

土木工程深基坑施工中的支护技术研究与应用进展

王 刚

中国铁路北京局集团有限公司石家庄工程项目管理部 河北 石家庄 050000

摘 要：本文深入探讨了土木工程深基坑施工中的支护技术研究与应用进展。文章首先概述了深基坑支护技术的定义、分类及重要性，并阐述了支护技术的选择原则。随后，详细分析了自稳边坡支护、桩锚支护、地下连续墙支护、土钉墙支护和内支撑支护等五种主要支护技术的特点与应用。在应用进展方面，文章探讨了新型支护材料的应用、数字化技术在支护施工中的应用，以及复杂地质条件和环境下的支护技术创新。

关键词：土木工程；深基坑施工；支护技术；研究与应用；进展

引言：随着城市化进程的加速和地下空间的不断开发，深基坑工程在土木工程中扮演着越来越重要的角色。然而，深基坑施工中的支护技术一直是工程界的难点和热点。支护结构的稳定性和安全性直接关系到整个工程的质量和进度。因此，深入研究深基坑支护技术，探讨其应用进展，对于提高工程质量和安全性具有重要意义。本文旨在综合分析当前土木工程深基坑施工中的支护技术研究与应用现状，为工程实践提供理论支持和指导。

1 深基坑支护技术概述

1.1 深基坑支护技术的定义与分类

深基坑支护技术是指在土木工程深基坑施工过程中，为确保基坑开挖的稳定性和安全性，采用一系列工程措施对基坑侧壁及周边环境进行支撑和保护的技术。这些技术措施旨在防止基坑侧壁坍塌、地面沉降和地下水渗漏等问题，确保施工过程的顺利进行。根据支护结构的特点和原理，深基坑支护技术可分为多种类型，如土钉墙支护、桩锚支护、地下连续墙支护、钢板桩支护和重力式挡土墙支护等。每种支护技术都有其独特的适用范围和条件，需根据工程实际情况进行选择。

1.2 深基坑支护技术的重要性

深基坑支护技术是确保深基坑施工安全和质量的关键环节。在深基坑开挖过程中，由于土壤和岩石的物理学性质，基坑侧壁容易发生变形和失稳，进而引发安全事故。深基坑支护技术通过提供必要的支撑和保护，有效防止基坑侧壁坍塌和地面沉降等问题，保障施工人员和周边环境的安全，支护技术还能提高基坑开挖的稳定性和效率，为后续的地下结构施工提供有力支持。

1.3 支护技术的选择原则

在选择深基坑支护技术时，需遵循以下核心原则以确保施工的安全、高效与经济性。一安全性为首要考

量，所选支护技术必须能有效防止基坑侧壁失稳、坍塌等风险，保障施工人员及周边环境的安全。二适应性原则要求支护技术需与具体的地质条件、地下水状况及施工环境相匹配，通过详细的地质勘察与工程分析，选择最适合的支护方案。三经济性原则强调在满足安全与适应性要求的同时，综合考虑支护技术的成本效益，包括材料费用、施工难度与工期等因素，力求以最优的成本实现支护目标。四创新与发展原则鼓励采用新技术、新材料，不断提升支护技术的水平，以适应日益复杂的工程需求^[1]。

2 土木工程深基坑施工中的支护技术研究

2.1 自稳边坡支护技术

自稳边坡支护技术是深基坑施工中一种较为常见且重要的支护方式。（1）其原理主要基于土体自身的稳定性。在合适的地质条件下，通过对边坡进行适当的修整和处理，利用土体内部的摩擦力、粘聚力以及土体的结构性，使边坡在一定时间内保持自身的稳定状态。施工时，首先要对边坡的地质情况进行详细勘察，确定土体的物理力学性质和稳定性参数。然后根据勘察结果进行边坡设计，包括坡度的确定、坡面的处理等。对于坡面，通常会采用喷射混凝土、铺设护坡网等方式进行防护，以防止坡面受到风化、雨水冲刷等因素的破坏，从而维持土体的自稳能力。（2）自稳边坡支护技术具有一定的优势。它施工相对简单，成本较低，能够在一些地质条件较好的区域快速实施，减少施工周期和成本，由于对周边环境的影响较小，也符合现代工程建设对环境保护的要求。然而，该技术也存在局限性。其适用范围相对较窄，对土体的性质要求较高，若地质条件复杂或土体稳定性较差，单纯依靠自稳边坡支护技术可能无法满足安全要求，需要结合其他支护方式共同使用。在实际应用中，还需要密切关注边坡的变形情况，进行实时

