

建筑工程深基坑支护桩技术的应用研究

文 / 王海蕾 济南市工程质量与安全中心

陈士威 中建八局第一建设有限公司

王建平 中建八局第一建设有限公司

宁秉正 中建八局第一建设有限公司

摘要：随着社会的不断发展和水资源利用的加剧，水利工程在保障人们生产生活中发挥着至关重要的作用。水利堤防工程作为防洪、防涝的重要设施，其安全性和稳定性直接影响到人民的生命财产安全。然而，随着时间的推移，堤防工程常常面临渗漏问题，这不仅降低了工程的耐久性，还可能引发严重的水灾事故。因此，堤防工程的防渗加固技术在近年来受到了广泛关注。本研究旨在探讨水利堤防工程的防渗加固技术，分析其应用现状、发展趋势以及存在的问题，并提出相应的优化措施，希望对相关人员提供参考。

关键词：建筑工程；深基坑支护桩；施工技术

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.17.025

引言

水利堤防工程是防止洪水、潮汐和水流渗透的重要设施，在河流、湖泊、堤坝等水域广泛应用。堤防工程的渗漏问题是影响堤防安全性和稳定性的关键因素之一。在水利堤防工程中，由于土质、设计缺陷、施工质量等原因，渗漏现象时有发生。特别是在长期的使用过程中，土壤的自然老化、地下水位变化、外界环境的影响以及极端天气等因素都会导致堤防的渗水风险增加，严重时甚至会导致堤防结构的破坏，造成灾难性的后果。近年来，随着全球气候变化和极端天气事件的增多，堤防工程面临的防洪压力逐渐加大。堤防设计、施工及维护管理中，对于防渗加固技术的要求也日益严格。传统的堤防加固方法，如土工膜铺设、灌浆加固等，虽然在一定程度上改善了堤防的防渗效果，但随着堤防使用年限的增加和新材料、新技术的发展，传统方法的适应性和有效性逐渐受限。因此，开发更加高效、环保和经济的防渗加固技术成为了当前水利工程领域的一项重要课题。

一、深基坑支护桩技术概述

（一）深基坑工程定义与分类

深基坑工程指的是在建筑施工阶段，对于地下空间挖掘深度较大的基坑，所采用的一系列的支持和加固技术，以确保施工的安全性和减少对环境的影响。基坑的深度一般会超出6米，并且由于地下水位、地质状况等多种因素的影响，基坑的挖掘和支撑难度也会有所不同。依据挖掘的深度、应用目的和设计规范，深基坑可以被分类为多种不同的类型，这包括但不限于基础基坑、地下室基坑以及交通设施基坑等。在施工阶段，不同种类的基坑所需的支护方法、结构以及施工的难度都有所区别。例如，高层建筑、工业厂房等地面结构的基础施工主要依赖于基础基坑；对于地下室的基坑，我们需要充分考虑地下空间的使用，并确保不对其周边环境带来太大的干扰；交通基础设施的基坑建设与道路、地铁等公

共基础设施有关，因此施工标准变得更为严格。另外，基坑可以根据其周边的土壤、地下水和其他地质因素被分类为软土基坑、岩土基坑以及复合地基基坑等，而每一种基坑的支撑技术和施工方法都存在差异。因此，深基坑工程的设计和施工是一个复杂的过程，需要综合考虑多个方面的因素，以确保工程的安全性和稳定性。

