

城市地下空间施工既有结构安全托换技术研究与应用

马万涛

陕西建工第四建设集团有限公司

DOI:10.12238/pe.v3i4.15092

[摘要] 本文针对城市地下空间施工中的既有结构安全托换技术进行研究,探讨了托换技术的基本概念、实施过程、关键技术及其应用效果。通过对多项典型工程案例的分析,总结出托换技术的实施要点、风险管理措施以及质量控制方法,提出了托换技术在复杂环境下的挑战与发展方向。研究表明,合理的托换技术方案能够有效保障既有结构的安全性,并为城市地下空间的可持续发展提供技术支持。最后,本文对未来托换技术的创新与发展提出了建议。

[关键词] 城市地下空间; 既有结构; 安全托换; 施工技术; 风险评估

中图分类号: TV52 文献标识码: A

Research and application of safe underpinning technology for existing structures in urban underground space construction

Wantao Ma

Shaanxi Construction Engineering Fourth Construction Group Co., Ltd.

[Abstract] This paper studies the safe underpinning technology of existing structures in urban underground space construction, and discusses the basic concepts, implementation process, key technologies and application effects of underpinning technology. Through the analysis of a number of typical engineering cases, the implementation points, risk management measures and quality control methods of underpinning technology are summarized, and the challenges and development directions of underpinning technology in complex environments are proposed. The study shows that a reasonable underpinning technology solution can effectively ensure the safety of existing structures and provide technical support for the sustainable development of urban underground space. Finally, this paper puts forward suggestions for the innovation and development of underpinning technology in the future.

[Key words] urban underground space; existing structure; safe replacement; construction technology; risk assessment

引言

随着城市的不断发展,地下空间的开发与利用已经成为解决城市土地紧张、提高城市综合功能的重要手段。地下空间的施工往往需要穿越既有的结构或在其周围进行复杂的改建,这对原有结构的安全性提出了严峻的挑战。如何在保证既有结构安全的情况下实施地下空间施工,成为了城市建设中的一项技术难题。既有结构安全托换技术,作为一种保障既有建筑物在施工过程中安全的重要手段,受到了越来越多的关注。该技术通过采取有效的托换措施,确保原有结构在施工过程中不受损害,进而确保施工顺利进行。

1 城市地下空间施工概述

1.1 既有结构安全托换的基本概念与原理

既有结构安全托换技术是指在进行地下空间施工时,通过

专业的托换技术手段,确保原有结构在施工过程中不受到损害。该技术通常用于当地下空间施工需要穿越或临近已有建筑物的基础结构时,通过对建筑物荷载的重新分配与支撑,以确保原有结构的稳定性与安全性。托换技术的实施一般包括设计合理的支撑体系、精确的荷载计算与分配、以及高效的施工工艺等。托换技术的核心原理是通过在施工过程中减轻或重新分配对原有结构的荷载,避免施工过程中结构发生沉降、倾斜等不良变形,从而保障既有结构的安全性。

1.2 托换技术在城市地下空间施工中的应用

在城市地下空间施工中,托换技术的应用极为广泛,尤其在那些复杂的市区环境中,已成为保证既有建筑安全的有效手段。通过分析多个典型工程案例,发现托换技术可以有效应对城市地下空间施工中的各种问题,例如:在旧城区的地下管线改造工

程中,通过托换技术保障了周边建筑物不受影响;在城市轨道交通建设中,采用托换技术确保了既有地铁系统在新线路施工过程中不会受到损害。此外,托换技术还在防止结构沉降、控制施工风险等方面发挥着重要作用^[1]。尽管托换技术已取得了一定的进展,但在复杂施工环境下,仍面临着一些挑战,如托换方案的优化、施工过程中的风险管理等问题,需要不断进行技术创新和改进。

2 既有结构安全托换的关键技术

2.1 托换方案的设计与评估

托换方案的设计是确保施工安全和既有结构稳定的核心环节。在进行托换方案设计时,首先需要对既有结构的荷载情况进行详细分析,并考虑土壤条件、施工方法、周围环境等多方面因素。设计过程中,托换方案的合理性与可行性至关重要,方案必须能够有效分担施工过程中产生的额外荷载,同时避免对既有结构造成损害。评估方案的过程中,通常需要通过结构分析软件进行力学模拟与计算,确保托换方案的精确性与可靠性。此外,在实际应用中,还需要根据施工过程的实时监测数据对方案进行动态调整,以确保托换过程的安全与有效实施。

