 DOI: https://doi.org/10.12349/edc.v8i2.9331

Research on Optimization Design and Construction Technology of Deep Foundation Pit Support Structures in Construction Engineering

Jianlong Cheng

Beijing Weijing Property Management Co., Ltd., Beijing, 100000, China

Abstract

With the acceleration of urbanization, deep foundation pit engineering has been widely adopted in construction projects. As the support structures of deep foundation pits directly impact environmental protection and worker safety, optimizing their design and construction techniques is crucial. This paper explores the application of optimized design and construction technologies based on current research advancements in deep foundation pit support structures. Through analyzing design methodologies, common support forms, and construction techniques, we propose tailored optimization solutions for various foundation pit conditions. Additionally, we address common technical challenges during construction and their corresponding solutions. The study demonstrates that rational design and optimized construction techniques can effectively enhance foundation pit stability, reduce construction risks, and ensure smooth project execution.

Keywords

Deep foundation pit; Support structure; Optimization design; Construction technology; Stability

建筑工程深基坑支护结构优化设计与施工技术研究

程建龙

北京微竞物业管理有限公司，中国·北京 100000

摘　要

随着城市化进程的加快，深基坑工程在建筑施工中得到了广泛应用。由于深基坑支护结构直接关系到周围环境和施工人员的安全，因此其设计和施工技术的优化至关重要。本文结合当前深基坑支护结构的研究进展，探讨了优化设计与施工技术的应用。通过分析深基坑支护结构的设计方法、常见支护形式及施工技术，提出了针对不同基坑条件的优化设计方案，并探讨了施工过程中常见的技术难点及其解决方案。研究表明，通过合理的设计和优化施工技术，可以有效提高基坑的稳定性、减少施工过程中的风险，并保证施工的顺利进行。

关键词

深基坑；支护结构；优化设计；施工技术；稳定性

1 引言

深基坑工程作为现代城市建设中不可或缺的重要组成部分，广泛应用于地下建筑、地下交通、地下设施等项目。深基坑的施工条件复杂，涉及的因素多，尤其是在城市密集区或地质条件复杂的地区，基坑支护结构的设计与施工更为关键。基坑支护结构不仅承受着巨大的地层压力，还需要应对周围环境对基坑的影响。因此，如何确保支护结构的安全性和稳定性，减少施工中的风险，成为建筑工程中亟待解决的重要问题。

本研究旨在探讨建筑工程中深基坑支护结构的优化设计与施工技术，分析不同基坑条件下支护结构的选择和设计原则，并结合实践经验提出施工中的技术难点及解决方案。研究的目标是为深基坑支护结构的设计和施工提供理论依据和技术支持，推动基坑支护工程的安全性和高效性。

2 深基坑支护结构设计的基本原则与方法

2.1 深基坑支护结构的设计原则

深基坑支护结构的设计原则主要包括安全性、经济性、适应性和可操作性。首先，支护结构必须满足基坑的安全性要求，确保在施工过程中及施工后期对周围环境和施工人员的安全保护。其次，设计需要考虑施工成本和长期运营维护的经济性，优化结构材料和施工方法以降低成本。适应性原则要求设计方案能够根据基坑的不同地质条件、环境因素以及施工要求进行调整和优化。最后，支护结构的设计必须考

【作者简介】程建龙（1992—），男，中国天津人，本科，工程师，从事建筑工程研究。

虑到施工过程的可操作性，即设计方案应便于施工，减少施工过程中的复杂性和不确定性 [1]。

2.2 常见的深基坑支护结构形式

深基坑支护结构的形式多样，常见的支护方式包括土钉墙、喷锚支护、排桩支护和地下连续墙等。这些支护形式各有特点，适用于不同的基坑条件。土钉墙适用于小型基坑或土质较为稳定的地区，具有较好的经济性和施工简便性；喷锚支护适用于具有一定地下水位的软弱地层，能够有效增强土体的稳定性；排桩支护适用于高地下水位区域，能够有效承受地面荷载及土体压力；地下连续墙适用于深基坑及土层复杂的区域，具有较强的抗水性和稳定性。在设计时，需根据基坑的深度、土质条件、地下水位及周围环境等因素选择最合适的支护结构形式 [2]。

2.3 深基坑支护结构的优化设计

深基坑支护结构的优化设计主要体现在材料的选择、结构形式的合理搭配以及施工工艺的优化。优化设计不仅能够提高结构的稳定性和安全性，还能有效降低施工成本。随着计算机技术和有限元分析技术的发展，基坑支护结构的优化设计已经从传统的经验设计转向了计算机模拟和数值分析。通过对基坑土体与支护结构相互作用的精确模拟，能够预测基坑的变形和支护结构的受力情况，从而实现更加精准的设计。此外，合理的支护结构组合及施工顺序安排，也是优化设计的重要组成部分。