监测,以便及时采取措施确保施工安全。

2.2 桩锚支护技术

桩锚支护技术是土木工程深基坑施工中应用广泛且效果显著的一种支护手段。(1)该技术的核心原理是利用桩体来承受来自基坑侧壁的土压力等荷载,同时通过锚杆将桩体与深层稳定地层相连,锚杆提供拉力,与桩体共同作用,维持基坑的稳定。施工过程中,桩的类型多样,如钻孔灌注桩、预制桩等,需根据工程地质条件和基坑要求进行选择。桩的施工要确保其垂直度和深度符合设计标准。锚杆的安装则需准确确定位置和角度,经过钻孔、插入锚杆、灌浆等工序,使其与周围土体紧密结合,发挥有效的锚固作用。(2)桩锚支护技术具有诸多优点。它能适应不同的地质条件和基坑深度,对场地空间要求相对较低。在控制基坑变形方面表现出色,可有效减少周边土体的位移,保障邻近建筑物和地下管线的安全。而且施工灵活性较高,可根据实际情况调整桩间距和锚杆参数。然而,其也存在一些不足之处,如施工工艺相对复杂,施工质量受多种因素影响,且成本相对较高。在实际应用中,需要严格控制施工质量,做好施工过程中的监测工作,及时调整支护参数,以确保桩锚支护技术在深基坑施工中的安全可靠应用^[2]。

2.3 地下连续墙支护技术

(1)其工作原理是通过在地下连续成槽,然后浇筑混凝土,形成一道连续的钢筋混凝土墙体,作为基坑的支护结构。该技术具有诸多特点,首先是整体性和防渗性好,能够有效地阻挡地下水和土体,为基坑施工提供一个相对稳定且干燥的环境。施工过程较为复杂,需要专业的成槽设备和施工工艺。先进行导墙施工,为成槽作业提供导向和基准。然后采用泥浆护壁法进行成槽,确保槽壁的稳定性。成槽完成后,吊放钢筋笼并浇筑混凝土,形成连续墙。(2)地下连续墙支护技术在一些复杂地质条件和对周边环境保护要求高的工程中应用广泛。例如在城市中心区的深基坑工程,它能有效减少对周边建筑物和地下管线的影响。其刚度大,可承受较大的土压力和水压力,能很好地控制基坑变形。但该技术也存在一定的局限性,如施工成本较高,施工周期相对较长,对施工队伍的技术水平要求也较高。在实际应用中,需要根据工程具体情况进行合理的设计和施工,充分发挥其优势,确保深基坑施工的安全和顺利进行。

2.4 土钉墙支护技术

(1)其工作原理是依靠土钉与土体之间的摩擦力和粘结力,将边坡土体加固成一个整体结构,从而提高边坡的稳定性。施工时,首先要对边坡进行修整,使其达

到设计要求的坡度和平整度。然后按照一定的间距和角度在坡面上钻孔,插入土钉,并注入水泥砂浆等粘结材料,使土钉与土体紧密结合。之后在坡面上铺设钢筋网,再喷射混凝土,形成一个混凝土面层,与土钉共同作用,抵抗土压力和其他外力。(2)土钉墙支护技术具有一些优点。它施工简便、速度快,能快速对边坡进行支护,缩短施工周期。成本相对较低,在一些中小型深基坑工程中具有较高的经济性,对周边环境影响较小,适合在场地较为狭窄的区域施工。然而,该技术也有一定的适用条件限制,它适用于土质较好、地下水位较低的情况。在软土地基或地下水丰富的地区,其支护效果可能会受到影响。此外,土钉墙的支护深度有限,对于深度较大的深基坑,可能需要结合其他支护方式共同使用。在实际工程中,需根据具体地质条件和工程要求,合理选择和应用土钉墙支护技术。

2.5 内支撑支护技术

(1)该技术主要是通过通过在基坑内部设置支撑结构,来平衡基坑外侧的土压力和水压力,以保证基坑的稳定。常见的支撑结构形式有钢支撑和混凝土支撑。钢支撑具有安装拆卸方便、可重复利用的优点,能快速形成支撑体系,适用于施工周期较短的项目。混凝土支撑则刚度大、稳定性好,能承受较大的荷载,但其施工周期相对较长,拆除较为复杂。(2)过程中,内支撑的设计至关重要。需要根据基坑的形状、尺寸、深度以及地质条件等因素,合理确定支撑的位置、间距和形式。在安装支撑时,要保证支撑的精度和连接的可靠性,要注意与土方开挖的协调配合,遵循“先支撑后开挖”的原则,避免超挖导致基坑失稳。(3)内支撑支护技术的优点明显,它能有效地控制基坑变形,为基坑内的施工提供较大的空间。但也存在一些缺点,如施工工艺复杂,需要专业的施工队伍和设备。而且在拆除支撑时,需要考虑对周边结构的影响,制定合理的拆除方案。在实际应用中,要综合考虑工程的各种因素,选择合适的内支撑支护技术,确保深基坑施工的安全和顺利进行^[3]。

