

# 桩基沉降监测技术及其在工程中的应用

杨 芳

浙江南联土木工程科技有限公司 浙江 杭州 310000

**摘要：**桩基作为建筑物的重要支撑结构，其稳定性直接关系到整个建筑的安全。桩基沉降监测技术是评估桩基稳定性的关键环节，它运用先进的测量设备和技术手段，实时监测和分析桩基的沉降情况。本文详细探讨了桩基沉降监测技术的原理、方法及其在工程中的广泛应用，强调了其在预防安全事故、指导施工、优化设计方案和维护管理中的重要价值。

**关键词：**桩基沉降；沉降监测技术；工程应用；高精度测量

## 引言

随着城市化进程的加速，高层建筑和大型基础设施的建设日益增多，桩基工程的重要性也日益凸显。桩基沉降作为影响建筑物安全的关键因素之一，对其进行精确监测至关重要。桩基沉降监测技术通过实时监测和分析桩基的沉降数据，能够及时发现潜在的安全隐患，为工程建设提供有力保障。

### 1 桩基沉降的原因和影响

桩基沉降主要由地质条件、施工质量、荷载变化等多种因素引起。地质条件的不均匀性、土层压缩性大、地下水位变化等都会导致桩基发生沉降。同时，施工质量不佳，如灌注桩的混凝土质量差、钢筋配置不当等，也会增加桩基沉降的风险。此外，随着建筑物使用时间的增长，荷载的变化也可能引起桩基的沉降。桩基沉降对建筑物的影响是多方面的。首先，沉降可能导致建筑物的结构变形，影响使用功能和美观性。其次，过大的沉降量可能引发结构裂缝、渗漏等问题，严重时甚至会导致建筑物倒塌。因此，对桩基沉降进行精确监测具有重要意义。

### 2 桩基沉降监测的方法

#### 2.1 位移传感器法

位移传感器法的原理是利用位移传感器的高精度测量能力，实时监测桩基的垂直变形量，从而准确掌握桩基的沉降情况。在实际操作中，通常传感器会被安装在桩基的关键部位，如桩顶或桩身变形敏感区域，以确保能够捕捉到桩基的微小变形。传感器的选型也十分重要，需要考虑到量程、精度、稳定性等因素，以保证测量结果的准确性和可靠性。位移传感器法的优点主要体现在以下几个方面：首先，该方法具有高精度测量的特点，能够捕捉到桩基微小的沉降变化，为工程师提供精确的沉降数据。其次，实时监测功能使得工程师能够随

时掌握桩基的沉降情况，及时发现并处理潜在的安全隐患。此外，位移传感器法还可以与其他监测方法相结合，形成多元化的监测体系，提高监测数据的全面性和准确性。然而，位移传感器法也存在一定的局限性，主要体现在成本方面。由于位移传感器本身价格较高，且安装和维护过程中需要专业人员操作，因此整体成本相对较高。这也限制了该方法在一些小型或经济条件有限的工程中的应用<sup>[1]</sup>。为了充分发挥位移传感器法的优势并降低其成本，工程师们在实际应用中可以尝试采用一些改进措施。例如，可以选择性价比更高的位移传感器，优化安装和维护流程以降低人工成本，或者通过与其他监测方法相结合来减少位移传感器的使用数量等。

#### 2.2 水准仪法

水准仪法基于水准测量的原理，利用水准仪在不同测点进行高程测量，通过比较和分析不同时间点的高程数据，从而计算出桩基的沉降量。在实施水准仪法时，首先需要在桩基附近设置稳定且明显的测点，作为高程测量的基准。然后，使用水准仪在这些测点上进行定期的高程测量。测量时，需要确保水准仪的准确性和稳定性，以获得可靠的高程数据。水准仪法的优势在于其成本相对较低，设备简单且易于操作。此外，水准仪法还适用于各种环境和地形条件，具有较强的适应性。然而，水准仪法也存在一些局限性。首先，其精度相对较低。由于水准测量受到多种因素的影响，如大气折光、地球曲率等，因此其测量结果的精度可能受到一定限制。其次，水准仪法无法实现实时监测。每次测量都需要人工操作，且需要一定的时间来完成测量和分析工作，因此在实时监测方面存在不足。为了提高水准仪法的精度和实时性，可以采取一些改进措施。例如，可以引入更先进的水准仪设备和技术手段来提高测量精度；同时，结合自动化技术和数据处理算法，实现高程数据