3 深基坑支护施工技术的研究与应用

3.1 深基坑支护的施工流程

深基坑支护施工通常分为多个关键阶段，确保工程的顺利进行。首先是基坑开挖前的准备工作，包含对基坑地质、水文等条件的详细勘察，以便为支护结构设计提供准确的数据支持。在设计阶段，需根据勘察结果及实际条件，选择合适的支护方式，如土钉墙、地下连续墙等。支护结构的施工通常分为预制和现场安装两种方式，预制方式适用于一些标准化和批量化的支护构件，而现场安装则通常应用于复杂地形和定制化支护结构。在开挖和支护结构施工同步进行的过程中，要求在开挖的同时实施支护工作，防止基坑开挖过深或支护滞后导致基坑失稳。此过程中，要根据基坑深度和周围环境及时调整施工工艺，以确保支护结构的稳定性。此外，基坑的加固阶段通常包括对土体的加固和支护结构的完善，确保基坑在整个施工过程中稳定可靠。

3.2 深基坑支护施工中的技术难点

深基坑支护施工中的技术难点主要集中在基坑的稳定性控制、地下水排除、施工过程中的振动与沉降控制、以及支护结构与周围建筑物的相互影响等方面。首先，基坑的稳定性是深基坑支护施工中的关键问题之一，特别是在高水位地区，地下水的排除尤为重要。高水位区域的基坑施工必须采取有效的降水措施，避免水压过大导致基坑支护结构失稳。其次，基坑施工过程中振动和沉降控制非常重要，尤其是在城市化密集区，施工产生的振动和土体沉降可能对周围建筑物和基础设施造成影响。应采用有效的振动抑制和沉降监测技术，确保周围环境的安全。与此同时，支护结构与周围建筑物的相互影响也需要特别注意，施工过程中可能会引起周围土体的扰动，影响邻近建筑物的稳定性。因此，合理设计和施工顺序，采取适当的加固措施，是确保施工过程中周围环境安全的关键 [3]。

3.3 深基坑施工技术的创新与发展

随着工程技术的不断发展，深基坑支护施工技术也在持续创新。近年来，新的支护材料和支护方法不断被引入到深基坑施工中。例如，采用自重土钉墙和化学加固土体等新技术，这些创新方法不仅提高了支护结构的安全性和稳定性，还有效降低了施工成本。自重土钉墙利用其自重来增强支护的稳定性，适用于较为简单的土质条件，而化学加固技术则通过将化学材料注入土壤中，提高土体的强度和稳定性，尤其适用于软土或易流动的地质条件。这些创新技术不仅提升了支护结构的性能，还减少了施工过程中对资源和环境的消耗。同时，基坑支护的施工技术正朝着智能化方向发展，现代化技术如无人机、机器人和传感器等被广泛应用于基坑施工中。这些技术使得施工过程中的监测和控制更加精准，通过实时数据采集和分析，能够提前预测潜在的风险并及时采取措施，提高了施工的效率和安全性。智能化施工技术的应用，使得基坑支护工程更加高效、安全，并为未来建筑工程的施工方式和管理模式带来了新的发展机遇。

4 深基坑支护结构优化设计与施工技术的结合

4.1 优化设计与施工技术的协同作用

深基坑支护结构的优化设计与施工技术的协同作用，是确保基坑支护工程安全、经济和高效实施的关键。优化设计为施工提供了科学依据，确保支护结构的合理性和稳定性，通过对地质条件、环境因素和工程要求的详细分析，提出最佳的支护方案。而施工技术则是实现优化设计的有效手段，施工过程中的精确性、先进性和可操作性直接影响设计方案的最终效果。两者相互依赖、相辅相成，优化设计确保了支护结构能够适应实际需求，而施工技术则保证了设计的顺利实施。通过优化设计与施工技术的紧密配合，可以有效降低施工过程中的风险、减少资源浪费，并提高整体工程效率，确保基坑支护工程的顺利完成 [4]。

4.2 优化设计在施工中的应用

在深基坑支护结构的施工过程中，优化设计的应用能够显著提高施工效率。通过合理安排施工顺序，优化支护材料的选择，确保每个施工阶段都能最大限度地发挥支护结构的作用。同时，优化设计有助于提高施工工艺的精确度，确保支护结构能够精准地适应基坑的实际情况，减少施工中的不确定性，并降低施工风险。例如，在施工初期，合理的施

