

深基坑支护中的地下水处理与防渗技术

张景良

广东松翔建设有限公司 广东 广州 510000

摘要：本文旨在探讨深基坑支护工程中地下水处理与防渗技术的现状、关键方法及未来发展趋势。随着城市化进程的加快和地下空间开发利用的扩大，深基坑工程日益增多，地下水问题成为影响工程安全与质量的重要因素。本文通过分析地下水的类型、特性及其对深基坑支护的影响，详细阐述了排水、止水及防渗技术的具体应用，并展望了未来技术的发展方向。

关键词：深基坑支护；地下水；防渗

引言

深基坑支护技术作为岩土工程领域的重要组成部分，直接关系到建筑工程的安全与质量。在深基坑开挖过程中，地下水是不可避免的工程难题，其处理不当往往导致基坑失稳、周边地面沉降等严重后果。因此，深入研究地下水处理与防渗技术具有重要意义。

1 地下水特性及其对深基坑支护的影响

1.1 地下水类型

深基坑支护工程中涉及的地下水主要包括上层滞水、潜水和承压水。潜水主要分布在土质较松散和较深的土层，含水层为弱透水层和强透水层；承压水则具有较大的水头和压力，对基坑稳定性构成威胁。

1.2 地下水对深基坑支护的影响

地下水对深基坑支护的影响显著，主要体现在以下几个方面：首先，地下水的存在会增加支护结构所承受的侧压力，这种侧压力的增大直接降低了支护结构的稳定性，对支护结构的设计和施工提出了更高的要求。其次，地下水位的变动还可能引起地基的变形，导致周边地面的沉降，这不仅影响基坑的稳定性，还可能对周边建筑物和地下管线造成损害。最后，地下水还会加剧基坑开挖过程中的渗流问题，增加施工难度和风险，特别是在渗透性较强的地层中，渗流问题可能更加严重，需要采取有效的防渗和排水措施来确保基坑的稳定和安全。

2 深基坑支护中的地下水处理与防渗技术

2.1 排水技术

排水是处理深基坑支护中地下水问题的常用且有效的方法，主要包括明沟排水和井点降水两种技术。明沟排水技术通常应用于基坑开挖的初期阶段。在这一阶段，通过精心设计和布置排水沟与集水井系统，可以有效地将地下水引导出基坑范围。排水沟通常设置在基坑的四周，其深度和宽度根据地下水的流量和预期的水位

进行确定，以确保能够有效地收集并排出地下水。集水井则位于排水沟的末端或低洼处，用于集中收集并排出地下水，防止其再次渗入基坑。井点降水技术则更适用于含水层较厚、渗透性较好的地层。该技术通过布置一系列降水井，利用抽水设备将地下水降至基坑底部以下的一定深度，从而确保基坑开挖过程中的干燥作业环境。降水井的布置需根据地质勘察资料、地下水位、基坑形状和尺寸等因素进行综合考虑，以确保降水效果的最大化^[1]。在实际施工中，降水井的深度、直径和间距等参数均需经过严格计算和设计，以满足基坑支护的安全和稳定要求。无论是明沟排水还是井点降水技术，都需要在施工前进行详细的地质勘察和水文分析，以确保排水方案的科学性和有效性。同时，在施工过程中，还需要对排水效果进行实时监测和调整，确保基坑支护结构的稳定性和安全性。此外，排水技术的选择和应用还需充分考虑环保要求，避免对周边环境造成不良影响。

2.2 地下连续墙

地下连续墙是一种深度较大、连续性出色的地下结构，其核心构造通常采用钢筋混凝土。这一技术不仅作为基坑支护的主要手段，更因其卓越的防渗性能，常被用作防渗帷幕，为各类地下工程提供坚实保障。从技术特点来看，地下连续墙的施工过程振动小、噪声低，对周围环境的影响降到了最低。其墙体刚度大，能够有效抵抗外部压力，确保基坑的稳定性。更重要的是，它对周围地基的干扰极小，能够在保护周边环境的同时，有效控制地下水的渗透，防止水土流失和基坑涌水等问题的发生。在适用条件上，地下连续墙特别适用于地下水位较高、土层复杂多变的深基坑工程。在这些工程中，地下连续墙能够有效阻隔水流，防止地下水对基坑的侵蚀和破坏。同时，由于其出色的连续性和防渗性能，地下连续墙也常用于需要严格控制地下水渗透的场合，如

