

建筑工程基坑支护技术创新与应用研究

刘海洋

浙江华展研究设计院股份有限公司 浙江 宁波 315012

摘要：随着城市化进程的不断加快，城市地下空间的开发与利用也更加被重视，明挖法在开发城市地下空间方面是一种技术成熟可靠，且施工质量容易保证；基坑支护技术作为保障明挖施工安全与质量的关键环节，其重要性日益凸显。本文旨在探讨建筑工程基坑支护技术的创新与应用，分析当前主流支护技术的特点、优势及局限性，并介绍新兴支护技术的创新点及实践应用案例，以期为建筑工程基坑支护技术的发展提供参考。

关键词：建筑工程；基坑支护；应用；创新

引言

基坑支护技术是明挖法施工中的重要组成部分，它直接关系到基坑开挖过程中的安全稳定及周边环境的安全。随着建筑高度的不断增加和地下空间的广泛利用，基坑支护技术面临着新的挑战 and 机遇。因此，对基坑支护技术的创新与应用进行研究，对于提高建筑工程的安全性和经济性具有重要意义。

1 建筑工程基坑支护技术概述

在建筑工程领域，基坑支护技术是确保地下结构施工安全、稳定的关键环节。随着城市化进程的加快和建筑技术的不断进步，基坑支护技术也在日新月异地发展，从传统的支护方法到新型技术的涌现，为各类复杂地质条件下的基坑工程提供了多样化的解决方案。

1.1 传统基坑支护技术

传统基坑支护技术作为建筑工程中的基础手段，经过长期的应用与实践，形成了多种成熟可靠的支护体系，其中地下连续墙支护、土钉墙支护和钢板桩支护是最为典型的代表。

1.1.1 地下连续墙支护

地下连续墙支护技术，其核心在于采用钢筋混凝土墙作为支护结构。这种支护方式具有显著的整体性强、防渗性能好、施工速度快等优点。钢筋混凝土墙的连续性和刚度能够有效抵抗基坑开挖过程中产生的侧向土压力和水压力，确保基坑的稳定性^[1]。此外，地下连续墙还能作为地下结构的外墙，直接参与主体结构的受力，提高了空间利用率。因此，该技术广泛应用于地下室、地下商场、地铁车站等大型地下建筑中，特别是在软土地层和水位较高的地区，其优势尤为突出。

1.1.2 土钉墙支护

土钉墙支护是一种经济高效的支护方式，其特点在于施工简便、成本低廉，特别适用于地下水位以上或经

过降水处理后的粘性土或密实性较好的砂土地层。土钉墙通过在基坑侧壁打入土钉，并喷射混凝土面层形成复合支护结构，增强了土体的整体稳定性和抗剪强度。由于土钉墙支护对周边环境影响较小，且能够适应一定的变形，因此多用于基坑侧壁安全等级为二级、三级的非软质土地层，如住宅小区、商业建筑等中小型项目的基坑支护。

1.1.3 钢板桩支护

钢板桩支护技术以其施工简便、整体性好而著称，尤其适用于开挖深度较浅、地质条件相对简单的基坑。钢板桩通过打桩机将带有锁口的钢板桩逐根打入土中，形成连续的钢板墙，以阻挡土压力和水压力。然而，受钢板长度和刚度的限制，钢板桩支护在深基坑或复杂地质条件下的应用受到一定限制。它多用于一般地下水条件、深度和宽度不很大的粘性沙土层中，如小型地下室、管道沟槽等工程的支护。

1.2 新型基坑支护技术

随着科技的不断进步，新型基坑支护技术应运而生，它们在传承传统技术优点的基础上，融入了更多的创新元素，提高了支护效率，降低了施工成本，对环境的影响也更小。

1.2.1 自稳式基坑支护结构技术

自稳式基坑支护结构技术是一项具有革命性的创新，其核心在于采用斜向前撑桩和后拉杆替代传统的水平内支撑，与围护桩、加强体、圈梁和配筋垫层等组合形成一种新兴的支护结构。这一技术创新点在于其独特的支撑体系设计，不仅减少了内支撑的设置，还大大提高了支护结构的稳定性和自稳能力。自稳式基坑支护技术的优势在于低碳环保、节省工期、提高施工效率。由于减少了水平内支撑的使用，施工现场更加开阔，便于机械化施工，从而加快了施工进度。同时，该技术对周

边环境的干扰小,有利于保护邻近建筑物和地下管线。据实践应用,如临港中银西岛200米超高层项目,采用自稳式基坑支护技术后,较传统工艺缩短了6.5个月的工期,节省了1500万元的造价,经济效益显著。

