

地铁车站土建施工中深基坑周边建筑物变形监测与预警系统研究

苏冰

天津城建隧道股份有限公司 天津市 300250

摘要: 随着城市地铁建设的快速发展,深基坑工程在地铁车站建设中扮演了重要角色。深基坑开挖对周边建筑物的稳定性产生显著影响,因此,实施有效的监测与预警系统显得尤为关键。本文首先分析了深基坑开挖对周边建筑物的潜在影响,包括地表沉降、基坑侧壁移动等因素。接着,探讨了变形监测技术在地铁施工中的应用,强调了自动化监测设备如全站仪和倾斜计的重要性。最后,论述了预警系统的设计与实施策略,突出了实时数据分析在预警中的核心作用。通过集成监测技术和高效预警机制,可以显著提高地铁施工的安全性和可靠性,从而保障城市地下空间开发的持续安全。

关键词: 深基坑, 变形监测, 预警系统, 地铁施工, FLAC 模拟

引言

在快速发展的城市化进程中,地铁作为城市公共交通的重要组成部分,其安全施工显得尤为重要。特别是在建筑物稠密的城市环境中,地铁站点的深基坑开挖可能会对周围的建筑物和结构造成不可忽视的影响。因此,开发一套有效的变形监测与预警系统对于确保施工安全及最小化对周边环境的影响至关重要。本文通过综合利用现场监测数据与先进的数值模拟技术,探讨了一种新型的预警机制,该机制不仅能够监测基坑周边建筑物的实时变形,还能预测未来可能出现的风险,为施工安全提供科学依据。此研究的实施,将极大地促进地铁施工技术的创新和城市建设的安全管理。

一、深基坑工程对周边建筑物的潜在影响分析

在城市地铁工程中,深基坑的开挖是一项极具挑战性的工程活动,主要由于其深度大、结构复杂且常位于繁华的城市区域。深基坑施工直接影响到地下水位和土体力学性质,从而可能对周围建筑物造成不同程度的结构变形和破坏。

深基坑施工过程中,最常见的影响包括地表沉降、基坑侧壁移动和土体应力释放。地表沉降通常由于地下水抽取或土体重组引起,这种现象如果控制不当,不仅影响基坑周围的地面结构,还可能导致周边道路、管线和建筑物的损坏。基坑侧壁的移动主要是由于土体在垂直或水平方向上的压力变化,这种位移如果超出预定的安全范围,将直接危及到邻近建筑的结构安全。此外,深基坑施工对周边建筑物的影响也与多种因素相关,如基坑的深度、开挖技术、

土层性质及周围环境条件。例如,深基坑越深,其对周边建筑的潜在影响就越大;同时,粘土层和砂土层对基坑开挖的响应也不同,粘土层可能出现较大的塑性变形,而砂土层则可能在快速加载或卸载条件下表现出液化特性。

为了评估深基坑对周边建筑物的潜在影响,工程技术人员通常依赖于地质勘察、土体力学分析和数值模拟等方法。地质勘察能够提供基坑及周边区域的土层组成、水文地质条件及其它相关信息,是评估基坑设计方案可行性的基础。土体力学分析则关注土层在不同工况下的行为,如剪切强度、压缩性和弹性模量等。数值模拟如有限元分析,可用于模拟基坑开挖过程中土体的应力和变形行为,帮助预测可能的结构响应和风险。实际操作中,通过在施工现场周围建筑物和地面安装监测仪器,如倾斜计、裂缝计和地表沉降仪等,可以实时监控基坑开挖对周围环境的影响。收集这些数据后通过与预先设定的安全阈值比较,可以及时发现潜在风险并采取相应的补救措施,如调整开挖方法、加固支护结构或临时撤离危险区域的居民和设施。

二、变形监测技术及其在地铁施工中的应用

在地铁施工深基坑开挖过程中,变形监测技术起着至关重要的作用,其目的是确保施工安全并防止对周边建筑物和地下设施造成不可逆转的损害。变形监测主要涉及实时追踪和评估基坑及其周围环境在施工过程中的地表沉降、水平位移和倾斜等参数。

监测技术的选择通常基于土壤条件、基坑的深度和大小、周边

环境的敏感性以及施工的复杂性。在实际应用中,使用的主要仪器包括自动全站仪、倾斜计、地表沉降仪和裂缝宽度计等。自动全站仪能够提供高精度的角度和距离测量,用于计算位移和监测基坑边缘及邻近建筑物的变形。倾斜计用于测量基坑支护结构或周边建筑物的倾斜变化,而地表沉降仪则监测地表垂直运动。