地铁站、地下停车场等。在具体应用中，地下连续墙的设计和施工需要充分考虑地质条件、水文环境、基坑深度等多种因素。设计师需要根据工程实际情况进行精确计算，确定墙体的厚度、深度、配筋等参数，以确保其承载力和防渗性能满足工程要求。施工过程中，需要严格控制混凝土的质量、浇筑速度等关键环节，确保墙体的整体性和密实性。

2.3 高压喷射注浆法

高压喷射注浆法是一种先进的防渗技术，特别适用于深基坑工程中地基的防渗处理。该技术通过高压射流冲击破坏土体结构，使浆液与土体充分混合搅拌，待浆液凝固后形成一道坚固的防渗墙。具体来说，高压喷射注浆法的施工设备相对简单且操作方便，主要包括高压注浆泵、注浆管路和喷射装置等。这些设备能够轻松应对各种复杂地基条件，使得该技术具有广泛的适用性。在施工过程中，注浆管被插入到预定深度，高压注浆泵将浆液以极高的速度喷射出去，形成一股强大的射流。这股射流能够冲击并破坏土体，使浆液与土体充分混合。待浆液凝固后，就会形成一道具有一定厚度和强度的防渗墙。这道防渗墙能够有效阻挡地下水的渗透，保护深基坑工程的安全和稳定。与传统的防渗方法相比，高压喷射注浆法具有施工效率高、成本低、防渗效果好的显著优势^[2]。在实际应用中，高压喷射注浆法常用于处理深基坑周边地基的防渗问题。高压喷射注浆法作为一种先进的防渗技术，在深基坑工程中具有广泛的应用前景。其施工设备简单、方便操作、适用范围广、施工效率高、成本低且防渗效果显著等优势使得该技术成为处理深基坑周边地基防渗问题的优选方案。

2.4 水泥土搅拌桩

水泥土搅拌桩是一种通过深层搅拌机械将水泥浆与软土进行强制搅拌混合，进而形成具有一定强度和防渗性能的水泥土搅拌桩墙的技术。这种方法因其施工简便、造价较低而在深基坑工程中得到了广泛应用。在技术特点上，水泥土搅拌桩利用搅拌机械的强大动力，将水泥浆与软土进行充分混合，使水泥颗粒均匀分布于土体中。通过一系列物理化学反应，水泥与土体形成牢固的结合体，从而大大提高了土体的强度和防渗性能。这种技术不仅能够有效支撑基坑侧壁，还能有效阻隔地下水渗透，确保基坑工程的稳定和安全。在适用条件上，水泥土搅拌桩特别适用于基坑侧壁安全等级为二级和三级的情況。同时，由于搅拌桩的强度和防渗性能受基坑深度的影响较大，因此一般建议基坑深度不宜大于6m。此外，水泥土桩施工范围内的地基土承载力也是需要考

虑的重要因素，通常要求不大于150kPa。在具体应用中，需要根据工程实际情况进行设计和施工。设计师需要根据地质勘察资料、基坑深度、侧壁安全等级等因素，确定搅拌桩的布置方式、桩径、桩长等参数。施工过程中，需要严格控制水泥浆的配比、搅拌速度和时间等关键环节，确保搅拌桩的质量和防渗性能满足工程要求。

2.5 帷幕灌浆

帷幕灌浆是一种专业的防渗技术，其核心在于通过钻孔将特定浆液压入岩层裂缝中，待浆液凝结硬化后，形成一道坚固的防渗帷幕。这种技术不仅能够有效增强岩基的强度，还能显著提升其抗渗性能，因此成为处理岩基渗漏问题的有力手段。在技术特点上，帷幕灌浆所采用的浆液具有出色的流动性和胶凝性，这使得它能够充分渗透到岩层的微小裂缝中，形成一道连续、致密的防渗层。灌浆过程中，浆液会逐步填充并固结裂缝，将原本松散的岩体紧密地粘结在一起，从而大大增强岩体的整体性和稳定性。在岩石地基的深基坑工程中，帷幕灌浆技术常被用于提高基坑的防渗性能。由于岩石地基往往存在复杂的裂隙和节理，这些自然形成的通道可能成为地下水渗透的潜在路径。通过实施帷幕灌浆，可以有效地封堵这些渗透通道，降低地下水的渗透压力，确保基坑在开挖和后续施工过程中的稳定性和安全性^[3]。在具体应用中，帷幕灌浆的设计和施工需要充分考虑地质条件、岩层特性、裂隙发育情况等多种因素。设计师需要根据工程实际情况进行精确计算，确定灌浆孔的位置、深度、间距等参数，以确保灌浆效果满足工程要求。施工过程中，需要严格控制浆液的质量、灌浆压力、灌浆速度等关键环节，确保灌浆帷幕的连续性和密实性。