1.2.2 装配式基坑内支撑

装配式基坑内支撑是另一种新型支护技术,其创新点在于以定型化预制构件为主体,现场通过装配而成的内支撑体系。这种支护方式实现了标准化构件的批量生产,不仅提高了构件的质量,还大大缩短了现场安装时间,降低了施工成本。装配式基坑内支撑的优势在于标准化构件的装配、安拆方便、重复周转使用,有效缩短了工期和降低了造价。同时,由于预制构件的生产过程更加环保,减少了现场湿作业,有利于环境保护^[2]。该技术适用于各种基坑支护场景,无论是深基坑还是复杂地质条件,都能通过调整预制构件的规格和组合方式,达到最佳的支护效果。在实际应用中,装配式基坑内支撑技术显著提升了施工效率和经济效益,成为未来基坑支护技术发展的重要方向之一。

2 建筑工程基坑支护技术的创新与应用实践

2.1 材料创新

材料是基坑支护结构的基础,其性能直接影响支护结构的承载力和耐久性。近年来,随着材料科学的快速发展,高性能材料在基坑支护中的应用越来越广泛。

2.1.1 高性能材料的应用

高强度钢材和高性能混凝土是基坑支护中常用的高性能材料。高强度钢材具有更高的屈服强度和抗拉强度,能够承受更大的土压力和水压力,从而提高支护结构的承载力。同时,高强度钢材还具有良好的韧性和焊接性,便于加工和施工。高性能混凝土则具有更高的抗压强度和抗渗性能,能够有效抵抗地下水的侵蚀,保证支护结构的耐久性。在实际工程中,高强度钢材和高性能混凝土的应用显著提高了支护结构的安全性和可靠性。例如,在深基坑支护中,采用高强度钢材制作的支护桩和支撑梁,能够承受更大的侧向土压力,确保基坑的稳定。同时,高性能混凝土的应用也提高了支护墙的防渗性能,减少了地下水的渗漏,保证了基坑内的干燥和施工的安全。

2.1.2 环保材料的应用

随着环保意识的不断提高,环保材料在基坑支护中的应用也越来越受到重视。可回收预应力锚杆是一种新型的环保材料,它实现了资源的重复利用,降低了碳排放。可回收预应力锚杆采用高强度钢材制作,具有预应力效果好、施工方便、可回收利用等优点。在基坑支护

中,可回收预应力锚杆能够替代传统的锚杆,减少了对环境的污染和资源的浪费。此外,还有一些生物降解材料也开始在基坑支护中得到应用。这些材料在完成支护作用后,能够在自然环境中逐渐降解,不会对环境造成长期污染^[3]。虽然目前生物降解材料在基坑支护中的应用还处于初步阶段,但随着技术的不断进步和成本的降低,相信未来会有更广泛的应用。

2.2 结构创新

除了材料的创新外,基坑支护结构的创新也是近年来技术发展的重要方向。组合式支护结构和智能化支护结构是两种具有代表性的结构创新。

2.2.1 组合式支护结构

组合式支护结构是将多种支护技术相结合,形成的一种新型支护结构。它充分发挥了各种支护技术的优点,提高了基坑支护的整体稳定性和安全性。例如,可以将地下连续墙与土钉墙相结合,形成组合式支护结构。地下连续墙具有整体性强、防渗性能好的优点,能够承受较大的土压力和水压力;而土钉墙则具有施工简便、经济高效的优点,适用于地下水位以上或经降水后的粘性土或密实性较好的砂土地层。将两者相结合,可以充分发挥各自的优点,提高支护结构的整体性能。在实际工程中,组合式支护结构的应用已经取得了显著的效果。例如,在复杂地质条件下的深基坑支护中,采用地下连续墙与土钉墙相结合的组合式支护结构,既保证了基坑的稳定性,又降低了施工成本,提高了经济效益。

2.2.2 智能化支护结构

智能化支护结构是利用传感器和智能控制系统,实时监测支护结构的变形和应力状态,及时预警并采取相应措施的一种新型支护结构。它实现了支护结构的智能化监测和管理,提高了支护结构的安全性和可靠性。在智能化支护结构中,传感器被安装在支护结构的关键部位,实时监测支护结构的变形、应力、温度等参数。这些数据通过无线传输方式发送到智能控制系统,系统对数据进行实时分析和处理,判断支护结构的状态是否安全。一旦发现异常情况,系统会立即发出预警信号,并采取相应的措施,如调整支护参数、加强监测频率等,以确保支护结构的安全。智能化支护结构的应用已经在一些大型建筑工程中得到了实践。例如,在超高层建筑的基坑支护中,采用智能化支护结构可以实时监测支护结构的变形和应力状态,及时发现并处理潜在的安全隐患,确保基坑施工的安全和顺利进行。

