

# 基坑支护结构变形监测系统的设计与优化

许士栋 宋宗泽

山东省鲁南地质工程勘察院(山东省地质矿产勘查开发局第二地质大队)

DOI:10.12238/gmsm.v7i6.1871

**[摘要]** 城市化快速发展,基坑支护结构安全对建筑工程稳定性关键。以实际案例探讨其变形监测系统设计与优化。先分析工程背景与需求,指出不足并强调关键因素。详述设计方案,含架构、设备、采集传输及精度提升策略。还探讨优化措施应用,如实时反馈、数据分析预警及现场调整效果。展望智能化监测、系统集成与长期评估趋势,为施工调整决策提供支持,提升安全性与可靠性。

**[关键词]** 基坑支护结构; 变形监测系统; 设计优化; 工程案例; 安全性

中图分类号: X830.2 文献标识码: A

## Design and Optimization of Foundation Pit Support Structure Deformation Monitoring System

Shidong Xu Zongze Song

Shandong Province Lu Nan Geologic Engineering Survey Institute (Second Geological Team of Shandong Province Geological Mining Exploration and Development Bureau)

**[Abstract]** Rapid urbanization underscores the critical importance of ensuring the safety of foundation support structures in construction projects. This paper delves into the design and optimization of deformation monitoring systems for a real-case scenario. By analyzing the project background and requirements, it identifies shortcomings and highlights key factors. The design details are meticulously described, encompassing the structure, equipment, data acquisition and transmission methods, as well as strategies for enhancing precision. The application of optimization measures is discussed, such as real-time feedback, data-driven predictive alerts, and on-site adjustments' impact. The paper also forecasts trends towards intelligent monitoring, system integration, and long-term assessment, all aimed at informing construction adjustments to enhance safety and reliability.

**[Key words]** Support structures for excavation; Monitoring system for deformation; Design optimization; Case studies; Safety considerations

### 引言

城市化进程中,基坑支护结构稳定与安全对建筑工程意义重大。工程规模扩大及周边环境复杂,使变形监测关键。监测系统设计与优化可实时反馈变形,为施工调整决策提供支持。分析实际案例,探讨设计方法,含架构、设备、采集传输及精度提升策略。还讨论优化措施应用,如实时反馈、数据分析预警及现场调整效果。为基坑工程顺利进行提供技术支持与实践指导。

#### 1 基坑支护结构变形监测系统的需求分析

##### 1.1 工程背景与需求

在城市化进程持续加速的大背景之下,深基坑工程因在高层建筑以及地下空间开发领域所彰显出的重要性而呈现出日益增多之态势,此类工程往往坐落于城市中心区域,其周边环境极

为复杂,这便对基坑支护结构的稳定性与安全性提出了愈发严苛的要求。基坑支护结构不但需承受土压力、水压力等自然荷载,还得应对交通荷载以及邻近建筑所带来的影响等一系列复杂因素,针对基坑支护结构展开变形监测,实时把握其变形状况,为确保工程安全、防范事故发生而言,具备至关重要的意义。

##### 1.2 现有监测系统的不足

尽管变形监测技术已然取得了一定程度的发展,现有的监测系统仍旧存在部分不足之处,诸如,某些系统的数据采集频率相对较低,难以满足实时监测的实际需求;数据传输的方式或许会存在延迟现象,进而对监测数据的时效性产生不良影响;监测设备的精度与稳定性有所欠缺,极有可能导致数据出现误差;监测系统的自动化与智能化水平并不高,常常需要人工进行干预,从而增加了监测成本以及工作量,上述这些问题对监测系统在

实际工程中的应用效果形成了限制,故而需要借助技术改进以及系统优化的方式予以解决<sup>[1]</sup>。

### 1.3 监测系统设计的关键因素

在对基坑支护结构变形监测系统进行设计之时,需对多个关键因素予以考量,当属监测目标的确定,明确所需监测的变形类型以及监测点的布置情况,以此确保监测数据能够全方位地反映出支护结构的变形状况。为监测设备的选型,应当选取精度高、稳定性佳、适应性强的设备,进而提升监测数据的准确性,是数据采集与传输方式的选择,应采用高效、可靠的数据采集和传输技术,确保数据具备实时性与完整性。监测系统的自动化与智能化水平亦是设计时需着重考虑的重要因素,引入先进的数据处理与分析技术,提高监测系统的工作效率与响应速度。

## 2 基坑支护结构变形监测系统的设计方案

### 2.1 系统架构与设备选择

于地下维护结构的形迹监测系统阶段,制定方案计划极为关键,具备展示优异的结构设计可以保障数据之正确性和时效性,并且易于后续的维护工作及改善,系统架构通常包括数据搜集层、数据传输层、数据处理层和交互层面,数据采集系统负责监测基坑支撑结构的变动,此过程必须选用高精度的传感器,例如位移传感器、压力传感器以及角度传感器等,辅助设备需要拥有优秀的调节功能和持久稳定性,用以适应基坑挖掘施工的复杂环境,数据传输层面的核心任务是保障数据从起点安全、稳定地传输到处理中心,这通常涵盖无线通信方式,如Wi-Fi、蓝牙或4G/5G网络,目的是保证数据在传输过程中的稳定性和安全性,数据处理模块则对搜集到的数据执行综合处理,这依赖快速且有效的计算资源和前沿的数据处理技术。

