

自动化监测技术在基坑监测中的应用分析

葛向阳

苏交科集团广东检测认证有限公司

摘要:随着城市建设和土地利用的不断扩张,深基坑工程在城市建设中的应用日益广泛。基坑的安全监测成为确保工程施工和周边环境稳定的重要任务。传统的人工监测方式存在监测周期长、数据获取慢、人力成本高等问题。而自动化监测技术的出现为基坑监测带来了革命性的改变。自动化监测技术通过使用先进的传感器和数据处理技术,能够实现对基坑的实时、精确、全面的监测,为工程管理提供及时的监测数据和预警信息,有力地保障了基坑工程的安全施工和周边环境的稳定。本文将重点探讨自动化监测技术在基坑监测中的应用,并分析其技术类型、内容以及应用流程。

关键词:自动化监测技术;基坑监测;传感器;数据采集与处理;远程监测与报警

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2023.10.086

基坑工程是现代建筑施工中常见的一种重要工程形式。然而,由于基坑工程施工过程中存在着土体沉降、地下水位变化、结构变形等风险,对基坑的安全监测显得尤为重要。传统的基坑监测方法主要依赖人工巡视和手动记录数据,存在监测精度低、监测效率低、人为误差大等问题。因此,研究与应用自动化监测技术在基坑监测中具有重要意义。

一、基坑监测的主要内容

(一) 基坑支护结构内力方面的监测

通过对支护结构内力的监测,可以实时了解基坑结构的受力情况,确保其在安全范围内工作。常见的内力监测包括支撑轴力、剪力、弯矩和地下水压力等参数的测量。通过监测这些内力指标的变化,可以判断基坑支护结构的稳定性和承载能力,及时采取必要的补充措施,以保障工程的安全进行。

(二) 基坑支护结构位移方面的监测

基坑支护结构位移的监测是为了掌握基坑结构的变形情况,及时发现和预防可能的变形和位移问题。位移监测可以通过使用全站仪、激光测距仪、GPS等定位设备来测量基坑结构的水平和垂直位移。通过对基坑支护结构进行位移监测,可以及时了解结构的变形情况,这对于保障基坑的安全和稳定具有重要意义。位移监测的数据可以提供基坑结构变形的准确量化信息,使工程管理人员能够及时发现位移异常并采取相应的措施。当位移监测数据显示基坑支护结构发生异常位移时,工程管理人员可以根据监测数据分析结果,进行针对性的措施调整。例如,如果发现基坑支护结构的位移超过了设计限值,可以考虑增加支护材料或调整支撑结构,以提高

结构的稳定性和承载能力。此外,也可以采取加固土体的措施,例如注浆、加固土钉等,以增加土体的抗侧力和抗沉降能力。通过及时采取措施,可以避免或减轻基坑支护结构位移异常可能带来的安全风险^[1]。

位移监测不仅能够及时发现基坑支护结构的位移异常,还可以判断基坑支护结构的稳定性,并评估其与周围建筑物的相互影响。通过位移监测数据的分析,可以了解基坑支护结构的变形趋势和稳定性变化,从而为工程设计和施工提供重要依据。此外,基于位移监测数据,可以进行数值模拟和模型分析,预测基坑支护结构未来的变形趋势。这有助于工程管理人员制定合理的工程控制措施,实施有效的风险管理和安全保障。

(三) 地下水位、坑外土体等方面的监测

地下水位、坑外土体的监测是为了了解基坑周边环境的变化情况,对基坑工程的安全进行评估和控制。地下水位的监测可以通过安装水位计或压力传感器等设备来实现。通过实时监测地下水位的变化,可以判断基坑支护结构与地下水之间的相互作用,及时采取排水措施,保证基坑工程的稳定性。同时,坑外土体的监测可以通过使用倾斜仪、应变计等设备来实现,以掌握周边土体的变形情况,为基坑支护工程提供可靠的数据支持。

