

高大模板支撑工程的自动化监测技术及其应用研究

伍佳

(深圳市房屋安全和工程质量检测鉴定中心, 广东 深圳 518000)

摘要 高大模板支撑工程作为现代建筑工程的重要组成部分, 其变形监测对于确保施工安全至关重要。传统的监测方法在精度和实时性上存在局限性, 难以满足高大模板支撑工程复杂的监测需求。随着科技的进步, 自动化监测技术逐渐成为解决这一问题的有效手段。本文分析高大模板支撑工程变形的主要影响因素, 评估传统监测方法的优缺点, 并重点探讨自动化监测技术在该领域的应用及其面临的挑战与未来发展趋势, 以期为相关人员提供借鉴。

关键词 高大模板支撑工程; 变形; 自动化监测

中图分类号: TU74

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)11-0028-03

高大模板支撑工程广泛应用于现代建筑施工中, 特别是在高层建筑和大型桥梁的建设中。高大模板支撑工程由于规模大, 结构复杂大型临时结构存在一定的安全隐患, 发生事故往往是在混凝土浇筑过程中, 而且事故发生突然, 难以避险。因此, 高支模事故一旦发生便难以实施有效救援, 通常会造成群死群伤的严重后果。传统的监测方法在精度、实时性和系统性方面存在诸多局限性, 难以满足现代建筑工程的高标准要求。随着科技的进步, 自动化监测技术逐渐成为一种有效的解决方案, 通过传感器、无线传输和数据处理系统的结合, 实现了对高大模板支撑工程的全面监测。然而, 这一技术的推广和应用仍面临传感器精度、数据传输稳定性等方面的挑战。因此, 研究高大模板支撑工程变形的自动化监测技术及其应用具有重要的理论意义和现实价值。

1 高大模板支撑工程稳定性的影响因素

1.1 材料因素

由于新旧材料混用等因素, 高支模立杆等构件材料性能将会在一定范围内浮动, 材料性质差异越大, 浮动范围越大。

在设计中, 高大模板支撑工程中相同部位的构件是相同的, 设计与现场实际存在较大的脱节现象。即使模架承受的荷载为均布荷载, 由于各杆件参数不同会导致杆件的实际受力状态是不均匀的, 甚至会存在偏心荷载, 引发杆件发生一定程度的倾斜, 形成杆件失稳隐患^[1]。

1.2 施工工艺因素

施工工艺的质量直接关系到高大模板支撑工程的变形控制。模板安装质量至关重要, 如果模板安装不规范或存在偏差, 将导致结构在浇筑混凝土时产生变形。此外, 高支模架体需要浇筑的范围很广, 所需要花费的工期也比较长, 若采用的路线选取不合理, 就会引起水平荷载对架体的影响增大, 导致架体侧向高度不够发生坍塌。高支模架体由于其高度一般都比较高, 若受到水平作用的话, 对其的不利影响也相对较大。浇筑路线的选取不合理对架体的水平作用会越来越明显, 架体的安全性就会降低很多。选取合适的路线, 可以减少由于混凝土浇筑产生的水平作用对架体的影响, 降低事故的发生率。

2 高大模板支撑工程变形的传统监测方法

人工监测方法是传统的高支模监测方式, 通常依赖于现场观察和人工观测。通过现场巡视以及使用全站仪、水准仪等仪器设备对支架的变形进行周期性的测量。这种方法的优点在于能够直观地获得结构状态的即时反馈。然而, 人工观测及记录存在诸多局限性^[2]。首先, 由于监测人员的主观判断可能导致记录误差, 影响数据的准确性。其次, 人工方法往往无法实时跟踪结构的动态变化, 监测结果通常存在时间滞后。人工记录的数据处理也需耗费大量时间, 导致数据更新不够及时。因此, 人工监测方法在精度和实时性上均面临挑战, 难以满足高大模板支撑工程结构对变形监测的高要求。尽管仪器能够提高数据采集的精度, 但

其操作和维护仍需人工干预,无法完全摆脱人为因素的影响,测量人员的技术水平以及现场气候条件对观测数据的影响较大。而且高大模板支撑工程在开始浇筑后所有人员不得进入模板下方,支架间距较小,结构紧密,导致全站仪、水准仪等设备的通视条件极差,无法很好地测量支架内部区域的变形情况,存在极大的安全隐患。

3 高大模板支撑工程结构变形的自动化监测技术

3.1 传感器技术

1. 位移传感器。位移传感器在高大模板支撑工程结构的监测中起着至关重要的作用。其主要功能是测量支撑系统和结构的位移变化,从而监测高大模板支撑工程结构的整体稳定性和局部变形。常见的位移传感器包括电感式传感器、电涡流传感器、光纤位移传感器、拉绳式位移传感器和激光位移传感器等。这些传感器能够以高精度捕捉微小的位移变化,实时反映结构的变形状态。此外,位移传感器还可以用于监测支撑系统中的不均匀沉降和侧向位移,及时发现可能导致结构失稳的危险信号。