2.2 荷载分析与力学计算

荷载分析与力学计算是托换技术实施中的重要步骤。在施工过程中,原有结构所承受的荷载会因施工产生变化,如何合理分配这些荷载,避免集中应力对结构产生破坏,成为托换设计中的关键问题。荷载分析主要涉及对既有建筑物的现有荷载情况进行分析,并根据地下空间施工的进展,预测可能产生的荷载变化。力学计算则依赖于数值模拟和有限元分析等方法,通过计算不同托换方式下的应力分布和变形情况,验证托换方案的可行性和安全性^[2]。通过合理的荷载分析与力学计算,可以确保托换技术的实施既不影响原有结构的安全,又能顺利完成地下空间的施工任务。

2.3 托换过程中结构监测与控制

托换过程中,结构监测与控制是确保施工安全和效果的重要手段。通过对既有结构进行实时监测,能够及时发现可能出现的结构变形、沉降或裂缝等问题,从而进行有效的调整与控制。常见的监测技术包括位移监测、应变监测、加速度监测等,这些监测手段能够提供精确的施工数据,为托换方案的调整提供科学依据。监测数据通过实时传输与处理,能够迅速反映出施工过程中可能出现的风险和问题,并为工程师提供预警信号。通过加强结构监测与控制,不仅可以确保既有结构的安全性,还可以有效提高施工的效率与精度。

2.4 托换过程中的风险评估与管理

在托换施工过程中,风险评估与管理至关重要。施工过程中可能存在的风险包括结构沉降、周边建筑物的损坏、施工设备故障等,这些风险不仅可能影响施工进度,还可能威胁到施工人员的安全。为了有效管理这些风险,首先需要通过详细的风险评估,识别出施工过程中可能出现的各种风险因素,并对其发生概率和影响程度进行分析。其次,通过制定详细的应急预案和安全

管理措施,确保在出现问题时能够及时采取有效措施,减少风险的负面影响。通过完善的风险评估与管理体系,可以确保托换施工的顺利进行,并最大限度地减少施工中的安全隐患。

3 既有结构安全托换技术的施工实施

3.1 施工前准备与施工方案的优化

在进行既有结构安全托换施工前,充分的前期准备工作至关重要。首先,需要对施工现场进行详细的勘察,了解土质条件、地下水位、周边建筑物及基础设施的分布情况,确保施工方案的设计与环境相适应。其次,施工方案的优化是施工前的重要步骤,合理的托换方案不仅要满足原有结构的安全需求,还应考虑施工期间可能出现的各种变化,如荷载变化、地质条件的波动等。优化的施工方案应包括详细的施工工艺、支撑结构设计、施工进度安排及质量控制计划等,确保施工过程顺利进行。施工前的这些准备工作能够为托换技术的实施提供坚实的基础,确保后续施工操作的安全和高效^[3]。

3.2 施工技术与设备的选择

施工技术和设备的选择直接影响到托换施工的质量与进度。托换施工通常需要采用专门的支撑系统,如液压支撑装置、钢架结构等,以确保既有结构在施工过程中不受影响。在选择设备时,需要根据施工现场的实际条件和施工任务的难度来确定。例如,在空间狭窄或施工区域有限的情况下,需要选择体积较小、操作灵活的设备;而在大规模的地下空间施工中,则可能需要使用大型机械设备,如盾构机、液压提升平台等。除了设备的选择外,施工技术的选择也是一个关键因素,采用高效且适应性强的施工方法能够有效提高施工效率,减少不必要的施工风险。在实际操作中,技术和设备的匹配对于确保托换施工的成功至关重要。

3.3 托换实施过程中的质量控制

托换施工过程中,质量控制是确保工程安全和质量的关键环节。在实施托换技术时,需要对各个环节进行严格的质量监控,从支撑系统的安装、荷载分配的实施,到整个施工过程中的监测数据采集,都需要进行全面的控制。质量控制的措施包括对施工材料的检验、施工过程的实时监测以及施工后期的验收等。在托换实施的过程中,通过对施工设备、施工人员操作以及环境变化等因素的严格控制,确保各项施工标准得以执行。质量控制不仅能确保托换过程中的安全性,还能提高施工效率,确保工程质量的长期稳定。

3.4 施工中的环境保护与噪音控制

城市地下空间施工不仅要关注工程的安全性和质量,还需考虑对周围环境的影响,尤其是在噪音、振动以及粉尘污染方面的控制。由于地下空间施工通常位于城市繁忙地带,施工噪音和振动可能会对周围居民和建筑物产生影响,因此在施工中必须采取有效的噪音控制措施。例如,通过采用低噪音设备、隔音屏障以及合理安排施工时间等方式,减少施工过程中的噪音污染。同时,施工现场的粉尘控制也是必不可少的措施,通过洒水降尘、安装除尘设备等手段,确保施工过程中不对环境造成过度污