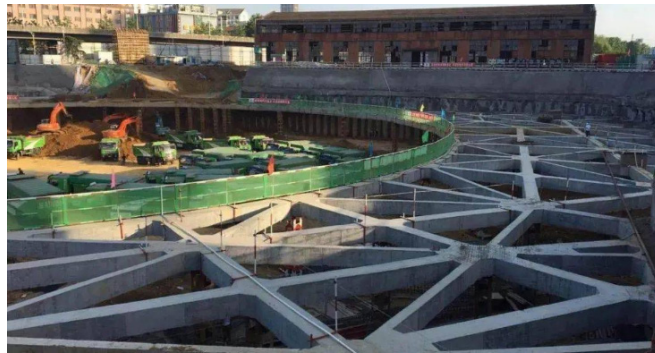


图1 深基坑工程现场

（二）支护桩技术的基本原理

支护桩技术是一种重要的深基坑支护方式，其基本原理是通过在基坑周围或内部施加桩体，以抵抗土壤和水压力，维护基坑的稳定性并防止坍塌。支护桩通常由钢桩或混凝土桩制成，根据不同地质条件和施工需要选择适合的类型。支护桩通过深入地下，以实现地层的有效固定，依靠桩体的抗拔力和侧向承载力将周围的土壤及水压力传递至深层土壤，从而减少基坑边坡的滑动和变形受力。桩基的设计需考虑桩的长度、直径、材料强度及其间距等因素，以确保满足施工要求。支护桩在施工时，通过机械设备将桩体打入或钻入土中，其施工过程也需避免对周围环境造成不利影响，例如振动、噪音等。支护桩技术的有效应用不仅能够提高基坑的稳定性和安全性，还能在一定程度上保护周围的建筑物和基础设施，减少施工过程中的风险。同时，针对不同的土质和水文条件，支护桩可与其他支护结构如挂网、锚杆

等结合使用，以达到更好的支护效果，实现工程的经济性与安全性的平衡。这种综合应用方式在深基坑土木工程中逐渐得到推广和深化。

（三）支护桩的类型与选型原则

支护桩的类型多种多样，主要包括钢桩、混凝土桩和灌注桩等，每种类型具有不同的特性和适用场景。钢桩凭借其高强度和良好的耐腐蚀性，通常用于需要承受较大横向力的环境，如软土地区的深基坑支护；混凝土桩则以其优良的抗压性能和更好的塑形能力而受到广泛应用，适用于各种地质条件下的支护需求；灌注桩因其施工简便和适应性强，被广泛应用于复杂地质和高地下水位的基坑中。在选择支护桩时，需要综合考虑一系列因素，如土壤类型、地下水位、施工环境及经济预算等，确保所选桩型能够满足特定工程的技术要求和施工安全性。施工现场的地质勘察结果是选型的重要依据，通过对土壤的承载力、含水量及其变形特性进行分析，选择最合适的桩型和桩体参数。同时，应考虑桩的施工工艺、设备可行性以及对周围环境的影响，以降低施工风险和潜在的环境问题。此外，不同类型支护桩的组合使用也可以提升支护效果，如钢桩和混凝土桩的组合，有效克服各自的不足，从而在项目中实现最佳的支护效果。因此，支护桩的选型不仅要基于技术参数，还需兼顾施工的可行性与经济效益，以达到最佳的工程效果。



图1 钢板支护桩

二、深基坑支护桩的施工技术的应用

（一）土壤勘察与地质条件分析

土壤勘察与地质条件分析是深基坑施工中至关重要的环节。通过对施工现场进行详尽的土壤勘察，可以获得土层的厚度、土壤的物理及力学性质以及地下水位等关键参数。常见的土壤类型包括粘土、砂土、卵石土及岩石等，分别具有不同的承载能力和变形特性。以粘土为例，其黏聚力通常在 20 至 50kPa 之间，而干密度一般为 1.6 到 2.0g/cm³，这对支护桩的设计至关重要。在地质条件分析中，需重点关注地下水位的变化及其对土壤稳定性的影响，地下水位的波动会显著改变土壤的有效应力，增加基坑开挖后的沉降风险。针对不同的土层，通常会采取不同的处理措施。如在高地下水位或砂土地

区，可能需要引入降水或排水系统，以减少水压力的影响，并选择适合的支护桩类型，以确保基坑的稳定。此外，土壤的剪切强度、排水性能和扩展性等指标，也成为影响支护桩设计的重要参考数据。为确保土壤勘察的有效性，通常采用钻探、取样和现场测试等方法，以获取真实可靠的地质资料，提供科学依据指导工程设计和施工，从而实现安全、经济的深基坑支护方案。

