

# 软土地区基坑监测及变形控制分析

高志诚

浙江华展研究设计院股份有限公司 浙江 宁波 315000

**摘要:** 软土地区基坑开挖和建设会受到地质条件复杂、土体稳定性差等因素的影响,因此需要进行监测和控制工作。本文介绍了软土地区基坑监测及变形控制的基本方法和途径,包括土壤加固、支撑结构和预应力锚杆等。同时,探讨了监测和控制工作中存在的问题和挑战,并提出了关于改进和创新的思路,如采用现代信息技术、引入应变反演法、建立标准化控制方案和推广智能化监测技术等。

**关键词:** 软土地区; 基坑监测; 变形控制

## 1 软土地区基坑监测技术和方法

### 1.1 基坑监测的重要性

软土地区是指地质土层强度低、稳定性差、水分含量较高的土壤地带,其特征是自重较轻,容易发生滑坡、流塌、沉降等基础问题。当在软土地区进行基坑开挖时,会对周边建筑物、地下管线和环境造成影响,因此对基坑进行监测控制是必不可少的。监测是对结构和土体结构响应的连续、实时和准确的记录和跟踪。在软土地区的基坑工程中,基坑的监测是一项必要的任务。监测可以及时记录基坑周围地区的土体变形情况,为及时采取适当的补救措施提供可靠的依据。此外,随着监测技术的不断发展,现代监测技术不仅能够记录变形,还能集成激光扫描、图像识别和遥感报告等多种技术,从而更加全面准确地了解基坑周围土体的情况<sup>[1]</sup>。

监测的重要性表现在以下几个方面:首先,基坑监测是保证基坑安全施工和周围环境安全的必要措施。基坑围挡支撑、降低地水位等措施都有可能带来地面上和地下水的变化,使原有的地质、地貌等因素发生变化,影响到周边的交通、环境、地下设施等,因此,只有进行监测控制,才能有效化解变化带来的安全风险。其次,监测可为调整施工方案和措施提供有力依据。现代基坑监测技术已经相当成熟,监测可以不间断记录工程过程中土体结构变形、沉降的变化等信息,同时也能记录周边地下管线的变化,便于及时调整建筑施工方案和施工措施,防止工程施工过程中出现的不稳定性问题<sup>[2]</sup>。最后,监测数据也是基坑工程的重要参考。基坑监测数据可以提供重要的参考资料,用于分析施工期间土体结构的变化情况,以及预测其未来的变化趋势。

### 1.2 基坑监测的常用技术和方法

#### 1.2.1 探测技术

在浙江范围,由于地质条件多样,软土地区基坑监

测的技术和方法也各有千秋。以下是在浙江范围软土地区基坑监测的常用技术和方法:(1)现场勘察:现场勘察是软土地区基坑监测的前提。勘察时要充分考虑地层结构、土质、地下水、地形、建筑物、地下管线等因素。只有通过对勘察数据的分析,才能确定合理的监测方案。(2)自动化监测系统:通过安装自动化监测系统,以达到监测数据实时化和自动化的目的。该系统可监测基坑内外环境变化形且环境震动等,准确记录变化趋势和实时数据。(3)应急监测:对于基坑监测的不可预测因素,如强降雨、强风、地震等,需要进行应急监测。应急监测一般采用雷达监测和气象站监测等技术手段<sup>[3]</sup>。(4)人工监测:除了自动化监测系统外,人工监测也是基坑监测必不可少的一种方法。人工监测方式主要是通过监测点进行定期测量获取数据,如垂直位移、水平位移、渗流等数据,从而得出基坑的变化情况。(5)现场监测:还可以在现场进行监测,在基坑施工过程中,通过各种仪器设备进行实时监测并及时处理问题,最大限度地保证工程的安全施工。

#### 1.2.2 监测仪器和设备

在软土地区进行基坑开挖时,为了确保基坑开挖施工过程中的安全和稳定性,需要配备一系列的监测仪器和设备,在基坑开挖施工过程中进行实时监测和控制。下面是常用的软土基坑监测仪器和设备:(1)全站仪。全站仪主要用于对基坑周围建筑物的立面进行全面测量,可连续测量建筑物各个位置的高度、宽度和立面的空间位置。(2)水准仪。水准仪主要用于进行水平量测和高度测量。软土地区基坑开挖过程中,经常会有降水现象,水准仪可以配合测量管道和水泵对基坑进行降水排水,从而确保基坑开挖施工质量和进度<sup>[4]</sup>。(3)倾斜计。倾斜计用于监测周围建筑物的倾斜情况,可以通过定位的一些天线进行倾角测量和距离测量。在基坑开挖

