

软土地区高层建筑深基坑支护工程变形监测分析

邓立同

广西创新建筑工程质量检测咨询有限公司

DOI: 10.12238/jpm.v5i3.6591

[摘要] 本文着重探讨了软土地区的主要特征，分析了软土地区高层建筑深基坑支护工程变形监测的常用技术，包括全球定位系统、全站仪测量、测斜仪、沉降量表和应变计，并对软土地区高层建筑深基坑支护工程变形监测的关键步骤进行了简要总结，包括规划和设置、开挖过程中的持续监控、数据分析和解释。希望通过精心策划和持续监控，高质量完成相关的施工任务，使软土地区高层建筑深基坑支护工程取得最佳的项目成果。

[关键词] 软土地区；高层建筑；深基坑支护工程；变形监测

Deformation monitoring and analysis of deep foundation pit support engineering of high-rise buildings in soft soil area

Deng litong

Guangxi Innovative Construction Engineering Quality Inspection and Consulting Co., Ltd

[Abstract] This paper mainly discusses the main characteristics of soft soil area, analyzes the commonly used deformation monitoring technology of deep foundation pit supporting engineering of high-rise buildings in soft soil area, including global positioning system, total station measurement, inclinometer, settlement scale and strain gauge, and briefly summarizes the key steps of deformation monitoring of deep foundation pit supporting engineering of high-rise buildings in soft soil area, including planning and setting, continuous monitoring during excavation, data analysis and interpretation. It is hoped that through careful planning and continuous monitoring, the relevant construction tasks can be completed with high quality, so that the deep foundation pit support project of high-rise buildings in the soft soil area can achieve the best project results.

[Key words] soft soil area; high-rise building; deep foundation pit support engineering; deformation monitoring

引言：

在软土地区建造高层建筑时，深基坑支护工程的施工难度较大，而且施工问题较多，需要做好充足准备，深刻认识到变形监测的重要性，利用一些先进的变形监测技术，以持续监控施工过程的方式，主动管理风险，优化施工作业，建成更加稳定且富有弹性的工程结构。当变形监测的重要作用得到充分发挥，软土地区高层建筑深基坑支护工程的项目施工才能取得最大化的成本效益。

1、软土地区的主要特征

软土地区通常通过其地质成分和岩土特性来识别。特征包括：（1）低承载能力：软土在没有过度沉降或变形的情况下支撑结构荷载的能力有限。这是由于它们的结构松散和含水量

高，从而降低了土壤抵抗外加载荷的能力。（2）高压缩性：软土具有高压缩性，这意味着它们在承受载荷时体积会显著减小。这种压缩可能会导致地面沉降，从而可能对建在顶部的结构造成损坏。（3）高含水量：软土通常含水量高，使其在荷载下容易固结。水充当土壤颗粒之间的润滑剂，促进压缩和沉降^[1]。（4）抗剪强度弱：软土通常具有较低的抗剪强度，使其容易受到横向移动或不稳定的影响。这可能给建筑项目中的开挖支护和边坡稳定性带来挑战。（5）可变特性：软土地区可能在不同位置和深度上表现出异质特性。土壤成分、水分含量和压实度的变化会影响工程行为和性能。

2、软土地区高层建筑深基坑支护工程变形监测的常用技术

2.1 全球定位系统

全球定位系统 (GPS) 监测是利用卫星定位技术跟踪监测点的三维运动。GPS 接收器安装在挖掘现场周围的战略位置, 以持续记录精确的位置数据。通过比较一段时间内的连续测量结果, 工程师可以检测地面位移、沉降和变形。GPS 监控具有多种优势, 包括: 其一, 测量运动的准确度和精度高。其二, 持续监控能力, 允许实时跟踪地面行为。其三, 覆盖范围广, 可实现大型挖掘现场的监控。其四, 非侵入性, 最大限度地减少对施工活动的干扰。其五, 与地理信息系统 (GIS) 集成以进行数据分析和可视化^[2]。然而, 在高楼大厦或茂密树叶遮挡卫星信号的城市环境中, GPS 监控可能会受到一定限制。此外, 它可能需要多颗卫星的清晰视线才能准确定位。

2.2 全站仪测量

全站仪测量是广泛应用于建筑项目中的传统测量技术, 用于精确测量距离、角度和高程。它涉及使用一种称为全站仪的电子光学仪器, 该仪器结合了用于角度测量的经纬仪和用于距离测量的测距仪。在挖掘现场周围的固定位置设置全站仪, 并使用反射棱镜或目标对监测点进行测量。全站仪测量具有以下优点: 其一, 测量距离和角度的精度和分辨率很高。其二, 灵活测量挖掘区域内的各个点。其三, 与其他测量仪器和数据集成软件兼容。其四, 能够建立地理配准监测数据的控制网络。然而, 全站仪测量可能需要熟练的人员进行操作和数据处理, 并且可能容易受到仪器校准或环境条件引起的误差。