（二）支护桩设计与施工方案选择

支护桩的设计与施工方案选择是深基坑工程中的重要环节，直接影响到基坑的安全性和施工效率。设计阶段需全面考虑地质条件、施工环境及工程要求，首先进行详尽的土壤勘察，获取土壤的物理与力学参数，例如土壤的内摩擦角（通常在 30° 至 45° 之间）、黏聚力（可在 10 至 50kPa 之间波动）以及地下水位情况。在此基础上，进行支护桩的计算，根据基坑的深度和周边环境确定需要的桩长和桩径，一般情况下，深基坑需要的桩长可达到 8 至 15 米，桩径则视具体设计而定，通常为 300 至 600 毫米。

在施工方案的选择中，需根据施工现场的实际情况及技术要求，选用适合的施工方法，如打桩或钻孔灌注等工艺。对于软土和高水位地区，钻孔灌注桩是更为理想的选择，这种方法能够有效控制桩体的沉降和变形，同时减小对周围建筑的影响。在设计时，还需考虑施工设备的可行性与经济性，确保施工流程顺畅。施工方案还应包括临时支护与施工措施，以保证施工期间的安全性，避免基础土壤的暴露或浑浊影响到桩的稳定性，在某些情况下，结合墙体支护和地下水处理措施能够提升施工的安全等级。总之，支护桩的设计与施工方案选择是一个系统性的过程，需综合考虑多方面的因素，以实现高效、安全的施工目标。

（三）支护桩施工的基本步骤与技术要求

支护桩施工的基本步骤包括现场准备、桩位放样、桩体施工及后期处理等环节。施工开始前，需对施工现场进行全面的清理和准备，确保无障碍物和杂物影响施工。同时，依据设计图纸进行桩位放样，确保桩的位置和间距符合设计要求，常用的方法包括使用全站仪或水准仪进行定位。在桩位确认无误后，进行桩体的实际施工，依据选定的桩型采取相应的施工工艺，例如打桩或钻孔灌注。对于打桩，桩机需准确将桩体垂直打入土中，施工过程中需实时监测桩体的沉入深度与垂直度，以确保桩的质量。若采用钻孔灌注桩，则需先钻取合适深度的孔洞，然后进行清孔，确保孔内无浮渣和泥沙，再进行混凝土灌注，混凝土浇筑过程中要保持持续、均匀，以避免出现分层现象。

施工时必须严格遵守技术规范，确保每根桩的施工质量符合设计要求，通常要求桩的抗压强度达到设定标准。此外，对于高水位及软土地区，特别要注意桩体的稳定性与固结情况，必要时可采取降水措施，以防止施

工过程中的坍塌和变形。为保证施工安全，施工现场还应设置警示标志，并确保施工人员接受专业培训，以提升整体施工安全意识和操作技能。通过严格把控这些基本步骤与技术要求，可以有效提高支护桩的施工质量与安全性。

三、深基坑支护技术的未来发展方向

（一）新型材料与技术

新型材料与技术深基坑支护桩中的应用，极大地推动了该技术的发展与创新。近年来，随着材料科学和工程技术的进步，许多高性能材料被应用于支护桩的设计和施工中，例如高强度钢筋、复合材料和特种水泥等。这些材料不仅提高了桩体的承载力和抗腐蚀性能，还能在复杂的地质环境中提供更好的稳定性和耐久性。例如，采用纤维增强塑料 (FRP) 材料替代传统钢筋，能够有效减少桩基的自重，同时提升耐腐蚀能力，延长使用寿命。此外，现代支护桩施工中越来越多地运用了静压法、地下连续墙等新型施工技术，这些技术通过减少桩基的震动和扰动，降低了施工过程中对周围环境的影响，尤其在城市密集区域的基坑施工中显得尤为重要。智能化监测技术的应用也是一大亮点，通过传感器和大数据分析，可以实时监测桩基的变形、沉降等状态，及时调整施工方案，提高了施工的精准性和安全性。新型材料与技术的融合，不仅优化了设计和施工过程，也有效提升了深基坑支护桩的综合性能，推动了建筑工程行业向更加高效、环保、智能的方向发展。