2. 应力传感器。应力传感器用于监测高大模板支撑工程结构中的应力变化,是评估结构安全性的关键工具。混凝土的浇筑和硬化过程会引发支架立杆的应力变化,如果应力超过材料的承载能力,可能导致立杆发生变形、倾斜,严重时可能导致模板的整体失稳、坍塌。应力传感器,如应变片、光纤应力计等,可以准确地测量结构内的应力分布和变化趋势。通过对实时应力数据的分析,工程师可以及时调整施工方案,优化支撑系统的配置,以减少不必要的应力集中,确保施工过程中的结构安全^[3]。

3. 倾角传感器。倾角传感器用于测量高大模板支撑工程立杆倾斜度,倾角传感器基于牛顿第二定律原理,通过测量重力加速度和物体相对于垂直方向的加速度,倾角传感器内的加速度计内部有多个微小的质量块。当物体没有受到外力时,重力会使加速度计指向地球的重力方向。当物体发生倾斜时,加速度计会感应到重力分量的改变,通过计算和处理这些数据,倾角仪可以准确测量出物体的倾斜度。

3.2 无线传输技术

1. Zigbee 与 LoRa 技术。无线传输技术在高大模板支撑工程结构监测系统中扮演着连接传感器和数据处理平台的桥梁角色。Zigbee 和 LoRa 技术是两种常见的无线传输协议,各有其独特的优势。Zigbee 技术具有低功耗、短距离、多节点的特点,适合用于构建高密

度的传感器网络,实现局部范围内的实时监测。LoRa 技术则因其远距离、低功耗的特性,适合在较大监测区域内应用,尤其是在建筑工地这样环境复杂的场景中。通过无线传输技术,监测系统能够高效、稳定地传输大量的传感器数据,减少了布线的复杂性和成本,同时提高了系统的灵活性和可靠性。

2. 无线传感器网络(WSN)在建筑监测中的应用。无线传感器网络(WSN)是由多个传感器节点组成的自组织网络,广泛应用于高大模板支撑工程的自动化监测。WSN 可以在结构的不同部位部署大量传感器节点,实现全方位的监测覆盖。每个节点不仅能够采集数据,还可以通过网络进行数据的传递和汇总。WSN 的应用使得监测系统具有较强的抗干扰能力和扩展性,能够适应复杂的施工环境。WSN 通过协同工作,实现数据的分布式处理和分析,为高大模板支撑工程的状态评估提供了更为全面和准确的信息支持。

3.3 数据采集与处理系统

1. 实时数据采集与存储。实时数据采集与存储系统是高大模板支撑工程自动化监测技术的核心组成部分。该系统通过各类传感器采集实时数据,如位移、应力、倾斜度等,并将数据传输至中央存储单元。实时数据采集系统要求具备高精度、实时的数据采集、处理能力,以确保监测数据的准确性和及时性。存储系统则需具备大容量和高可靠性,能够长时间保存大量监测数据,为后续的分析 and 评估提供数据支持。

2. 数据处理与分析平台。数据处理与分析平台负责对采集到的大量数据进行实时处理和分析。该平台通常采用先进的算法和模型,对监测数据进行滤波、校准和分析,提取出关键信息,如结构的变形趋势、应力集中区域等。通过数据处理平台,工程师能够直观地了解高大模板支撑工程的当前状态,并预测未来可能发生的变形或失稳情况。此外,数据分析平台还可以对历史数据进行挖掘和比对,帮助识别潜在的风险因素,优化结构设计和施工工艺^[4]。

3. 数据可视化与预警系统。数据可视化与预警系统是自动化监测技术的最终输出环节,通过图形化界面展示监测结果,使复杂的数据变得易于理解。可视化系统通常包括实时监测曲线、结构变形模型、应力分布图等,帮助工程师迅速掌握结构的整体安全状况。预警系统则基于设定的安全阈值,对异常数据进行实时报警,如超过设定限值的变形或应力变化等。当监测系统检测到潜在的结构风险时,预警系统能够及时发出警报,提醒工程师采取应对措施,从而有效降低施工过程中的安全风险。

4 自动化监测技术的挑战与展望

4.1 技术挑战

随着自动化监测技术在建筑工程领域的应用逐渐普及,尤其是在高大模板支撑工程监测中,其面临的技术挑战也愈加凸显。

第一,监测精度的提升是首要挑战。高大模板支撑工程对变形监测的精度要求极高,微小的变形都可能引发安全隐患。然而,在实际监测过程中,环境干扰、传感器误差及数据处理算法的局限性都可能导致监测精度不足。因此,如何通过提升传感器精度、优化数据采集和处理算法,从而提供更精确的监测数据,是当前技术发展亟须解决的问题。