2.3 测斜仪

测斜仪是用于测量结构、挡土墙和地面倾斜度的仪器。它们由垂直安装在地面或嵌入结构中的探头或套管组成, 其中包含检测倾斜变化的传感器。测斜仪通常沿挖掘周边部署, 以监测横向地面运动和变形。倾角仪具有以下几个优点: 其一, 沿深度剖面直接测量地面位移和变形^[3]。其二, 对倾斜的微小变化具有高灵敏度, 可以及早发现斜坡不稳定。其三, 持续监控能力, 提供地面行为的实时数据。其四, 与用于远程监控的自动数据记录系统兼容。然而, 倾角仪在检测垂直于其安装方向的水平位移方面可能存在局限性。它们可能还需要仔细安装和校准以确保准确的测量。

2.4 沉降量表

沉降计, 也称为沉降板或沉降标记, 是用于测量垂直地面沉降或沉降的装置。它们通常由安装在挖掘区域内特定位置的金属或塑料板组成, 并带有用于高程测量的参考点或基准。使用水准仪或全站仪定期测量沉降计, 以确定相对于固定基准的高程变化。沉降计具有以下几个优点: 其一, 直接测量地面沉降, 提供土壤固结或变形的定量数据。其二, 简单且经济高效的监控解决方案, 需要最少的维护。其三, 与数据收集和分析

的传统测量技术兼容。其四, 能够检测关键结构或公用设施附近的局部沉降现象。然而, 沉降测量仪在监测广阔区域的大规模沉降方面可能存在局限性。它们还可能容易受到建筑活动或环境因素的干扰。

2.5 应变计

应变仪是用于测量结构部件 (例如桩、挡土墙和混凝土构件) 应变或变形的传感器。它们由粘合到结构表面的薄金属箔或电线组成, 结构会因施加的载荷而变形。使用惠斯通电桥电路测量由于应变引起的电阻变化, 并将其记录为应变值。应变计具有以下几个优点: 其一, 直接测量载荷下的结构变形, 提供对载荷分布和结构完整性的深入了解。其二, 对应变的微小变化具有高灵敏度, 能够检测细微的变形。其三, 兼容数据采集系统进行实时监控和分析。其四, 适用于各种材料和结构配置的多功能性^[4]。然而, 应变计可能需要仔细安装, 以确保正确的粘合和应变传递。它们还可能容易受到电噪声或温度影响, 因此需要校准和信号调节。

3、软土地区高层建筑深基坑支护工程变形监测的关键步骤

3.1 规划和设置阶段的变形监测

规划和设置阶段是软土地区高层建筑深基坑支护工程变形监测的一个重要阶段, 旨在为整个施工过程提供准确可靠的数据。此阶段主要涉及以下几个关键步骤: (1) 监测点位选择: 选择合适的监测点是有效变形监测的基石。它涉及确定挖掘现场内和周围安装监测仪器的战略位置。关键结构、岩土条件和施工活动等因素都会影响选择过程。优先对邻近建筑物或公用设施等关键结构进行监控, 以确保其在挖掘过程中的安全性和稳定性。岩土工程特征 (包括土壤类型、地下水位和潜在不稳定区域) 可告知监测点的位置, 以准确捕获地面行为。此外, 预期的施工顺序指导监测点的选择, 以监测地面状况随时间的变化。仔细考虑这些因素可确保整个项目的全面覆盖和有意义的数据集^[5]。(2) 监控设备安装: 监测点选定后, 下一步就是监测设备的安装。这涉及在指定位置部署各种仪器和传感器来测量地面运动、沉降和结构响应。安装方法根据所使用的监控设备类型和现场具体条件而有所不同。例如, GPS 接收器可以安装在固定结构或测量三脚架上, 而测斜仪则垂直安装在钻孔或套管中。正确的安装技术, 包括固定、对齐和保护监测设备, 可以确保测量准确性及测量结果的可靠性。安装活动应由经过培训的人员按照制造商规范和工程标准进行, 以维护数据完整性和仪器性能。(3) 校准程序: 校准程序能够在部署之前和部署期间准确验证监测设备的性能状况, 以免发生故障, 导致后续的监测工作无法顺利进行下去。校准涉及将仪器读数与已知参考标准或校准目标进行比较, 以确定测量误差并

相应地调整仪器设置。校准程序的关键方面包括建立基线测量、进行定期检查和校准记录。基线测量作为校准目的的参考点，为比较后续测量提供基础。定期检查可确保整个监测期间监测设备的持续准确性和可靠性。校准记录记录校准程序、测量不确定度以及国家或国际标准的可追溯性。遵守严格的校准程序可确保监测数据的完整性和可信度，使工程师能够做出明智的决策并有效降低风险。

