

# 高层建筑施工中地基检测与沉降观测技术

刘斌

佛山市禅城区建设工程质量安全检测站，广东省佛山市禅城区，528000；

**摘要：**城市化进程的加快，高层建筑作为现代都市的标志之一，其安全性与稳定性成为了社会关注的焦点。地基检测与沉降观测技术作为确保高层建筑质量的关键环节，其在施工过程中的应用显得尤为重要。但在地基检测和沉降观测影响最终检测准确性的因素比较多，需结合工程特点、施工功能、地质水文条件等，选择针对的技术，并在检测过程进行严格控制，以便为建筑工程施工提供良好的参考。

**关键词：**高层建筑；地基检测；沉降观测；水准仪

**DOI：**10.69979/3029-2727.25.12.018

在高层建筑施工过程中，由于上层建筑压力和地基本身存在的问题，建筑可能会出现沉降现象。因此，进行沉降观测至关重要，可以及时发现并解决潜在的安全隐患，保障建筑物的稳定性和安全性。

## 1 高层建筑施工中地基检测技术

高层建筑施工中地基检测技术是确保建筑安全稳定的关键环节，涉及多种技术手段和规范流程。核心检测技术。超声波技术，高低应变法：通过激振分析桩顶速度与力的波动，判断桩身完整性及承载能力。声波透析法：利用声波传播原理定位桩身缺陷部位。静载荷试验，通过加压管模拟实际荷载，动态监测桩体承载力和抗压性能，适用于小面积地基检测。钻芯技术，钻取桩芯样品进行实验室分析，评估施工质量，需配合地质钻探设备使用。回弹模量检测，平板载荷试验、弯沉试验等方法测定地基回弹能力，反映其稳定性。沉降监测与基准设置。基准点布置：需在变形区域外设置至少 3 个稳固基准点，定期复测确保数据准确性。观测点要求：需覆盖建筑变形特征区域，避免施工遮挡，便于长期监测。地质与承载力评估。地质勘测：分析土质物理化学性质，确定承载力范围。动力测试：针对软土地基，通过振动或地震测试评估均匀性。规范与质量控制。

### 1.1 检测内容

地基土质与承载力检测。地质勘测：通过钻探、取样等手段分析土质物理化学性质及地质结构，评估地基稳定性。静载荷试验：测定天然地基或复合地基的承载力，检测数量不少于 3 点，重要建筑需增加测点。动力测试：针对软土地基等特殊土质，采用振动或地震测试

检测均匀性。桩基检测。桩身完整性检测：通过低应变法、钻芯法或超声波检测桩体缺陷。桩承载力检测：采用高应变法或静载试验验证单桩竖向抗压/抗拔能力。锚杆锁定力检测：确保锚固系统的可靠性。沉降与变形监测。水平位移监测：采用视准线法、GPS 测量或微变形雷达技术。竖向位移监测：通过几何水准法或液体静力水准法监测坑底隆起及墙体沉降。深层水平位移监测：预埋测斜管检测围护墙体或土体的深层变形。其他专项检测。基坑监测：包括倾斜度、裂缝观测及周边环境影响评估。化学分析：对特殊地基材料（如膨胀土）进行成分稳定性检测。技术要点，检测需依据《建筑地基基础设计规范》（GB50007），确保基坑宽度 $\geq$ 压板直径 3 倍。复合地基承载力抽样比例为总桩数的 0.5%~1.0%。通过上述综合检测，可有效预防地基不均匀沉降，保障高层建筑长期安全。

### 1.2 技术要求

检测前准备。地质勘察：需通过钻探、原位测试等手段明确地层分布、土层性质及地下水位，为地基设计提供依据。方案制定：依据《建筑地基检测技术规范》 JGJ 340-2023（2023 年 12 月实施）等标准，明确检测方法、点位及频率。设备校准：确保静力触探仪、载荷试验设备等仪器灵敏度符合要求。关键检测技术参数。地基土承载力，单位工程每 500 m<sup>2</sup> 不少于 1 个检测点，总数 $\geq$ 3 点；复杂场地需增加点数。载荷试验点宜选代表性位置，岩土体不均匀时需加密。桩基检测，桩长与强度：水泥土桩检测数量 $\geq$ 0.5%且 $\geq$ 3 根；混凝土桩 $\geq$ 总桩数 10%且 $\geq$ 10 根。沉渣厚度：检测数量 $\geq$ 10%且 $\geq$ 10 根，依据 JGJ 106-2014 规范。复合地基，承载力检测

