

地下连续墙在深基坑支护中的应用与优化

张翔

上海市基础工程集团有限公司, 上海 200002

摘要： 本文详细探讨了地下连续墙在深基坑支护中的应用与优化，旨在为类似工程提供理论支持和实践指导。文章介绍了地下连续墙的基本原理，包括其定义、组成及分类、受力特性和施工工艺，为后续分析打下基础。本文阐述了地下连续墙在深基坑支护中的必要性，并分析了其在深基坑支护中的优势，同时通过实际工程案例展示了地下连续墙的应用效果。文章提出了地下连续墙在深基坑支护中的优化措施，包括优化设计参数、施工工艺优化、监测与信息化管理以及环境保护与绿色施工等方面，以实现更高效、安全的基坑支护。这些研究成果对于推动地下连续墙在深基坑支护中的应用与发展具有重要意义。

关键词： 地下连续墙；深基坑；支护；优化；应用

Application and Optimization of Underground Continuous Wall in Deep Foundation Pit Support

Zhang Xiang

Shanghai Foundation Engineering Group Co., Ltd. Shanghai 200002

Abstract： This paper delves into the application and optimization of underground continuous walls in deep foundation pit support, aiming to provide theoretical support and practical guidance for similar projects. The article introduces the basic principles of underground continuous walls, including their definition, composition, classification, mechanical characteristics, and construction technology, laying the foundation for subsequent analysis. This paper elaborates on the necessity of underground continuous walls in deep foundation pit support and analyzes their advantages. Simultaneously, it demonstrates the application effects of underground continuous walls through practical engineering cases. The article proposes optimization measures for underground continuous walls in deep foundation pit support, including optimizing design parameters, construction process optimization, monitoring and information management, environmental protection, and green construction, to achieve more efficient and safer foundation pit support. These research results are significant for promoting the application and development of underground continuous walls in deep foundation pit support.

Keywords： underground continuous wall; deep foundation pit; support; optimization; application

引言

随着中国城市化步伐的加快，城市空间利用率成为关键议题，促使高层建筑和大型基础设施项目迅速增加。这些项目的建设离不开深基坑工程，它们通常位于城市中心区域，周围环境复杂，施工空间有限，这些因素对支护结构提出了更高的要求。深基坑支护的目标是防止基坑坍塌、控制周边地面沉降和邻近建筑物的倾斜，确保施工的安全和顺利进行。地下连续墙作为一种支护结构，因其卓越的性能、较低的施工振动和噪声以及对周围环境影响小等优点，在深基坑工程中得到了广泛应用。它不仅能有效隔离地下水，还能承受土压力和水压力，保证基坑的稳定性，并可与其他支护结构结合，形成更稳固的支护体系。然而，深基坑工程的复杂性和不确定性对地下连续墙的支护效果和施工质量提出了挑战。

一、地下连续墙的基本原理

(一) 地下连续墙的定义

随着城市化进程的加快，以深基坑工程为主的地下空间开发

规模越来越大。地下连续墙作为承受水土压力、支撑轴力和地面荷载共同作用的结构已被广泛应用。^[1] 地下连续墙是深基坑支护的关键结构，通过挖掘沟槽并浇筑混凝土形成连续墙体，有效围护和支撑土体，防止坍塌，并隔绝地下水，确保施工安全。其

特点包括高连续性、良好支护效果、低施工振动和噪声、环境影响小，适应性强。广泛应用于深基坑支护、地下空间开发、防洪堤建设、滑坡治理等领域，对城市基础设施建设具有重要意义。

（二）地下连续墙的组成及分类

地下连续墙是一种深基坑支护结构，主要由墙体、支撑和基础三部分组成。墙体是地下连续墙的主要组成部分，通常采用钢筋混凝土材料浇筑而成，也可以采用其他复合材料。^[2] 墙体的厚度和深度根据地质条件、基坑深度和支护要求等因素确定。支撑则是用于增强墙体的稳定性和承载能力，通常设置在墙体内侧或外侧，可以采用锚杆、支撑桩、钢支撑等形式。基础是地下连续墙的承载部分，通常采用桩基础或扩大基础，用于将墙体的荷载传递到深层土层中。