过程中可以及时掌握基坑所造成的周围建筑物等的倾斜情况。(4)测斜仪是基坑监测中比较常用的一种仪器,主要用于测定围护体的变形情况。在基坑施工时,围护体会受到各种因素的影响,如施工振动、变形压力、地下水位上升等,这些因素都会导致围护体的变形。因此,测斜仪的使用非常重要。围护体变形通常是相对位移量的变化,通过安装测斜仪,可以在围护体上设置测点。测斜仪的应用非常灵活,它可以安装在围护体内、外、下、上,也可以采用连续式布置。不同的安装位置可以监测到不同的部位的变形情况。同时,测斜仪还可以通过远程传输数据的方式,实时监测围护体的变形数据,对实时预测围护体的变形具有很大的意义。

### 1.2.3 数据采集和分析

在软土地区进行基坑开挖时,通过大量的监测数据采集和分析,可以有效地了解基坑开挖施工期间土体的位移、沉降等变形情况,及时调整并采取必要的措施,保证了基坑开挖施工的安全和稳定性,下面介绍一些软土基坑监测数据采集和分析的方法。(1)数据采集。在采集数据时应尽量保证数据的准确性和实时性,在软土地区基坑监测数据采集过程中,常用的方法有自动化监测仪器采集,人工采集、定点监测、遥感监测等方法。采集的数据主要包括基坑沉降、位移、倾斜、裂缝等情况,以及土体的水位和水压数据。(2)数据分析。软土地区基坑监测数据分析是非常重要的一步。需要对每个单独的参数进行分析和比较,以及对变形数据进行综合分析。通过对基坑监测数据的分析和比较,可以了解软土基坑监测数据的趋势和变化,提出有针对性的控制和修复措施。可以采用的分析方法包括趋势分析、TM模型、警戒值法、多元统计分析等<sup>[5]</sup>。(3)数据管理。软土基坑监测数据管理需要保证数据的顺畅流动和高效利用。要建立一个完善的数据管理平台,可以进行数据传输和汇总。通过数据管理平台的数据可视化和数据处理功能,能够帮助工程人员快速分析数据,捕捉监测数据的特点和趋势。

## 2 软土地区基坑变形控制分析

### 2.1 变形控制的目的和原则

软土地区基坑的变形控制是基坑开挖施工过程中至关重要的一环,为了确保基坑开挖施工过程中的安全和稳定性,需要配备专门的变形监测仪器和设备,采取有针对性、科学合理的变形控制策略。变形控制的目的是保证软土地区基坑的安全施工和周围环境的安全,避免因基坑开挖引起的楼房倒塌、管道爆裂、道路塌陷等重大灾害事故的发生。在变形控制过程中,需要根据地质

条件、基坑开挖范围和施工表面条件等因素制定科学合理的变形控制策略,并根据监测数据及时调整变形控制措施。变形控制的原则首先是科学性和合理性。变形控制策略应根据实际情况进行制定,以确保基坑开挖过程中变形的控制在最小范围内。其次是及时性和准确性。变形控制措施应及时实施,掌握变形数据的准确性能够为基坑施工管理提供及时支持。最后是稳定性和安全性。变形控制策略应能够保证施工过程的稳定性和施工工作的安全性,避免造成不可逆转的后果<sup>[6]</sup>。

### 2.2 变形控制的基本方法和途径

#### 2.2.1 支护结构的设计和选择

软土地区基坑变形控制是基坑开挖施工过程中至关重要的一环,为了确保基坑开挖的安全和稳定性,需要采用一系列的变形控制的基本方法和途径,同时需要设计和选择合适的支护结构。

基本方法和途径:(1)预应力锚杆支护法。预应力锚杆的设置可以在支撑力和抗拔力方面提供均值稳定的支撑作用。其原理是靠设置在周围土体处的预应力锚杆,使周围土体形成约束力的平衡状态。(2)土挡墙支护法。在软土地区,适宜使用底部宽一定的略倾斜土挡墙,用来支撑基坑四周的土层,适用于小面积的基坑,可以保证开挖面的坚固稳定。(3)地下连续墙:是基坑支撑结构中常见的一种,也是一种常用的围护体类型。它由混凝土或钢筋混凝土等材料制成,以支撑和保护基坑周围的土体。地下连续墙能够承受大压力和剪切力,具有稳定性好、施工方便等优点,在基坑施工中运用广泛。在围护体的选择和设计过程中,需要综合考虑地质、环境、施工等各方面的问题,以及围护体的价格、使用寿命和维护成本等要素。地下连续墙在以上方面优点都比较明显,因此成为基坑支撑结构中最常见的一些建筑结构<sup>[1]</sup>。(4)钢支撑结构。钢支护结构适用于基坑较小的情况。它的设计和施工速度快,但不太适合长期施工和大型基坑。

#### 2.2.2 预留变形量的控制

软土地区基坑变形控制是基坑开挖的重要措施之一,为了确保基坑开挖过程中的安全和稳定性,需要采用一系列的基本方法和途径,同时需要控制预留变形量。

基本方法和途径:(1)土壤加固。利用加固技术对基坑周边的土壤进行加固,提高土的承载能力和稳定性,达到控制变形的效果。(2)支撑结构。采用合适的支撑结构对开挖区进行支撑,如钢筋混凝土桩、深层水泥搅拌桩、钢支撑等,起到约束作用,能够有效控制基坑的变形。(3)预应力锚杆。通过在周围土体处设置预应力锚