数量为总数的 1.5%~1%，且≥3 点（如 CFG 桩、高压旋喷桩等）。检测方法与标准。静载试验：用于验证地基承载力，需按 JGJ 340-2023 第 5 章执行。钻芯法：检测水泥土/混凝土芯样抗压强度，需满足取样数量要求。动力触探：评估土层密实度，适用于砂石地基。特殊地质处理。软土地基需通过预压、注浆等方式提高承载力，并增加检测频次。抗震设计需结合地基稳定性分析，如设置抗震缝。强制性条文（如 JGJ 340-2023 第 5.1.5 条）必须严格执行。

## 2 沉降观测技术

### 2.1 观测点布设

高层建筑施工中地基沉降观测技术的观测点布设需遵循以下原则和方法，结合建筑结构特点与地质条件进行科学规划：观测点布设原则。关键位置覆盖，建筑四角、核心筒四角、大转角处及沿外墙每 10~20m 或每隔 2~3 根柱基布设。高低层/新旧建筑交界处、沉降缝/后浇带两侧、基础埋深差异显著处。筏基、箱基的四角及中部，重型设备基础周边。特殊场景补充，地质复杂区域（如暗浜、膨胀土）需加密布点，承重内隔墙中部增设内墙点。高耸建筑（如电视塔）需在基础轴线对称位置布设至少 4 个点。布设技术要求。标志类型，采用可拆卸式或 L 型外露观测标，钢筋露出墙面 40mm，嵌入深度 120~140cm。装饰层较厚时可采用条码贴或粘贴式沉降点。安装规范，硬化路面需钻孔加盖保护，绿化带可用木桩嵌入铁尖标记。确保点位通视、高度一致，涂防腐剂防锈蚀。观测实施要求。施工阶段：每增高 1~2 层观测一次，单次沉降量≤3mm。竣工后：每月观测一次，持续至沉降稳定。基准点设置。基准点需布设在变形区外的稳定地层（如基岩或混凝土桩），形成闭合环与工作基点连接。施工期间每月复测，稳定后延长至每季度一次。通过上述布设方法，可全面监测沉降差异，确保高层建筑安全。

### 2.2 实施规范

总则，适用范围，适用于高度≥24m 或基础埋深≥5m 的高层建筑，以及地质条件复杂、荷载差异显著的建设项目。规范依据，以《建筑变形测量规范》（JGJ8-2016）为核心，结合《建筑地基基础设计规范》（GB50007）执行。观测体系构建，基准点布设，数量要求：变形区域外至少设置 3 个稳固基准点，形成闭合环网。埋

设标准：采用深埋混凝土桩（深度≥冻土层 1.8m），远离振动源及堆载区。复测周期：施工期每月 1 次，稳定后每季度 1 次。观测点布置，关键位置：建筑四角、大转角及外墙每 10~15m 或每 2~3 根柱基处；高低层交接处、裂缝/沉降缝两侧、基础埋深突变区；框架结构柱基、箱形基础四角及中部。特殊要求：宽度≥15m 或膨胀土区域需增设内墙及地面观测点。标志设计，采用隐蔽式金属标志（如预埋不锈钢件），嵌入墙体深度≥50mm，外设可拆卸保护盖。观测实施要求，仪器与人员，设备：S05 级精密水准仪配合铟钢尺，单次观测精度≤0.3mm/km。人员：需持证上岗，熟悉误差理论及平差计算。测量方法，技术路线：闭合水准环网，测站数≤42 站，首次需往返观测。频率控制：施工期：每加高 1~5 层观测 1 次；竣工后：第 1 年 3~4 次，第 2 年 2~3 次，第 3 年起每年 1 次至稳定。数据管理，成果提交：按阶段提供沉降量-时间曲线、差异沉降分析表等。稳定标准：连续 3 个月日均沉降量≤0.01mm。质量保障措施，五定原则：基准点、仪器、人员、环境、方法固定。应急预案：发现单日沉降量>3mm 或裂缝扩展时，立即加密观测并启动评估。

## 3 高层建筑施工中地基沉降观测技术数据应用

### 3.1 观测技术实施要点

仪器与人员要求，需使用精密水准仪（S1 或 S05 级）及铟瓦合金水准尺，误差需小于变形值的 1/10~1/20。观测人员需具备专业培训，能熟练操作仪器并处理数据。观测点布设，基准点应选在稳定区域（如基岩），观测点需覆盖建筑物四角、结构交接处、基础差异沉降区等关键位置。框架结构需在柱基或轴线上布点，筏形基础需在四角及中部设置。观测周期与精度，施工初期需高频观测，随沉降速率降低逐步减少频次。精度需符合二等水准测量标准，确保数据可靠性。

### 3.2 数据应用场景

施工过程监控，通过实时数据调整施工工序，避免荷载不均导致的不均匀沉降。监测塔吊基座、地基回弹等，保障施工设备安全。结构安全评估，分析沉降速率和稳定性，判断建筑物是否进入稳定阶段。结合裂缝观测、倾斜测量等，综合评估变形影响。长期维护依据，沉降数据为后期维护提供基础，如修复沉降裂缝或加固地基。