地下连续墙是深基坑支护的复杂结构，根据材料和环境不同，分为混凝土连续墙、钢板桩墙、地下连续墙与桩锚结合体系和地下连续墙与内支撑结合体系。混凝土连续墙使用钢筋混凝土，适用于各种地质条件。钢板桩墙使用钢板桩，施工速度快，适合浅基坑。地下连续墙与桩锚结合体系结合了连续墙和桩锚的优点，适用于复杂地质和深大基坑。地下连续墙与内支撑结合体系增强墙体承载能力，适用于深基坑和地质较差情况。这些不同类型的地下连续墙为工程师提供了多种选择以适应工程需求和地质条件。

（三）地下连续墙的受力特性

地下连续墙作为一种深基坑支护结构，其主要受力特性表现为墙体与土体的相互作用。在地下连续墙的施工和服役过程中，墙体承受着来自土体的土压力、水压力以及可能的动荷载。^[3] 这些荷载通过墙体的分布，传递到支撑系统或基础上，从而确保基坑的稳定性。

具体来说，地下连续墙的受力特性包括以下几个方面：

1. 土压力：土压力是地下连续墙承受的主要荷载之一，包括主动土压力、被动土压力和静止土压力。土压力的大小和分布与土体的性质、墙体深度和地下水条件等因素有关。

2. 水压力：当地下水位高于基坑底部时，地下连续墙还需要承受水压力的作用。水压力会对墙体产生较大的推力，增大墙体的受力负担。

3. 墙体刚度：地下连续墙的刚度对其受力特性有重要影响。刚度较大的墙体能够更好地抵抗土压力和水压力，减小墙体的变形和基坑周边地面沉降。

4. 支撑系统：地下连续墙通常需要设置支撑系统，如锚杆、支撑桩、钢支撑等，以限制墙体的位移和变形。支撑系统的设置和受力特性对地下连续墙的整体性能至关重要。

5. 墙体接头：地下连续墙通常由多个墙段组成，墙段之间的接头处理对墙体的受力特性有较大影响。^[4] 合理的接头设计和施工能够确保墙体的整体性和连续性。

6. 基础受力：地下连续墙的基础受力特性也是其整体性能的重要方面。基础需要能够承受来自墙体的荷载，并将其传递到深层土层中。

（四）地下连续墙的施工工艺

地下连续墙的施工工艺包括沟槽挖掘、材料准备、钢筋笼制作安装、混凝土浇筑、接头处理、沟槽回填和支护结构施工。挖掘沟槽需降水或护壁，准备钢筋混凝土材料，确定配比和布置。制作并安装钢筋笼，浇筑混凝土确保整体性和密封性。接头处采取特殊措施。浇筑完成后回填沟槽并施工支撑结构，如锚杆、支撑桩或钢支撑，以增强承载能力和稳定性。整个工艺流程旨在确保墙体的连续性、稳定性和密封性，实现有效的深基坑支护。

二、地下连续墙在深基坑支护中的应用

（一）深基坑支护的必要性

深基坑支护在现代城市建设中至关重要，其必要性体现在多个方面。随着城市化的加速，越来越多的深层建筑结构如地下室和地铁站等需要通过大型基坑来实现。这些基坑的开挖会破坏土体的自然平衡，导致土体位移和变形，因此，支护结构如地下连续墙的使用变得尤为重要，它们能够提供必要的侧向抵抗力，防止土体坍塌，保障施工安全。^[5] 同时，深基坑的开挖还可能引起周边地面的沉降，影响邻近建筑物和地下管线的安全，而有效的支护措施能够减少这种沉降，保护周边环境。此外，地下水是深基坑施工中的一个主要风险，支护结构必须具备良好的隔水性能，以防止地下水涌入基坑。除了安全考虑，支护结构还能提供必要的施工空间，便于机械和材料的运输，提高施工效率。由于地质条件的多样性，深基坑支护需要根据具体情况进行设计和施工，以适应复杂的工程环境。