二、深基坑工程中的常见自动化监测技术

(一) 全站仪监测技术

全站仪是一种高精度的测量仪器,广泛应用于深基坑工程中的自动化监测。该技术通过测量基坑周边的参考点位置和变形情况,实时监测基坑的变形和沉降情况,为工程管理提供准确的监测数据和预警信息,有效预防和控制基坑工程的安全风险。全站仪监测技术的核心是基于测量原理进行高精度的数据采集和分析,可通过发射和接收红外线或激光束,测量基坑周边参考点的水平和垂直角度,以及距离和坐标等参数。借助全站仪的测量功能,可以实时监测基坑的形状、尺寸和位置变化,包括基坑壁面的倾斜、沉降和变形情况^[2]。

全站仪监测技术在深基坑工程中具有多个优势。首先,全站仪的测量精度非常高,可以达到毫米级甚至亚毫米级,能够准确捕捉基坑的微小变形和沉降情况。其次,全站仪监测技术具有实时性强的特点,可以在施工过程中实时监测基坑的变形情况,及时发现问题并采取相应措施。此外,全站仪还可以结合其他传感器技术,如倾角传感器和位移传感器,实现对基坑不同方向 and 不同位置的监测。利用全站仪监测技术进行深基坑工程的实时监测,可以提供重要的工程数据和预警信息,帮助

工程管理人员及时了解基坑的变形趋势和沉降速度。在工程施工过程中,全站仪可以发挥重要的作用,帮助管理者监测施工过程中的变形情况,预防和控制工程的安全风险。当监测数据超过预设的安全范围时,全站仪能够发出警报,提醒管理者采取必要的措施,确保基坑工程的安全运行。随着科技的不断发展,全站仪监测技术也在不断创新和改进。未来,全站仪的精度和测量范围将进一步提高,监测数据的处理和分析技术将更加智能化和自动化。全站仪监测技术将更好地应用于深基坑工程中,为工程管理提供更准确、可靠的监测数据,确保基坑工程的安全和稳定运行。

(二) 3D激光扫描监测技术

3D激光扫描技术是一种非接触式的测量技术,通过使用激光扫描仪对基坑区域进行扫描,获取基坑周边地形和结构的三维点云数据。3D激光扫描监测技术具有多项优势。首先,它能够在较短的时间内获取大范围的基坑数据,无须直接接触基坑结构,大大提高了监测的效率和安全性。其次,该技术具有高精度和高准确性,能够捕捉到基坑地表和结构的微小变形和沉降情况,提供全面的监测数据^[3]。此外,3D激光扫描技术具有非常高的空间分辨率和测量精度,能够准确地呈现基坑的形状、尺寸和变形情况,提供可视化的数据支持。借助于先进的数据处理算法和三维可视化技术,可以对基坑的变形和沉降情况进行实时监测和分析。通过将3D激光扫描获取的点云数据与基准模型进行比对,可以定量地评估基坑的变形程度,并提供预警信息。此外,3D激光扫描技术还可以进行基坑结构的安全评估和施工监督,为基坑工程的安全管理提供重要的数据支持。3D激光扫描监测技术在深基坑工程中的应用案例丰富多样。例如,通过激光扫描技术可以实时监测基坑地表的沉降情况,及时发现地表下沉和地下水位变化等问题。同时,结合点云数据和地形模型,可以精确测量基坑结构的倾斜、裂缝和变形情况,及时发现结构安全隐患。此外,3D激光扫描技术还可以与其他监测技术相结合,如全站仪监测技术和光纤传感监测技术,形成多元化的监测系统,提供更全面、准确的基坑监测数据。

(三) 光纤传感监测技术

光纤传感技术通过在基坑周边或内部布设光纤传感器,利用光纤对应变和温度的敏感性,实时监测基坑周边土体的变形、应力以及温度等参数。光纤传感技术具有高灵敏度、分布式监测和实时性强的优势,能够提供全方位的基坑监测数据。借助于光纤传感技术,可以准确监测基坑周边土体的变形和应力变化,及时发现和解决安全隐患,确保基坑工程的稳定运行。光纤传感监测技术的原理是利用光纤在受应变或温度变化时的光学特性发生变化。通过在光纤上布设传感器,当基坑土体发生变形或应力变化时,光纤会发生微小的光信号变化,这些变化可以被光纤传感器捕捉到并转化为电信号进行