染^[4]。此外,施工期间的废水、废弃物处理等环境保护措施也必须严格执行,以保证施工符合环保要求,减少对城市环境的负面影响。

4 既有结构安全托换技术的应用前景与挑战

4.1 技术发展趋势与创新方向

随着技术的不断发展,既有结构安全托换技术在施工中的应用前景广阔。未来,托换技术将朝着更加智能化、自动化的方向发展。智能化施工技术如建筑信息模型(BIM)和人工智能(AI)技术将被广泛应用于托换方案的设计与优化中,借助大数据和云计算技术,可以实时监控施工过程,及时调整方案,提高施工的精确度和安全性。同时,随着新型材料和施工设备的不断创新,托换技术的施工效率和施工质量也将得到进一步提升。例如,智能液压支撑系统、机器人辅助施工等新技术的出现,将极大提升托换技术在复杂施工环境中的适应能力,推动地下空间施工技术的进一步发展。

4.2 现阶段技术瓶颈与难点

尽管既有结构安全托换技术在施工中取得了一定的进展,但在实际应用中仍然面临一些技术瓶颈和难点。首先,托换方案的设计与优化仍然是一大挑战,尤其是在复杂的地质环境下,如何准确预测施工过程中产生的荷载变化,并合理分配这些荷载,仍然是技术实现的难点。其次,托换施工过程中常常面临施工空间有限、设备操作复杂等问题,这使得施工效率和施工精度受到限制。此外,由于托换施工通常是在已有建筑物周围进行,如何在保证安全的前提下,减少对周围建筑物的影响,也是托换技术面临的一大难题。因此,针对这些技术瓶颈和难点,需要继续进行技术创新和优化^[5]。

4.3 政策法规与行业标准的完善

为了推动既有结构安全托换技术的健康发展,相关的政策法规和行业标准的完善是不可或缺的。目前,虽然在一些地区已出台了针对地下空间施工的相关法规,但仍存在标准不统一、执行力度不足等问题。因此,完善的政策法规体系和行业标准将对托换技术的普及和应用起到积极作用。未来,政府应出台更加详细的施工安全规范,明确托换技术在不同施工环境下的适用标准,同时加强对施工企业的监管,确保托换技术的正确应用^[6]。行业协会和相关科研机构也应积极参与行业标准的制定,推动技术的标准化和规范化,进一步提高托换技术的应用水平。

4.4 托换技术的未来应用与挑战

尽管托换技术在城市地下空间施工中具有广泛的应用前景,但仍然面临一些实际应用中的挑战。在一些特殊环境下,如高层

建筑附近、地下水位较高的区域等,托换技术可能面临较大的施工难度和风险。此外,随着城市地下空间开发的逐步深入,传统托换技术可能无法满足越来越复杂的施工需求,如何创新和发展新的托换技术,成为未来发展的关键。因此,未来托换技术的发展不仅需要技术本身的创新,还需要更多跨学科的合作与融合,通过多方共同努力,推动托换技术在复杂工程中的应用,并克服现阶段面临的挑战。

5 结论

综上所述,既有结构安全托换技术在城市地下空间开发中具有重要的应用价值和广泛的前景。随着技术的不断进步,托换技术的施工方法、设备和材料逐渐得到优化,施工过程中的安全性和效率不断提升。然而,面对复杂的施工环境和多变的地质条件,托换技术仍然面临着一定的挑战,如设计优化、设备选择及施工环境的适应性问题。未来,托换技术将朝着更加智能化、自动化的方向发展,结合建筑信息模型(BIM)和大数据分析等技术,能够有效提升施工精度和安全性。同时,完善相关的政策法规和行业标准也将为托换技术的普及和应用提供坚实的保障。总之,尽管存在一定的技术瓶颈,但随着技术的创新和行业的共同努力,既有结构安全托换技术将在未来的城市地下空间开发中发挥越来越重要的作用,为城市基础设施的升级和改造提供更加安全、高效的解决方案。

[参考文献]

- [1]韩雨晨,韩冬青,吉天宇.流动·增容——基于结构托换技术的既有建筑改造设计方法[J].新建筑,2024(4):90-95.
- [2]魏炜.既有建筑原位托换技术对地下空间开发的激活——以中国科举博物馆及周边配套二期项目为例[J].工业建筑,2023,53(S02):150-155.
- [3]李万臣.明挖隧道下穿既有桥梁桩基托换施工技术研究[J].工程技术研究,2024,9(19):43-45.
- [4]郝宜君.住宅建筑工程地下空间既有风亭结构托换法施工技术应用研究[J].居舍,2024(8):51-54.
- [5]潘阳之.地下空间工程中结构托换设计与关键技术研究[J].中国建筑装饰装修,2022(10):129-131.
- [6]李湛,李钦锐.新建内嵌式地下结构的既有建筑地下空间拓展技术[J].施工技术(中英文),2022,51(3):74-79.

作者简介:

马万涛(1989--),男,汉族,甘肃省庆阳市人,大学本科,中级工程师,研究方向:建筑市政工程施工技术、智能建造。