的自动采集和处理,从而提高监测的实时性。

### 2.3 液体静力水准监测法

液体静力水准监测法是一种通过测量容器内液面的高度变化来精准反映桩基沉降情况的方法。该方法基于连通管原理,即在静止流体中,同一水平面上的各点压强相等。因此,当桩基发生沉降时,与之相连的液体容器内的液面会随之发生变化,通过精确测量这些变化,我们就能推断出桩基的沉降量。在实际操作中,通常会将一个透明的液体容器(如玻璃管或塑料管)与桩基固定在一起,确保两者之间的相对位置保持不变。容器内注入适量的液体(如水或油),并在液面上方标记初始位置。随着时间的推移,如果桩基发生沉降,液面将会相对于初始位置有所变动。这种方法的优点在于其直观性和精确性。由于液体具有流动性,能够迅速平衡压力差,因此液面的变化能够非常灵敏地反映桩基的沉降情况。此外,该方法对环境的干扰较小,不需要复杂的设备或大量的数据处理,使得监测过程更为简便高效。然而,液体静力水准监测法也存在一些需要注意的问题。首先,液体的蒸发和温度变化可能会对测量结果产生影响。其次,对于长期监测项目,需要定期检查和调整液面位置,以确保测量的准确性<sup>[2]</sup>。为了提高监测的精度和可靠性,可以采取一些改进措施。例如,在容器上方加盖以减少液体的蒸发;使用温度传感器对液体温度进行实时监测,并根据温度变化对液面位置进行相应的调整;同时,可以结合其他监测方法(如位移传感器法或水准仪法)进行对比验证,以确保测量结果的准确性。

### 2.4 测斜仪法

测斜仪法是一种通过测量桩基的倾斜度来推算其沉降量的有效方法。它利用了测斜仪的高精度测量功能,能够精确地捕捉到桩基的微小倾斜变化,进而通过这些数据推算出桩基的沉降情况。在实际应用中,测斜仪通常被安装在桩基内部或表面,以连续监测桩基的倾斜度。测斜仪的工作原理基于重力感应或加速度传感技术,能够测量桩基在不同方向上的倾斜角度。这些数据随后被传输到数据采集系统,经过处理和分析后,可以得出桩基的沉降量。测斜仪法的优点在于其高精度和连续性监测能力。由于测斜仪的高灵敏度,它能够捕捉到桩基微小的倾斜变化,从而及时发现桩基的沉降趋势。此外,该方法可以实现连续监测,为工程师提供实时的沉降数据,有助于及时发现并处理潜在的安全隐患。然而,测斜仪法也存在一些局限性。首先,测斜仪的安装和维护需要专业人员操作,且设备成本相对较高。其次,测斜仪的精度可能受到环境温度、湿度等外部因素

的影响,因此在实际应用中需要进行相应的校准和补偿。为了提高测斜仪法的准确性和可靠性,可以采取一些措施。例如,选择合适的测斜仪型号和安装位置,以减少外部因素对测量结果的影响;同时,结合其他监测方法进行对比验证,以确保测量结果的准确性。此外,定期对测斜仪进行校准和维护也是保证监测精度的关键。

## 3 桩基沉降监测在工程中的具体应用

### 3.1 安全预警与风险控制

桩基沉降监测在工程中的具体应用之一,便是为安全预警与风险控制提供关键数据支持。在各类土木工程中,桩基的稳定性直接关系到整体结构的安全,因此,对桩基进行精确的沉降监测至关重要。通过实时监测桩基沉降数据,工程师可以及时了解桩基的变形情况,一旦发现沉降速度加快或沉降量超出预定范围,便能迅速作出反应。这种实时的数据反馈机制使得工程团队能够在第一时间发现异常情况,并据此发出预警,从而采取有效措施以控制潜在风险。以高层建筑施工为例,桩基承受着建筑物的全部荷载,其稳定性对于整个建筑的安全至关重要。在施工过程中,对桩基进行沉降监测不仅可以掌握地基的实时变形情况,还能及时发现地基的不均匀沉降。这种不均匀沉降如果未能及时发现和处理,可能会导致建筑物出现倾斜、裂缝等安全问题,严重时甚至可能引发结构性的破坏。因此,桩基沉降监测在这里起到了至关重要的作用。一旦发现不均匀沉降或其他异常情况,工程团队可以立即采取措施,如进行地基加固、调整施工方案等,以确保建筑物的稳定性和安全性<sup>[3]</sup>。此外,桩基沉降监测数据还可以为工程设计和施工提供宝贵的反馈信息。通过对监测数据的分析,工程师可以了解地基的实际承载能力,从而优化设计方案,提高工程的经济性和安全性。

### 3.2 施工质量控制

桩基沉降监测在施工质量控制中起到了至关重要的作用。沉降数据不仅仅是一个数字,更是施工质量的直观反映。通过精准、连续的沉降监测,我们能够洞察施工过程中的各种细微变化,从而确保每一项施工细节都符合预期的设计要求。具体来说,灌注桩的施工过程中,混凝土的质量和钢筋的配置等关键要素对桩基的稳定性和承载能力有着决定性的影响。而桩基的沉降数据,就像是一面“镜子”,能够反映出这些施工要素是否达到了设计要求。例如,如果沉降数据异常,可能意味着混凝土质量不佳、钢筋配置不当或者施工过程中存在其他问题。通过对比不同时间段的沉降数据,我们可以更深入地了解施工过程中的变化趋势。如果数据持续