### 3.3 规范与案例参考

需遵循《建筑变形测量规范》(JGJ8-2007)等标准。某业务大楼案例表明,合理观测方案可显著降低安全风险。通过上述技术应用,可有效预防沉降引发的结构问题,延长建筑物使用寿命。

## 4 关键注意事项

### 4.1 基准点设置

在高层建筑施工中,地基沉降观测的基准点设置是确保数据准确性的核心环节,需遵循以下关键注意事项:基准点设置原则,数量要求:基准点数不应少于3个,特等或一等观测需不少于4个,且应形成闭合环以相互校验。位置选择:需设置在基岩或稳定土层上,远离施工干扰区(如基坑开挖范围外)。密集建筑区中,基准点与建筑基础的距离应大于基础开挖最大深度的2倍。避免交通干道、地下管线、松软填土等易受破坏或腐蚀的区域。埋设与维护要求。埋设方式:深埋基准点需置于变形区外的稳定地层中,冻土地区应埋至冻土线以下0.5米。混凝土桩基准点需浇筑稳固,优先选择基岩壁或永久性建筑作为载体。定期复测:施工期间每月复测一次,点位稳定后可延长至每季度或半年一次。观测点布置补充,观测点需覆盖建筑四角、大转角处、沉降缝两侧、荷载差异显著部位等关键位置,并确保标志立尺部位突出且防腐。精度与实施,精度需符合《建筑变形测量规范》(JGJ8-2007)要求,未纳入水准线路的观测点需单独设定精度标准。异常情况(如连续降雨、基础积水)需增加观测频率。通过以上措施,可有效监控高层建筑沉降,预防结构风险。

### 4.2 人员要求

仪器设备要求,精密仪器:必须使用S1或S05级精密水准仪,并配备高精度铟合金水准尺(或塔尺第一段标尺)以减少环境温差影响。定期检校:首次观测前需对仪器进行检测校正,连续使用3~6个月后需重新检校。观测时间要求,首次观测:必须严格按时进行,否则无法获取原始数据。后续周期:按施工进度定时复测(如30天/次或每升高一层),避免漏测或补测。观测点布置,位置选择:应设在能反映沉降特征且便于观测的位置,纵横对称分布,间距15~30米。保护措施:需避免装修阶段破坏观测点,确保连续性。人员素质要求,

专业技能:需接受专业培训,精通仪器操作、测量理论及误差分析。问题处理能力:能针对工程特点调整观测方法,及时分析并解决实施中的问题。遵循“五定”原则,确保基准点、仪器、人员、环境条件及观测方法固定,减少误差。数据管理,实时分析:观测结果需及时处理,判断沉降趋势。记录规范:保持数据可比性,为后续施工提供依据。通过以上措施,可有效监控高层建筑沉降,保障结构安全。

### 4.3 规范依据

规范依据,现行标准:依据《建筑变形测量规范 JGJ8-2016》(替代2007版),该规范明确了变形测量的精度、方法及强制性条文要求。观测范围:高层建筑、高耸构筑物、古建筑及连续生产设施基础等必须进行沉降观测,施工中需实时监控以预防不均匀沉降。观测点布置要求,位置选择:需设在建筑物四角、大转角处、外墙每10~15米或每隔2~3根柱基上,高低层交接处、地质变化处等关键位置。特殊结构:高耸建筑物(如电视塔)需沿周边对称布点,每个方向不少于4个观测点。标志要求:观测点标志应避开障碍物,立尺部位需加工成半球形并涂防腐剂。观测频率与周期,施工阶段:高层建筑每层至少观测一次,主体封顶后第一年每3个月一次,第二年每半年一次。特殊情况:遇基础荷载突变、积水或连续降雨时,需增加观测频率;若出现大量沉降或裂缝,应逐日或2~3天连续观测。技术要点,仪器与人员:需使用S1或S05级精密水准仪,作业人员需专业培训。“五定”原则:固定基准点、观测路线、方法、人员及环境条件,确保数据一致性。精度要求:一般高层建筑采用二等水准测量,原始数据需严格校核。沉降稳定判定,当最后100天沉降速率小于0.01~0.04mm/d时,可判定为稳定阶段,具体值需结合地基土压缩性能确定。

总之,为了有效控制地基沉降,需要采用先进的监测技术和设备,如水准测量、激光测距仪等方法来进行实时监控和数据采集。

### 参考文献

- [1]刘娜.建筑工程地基基础检测工作分析[J].工程技术研究.2023,8(11)56~58.
- [2]周宏宇.房屋建筑工程质量检测技术及其应用监管措施[J].工程技术研究.2023,7(9)155~157.