

## 地铁深基坑施工安全监测及临近路面变形研究

辛冬冬 荆鹏程

北京环安工程检测有限责任公司, 北京 100000

**[摘要]** 地铁深基坑施工作为城市交通建设的关键环节, 不仅对城市交通体系的完善具有重要意义, 也直接关系到周边环境的稳定与安全。在进行地铁深基坑施工时, 面临着诸多复杂的地下环境与周边影响因素, 包括地下水位、土壤力学性质、临近建筑物等多方面的挑战。为了确保施工过程的安全性、高效性和可持续性, 对深基坑施工中的安全监测及其与临近路面变形的关系进行深入研究显得尤为迫切。

**[关键词]** 施工监测; 深基坑; 位移; 轴力

DOI: 10.33142/sca.v7i1.10918

中图分类号: U231

文献标识码: A

### Research on Safety Monitoring of Subway Deep Excavation Construction and Deformation of Adjacent Road Surface

XIN Dongdong, JING Pengcheng

Beijing Huan'an Engineering Testing Co., Ltd., Beijing, 100000, China

**Abstract:** As a key link in urban transportation construction, the construction of subway deep foundation pits is not only of great significance to the improvement of the urban transportation system, but also directly related to the stability and safety of the surrounding environment. When carrying out subway deep foundation pit construction, it faces many complex underground environment and surrounding influencing factors, including challenges such as groundwater level, soil mechanical properties, and adjacent buildings. In order to ensure the safety, efficiency, and sustainability of the construction process, it is particularly urgent to conduct in-depth research on safety monitoring during deep foundation pit construction and its relationship with adjacent road surface deformation.

**Keywords:** construction monitoring; deep foundation pit; displacement; axial force

#### 引言

随着城市人口的不断增加和城市功能的日益完善, 地铁交通作为一种高效、便捷的交通方式得到了广泛应用。而地铁深基坑施工作为地铁建设的重要组成部分, 通常伴随着较大规模的土木工程和地下空间的开发。由于施工区域的特殊性, 有复杂的地质结构、邻近建筑物、地下水位等多重因素, 地铁深基坑施工面临一系列挑战, 如地基沉降、土壤力学性质的变化、与周边建筑物的互动、施工噪音和震动等问题。这些挑战对城市基础设施的安全性和可持续性构成了潜在风险。因此, 深入研究地铁深基坑施工的安全监测方法以及其对周边路面变形的影响, 对于指导施工实践、提高工程质量具有重要意义。

#### 1 地铁深基坑施工概述

地铁深基坑施工是现代城市地下交通建设中一项重要而复杂的工程活动。深基坑施工通常涉及在城市地下深处开挖大规模的基坑, 以容纳地铁隧道、站台和相关设施, 要综合考虑地质、水文、土壤力学等多个因素, 以确保基坑的稳定性和地下结构的安全性。在深基坑施工中, 首先进行的是对施工区域的详细勘测, 以获取地质地貌和地下水位等重要信息。然后, 根据勘测结果, 制定施工方案, 并采用相应的施工技术, 如切削桩墙和土钉墙等, 来保障基坑的稳固<sup>[1]</sup>。地下水位的控制是深基坑施工中的重要环

节, 通过合理的降水和排水工程来维持施工现场的干燥状态, 以防止基坑坍塌和地层沉降。除了地质因素外, 深基坑施工还必须考虑到临近建筑物的影响。这包括采取措施确保施工不会对周边建筑结构产生不利影响, 以及在可能存在的地下管线或设施周围进行合理的工程规划, 以避免对城市基础设施的破坏。整个地铁深基坑施工过程需要高度的协调和监测, 以确保工程进展的安全性和有效性。从项目规划、地质勘测到具体施工实践, 地铁深基坑施工涵盖了多个学科领域的知识, 需要工程师们运用先进技术和科学手段, 全面保障施工的顺利进行。