### 2.2 数据采集与传输方式

信息采集和传递是基坑支护状态演变监控体系部分关键步骤,高效率的数据搜集方法可以保障观察数据的即时性和精确度,而稳固的数据传送路径则确保了数据的一致性及数据安全性,在数据采集方面,除了传统的接触式传感器,现代监测系统越来越多地采用非接触式传感器,如激光扫描仪和雷达传感器,这些传感器能够提供更高精度的测量结果,并且对环境的适应性更强,在数据传输方面,随着通信技术的发展,现代监测系统趋向于采用无线传输方式,这样可以减少布线的复杂性和成本,同时也便于系统的扩展和维护<sup>[2]</sup>。

### 2.3 监测精度的提升策略

测定准确度是评估地下支持变形观测成效的核心量化指标体系,为了提升检测精度,需要从多个范畴进行优化,选取合适的感测设备极其重要,必须挑选准确度高、稳定性强的传感器,并按时进行校正和保养,用来保证测量数据准确可靠,数据的采集频率同样重要,合适的采集频次可以保证监测数据即时反映支撑架构的变动状况,然而过于频繁的采集却可能引起数据冗余,同时增加处理的负担。数据处理工作和分析方法进步也是增强观测精度的关键因素,借助应用前沿技术手段,如滤除噪音、数据整合和识别技术等,显著提高观测数据的准确性与可信度,

监测的时效性和预警系统也提升精度的重要属性,借助即时监管和迅速作答,使得有能力识别和清除隐藏的安全危险,因此确保项目顺利进行。

## 3 变形监测系统优化措施的应用

### 3.1 实时监测与数据反馈机制

持续监控在土体支护结构的稳定性维护具有至关重要的作用,特别是在工程建造阶段,该系统不断地搜集和处理现场数据,保证施工过程在可控范围内推进,为了实现这一目标,监测系统需集成多种先进传感器与自动化设备,如高精度激光测距仪、应变片、倾斜仪等,以对支护结构的位移、应力、裂缝及地下水位等多个关键参数进行高频采样与实时记录,在这个过程中,相关数据会利用高效的数据处理方法进行加工,系统拥有自动辨识数据异常情况,快速生成解析报告。数据反馈的核心职能在于,它不仅仅是数据传输,还需求拥有鲜明的图像、曲线等直观呈现手段,用以协助决策者及时掌握实际情况,从而迅速作出恰当的决策和选择,预警机制则是信息回馈中的关键环节,当发现指标超过安全界限时,系统能够迅速触发警报,借助通讯手段等多种途径告知员工,保证安全隐患快速辨认并妥善处理。

### 3.2 数据分析与预警系统优化

数据分析在基坑支护结构变形监测系统当中属于核心环节,其涉及对收集而来的大量数据予以处理与解释,从而识别出潜在的风险以及趋势,为提升数据分析的准确性与效率,监测系统需要运用先进的数据处理算法与模型,例如机器学习以及人工智能技术等,这些技术能够从复杂的数据当中提取出有价值的信息,并对未来的变化趋势进行预测。预警系统的优化则是确保监测系统能够对潜在风险及时做出响应的关键所在,这就要求预警系统不但能够识别异常情况,还能够依据监测数据的变化趋势以及历史数据,对可能发生的事件进行预测,并提前发出警告<sup>[3]</sup>。

### 3.3 现场工程调整与应用效果

现场工程调整乃是基坑支护结构变形监测系统的直接应用,其要求监测数据能够对实际的工程操作与决策起到指导作用,监测系统的应用效果体现在其能够提升工程的安全性、降低施工风险、优化施工进度以及成本等方面。为达成这些目标,监测系统需要与现场工程管理紧密结合,确保监测数据能够及时反馈给施工团队,并依据数据进行必要的工程调整,这或许包括对支护结构的设计进行调整、优化施工方法、强化安全措施等。监测系统的应用效果还需定期的评估与回顾来加以验证,这涉及到对监测数据进行长期的分析与对比,以及对工程安全与质量进行持续的监控,这样的方式,监测系统不但能够为当前的工程提供支持,还能够为未来的类似工程提供宝贵的经验与数据。

## 4 案例分析:某实际基坑支护工程中的应用

### 4.1 项目概况与支护设计

在城市热闹区域,一些大型购物广场的基础开挖项目实施中繁忙施工时期阶段,项目基坑已深入至30米层次,周围环境错综复杂,涵盖了交织的路网和众多摩天大楼,为了确保项目稳固

状态稳定状态工程师们采用了综合土钉支护体系和预应力锚杆技术共同构成的支持体系,这种方法使用土壤固定技术实现瞬时稳定性,并且预应力锚杆具有确保长期稳定性,在结构设计的安排过程中,充分考虑了考虑地质状况、地下水位情况、周围建筑环境和施工期间可能各种负载,为了防范可能出现的变化,在设计过程中融入了适宜的安全备份和可调节的辅助构件。