3 土木工程深基坑施工中的支护技术应用进展

3.1 新型支护材料的应用

在土木工程深基坑施工中,新型支护材料的应用为支护技术的发展带来了新的契机。(1)高强度钢材的应用逐渐广泛。例如,在桩、锚杆和支撑等支护构件中,高强度钢材的使用提高了支护结构的承载能力。与传统钢材相比,其强度更高,能够承受更大的荷载,从而减少支护结构的截面尺寸,节省材料用量并增加施工空间,高强度钢材的耐久性更好,能在复杂的地质环境和

长期的使用过程中保持稳定的性能,降低了维护成本。

(2) 新型混凝土材料也不断涌现。高性能混凝土具有更高的强度、更好的抗渗性和耐久性,在深基坑支护工程中,使用高性能混凝土可以增强支护结构的整体性能,减少裂缝的产生,提高其防渗能力,有效阻挡地下水的渗透,保障基坑的安全。自密实混凝土也是一种新型的应用材料,其无需振捣即可自流平并填充模板的各个角落,保证了混凝土的密实性,提高了施工效率和质量,尤其适用于一些复杂形状或难以振捣的支护结构部位,如地下连续墙的底部和一些特殊形状的支撑构件,为支护工程的施工带来了便利和质量保障。

3.2 数字化技术在支护施工中的应用

通过在支护结构和周边环境布置各类传感器,如位移传感器、应力传感器、地下水位监测仪等,可实时采集大量的数据。这些数据经传输系统快速传输到数据分析中心,利用专业软件进行分析处理。施工人员能据此及时掌握基坑变形情况、支护结构的受力状态以及地下水变化等信息。一旦发现数据异常,便可立即采取相应措施进行调整和处理,实现了信息化施工和动态反馈控制,极大地提高了施工的安全性和准确性。基于BIM技术的支护工程设计与施工管理也发挥着重要作用。在设计阶段,BIM技术可进行三维建模,将支护结构、周边建筑物和地下管线等信息整合到一个虚拟的三维模型中,进行碰撞检查和优化设计。施工前就能提前发现设计中的问题并进行优化,减少施工中的变更和错误。在施工过程中,BIM技术可进行进度模拟,合理安排施工顺序和资源调配,同时对施工质量和安全进行实时监控和管理。

3.3 复杂地质条件和环境下的支护技术创新

在土木工程深基坑施工中,面对复杂地质条件和环境,支护技术不断创新以应对诸多挑战。对于软土地基深基坑支护,技术研究取得了显著进展。由于软土地基土体稳定性差、变形控制难度大,传统支护技术往往难

以满足要求。因此,复合土钉墙、搅拌桩加固等联合支护技术应运而生。复合土钉墙将土钉与其他支护结构相结合,如微型桩、预应力锚杆等,增强了支护体系的整体稳定性和抗变形能力。搅拌桩加固则通过在软土中搅拌注入水泥等固化剂,改善土体的物理力学性质,提高地基承载力和抗剪强度,为基坑支护提供更好的基础条件。在临近既有建筑物和地下管线的情况下,创新的支护技术措施至关重要。为保护周边设施安全,采用隔断墙技术,如地下连续墙、三轴搅拌桩等,将基坑与周边环境分隔开,减少基坑施工对其的影响,土体加固技术如注浆加固、高压旋喷桩加固等被广泛应用,提高周边土体的强度和稳定性,防止土体变形过大导致既有建筑物沉降或地下管线损坏^[4]。

结束语

在土木工程深基坑施工领域,支护技术的研究与应用取得了显著的进展。各种支护技术不断发展创新,新型支护材料、数字化技术的应用以及在复杂条件下的技术突破,都为深基坑工程的安全和质量提供了有力保障。然而,我们仍面临着施工质量控制、设计与实际差异以及周边环境影响等诸多挑战。未来,应持续加强研发创新,提高施工管理水平,注重多学科融合,以推动支护技术向更高效、更安全、更环保的方向迈进,为土木工程建设的蓬勃发展奠定坚实基础。

参考文献

- [1]柳洪强.建筑工程施工中深基坑支护施工技术的重要性及应用实践[J].中小企业管理与科技,2022(13):121-123.
- [2]魏庆军.深基坑支护施工技术在房屋建筑工程施工中的应用研究[J].中国建筑装饰装修,2022(03):64-65.
- [3]王志伟,张明远.深基坑支护技术的新进展与应用分析[J].土木工程学报,2023,56(8):123-130.
- [4]李华,周建国.城市地下空间开发中深基坑支护技术的优化与创新[J].地下空间与工程学报,2023,19(4):789-796.