#### 2 地铁深基坑施工的主要挑战

##### 2.1 地下水位控制

地下水位的高低直接关系到基坑工程的稳定性和安全性, 高水位可能导致基坑内土体流失, 增加坍塌风险, 同时可能引发地基沉降, 低水位则可能导致基坑周边土体失水裂缝, 进而影响地下建筑物的稳定。不同水位条件下, 地下水的流动性、土体的承载能力等均会发生变化, 对施工带来一系列的挑战。如何有效地控制地下水位, 使其处于合适的水平范围, 成为地铁深基坑施工过程中需要认真解决的关键问题。

##### 2.2 土壤力学性质

不同地区的土壤性质差异巨大, 包括黏性土、砂土、

砾石土等,其力学性质的不同会直接影响到基坑支护结构的设计和施工方式的选择。黏性土的抗剪强度和变形模量相对较低,可能对基坑的稳定性构成挑战,而砂土或砾石土则可能在基坑支护过程中产生沉陷或坍塌。如何准确获取和评估施工区域土壤的力学性质,如何根据不同的土壤条件选择合适的支护措施,是土壤力学性质问题中亟待解决的难题。

### 2.3 临近建筑物影响

施工对周边建筑物的振动、变形和稳定性产生潜在影响,可能导致裂缝、倾斜或其他结构问题。这些影响不仅受到施工活动类型和强度的影响,还受到周边建筑物的结构特征和地质条件的制约。对于临近建筑物的保护,需要充分了解建筑物的原始结构和基础情况,对其承载能力和稳定性进行全面评估。由于不同建筑物的结构和土壤条件各异,如何准确判断施工对其可能产生的影响,以及采取何种预防和保护措施,成为临近建筑物影响问题中的重要问题。

### 2.4 施工噪音和震动控制

施工活动所产生的噪音和震动可能对周边居民和建筑物带来负面影响。噪音污染可能扰乱周边居民的生活,而高强度的震动可能导致建筑物结构的损伤或居民的不适。问题的复杂性在于施工现场通常涉及多种机械设备的同时运作,这些设备产生的噪音和震动水平受到多种因素的影响,如设备类型、作业方式以及施工地点的地质条件。如何准确评估施工噪音和震动对周边环境的潜在影响,以及制定有效的控制措施,是施工噪音和震动控制问题中亟待解决的挑战。

## 3 地铁深基坑施工安全监测方法

### 3.1 传感器选择与布置

传感器选择与布置是地铁深基坑施工安全监测的关键步骤。在面对复杂的施工环境时,选择适当的传感器类型至关重要。传感器可以涵盖多个方面,包括测斜仪、应变计、位移传感器、压力传感器等。每种传感器都有其独特的监测特性,因此在选择时需要综合考虑监测目标、精度、响应速度和耐久性等因素。置传感器的位置也需谨慎确定,以确保全面有效地覆盖施工区域和潜在的影响区域。传感器的布置需要考虑地质条件、施工工艺以及可能出现的变形特征,以最大程度地提供准确且全面的监测数据。

### 3.2 数据采集与处理

数据采集与处理是地铁深基坑施工安全监测的关键环节。一旦传感器布置完毕并开始监测,大量的监测数据会源源不断地生成。在数据采集方面,需要确保传感器的持续稳定运行,以保证数据的准确性和连续性。不同类型的传感器可能提供的数据格式和频率各异,因此需要设计合理的数据采集系统,确保及时、高效地获取监测数据。采集到的数据通常包括位移、压力、应力等多个方面的信

息,因此在数据处理阶段需要进行有效的整合和分析。数据处理的目标是提取出对施工安全监测最为关键的信息,识别异常变化或潜在风险,包括使用数据滤波、趋势分析、统计方法等技术手段,以得出对施工状态和环境变化更为敏感的指标。在进行数据处理时,需要考虑监测系统的精度、实时性和可靠性,确保处理结果具有实际指导意义。