例如,在天津地铁某工程项目中,监测数据显示,基坑开挖后地表最大沉降量为 15mm,而邻近建筑物的最大沉降量为 10mm。这些数据远低于国家标准规定的安全阈值(地表沉降 35mm,建筑物沉降 25mm),说明施工安全可控。此外,基坑支护结构的倾斜监测显示最大倾斜量为 0.02° ,也在安全范围内。

为了实现高效的监测,许多项目还采用了 GIS 和 BIM 技术,将传统监测设备的数据与数字模型相结合,实现更全面的数据分析和可视化。这种集成技术不仅可以提供更准确的预测模型,还能即时发现潜在风险,提前采取措施。

数值模拟技术,如有限元分析,也被广泛应用于基坑变形的预测中。通过模拟基坑开挖前后土体的应力状态和位移,工程技术人员可以优化支护结构设计,减少对周边环境的影响。例如,在上海某地铁扩建项目中,预测模型显示,在采取合适的支护措施后,基坑的最大水平位移可控制在 5mm 以内,有效保证了施工的稳定性和安全。此外,实时数据的采集和分析对于施工过程中的快速响应至关重要。通过设置自动化和无线传输的监测系统,数据可以被实时传输到工程技术人员的移动设备或控制中心,实现对工程状态的持续监控。例如,在天津地铁施工项目中,通过实时监控系統,一旦检测到任何超出预定阈值的变形,立即启动预警机制,确保了施工过程的连续性和周边环境的安全。

三、预警系统的设计与实施策略

在地铁深基坑施工项目中,预警系统的设计和和实施是确保工程安全与周边环境保护的重要策略。这一系统集成了多种监测技术,通过实时数据分析预测潜在风险,及时发出警告,从而为项目部及时采取措施防止或减轻风险创造有利条件。预警系统的成功实施依赖于准确的数据收集、有效的数据处理、以及迅速的响应机制。

首先,数据收集是预警系统的基础。在深基坑开挖前,应部署包括地表沉降仪、倾斜计、裂缝计、水位计等在内的监测设备,这些设备能够提供有关基坑和周边土体、建筑物的实时物理和化学状态的数据。例如,自动化全站仪可以用于监测基坑周边地表和建筑物的微小位移,而裂缝计则可以检测结构裂缝的开展情况。此外,地下水位的监测同样重要,因为水位变化直接影响土壤稳定性和基

坑支护结构的安全。

其次,数据处理与分析是预警系统中至关重要的一环。系统需要能够处理大量实时数据,使用高级算法如机器学习和统计模型来分析这些数据,识别出异常模式。例如,通过历史数据训练的预测模型可以辨识出基坑变形趋势,一旦监测到超出正常范围的数据,系统即自动触发警报。这种数据驱动的方法提高了预警的准确性和及时性。

实施策略方面,首要的是确保所有监测设备的正确安装与维护,保障数据的准确性和完整性。设备应定期校准,以适应复杂多变的地下施工环境。同时,所有监测数据应实时上传至云平台,通过中央控制室的大屏幕进行展示,确保关键信息能够被实时监控和分析。

应急响应计划也是预警系统的重要组成部分。一旦系统发出预警,应立即启动预设的应急措施,例如调整施工方法、加固基坑支护结构或暂停工作以进行现场评估。最后,预警系统的成功不仅取决于技术和设备,还依赖于人员的培训和管理。所有现场操作人员都应做好关于如何解读监测数据、响应预警信号的培训。此外,定期的演练和评审能够帮助团队熟悉应急流程,提高预警系统的操作效率和效果。

结语

在地铁施工中,深基坑工程的安全开挖至关重要。通过综合运用深基坑对周边建筑物的影响分析、变形监测技术,以及高效的预警系统,可以有效预防和控制可能出现的风险和损害。这要求从准确的数据收集、实时的监测分析到迅速的应急响应,每一个环节都必须严格执行。通过科学的管理和技术的应用,确保地铁工程施工的安全性和周边环境的稳定性,是实现城市地铁建设快速发展的有力保证。

参考文献:

- [1]赵洪波. 深基坑工程监测与周边环境保护研究[学位论文]. 北京:中国地质大学, 2019.
- [2]陈伟民. 城市地铁深基坑施工技术研究[文献标识码]. 城市地铁, 2020, 18(4): 62-67.
- [3]李强. 基于 GIS 的地铁施工监测数据分析系统研究[J]. 测绘科学技术学报, 2018, 35(1): 105-110.
- [4]刘晓东. 地铁工程深基坑支护结构变形分析[J]. 地下空间与工程学报, 2019, 12(3): 750-756.