（二）地下连续墙在深基坑支护中的优势

地下连续墙在现代城市建设中作为一种广泛采用的深基坑支护结构，其优势显著，包括出色的承载能力和稳定性、适应各种地质条件的能力、良好的隔水性能、较小的施工振动和噪声、节省空间和对周边设施影响小、与其他支护结构相结合的灵活性，以及适用于深大基坑的适用性。^[6] 这些优势使得地下连续墙成为深基坑支护中一种非常可靠和高效的选择，能够在保证基坑稳定性的同时，减少对周边环境和居民生活的影响，适应不同工程需求，尤其在大型基坑和特殊地质条件下，其优势更加突出。

（三）地下连续墙在深基坑支护中的应用实例

地下连续墙作为一种强大的深基坑支护手段，在各种大型基建项目中发挥着至关重要的作用。它以其高强度的承载能力和稳定性，成为许多复杂工程的首选支护方式。在大型商业综合体项目中，地下连续墙支护深层地下室，能够承受上方建筑物的压力并有效隔绝地下水，确保施工安全。在地铁和隧道工程中，地下连续墙支护隧道和地铁通道，承受巨大的土压力和水压力，同时具有优良的隔水性能，防止地下水涌入。在大型桥梁和码头建设中，地下连续墙作为支护结构，承受土压力和水压力，保证工程安全，并防止地下水涌入。在大型基坑工程中，地下连续墙支护基坑，承受土压力和水压力，同时具有优良的隔水性能，防止地下水涌入基坑。这些应用实例充分展示了地下连续墙在深基坑支护中的广泛应用和显著优势。

三、地下连续墙在深基坑支护中的优化措施

(一) 优化设计参数

地下连续墙在深基坑支护中的应用通过优化设计参数和施工工艺来提升支护效果和质量。优化参数包括墙体厚度、钢筋配置、接头设计、支撑系统、施工工艺和监测管理。^[7] 优化厚度增强抗弯剪能力,减小变形和沉降;合理钢筋配置提高承载和抗震性能;优化接头确保连续性和效果;支撑系统增强承载和稳定性;施工工艺提高连续性和稳定性;监测管理实时了解受力和质量,确保工程安全顺利进行。综合应用优化措施可提高整体性能和安全性,同时降低成本和环境影响。

(二) 施工工艺优化

地下连续墙在深基坑支护中的施工工艺优化,旨在提高效率、降低成本、保证质量,减少环境影响。通过合理选择设备、优化施工顺序、改进混凝土浇注工艺、优化墙体接头处理、实施监测与信息化管理、采取环境保护与绿色施工等措施,可显著提升施工效果。这些措施综合应用可提高施工效率和质量,降低成本和环境影响,保障工程顺利进行,同时增强企业竞争力和市场占有率。

(三) 监测与信息化管理

地下连续墙在深基坑支护中的优化措施之一是实施监测与信息化管理。这项措施旨在通过实时监测和数据管理,提高施工的安全性和效率,同时确保工程质量。^[8] 具体实施策略包括:安装高精度的位移、应力、水位等监测设备,实时收集地下连续墙和基坑周边环境的各项参数;对收集到的监测数据进行实时分析和处理,评估地下连续墙的支护效果和基坑的安全状况;建立信息化管理系统,集成实时监测数据、施工进度、质量控制等信息,实现数据的集中管理和共享;建立预警机制,对可能出现的安全风险进行提前预警;利用现代信息技术,实现对地下连续墙施工过程的远程监控和远程操作;通过监测与信息化管理,不断收集和分析施工数据,总结经验教训,优化施工方案和工艺。这些措施的综合应用,可以提高地下连续墙在深基坑支护中的施工效率和质量,降低施工风险,为工程的安全顺利进行提供有力保障。同