杆,形成约束平衡状态,从而达到控制变形的效果<sup>[2]</sup>。

### 2.2.3 建筑物施工参数的控制

建筑物施工参数包括地面沉降、建筑物倾斜、开裂裂缝等,对环境造成负面影响,因此需要采取控制措施。严格控制施工的强度和设备的负载,设立限制条件,减小土体应力和沉降量,降低破坏性。合理制定施工顺序和进度,分层逐步开挖,逐层递减,降低土体受力,减少沉降量。有效考虑开挖边坡与建筑物的距离和相互影响,采取合适的边坡设计,以控制变形。

## 3 软土地区基坑监测与变形控制的挑战和改进方向

### 3.1 存在的问题和挑战

软土地区基坑监测与变形控制是基坑开挖的重要措施之一,但是在实际操作中,仍然存在一系列的问题和挑战,需要采取改进方向。

存在的问题和挑战:(1)监测手段不够完善。软土地区基坑的变形控制需要精准和实时的数据支撑,但是目前的监测手段还不够完善,不能满足实时监测的需求,同时数据的精度和准确性也难以保障。(2)缺乏可靠的预测方法。由于软土地区的地质条件复杂,变形难以预测,因此缺乏可靠的预测和预判方法,容易对基坑以及周围建筑物造成影响<sup>[3]</sup>。

改进方向:(1)提高监测手段的精度和实时性。可以采用先进的地质勘探技术和信号采集处理技术,实现精准监测,并利用物联网等技术手段实现数据的实时传输和处理。(2)探索新的变形预测方法。需要通过研究与探索基坑变形与土体力学行为的内在机理,借助先进的计算机模拟工具和实验方法,发展更为可靠的预测方法。(3)推广标准化的变形控制方案。可以借鉴已有的经验,树立标准化的变形控制方案与技术标准,帮助施工单位快速把握关键技术要点,并提高软土地区基坑施工的效率 and 稳定性<sup>[4]</sup>。

### 3.2 改进和创新思路

在基坑监测中,新的技术和方法不断涌现,为基坑施工提供了更为准确,科学的监测手段。以下介绍一些新监测方法。(1)三维扫描:该技术采用激光扫描仪进行三维扫描,可以获得基坑周围道路、房屋、管线等详细的三维模型,能够在模型中描绘开挖进度、变形等数

据,以更直观的方式呈现基坑的情况。(2)静力水准:静力水准是一种基于高精度水准仪测量而得出的技术方法。该技术可以用于计算土体的水平变形,依靠高精度水准仪,准确测量控制点的高度来评估土体变形量。

(3)光纤光栅测量:光纤光栅技术是一种基于光纤传感器,采用在光纤上产生的可扩散反射,用于监测基坑参数变化的方法。光纤光栅测量能够实时获取基坑较为复杂的运动变化量等参数。(4)轴力测量:锚杆和支撑桩的轴力测量技术可以通过测量纵向应力和应变,来确定锚杆与打入支撑桩的受力情况。这种技术可以监测下部的附加应力,同时通过杆缆和锚具,能够强化支撑桩在基坑挖掘下部的稳定性和安全性。(5)测斜仪自动化:测斜仪是基坑监测中最常用的监测仪器,通过使用自动化技术,可以实现全自动测量和数据传输,使得监测工作更加高效和精确。

### 结束语

基坑监测及变形控制是保证软土地区基坑开挖和建设安全稳定的重要手段。本文从监测和控制工作的基本方法和途径出发,分析并探讨软土地区基坑监测及变形控制的挑战和改进方向。通过本文的介绍和讨论,相信可以为软土地区基坑监测及变形控制工作提供有益的参考和借鉴,促进软土地区基坑施工的安全和稳定。

### 参考文献

- [1]夏雪莲.软土地区基坑监测及变形控制分析[J].陕西水利,2022(12): 122-123,126.
- [2]倪小东,王琛,唐栋华,等.软土地区深基坑超大变形预警及诱因分析[J].中南大学学报(自然科学版),2022,53(6):2245-2254.
- [3]刘志刚.软土地区地铁深基坑监测分析及控制措施研究[J].公路,2019, 64(10): 239-244.
- [4]朱世成,龚海燕,张军民.软土地区基坑开挖过程中变形特征的监测分析[J].山西建筑,2019(14):33-36.
- [5]李继华,张卫国,赵金平.基坑变形控制技术在软土地区的应用研究[J].工程建设与设计,2018,22(1):95-96.
- [6]张德刚,高洪元.软土地区基坑变形模拟与监测设计研究[J].土工基础,2017,31(1):76-78.