稳定,说明施工质量良好,各个施工要素均达到了预期效果。反之,如果数据出现大幅波动或异常,则可能意味着施工过程中存在质量问题,需要及时调整。更为重要的是,桩基沉降监测数据为我们提供了一个实时的反馈机制。一旦发现数据异常,工程团队可以迅速作出反应,及时调整施工方案,确保后续的施工过程能够顺利进行。这种实时的质量控制方式,不仅提高了施工效率,更确保了整个工程的安全性和稳定性。

### 3.3 设计优化依据

桩基沉降监测数据对于设计师而言,不仅是施工质量的反馈,更是设计优化的宝贵依据。特别是在地质条件错综复杂的地区,传统的地质勘探可能难以全面反映地下的真实情况,而桩基沉降的实时监测数据则能提供更为准确、实时的地质参数。设计师在设计桩基时,首要考虑的是地质条件。地质的均匀性、岩土层的分布、地下水位等都会对桩基的稳定性和承载能力产生影响。在传统的设计方法中,设计师主要依赖地质勘探报告来进行设计,但这些报告往往基于有限的钻探数据和室内试验,难以完全代表整个工程场地的地质情况。而桩基沉降监测数据的引入,为设计师打开了一个新的视角。这些数据是在实际施工过程中获得的,因此更能真实反映地质条件对施工的影响<sup>[4]</sup>。例如,在某些软土地区,原设计方案可能未充分考虑地基的沉降特性,导致桩基的实际承载能力低于预期。此时,通过桩基沉降监测数据的反馈,设计师可以及时调整桩基的布局、尺寸或类型,确保其满足承载力和稳定性要求。此外,桩基沉降监测数据还可以帮助设计师优化桩基的布局。在某些情况下,原设计方案可能过于保守,导致桩基数量过多或尺寸过大,这不仅增加了工程成本,还可能对周围环境造成不必要的影响。而通过实时监测数据的分析,设计师可以更为精确地确定桩基的位置和尺寸,从而达到经济、安全和环境的最佳平衡。

### 3.4 长期维护与管理

在建筑物的长期运营过程中,长期的维护与管理显得尤为重要,而桩基沉降监测则在这一过程中扮演着至关重要的角色。以桥梁工程为例,桥墩桩基的稳定性直接关系到桥梁的整体安全。桥梁在长期运营过程中,受

到交通荷载、风荷载、温度变化等多种因素的影响,桥墩桩基可能会出现不同程度的沉降。通过对桥墩桩基进行定期的沉降监测,可以及时发现桥墩的变形情况,包括微小的倾斜、沉降等。这些沉降监测数据不仅为桥梁的维护和管理提供了重要的决策依据,还能帮助工程师准确评估桥梁的健康状态。一旦发现桥墩桩基出现较大的沉降或变形,工程师可以迅速采取相应的维修和加固措施,如注浆加固、增设支撑等,以确保桥梁的安全运营。此外,桩基沉降监测还可以用于评估桥梁维护措施的有效性。在采取加固或维修措施后,通过对比加固前后的沉降数据,可以直观地看到加固效果,从而为后续的维护决策提供科学依据。除了桥梁工程,桩基沉降监测在各类建筑物的长期维护与管理中都有着广泛的应用。无论是高层建筑、大型公共设施还是工业厂房,定期的桩基沉降监测都是确保建筑物安全稳定运营的关键环节。

### 结语

桩基沉降监测技术在工程实践中具有不可替代的作用。通过对桩基沉降的精确监测和分析,我们能够及时发现潜在的安全隐患、控制施工质量、优化设计方案并为长期维护管理提供决策依据。随着科技的不断进步和创新发展,桩基沉降监测技术将更加智能化、自动化和精准化,为工程建设的安全与稳定提供更为可靠的保障。同时,我们也应看到当前监测技术还存在一些局限性和挑战,如设备成本高昂、数据处理复杂等问题仍需进一步研究和改进。未来研究方向可围绕提高监测精度、降低成本、简化操作流程等方面进行探索和创新。

### 参考文献

- [1]曹黎明.桩基沉降现场监测方法及其应用研究[J].建材与装饰,2021,(01):11-12.
- [2]侯娜.变形监测技术在桥梁监测中的应用[J].科技创新,2020(19):107-108.
- [3]丁瑞,王华.变形监测技术在桥梁监测中的应用[J].建筑技术开发,2020,47(02):120-121.
- [4]李明照.基于轮廓线跟踪的绿色建筑工程桩基施工沉降变形监测方法[J].江苏建筑,2022,(S2):84-87.