（二）绿色建筑与可持续发展

绿色建筑与可持续发展理念在深基坑支护桩技术中的应用，正成为现代建筑工程中的重要趋势。随着环保意识的提升和可持续发展目标的推动，越来越多的建筑项目开始将绿色理念融入基坑支护桩的设计与施工中。在支护桩技术的选择上，越来越多采用低碳环保的材料和工艺，减少对环境的负面影响。例如，使用可再生材料和低能耗的施工设备，有效减少了碳排放和资源消耗。同时，新型高性能材料，如环保水泥、可降解塑料等，既能满足强度和耐久性要求，又能降低环境污染，符合绿色建筑的标准。深基坑施工过程中，注重水土保持与噪声、粉尘的控制，采用低噪音、低振动的施工方法，最大程度减少对周围生态环境的影响。在支护桩设计中，绿色建筑理念也体现在对自然环境的尊重与优化上，通过合理选择桩型和施工方法，尽可能减少土地占用，保护原有植被和生态系统。此外，智能监控系统的应用，使得施工过程中的能源和资源消耗得到了有效管理和优化，进一步提升了建筑工程的可持续性。绿色建筑与可持续发展要求不仅提升了深基坑支护桩技术的环境友好性，也推动了整个建筑行业向更加高效、节能、环保的方向转型。通过这些创新技术的结合，支护桩施工不仅能满足当前建筑需求，还能为未来的城市可持续发展提供有力支撑。

（三）优化设计与施工工艺的研究

优化设计与施工工艺的研究是提升深基坑支护桩技术效率和质量的关键。随着建筑工程规模的扩大和复杂性增加，传统的设计和施工方法已难以满足现代工程的需求，因此，优化设计成为解决这一问题的有效途径。在设计阶段，通过精确的地质勘察数据与计算模型分析，能够更准确地预测地基和桩体的承载能力、变形特性等关键参数，从而选择更加合理的支护桩类型和布局，避免过度设计和资源浪费。同时，优化设计还能结合建筑物的荷载特点和周围环境因素，制定出更加经济、环保的施工方案，降低材料和能耗，确保支护桩结构的长期稳定性和安全性。施工工艺的优化同样具有重要意义。现代施工中，采用静压法、振动压桩等高效施工技术，能够显著提高施工速度和精度，同时减少对周围环境的扰动，尤其在城市密集区的基坑施工中，这种工艺尤为重要。此外，借助 BIM (建筑信息模型) 技术，施工团队能够在虚拟模型中提前模拟施工过程，识别潜在的风险点，提前采取防范措施，确保施工过程的顺利进行。智能化施工设备的应用，如自动化桩基检测仪、无人机监控等，也为优化施工提供了技术支持，提高了施工的精确性与安全性。通过设计与施工工艺的不断优化，深基坑支护桩技术能够更好地适应复杂的施工环境，提升工程效率，同时降低成本和环境影响。

结语

随着建筑工程的快速发展与施工环境的复杂化，深基坑支护桩技术在保障施工安全、提高施工效率以及保护周围环境等方面起到了至关重要的作用。在技术的不断创新和优化下，支护桩材料与施工工艺逐渐趋向高效、环保和智能化，为深基坑工程的可持续发展提供了强有力的支持。新型材料的应用，如高性能钢筋、复合材料及环保型水泥，既提升了桩体的承载力和耐久性，又有效降低了对环境的影响。同时，先进的施工技术和智能监控系统的结合，使得施工过程中的资源消耗和安全风险得到了有效控制，进一步提高了工程的精度和安全性。

参考文献

- [1] 李宗智. 建筑工程施工中深基坑支护桩技术应用策略研究 [J]. 大众标准化, 2023(6): 51-53.
- [2] 郑华峰. 建筑工程施工中深基坑支护桩技术应用策略研究 [J]. 葡萄酒, 2023(9): 0043-0045.
- [3] 张健. 建筑工程施工中深基坑支护桩技术应用策略研究 [J]. 数码-移动生活, 2023: 160-162.
- [4] 李庆亮. 建筑工程施工中深基坑支护桩技术应用策略探析 [J]. 中文科技期刊数据库 (全文版) 工程技术, 2023.
- [5] 罗红林. 建筑工程施工中深基坑支护的施工技术管理 [J]. 智能建筑与工程机械, 2023.