3.2 开挖过程中的持续监控

开挖过程中的持续监控是软土地区高层建筑深基坑支护工程变形监测的一个关键环节，可以确保施工过程的安全性及稳定性，使工程师及早发现潜在问题并及时干预。此阶段主要涉及以下几个关键步骤：（1）定期数据收集：定期数据收集是挖掘过程中持续监测的一个基本方面。它涉及从安装的仪器中定期收集监测数据，以跟踪一段时间内的地面运动、沉降和结构响应。数据收集的频率可能会根据项目要求、施工活动和现场条件而有所不同^[6]。定期数据收集使工程师能够监控趋势、检测异常并评估施工措施在管理地面行为方面的有效性。全站仪测量、GPS 监测和测斜仪读数等测量技术通常用于从监测点收集数据。采用现场工作人员进行的手动调查或配备数据记录功能的自动化系统来准确捕获地面条件和结构响应的变化。通过定期收集数据，工程师可以做出明智的决策，识别潜在问题并及时实施干预，以确保项目安全和性能。（2）实时监控系统：实时监控系统在挖掘过程中提供有关地面状况和结构响应的即时反馈方面发挥着重要作用。这些系统使工程师能够实时检测变化、评估风险并及时采取干预措施以防止潜在的危險或事故。实时监控系统不断从监控仪器收集数据，并通过无线或遥测系统将其传输到集中监控平台进行分析和可视化。自动警报机制会通知项目利益相关者异常情况或超出预定义阈值，从而促进及时决策和干预。远程访问监控数据和控制系统使工程师能够监控施工进度、评估风险并从异地实施缓解措施。通过利用实时数据，工程师可以主动管理风险，优化施工顺序，确保挖掘活动的成功完成，同时保持项目的安全和稳定。

3.3 数据分析和解释

在高层建筑深基坑开挖支持项目中，数据分析和解释有助于从监测数据中提取有意义的见解并就施工活动做出明智的决策。此阶段主要涉及以下几个关键步骤：（1）变形趋势的识别：变形监测数据分析的主要目标之一是识别随时间变化的变形趋势。这涉及处理和分析监测数据，以识别表明地面运动、沉降或结构变形的模式、变化和异常。时间序列分析技术通常用于识别监测参数（例如地面位移、沉降和结构应变）的趋势和变化。采用图形、图表和等值线图等可视化工具来说明变形趋势并便于解释。通过识别变形趋势，工程师可以跟踪地面运

动和结构响应的进展，从而实现主动风险管理和及时干预，以减轻潜在危险。（2）与设计参数对比：将测量数据与设计参数进行比较有助于评估施工实践的充分性，确认施工实践是否符合工程标准。这涉及根据规划和设计阶段建立的设计标准、规范和性能目标对监测数据进行基准测试。例如，将测量的沉降和变形与岩土分析或结构模型的预测值进行比较，以验证设计假设并确保结构完整性。测量数据与设计参数之间的差异可能表明存在潜在问题，例如基础支撑不足、土壤移动过度或结构损坏，从而促使进一步调查和采取纠正措施。通过与设计参数进行比较，工程师可以评估施工性能，验证设计假设，确保项目安全稳定。（3）潜在问题的预警系统：实施预警系统可以在潜在问题升级为严重问题前发现它们，并且做出正确的处理。这涉及根据监控数据建立阈值或触发级别，并实施自动警报机制以通知项目利益相关者异常情况。可以定义阈值来监测参数，例如可能表明潜在问题的地面运动、沉降或结构应变^[7]。自动警报机制通过电子邮件、短信或移动应用程序发送通知，从而实现及时决策和干预。制定响应协议和应急计划来解决通过早期预警系统发现的潜在问题，确保有效缓解风险和项目安全。通过实施预警系统，工程师可以主动管理风险，预防安全或稳定隐患，并确保挖掘活动的顺利完成。

结束语

总而言之，变形监测对于软土地区高层建筑深基坑支护工程结局有着直接的影响，必须实施全面的监测策略，通过持续监控、数据分析、实时预警，准确评估施工性能，及时处理潜在危险，同时提高结构稳定性、施工安全性和工程完整性，为软土环境中更安全、更高效的施工实践铺平道路。

[参考文献]

- [1]王炳文, 张玮鹏.软土地区高层建筑深基坑支护工程变形监测分析[J].路基工程, 2023, (05): 165-171.
- [2]于渊.高层建筑深基坑支护变形监测技术分析[J].中华建设, 2024, (02): 169-171.
- [3]李明.高层建筑工程中深基坑支护加固施工技术研究[J].工程机械与维修, 2024, (01): 117-119.
- [4]林志远.高层建筑深基坑支护结构的选型及施工[J].建筑与预算, 2023, (11): 71-73.
- [5]谯立家, 许万忠, 魏兴发, 等.软土地区某深基坑施工工艺优化研究[J].建筑机械化, 2022, 43(8): 72-74.
- [6]廖文静, 李波, 赵宏宇, 等.软土地区复杂工况大规模深基坑支护技术研究[J].建筑机械化, 2021, 42(6): 29-31.
- [7]张庆, 贺海利.深基坑支护技术在高层建筑工程施工中的应用[J].工程机械与维修, 2023, (05): 210-212.