#### 4.2 监测系统实施过程

地下进行施工过程中,安装监控设备及其调整是保障项目顺利进行至关重要的一环,监管机制的实施从项目启动之初便开始,最先进行的是选取和购买监管工具,采用了高精度的位移传感器、压力传感器和裂缝检测仪器,以保证可以精确测得承重结构细微变动,监测装置安装于核心监控位置,涵盖基坑边缘、支撑架构的要点部位和邻近建筑物的接合部位,设置步骤设定结束实施细致的彻底检验保证使所有机械顺利运行且数据传输稳定可靠,进行地面开挖任务和安装结构的施工阶段,监控设备启动立即收集资料,相关数据被即刻传输到信息加工机构,由专业人士进行剖析与评价<sup>[4]</sup>。

#### 4.3 监测数据与工程反馈

伴着初步挖掘建设项目的推进,监管仪器汇总了众多的信息,包含数据关联到地下工程坑变动、固定结构的受力变化、裂缝扩展情况等,对所有信息的剖析,工程师们可以即时了解地下隧道和构造稳固情况,在监管环节,一旦发现数据波动异常,如位移超出预设的安全阈值或应力变化超出预测范畴,监控系统将立即发出警报,提示工作人员进行相应的核查和处理相关问题。这些反馈对于操控工地作业至关重要,它们使得工程师能够及时修改施工计划,实施加固操作,或者改善支架设计方案,跟踪数据进而为项目结束阶段运维工作形成了依据极其关键宝贵信息,让团队成员拥有了依据实际情况形成更为恰当高效的维护方案和紧急处理办法。

### 5 变形监测系统的未来改进方向

#### 5.1 智能化监测技术的发展

随着科技的不断进步,智能化监测技术在基坑支护结构中的应用愈发广泛,这些技术涵盖但不限于运用先进的传感器、物联网(IoT)设备、大数据分析以及机器学习算法等,智能化监测技术的发展促使监测系统能够更为精准地捕捉到基坑支护结构的微小变化,并且实时数据分析来预测潜在的风险。部署智能传感器,能够对支护结构的位移、应力和裂缝等关键参数进行实时监测,并经由无线网络将数据传输至中央监控系统,利用机器学习算法对收集到的大量数据予以分析,能够识别出数据中的模式与趋势,进而提前预测可能出现的问题。

#### 5.2 系统集成与自动化控制

系统集成与自动控制技术在基坑支持结构变形监测系统中起到极大关键作用关键部分,运用将一些检验工具、数据处理软件和通信技术整合至一体化平台,实现适时集中管理数据处理,此种整合平台具备自动搜集、加工与解析监管信息,进而输出分析报告立即反馈给工程项目经理,自动控制技术在实际运用中,比如对承载结构预设压力执行自动调控,可以依据监测结果显示的变动执行自动调整,以此来达到维持结构的稳定状态不变。系统集成也涉及与施工场地施工机械连接端口,用来监控信息直接地引导建筑工程施工行为,提升施工速度安全标准。

#### 5.3 长期监测与结构安全评估

长期监测乃是确保基坑支护结构在整个施工周期乃至使用周期内安全的关键措施,长期监测不单涵盖施工期间的实时监测,还涉及工程完成后的定期检查与维护,长期监测,能够持续跟踪支护结构的性能,及时发现并处理任何异常情况。结构安全评估则是基于长期监测数据,对支护结构的安全性展开全面评估,这其中包括对支护结构的承载能力、耐久性以及稳定性进行分析,还有对可能影响结构安全的因素(诸如环境变化、材料老化等)予以评估,长期监测和结构安全评估,能够为工程的维护和升级提供科学依据,确保工程的长期安全与稳定<sup>[5]</sup>。

### 6 结语

城市化进程加速,基坑支护结构安全性至关重要。智能化监测技术发展、系统集成与自动化控制应用,以及长期监测与结构安全评估,对提升其稳定性与安全性意义重大。未来监测系统将更智能、自动化,有效预测应对风险。长期监测与安全评估为工程稳定运行护航。展望未来,监测技术朝更高效精准发展,为城市地下空间开发利用筑牢安全根基。

#### [参考文献]

- [1]于茜.深基坑支护结构变形监测分析研究[J].住宅产业,2023,(06):89-92.
- [2]陈捷敏.福州某地铁基坑支护结构变形监测分析[J].福建建筑,2018,(10):59-62.
- [3]宁全龙.地铁深基坑支护结构变形监测分析及应用[J].设备管理与维修,2016,(01):64-66.
- [4]刘严.基坑支护结构内力变形监测分析[J].科技传播,2014,6(07):157+48.
- [5]李明峰,蒋辉.基坑支护结构变形监测数据的联合处理[J].测绘通报,2003,(09):48-49+55.

#### 作者简介:

许士栋(1988--),男,汉族,山东聊城人,硕士研究生,中级工程师,测绘工程。