2.3 施工创新

施工技术的创新也是基坑支护技术发展的重要方向

之一。绿色施工技术和信息化施工技术是两种具有代表性的施工创新。

2.3.1 绿色施工技术

绿色施工技术是在基坑支护施工中采用预制构件、机械化施工等方式,减少建筑垃圾和粉尘噪声污染的一种施工技术。它实现了施工过程的环保和节能,降低了对环境的影响。在基坑支护施工中,采用预制构件可以减少现场湿作业,降低粉尘和噪声污染。同时,机械化施工也可以提高施工效率,减少人工操作,降低劳动强度。例如,在钢板桩支护施工中,采用机械化打桩机可以快速、准确地打入钢板桩,提高施工效率和质量。

2.3.2 信息化施工技术

信息化施工技术是利用BIM技术、GIS技术等信息化手段,优化施工方案,提高施工效率和质量的一种施工技术。它实现了施工过程的数字化和智能化,提高了施工的科学性和准确性。在基坑支护施工中,利用BIM技术可以进行三维建模和模拟施工,优化施工方案和资源配置。同时,利用GIS技术也可以对施工现场进行地理信息分析和处理,提高施工效率 and 安全性^[4]。例如,在深基坑支护施工中,利用BIM技术可以模拟支护结构的施工过程和受力状态,优化支护参数和施工顺序,确保支护结构的安全和稳定。

3 建筑工程基坑支护技术面临的挑战与发展趋势

3.1 面临的挑战

建筑工程基坑支护技术在实际应用中,面临着多方面的挑战,这些挑战既来自于自然地质条件的复杂性,也来自于城市化进程中的环境压力和环保要求的提高。地质条件复杂多变是基坑支护技术面临的一大挑战。不同地区的地质条件差异显著,有的地区土层松软,有的地区岩层坚硬,还有的地区存在地下水丰富、土质不稳定等问题。这些复杂多变的地质条件对基坑支护技术提出了更高的要求,需要技术人员根据具体情况选择合适的支护方案,确保基坑的稳定和安全。周边环境日益复杂也是基坑支护技术面临的重要挑战。随着城市化进程的加快,基坑周边往往存在大量建筑物、地下管线等构筑物。这些构筑物的存在增加了基坑支护的难度,因为支护结构不仅要承受土压力和水压力,还要考虑对周边构筑物的影响,确保它们的安全和稳定。此外,环保要

求不断提高也是基坑支护技术面临的一大挑战。随着环保意识的增强,人们对建筑工程施工中的环保和可持续发展问题越来越关注。基坑支护技术需要更加注重环保,采用环保材料、减少施工过程中的噪音和粉尘污染,降低对周边环境的影响。

3.2 发展趋势

面对上述挑战,建筑工程基坑支护技术也在不断发展和创新,呈现出以下发展趋势:智能化与信息化是基坑支护技术的重要发展方向。通过利用传感器、智能控制系统等信息化手段,可以实现对基坑支护结构的实时监测和控制,及时发现并处理潜在的安全隐患,提高支护结构的安全性和可靠性。绿色化与环保化也是基坑支护技术发展的必然趋势。采用环保材料、绿色施工技术等手段,可以降低基坑支护对环境的影响,实现建筑工程施工的可持续发展。同时,标准化与模块化也是提高基坑支护施工效率和质量的有效途径。通过推广标准化构件和模块化施工方式,可以减少现场湿作业,提高施工效率,降低劳动强度,确保支护结构的质量和稳定性。

结语

建筑工程基坑支护技术的创新与应用对于提高建筑工程的安全性和经济性具有重要意义。未来,随着智能化、信息化、绿色化等技术的不断发展,基坑支护技术将迎来更加广阔的发展前景。同时,我们也需要持续关注新技术的发展动态,加强技术创新与应用研究,为建筑工程基坑支护技术的发展贡献力量。

参考文献

- [1]刘顺景,李刚,杨向斌.深基坑支护技术在建筑工程中的应用研究[J].中国建筑金属结构,2025,24(02):101-103.
- [2]刘艳,宗允建.深基坑支护技术在建筑施工中的应用与创新探索[J].新城建科技,2025,34(01):159-161.
- [3]宋仁松.建筑工程中深基坑支护施工技术的应用[J].中国住宅设施,2024,(12):122-124.
- [4]哈志刚,杜娜.建筑土木工程施工中的基坑支护技术应用探讨[C]//《中国建筑金属结构》杂志社有限公司.2024新质生产力视域下智慧建筑与经济发展论坛论文集(二).平凉天正基础工程有限责任公司;甘肃金正信工程项目管理咨询有限公司;,2024:26-27.