时,信息化管理还可以促进施工管理的现代化,提高施工企业的核心竞争力。

(四) 环境保护与绿色施工

地下连续墙在深基坑支护中的优化措施之一是环境保护与绿色施工,这一措施旨在通过一系列环保措施减少施工对环境的影响,实现可持续施工。具体实施策略包括:在施工过程中采取措施减少噪音、振动和扬尘等对周边环境的影响,如使用降噪设备、设置隔声屏障、喷水降尘等,并合理规划施工区域以减少对周边居民和生态环境的干扰。^[9] 同时,合理处理施工过程中产生的废弃物,如混凝土废料、钢筋头等,通过回收利用或安全处置来降低资源浪费,并提高资源利用率,如合理使用水资源、减少能源消耗等。此外,采用绿色施工技术,如使用环保型混凝土、低挥发性建筑材料等,可以降低施工过程中对环境的影响,提高工程质量。在施工结束后,对施工区域进行植被恢复和绿化,种植适宜的植物,恢复原有植被,提高土壤肥力,减少水土流失。加强对施工人员的环保意识培养,通过培训和教育,使施工人员掌握环保施工知识和技能,确保在施工过程中遵循环保要求。通过这些环境保护与绿色施工措施的综合应用,可以减少地下连续墙施工对环境的影响,实现可持续发展,同时提高施工企业的社会责任感,增强其在市场中的竞争力。^[10]

四、结束语

本文全面研究了地下连续墙在深基坑支护中的应用与优化,探讨了其基本原理、受力特性、施工工艺等,并展示了其在不同工程中的实际应用。研究指出地下连续墙在支护效果、地质适应性、隔水性能等方面的优势,并提出了包括设计参数优化、施工工艺改进、监测与信息化管理、环境保护与绿色施工等在内的多项优化措施。这些措施旨在提升地下连续墙的支护性能,减少环境影响,确保工程顺利进行。尽管研究存在局限性,但仍为地下连续墙在深基坑支护中的应用与优化提供了理论支持和实践指导,对我国城市建设和基础设施发展具有重要意义。

参考文献

- [1] 陈锋, 谌艳, 李衍航, 等. 深基坑嵌岩地下连续墙弯矩计算及风险评估研究 [J]. 广东土木与建筑, 2024, 31(05): 77-80. DOI: 10.19731/j.gdtmyjz.2024.05.019.
- [2] 洪小星, 樊冬冬, 刘俊城, 等. 富水砂性地层地铁站深基坑施工案例分析 [J]. 广东土木与建筑, 2021, 28(3): 54-57.
- [3] 黄毅, 刘国彬, 张伟立, 等. 基于远程监控管理系统的深基坑测斜数据分析 [J]. 岩土工程学报, 2008, 30(S1): 461-464.
- [4] 程仕远, 陈锦剑, 王建华. 基于位移测试的基坑围护结构弯矩分析与综合风险判别 [J]. 工程勘察, 2014, 42(3): 1-4+10.
- [5] 毛朝辉. 基于监测数据的围护墙弯矩反分析及安全评估研究 [D]. 上海: 同济大学, 2006.
- [6] 张迪. 复杂环境下深基坑支护优化设计研究 [D]. 西安: 西安工业大学, 2017.
- [7] 张强勇. 弹性地基梁杆系有限元法在深大基坑工程支护设计中的应用 [J]. 建筑结构学报, 2005(3): 114-117+121.
- [8] 徐中华, 李靖, 王卫东. 基坑工程平面竖向弹性地基梁法中土的水平抗力比例系数反分析研究 [J]. 岩土力学, 2014, 35(S2): 398-404+411.
- [9] 混凝土结构设计规范 (2015年版): GB50010—2010 [S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2015.
- [10] 刘彬, 惠海鹏. 地铁站深基坑地下连续墙接缝防渗技术研究 [J]. 建筑机械, 2024, (05): 264-268. DOI: 10.14189/j.cnki.cm1981.2024.05.044.