分析。借助于分布式光纤传感器,可以实现对基坑周边大范围土体的连续监测。光纤传感监测技术在深基坑工程中具有多个优势。首先,光纤传感器的高灵敏度和分布式监测特性使其能够捕捉到基坑周边土体微小变形和应力的变化,提供高精度的监测数据。其次,光纤传感器可以在复杂的环境条件下进行长期稳定的监测,不受外界干扰的影响,能够持续提供可靠的监测结果。此外,光纤传感监测技术具有实时性强的特点,可以实时监测基坑土体的变形和应力变化,及时发现问题并采取相应措施^[4]。

三、自动化监测技术在基坑监测中的应用流程

(一) 设计监测方案

首先,根据具体的工程情况和监测目标,确定采用的自动化监测技术。其次,确定监测点的布置方式。监测点的布置应覆盖基坑的关键位置,以确保能够全面地监测基坑的变形和沉降情况。监测点的数量和位置应根据工程规模、土体特性和施工方式等因素进行合理确定。通常,监测点应包括边界点、支撑结构点、地表控制点等。对于深基坑工程,还应考虑设置内部监测点以监测土体的变形和应力变化。第三,确定监测参数和监测频率。监测参数是指监测过程中所需要测量和记录的物理量,如基坑土体的位移、沉降、应力等。根据工程需要和监测目的,确定需要监测的参数,并设定相应的测量范围和精度要求。监测频率是指监测数据的采集频率,即多长时间进行一次数据采集。根据工程特点和监测要求,合理设定监测频率,以确保及时获取监测数据。

(二) 传感器安装与布线

根据监测方案,需要选择合适的传感器,并将其安装在基坑周边或内部的关键位置。

在基坑监测中常用的传感器包括全站仪、激光扫描仪和光纤传感器等。全站仪主要用于测量基坑周边参考点的位置和变形情况,可以提供高精度的位移测量数据。激光扫描仪则可以通过快速而准确地获取基坑周边地形和结构的三维点云数据。光纤传感器则用于监测基坑周边土体的变形、应力和温度等参数。根据传感器的特点和监测目标,确定传感器的安装位置。传感器的安装位置应选择能够在准确捕捉到基坑变形和应力的关键位置。这些位置可以是基坑周边的参考点、支撑结构、地表控制点等。对于深基坑工程,还需要考虑设置内部监测点以监测土体的变形和应力变化。合理选择传感器的安装位置可以提供准确的监测数据,为工程管理提供及时的监测信息和预警功能。

传感器的布线要考虑到布线的可靠性和数据传输的稳定性。根据传感器的类型和工程实际情况,可以选择有线或无线的布线方式。有线布线一般采用传感器与数据采集系统之间通过电缆连接的方式,传输稳定可靠,适用于近距离的监测点。无线布线则可以采用无线传输

技术,通过无线网络或蓝牙等方式进行数据传输,适用于远距离或难以布线的监测点。

(三) 数据处理与分析

数据处理与分析是基坑监测中不可或缺的环节,它能够采集到的监测数据转化为有用的信息和洞察力,为工程管理提供科学的决策依据。数据处理包括数据校正、滤波和去噪等步骤,旨在提高数据的准确性和可靠性。在数据采集过程中,可能会受到环境条件、设备误差等因素的影响,导致数据的偏差。因此,需要对采集到的数据进行校正,根据实际情况进行误差修正,以获得更准确的监测结果。其次,滤波和去噪是为了去除数据中的噪声和干扰,使监测数据更具可读性和可靠性。通过应用滤波算法和信号处理技术,可以减小或消除数据中的随机噪声、振动或其他不相关信号。这样可以得到平滑的监测曲线,更清晰地反映基坑的变形、沉降或应力变化。接下来,对处理后的数据进行分析是进一步获取有用信息的关键步骤。数据分析可以通过比对历史数据,发现潜在的变形、沉降或应力异常情况。通过建立合适的阈值或警戒线,对监测数据进行监测和预警,及时发现异常情况并采取相应的措施^[5]。