有效的数据采集与处理有助于监测人员及时获得有关施工过程的关键信息,为安全管理提供科学依据。通过合理利用先进的数据处理技术,监测系统可以更准确地预测潜在风险,为施工现场提供及时的安全保障。因此,在整个施工过程中,数据采集与处理的科学管理是确保地铁深基坑施工安全的不可或缺的一环。

### 3.3 监测结果分析

监测结果分析是地铁深基坑施工安全监测的关键步骤。通过持续监测系统采集的大量数据,分析人员可以深入了解施工过程中地下环境的变化和可能存在的安全隐患。监测结果分析涉及多个方面,包括地下水位的变化趋势、土体的位移和应力状态、结构变形等。通过对这些方面的分析,可以及时发现异常情况或潜在问题,关键是将监测数据与工程设计参数进行对比,判断实际施工状态是否符合预期,以及是否存在超出安全范围的情况。在监测结果分析中需要重点关注异常变化的趋势和可能的影响因素。如果监测到地下水位的异常上升或土体的急剧变形,可能需要调整降水方案或采取其他应急措施。对于临近建筑物的影响,监测结果分析也可提供对建筑物结构稳定性的评估。监测结果分析的最终目标是及时发现并解决潜在的安全风险,确保施工过程的平稳进行。通过不断改进分析方法和提高监测系统的灵敏度,可以更有效地应对地铁深基坑施工中的各种挑战,从而提高工程的安全性和可控性。

### 3.4 预警与应急响应

通过及时的监测与分析,预警系统能够识别施工现场的潜在风险和异常情况,提前发出预警信号,以确保对施工状态的及时而准确的反馈。一旦预警触发,应急响应机制应迅速启动,包括紧急通知相关人员、调整施工进度、采取紧急措施等,以最大限度地减小潜在风险可能带来的影响。在预警与应急响应过程中,协同合作与信息传递至关重要。相关部门、施工人员和监测团队之间需要建立高效的沟通渠道,确保信息能够快速流通,有助于迅速做出决策并采取行动。应急响应计划的制定和不断的优化至关重要,确保在发生紧急情况时能够有序而快速地应对。通过科学的监测、分析和迅速的响应机制,可以最大限度地保障地铁深基坑施工过程的安全性,不仅能够最大程度地预防和减缓潜在的安全风险,同时为今后类似工程提供了宝贵的经验教训。预警与应急响应是地铁深基坑施工安全管理的最后一道保障,确保城市交通建设过程中的可控性与可持续性。

### 3.5 定期审查与改进

定期审查与改进是地铁深基坑施工安全监测体系的必要环节。通过对监测系统的定期审查,可以评估系统的性能、准确性和实用性,包括检查传感器的运行状态、数据采集的质量以及预警与应急响应机制的有效性。审查还应包括与实际施工经验的比对,以验证监测系统的预测准确性和实际工程的相符程度。基于审查结果,需要及时改进监测体系,涉及更新或更换传感器设备,优化数据采集与处理流程,或者改进预警与应急响应计划。改进的目标是提高监测系统的灵敏度、准确性和实时性,以应对可能出现的新情况和挑战<sup>[2]</sup>。定期审查与改进不仅有助于确保监测系统始终保持高效运行,还能够根据实际施工经验不断提升系统的性能,为地铁深基坑施工安全管理提供了持续的支持,确保在整个工程周期中及时发现并解决问题,从而保障施工的顺利进行。通过定期的系统审查和改进,能够不断提高监测系统的可靠性,为类似工程提供更为完善的安全保障策略,促进城市基础设施建设的可持续发展。