工顺序和分段加载能够有效避免基坑过早发生沉降或变形，确保施工过程中支护结构的稳定性。此外，优化设计还能有效控制变形，减少对周围建筑物的影响，确保基坑施工过程的安全性。

4.3 施工技术对优化设计的支持

施工技术的进步为深基坑支护结构的优化设计提供了有力的支持。现代化施工设备的应用，如盾构机、隧道挖掘机等，大大提高了施工精度，并减少了施工过程中的误差，确保支护结构能够按照设计要求进行施工。施工技术的不断发展，不仅提升了施工效率，还增强了施工过程的可控性。例如，精确的测量和定位技术可以确保支护结构安装的准确性，而新型支护材料的应用则提高了支护系统的稳定性和耐久性。施工技术的进步使得优化设计方案更加具备可操作性，确保了设计的理论与实际施工的有效结合，进一步推动了基坑支护工程的顺利实施。

5 深基坑支护结构优化设计与施工技术的实践案例

5.1 案例一：城市地下交通工程基坑支护设计与施工

在某城市地下交通工程中，由于基坑深度较大，并且周围有大量建筑物，基坑支护的设计和施工面临着严峻的挑战。为确保基坑的安全性和施工的高效性，该项目采用了地下连续墙和土钉墙相结合的支护方式。地下连续墙为基坑提供了较强的侧向支撑，防止了地下水的渗透及土体的滑动，而土钉墙则在提高基坑稳定性的同时，减少了对周围建筑物的影响。通过优化设计，该项目有效地降低了支护结构的成本，避免了传统支护方式可能带来的高昂费用。在施工过程中，项目还引入了先进的排水技术和沉降监测系统。排水系统能够有效控制基坑内水位，防止地下水对基坑造成影响；沉降监测系统实时监控基坑及周围建筑物的沉降情况，确保施工过程中的安全性。该项目通过精确的施工管理和严格的质量控制，基坑支护工程按时按质完成，并取得了较好的效果，验证了优化设计与施工技术相结合的可行性和有效性。

5.2 案例二：高层建筑基坑支护设计与施工

在某高层建筑项目中，基坑支护设计面临着复杂的地质条件和周围环境的制约。该项目采用了多种支护结构组合的方式，包括钢支撑、排桩和喷锚支护。钢支撑主要用于承受基坑支护结构的水平荷载，确保基坑内土体的稳定；排桩则用于加固基坑周围土体，防止基坑外侧的土体位移；喷锚支护则为基坑提供了有效的表面支撑，减少了基坑周围的地面沉降。通过对基坑地质条件和周围环境进行详细分析，项目组根据不同地段的土质和承载能力，优化了支护结构的设计，确保了支护结构的可靠性和经济性。在施工过程中，项目严格控制施工工艺，确保支护结构的稳定性，同时采取了精确的施工技术，如分段施工和分步加载，以减少基坑变形的风险。此外，项目还通过严密的监控措施，包括基坑内外的沉降监测、位移监测和结构受力监测，确保基坑支护在施工过程中的稳定性和安全性。该项目的成功实施表明，综合运用多种支护结构的设计方法，可以有效应对复杂的地质条件和周围环境，从而确保高层建筑基坑支护工程的顺利完成[5]。

6 结语

深基坑支护结构的优化设计与施工技术在建筑工程中占据着至关重要的地位。随着城市化进程的加快和建筑项目规模的不断扩大，深基坑支护结构的设计与施工面临着更高的要求。合理的支护结构设计能够有效提高基坑的稳定性，避免因土体沉降或支护结构失稳引发的安全事故。同时，科学的施工技术能够在保证安全的前提下，优化施工工艺，降低施工风险，并提高施工效率。例如，采用高效的支护结构类型（如喷锚支护、深层搅拌桩等）以及合理的施工顺序和方法，能够减少基坑周围环境的影响，并且提高施工的精度和速度。随着技术的不断进步，新型材料的应用和数值模拟技术的发展使得支护结构的设计更加精确和灵活，同时智能化施工技术的应用也能在施工过程中实时监控支护结构的受力情况和变形状态，及时调整施工方案以确保安全。

参考文献

[1] 何龙.高层建筑工程深基坑支护施工技术的实践探索[J].甘肃科技,2024,40(12):87-90.

[2] 付博,复杂工况下高深回填土边坡、深基坑支护关键技术的研究与应用.四川省,四川志德岩土工程有限责任公司,2024-05-20.

[3] 李国锋.南京市某综合楼高层建筑深基坑支护施工管理研究[D].武汉工程大学,2019.

[4] 白洪潮.深基坑支护技术方案的选择及其优化设计[D].长江大学,2012.

[5] 王永刚.深基坑支护结构优化设计方法研究及应用[D].中南大学,2009.