(四) 报警与预警

报警与预警系统的设计和设置要根据具体的监测目标和工程需求进行,以确保能够准确地识别和通知异常情况。首先,需要确定合适的报警和预警阈值。阈值的设定应基于实际监测数据和先前的经验,考虑到基坑的特点和预期风险。通过合理设置阈值,能够及时捕捉到基坑的异常变化,并避免误报或漏报的情况。其次,选择适当的报警和预警方式也非常重要。根据监测系统的能力和监测目标,可以采用声音报警、短信通知、邮件通知或其他自定义通知方式。这些通知方式应能够迅速传达监测结果和警示信息,以便相关人员能够及时采取行动。报警与预警的目的是及时通知相关人员,使其能够快速响应和采取必要的措施。当系统触发报警或预警信号时,相关人员应立即注意并查看监测数据、分析结果和警示信息。根据具体情况,可以采取各种措施来防止事故发生或进一步加强监测。

(五) 数据展示与报告生成

数据可视化可以采用各种图表、曲线和动画等形式,将监测数据以直观、易懂的方式展示出来。这样,可以通过可视化图表和动态展示,更容易捕捉到基坑的变形、沉降或应力变化趋势,并及时作出相应的决策和调整。监测报告的生成对于基坑工程管理至关重要,记录了监测的过程、结果和相关建议,为工程管理提供详尽的监测信息和决策依据。监测报告应包括监测目的、监测方法、监测数据的处理和分析过程,以及针对发现的问题或异常情况提出的建议和措施。通过生成监测报告,工程管理人员可以更全面地了解基坑的状况,及时

发现问题,并采取相应的措施来保障工程的安全和顺利进行。数据展示和监测报告的生成需要综合考虑监测数据的特点和工程管理的需要。数据展示应选用合适的可视化工具和方式,以呈现出监测数据的变化趋势和异常情况。监测报告的生成应注重准确性和全面性,确保包含关键信息和合理的建议。

(六) 定期检修与维护

通过定期的检修和维护工作,可以确保监测设备和系统处于良好状态,准确采集和传输监测数据。定期进行传感器的校准工作可以验证其测量准确性,并及时发现和修正可能存在的偏差。传感器的校准工作可以包括检查传感器的灵敏度、零偏、线性度等指标,并根据校准结果进行调整和修正。定期检查和维修数据传输系统可以确保数据的及时传输和完整性。这包括检查传输线路的连接状态、信号质量,检查数据传输设备的工作状态,确保数据的可靠传输。同时,还应定期备份和存档监测数据,以防止数据丢失或损坏。电源是监测设备正常运行的基础,定期检查电源的供电稳定性和电池寿命,确保设备能够持续工作。同时,还应检查网络设备的连接状态和工作正常性,确保监测系统的通信畅通和数据传输的稳定性。

定期检修和维护是保障自动化监测系统可靠性和稳定性的重要措施。通过定期进行检修和维护,能够及时发现和解决设备故障、传感器偏差和数据传输问题,确保监测数据的准确性和可靠性。

结语

通过全站仪监测技术、3D激光扫描技术、光纤传感监测技术等的应用,基坑的支护结构内力、位移、地下水水位以及周边土体等方面的监测变得更加准确、实时。这为工程管理提供了重要的决策依据,能够及时发现和解决潜在的安全问题,确保基坑工程的安全施工和周边环境的稳定。

参考文献

- [1] 包时超. 自动化监测技术在基坑监测中的应用分析[J]. 智能建筑与智慧城市, 2023(04): 138-140.
- [2] 王磊. 自动化监测技术在深基坑监测中的应用[J]. 工程技术研究, 2022, 7(24): 190-192.
- [3] 陈庆华, 李锋, 赵磊, 赵剑. 自动化监测技术在地铁基坑工程监测中的应用分析[J]. 新型工业化, 2021, 11(08): 112-113.
- [4] 谢长岭, 汤继新, 方宝民. 自动化测斜技术在基坑监测中的应用[J]. 城市住宅, 2021, 28(03): 251-252.
- [5] 陈德春, 段伟, 肖文龙. 自动化监测技术在基坑开挖周边既有地铁隧道变形监测中的应用[J]. 中华建设, 2020(12): 104-107.