## 4 临近路面变形研究

### 4.1 路面变形监测方法

路面变形监测方法是地铁深基坑施工安全研究中的一重要内容。随着基坑施工的进行,周边路面可能发生变形,而这种变形可能对交通流畅性和周边建筑物的稳定性产生潜在影响。常见的路面变形监测方法包括全站仪测量、激光扫描技术和遥感监测。全站仪测量通过测量固定点的水平和垂直角度,获取路面的坐标信息,可提供较高的精度和实时性。激光扫描技术则通过激光束扫描路面表面,获取路面的三维点云数据,具有高效的数据采集能力。而遥感监测则常借助卫星或无人机等平台,获取大范围的路面变形信息,适用于广泛的区域监测。这些监测方法可以灵活组合使用根据具体情况选择最合适的方案。同时监测周期的选择也需要综合考虑施工阶段、地质条件和监测成本等因素<sup>[3]</sup>。有效的路面变形监测方法有助于及时发现潜在问题,为施工安全提供及时的反馈和决策支持。

### 4.2 路面变形与地铁深基坑的关联分析

路面变形与地铁深基坑的关联分析是为了深入了解基坑施工对周边环境的影响,特别是对地表路面的变形情况进行详细研究。地铁深基坑的施工过程中,土体的开挖和基坑支护等操作可能引起地下土体的沉降或变形,从而对地表路面产生一定影响。在进行关联分析时,先要收集路面变形监测数据和基坑施工过程的相关施工参数,可以识别出路面变形与基坑施工活动之间的时空关系。可以观察基坑施工不同阶段与路面变形之间的对应关系,进一步分析不同施工操作(如挖掘、支护、回填等)对路面变形的影响程度,有助于识别潜在的危险因素,例如基坑开挖

引起的地面下沉是否超出了设计范围或者基坑支护结构对周边路面产生的挤压效应。

### 4.3 预测与控制路面变形

预测与控制路面变形是地铁深基坑施工安全管理的重要环节。通过对路面变形进行有效的预测,可以提前识别潜在的问题,为采取相应的控制措施提供时间和空间。预测路面变形通常需要借助先进的数学模型和计算工具,结合历史监测数据,对基坑施工过程中可能导致的土体沉降、压缩等因素进行综合分析,可以帮助建立与施工活动相关的路面变形模型,预测不同施工阶段路面的变形趋势。为了更精确地进行预测,需要考虑多种因素,包括土体力学性质、基坑支护结构的类型与布局、降水方案的实施以及周边建筑物的基础特征等,可以得出路面变形的潜在影响,并提前制定相应的控制计划。控制路面变形涉及采取一系列工程措施以减缓或防止变形的发生,包括合理的基坑支护设计、调整降水方案、合理安排施工进度以及在必要时进行地面加固等。通过实时监测系统的反馈,可以及时调整控制措施,确保其有效性。预测与控制路面变形需要全面考虑地铁深基坑施工的多个方面,并采用先进的技术手段。

## 5 结语

在地铁深基坑施工中,地下水位控制、土壤力学性质、临近建筑物影响以及施工噪音和震动控制等问题的综合研究,为施工过程中可能遇到的各种挑战提供了丰富的经验。在路面变形监测与预测控制方面,通过采用先进的监测方法和科学的数据分析手段,实现了对基坑施工对周边路面影响的全方位把控。预测与控制路面变形的工程实践为施工管理提供了有力支持,使得在施工过程中能够及时调整策略,减小潜在风险。通过深化对地下施工过程中的各项关键问题的理解,并结合先进的监测技术和工程管理手段,可以在保障城市基础设施建设的同时最大程度地减小对周边环境的不良影响,为地铁深基坑施工的安全性、高效性和可持续性奠定了坚实基础,为城市发展和交通建设的可持续发展做出了积极贡献。

### [参考文献]

- [1]詹毕顺. 基坑群开挖对邻近铁路路基变形影响分析及安全评价研究[D]. 天津:天津大学,2023.
  - [2]申洋. 不同支护形式在狭长基坑中的分段应用研究[D]. 江苏:东南大学,2020.
  - [3]钟正雄,杨林德,杨金松. 基坑变形的实时建模预报时序分析方法[J]. 工业建筑,2000(3):1-3.
- 作者简介:辛冬冬(1994.11—),毕业院校:西北工业大学,所学专业:土木工程,当前就职单位:北京环安工程检测有限责任公司,职务:项目负责人,职称级别:助理工程师。