中,应注意下列问题:

1 当以给定的主体倾斜允许值,按本规程第 3.0.10 条的有关规定进行估算时,应注意允许值的向量性质,取下列估算参数:

1) 对整体垂直度,令给定的建筑顶部垂直度偏差限制为

$$\Delta, \text{ 则 } m_s = \Delta / (10\sqrt{2}), m_x \leq m_s / \sqrt{2} = \Delta / 20;$$

2) 对分层垂直度,令给定的建筑层间相对位移限制为 Δ ,

$$\text{则 } m_s = \Delta / (6\sqrt{2}), m_x \leq m_s / \sqrt{2} = \Delta / 12;$$

3) 对竖直构件垂直度,令给定的构件垂直度偏差限制为

$$\Delta, \text{ 则 } m_s = \Delta / (6\sqrt{2}), m_x \leq m_s / \sqrt{2} = \Delta / 12.$$

2 当由基础倾斜间接确定建筑整体倾斜时,该建筑应具有足够的整体结构刚度。

6.0.6 本条第 1 款说明如下:

3) 增加了垂直角检测的主要技术要求,避免了工作中的随意性,以保证利用三角学原理计算建筑物高度的可靠性和必要的精度;

4) 增加了建筑物垂直度的倾斜方向计算的数学模型,便于该参数的数学描述以及为垂直度分析解释提供参考。

6.0.7 本条增加了水平检测的主要技术要求,避免了工作中的随意性,以保证水平角检测的质量及推算元素建筑物偏移量的可靠性和必要的精度。

7 数据处理

7.1 平差计算

7.1.1 建筑沉降、垂直度检测的计算和分析是决定最终成果可靠性的关键环节,必须高度重视。

7.1.2 建筑沉降平差计算应利用稳定的基准点作为起算点。某期平差计算和分析中,如果发现有基准点变动,则不得使用该点作为起算点。当经多次复测或某期检测发现基准点变动时,应重新选择参考系并使用原检测数据重新平差计算以前的各次成果。沉降检测数据的平差计算和处理的方法很多,目前已有许多成熟的平差计算软件实现了严密的平差计算。这些软件一般都具有粗差探测、系统误差补偿、验后方差估计和精度评定等功能。平差计算中,需要特别注意的是要确保输入的原始检测数据和起算数据正确无误。

7.2 沉降、垂直度几何分析

7.2.2 基准点稳定性检验虽提出了许多方法,但都有其局限性。对于建筑沉降、垂直度检测,一般均按本规程第4章的相关规定设置了稳定的基准点,且基准点的数量一般不会超过3~4个,所以可以采用较为简单的方法对其稳定性进行分析判断。

7.2.3 一种较为典型的基准点稳定性统计检验方法称为“平均间隙法”。该方法由德国 Pelzer 教授提出,其基本思想是:

- 1 对两期检测成果,按秩亏自由网方法分别进行平差。
- 2 使用 F 检验法进行两周期图形一致性检验(或称“整体

检验”),如果检验通过,则确认所有基准点是稳定的。

3 如果检验不通过,使用“尝试法”,依次去掉每一点,计算图形不一致性减少的程度,使得图形不一致性减少最大的那一点是不稳定的点。排除不稳定点后再重复上述过程,直至去掉不稳定点后的图形一致性通过检验为止。

关于该方法的详细介绍可参见有关文献,如陈永奇等的《沉降监测分析与预报》(测绘出版社,1998)和黄声享等的《沉降监测数据处理》(武汉大学出版社,2003)。

7.2.5 检测点的变动分析一般可直接通过比较检测点相邻两期的沉降量与最大测量误差(取两倍中误差)来进行。要求较高时,可通过比较沉降量与该沉降测量的测定精度来进行。对多期沉降检测成果,还应综合分析多周期的沉降特征。尽管相邻周期沉降量可能很小,但多期呈现出较明显的变化趋势时,应视为有变动。