第二,传感器的稳定性与耐久性技术应用中的重要挑战。高大模板支撑工程施工周期长,监测系统需长时间持续运行,传感器的长期稳定性和耐久性直接影响监测数据的可靠性。在复杂的施工环境中,传感器可能受到温度、湿度、粉尘及机械振动等因素的影响,导致性能下降或损坏。因此,提升传感器的抗干扰能力和耐久性,使其在恶劣环境下仍能保持准确、稳定的工作状态,是未来发展的关键。

第三,数据传输中的信号干扰问题也不容忽视。在高大模板支撑工程的现场监测中,信号传输环境复杂,金属构件的屏蔽效应、设备的电磁干扰以及传输距离等因素都可能影响数据传输的稳定性。特别是在大面积、多节点的监测系统中,信号衰减和干扰问题更为突出,可能导致数据丢失、延迟甚至误报。因此,如何在复杂环境中保证数据传输的稳定性和准确性,避免因信号干扰带来的监测盲区,是自动化监测系统面临的重要难题^[5]。

4.2 未来展望

面对上述挑战,自动化监测技术的发展潜力巨大,尤其是在智能建筑和信息化技术的推动下,其应用前景更为广阔。

第一,智能建筑与自动化监测的融合将带来更全面的结构健康管理。随着建筑信息模型(BIM)技术的广泛应用,未来自动化监测系统将与BIM、智能控制系统无缝对接,形成从设计、施工到运营的全生命周期监测链条。通过集成各类传感器数据,系统将能够实现结构状态的实时监测、分析与控制,进一步提高施工质量和建筑安全性。

第一,大数据与人工智能(AI)技术在变形监测中的潜在应用将成为技术发展的重要方向。大数据技术可以帮助积累、管理和分析长期监测的数据,挖掘出潜在的变形规律和趋势,为结构安全评估提供更丰

富的依据。人工智能技术则通过机器学习算法,对监测数据进行深度学习与模型优化,使系统能够在大量数据中识别出异常模式,提升监测的智能化水平。例如,AI技术可以实时分析结构健康状态,预测未来可能出现的风险,为管理者提供更加精准的预警。

第三,更加高效的预警系统与自适应控制将是自动化监测技术发展的另一大趋势。传统预警系统往往依赖固定阈值判断风险,存在灵活性不足的问题。未来的预警系统将基于大数据和AI算法,动态调整预警标准,实现更精准的风险识别和预警。与此同时,自适应控制技术将使监测系统能够根据现场环境和结构状态的变化自动调整监测策略,如调整传感器位置、增减监测节点或调整采样频率,从而确保监测系统始终处于最佳工作状态。

展望未来,自动化监测技术将进一步朝着智能化、系统化和集成化方向发展。通过不断提升监测精度、增强系统稳定性及引入先进的数据处理技术,自动化监测系统将在高大模板支撑工程监测中发挥更为重要的作用,助力实现更安全、更高效的建筑施工与管理。智能建筑、大数据和AI技术的深度融合,将推动自动化监测技术迈向新的高度,使其在未来的建筑工程中更加不可或缺。

5 结束语

高大模板支撑工程变形监测是确保建筑施工安全的关键环节。尽管传统监测方法在某些方面仍有应用价值,但其在面对复杂的高大模板支撑工程时,已难以满足现代工程的高标准要求。自动化监测技术通过集成传感器、无线传输和数据处理平台,实现了对高大模板支撑工程的全面、实时和高精度监测。尽管面临技术挑战,随着智能建筑、大数据和人工智能的不断发展,自动化监测技术将在未来的建筑工程中发挥更加重要的作用,为建筑施工的安全与效率提供坚实的保障。

参考文献:

- [1] 孙熙家,任玲,史添玮.基于ZigBee技术的无线传感器网络的应用研究[J].无线互联科技,2024,21(12):121-124.
- [2] 文剑,涂旭青,周剑涛,等.基于数据中台的无线传感器网络数据共享系统[J].长江信息通信,2024,37(06):173-175.
- [3] 曾振兴.高支模施工技术在建筑工程施工中的应用研究[J].中国建筑装饰装修,2024(11):177-179.
- [4] 张江华.深基坑自动化智能监测技术与实践[J].低碳世界,2024,14(05):67-69.
- [5] 蒋鹏.基于LoRa无线通信的煤矿矿井环境智能监测系统的设计[J].煤炭技术,2023,42(07):206-208.