2.6 新型防渗材料与技术

随着材料科学的不断进步，一系列新型防渗材料和技术在深基坑支护领域应运而生，为提升防渗效果提供了更多选择。其中，高分子防水材料因其出色的防水性能和耐久性而备受青睐。这类材料通常由高分子化合物制成，具有优异的抗渗性、耐腐蚀性和耐老化性。在深基坑支护结构中，高分子防水材料可以作为防渗层，有效阻挡地下水的渗透，确保基坑的稳定和安全。另一种值得关注的新型防渗材料是纳米防水涂料。这种涂料利用纳米技术，将防水粒子细化到纳米级别，使其能够深入渗透到基材的微小孔隙中，形成一道致密的防水层。纳米防水涂料不仅具有出色的防水性能，还具有优异的附着力和耐候性，能够在各种恶劣环境下保持稳定的防渗效果。除了新型防渗材料，一些先进的施工工艺也为

提高防渗效果提供了有力支持。例如,高压旋喷注浆技术通过高压将浆液旋喷到土体中,形成一道均匀的防渗层。这种技术不仅施工效率高,而且形成的防渗层质量稳定,能够有效阻挡地下水的渗透。袖阀管注浆技术则是另一种先进的防渗施工工艺。该技术通过在土体中插入袖阀管,并将浆液注入到袖阀管与土体之间的空隙中,形成一道密实的防渗墙。袖阀管注浆技术具有施工简便、适应性强等优点,在各种复杂地质条件下都能取得良好的防渗效果。

3 未来发展趋势

3.1 绿色化发展

随着全球环保意识的不断提高,深基坑支护技术的绿色化发展已成为未来发展的重要方向。这一趋势不仅体现在对环境保护的严格要求上,更贯穿于深基坑支护技术的全过程,包括设计、材料选择、施工以及后期维护等各个环节。在地下水处理和防渗过程中,绿色化发展的核心理念是尽量减少对环境的影响。这要求我们在选择和材料时,优先考虑那些对环境无害、可再生或可降解的环保材料。例如,在防渗层的选择上,我们可以采用生物降解材料或天然高分子材料,以减少对地下水的污染风险。同时,施工工艺的绿色化也是不可或缺的一部分。我们应积极推广那些能够减少能耗、降低排放、提高资源利用率的施工工艺。例如,通过优化注浆工艺,减少浆液的浪费和排放;或者采用更加环保的施工设备,降低施工过程中的噪音和振动,从而减少对周边环境的影响^[4]。此外,绿色化发展还要求我们在深基坑支护技术的设计和规划中,充分考虑与周边环境的和谐共生。这包括保护施工现场的生态环境,避免对周边植被和水体的破坏;以及在设计阶段就考虑如何最大化利用自然地形和地质条件,减少不必要的工程开挖和回填。

3.2 智能化发展

智能化技术在深基坑支护领域的应用正逐步展现出其巨大的潜力和价值。BIM(建筑信息模型)、物联网、传感器等先进技术将在这一领域得到广泛应用,为深基坑支护带来前所未有的变革。通过实时监测地下水位、

支护结构应力等关键参数,智能化技术能够实现施工过程的精准控制。传感器被布置在关键位置,实时收集数据并传输至中央控制系统,工程师可以根据这些数据及时调整施工方案,确保支护结构的稳定性和安全性。这种实时监测和调整的能力大大提高了施工效率,减少了因意外情况导致的工期延误。同时,数值模拟技术在支护结构设计中的应用也日益广泛。通过模拟不同工况下的支护结构受力情况,工程师可以更加准确地预测结构的响应,并据此进行优化设计。这种基于数值模拟的优化设计不仅提高了支护结构的性能,还有效降低了材料消耗和成本。智能化发展还体现在施工过程的自动化和智能化上。例如,利用物联网技术,施工设备可以实现远程监控和操作,减少了人工干预,提高了施工精度和安全性。此外,通过智能化技术还可以实现施工过程的可视化管理,使得项目管理者能够实时掌握施工进度和质量情况,做出更加科学的决策。

结语

深基坑支护中的地下水处理与防渗技术是确保工程安全与质量的关键环节。本文通过分析地下水的特性及其对深基坑支护的影响,详细阐述了排水及防渗技术的具体应用,并展望了未来技术的发展方向。随着城市化进程的加快和地下空间开发利用的扩大,深基坑支护技术将面临更多的挑战和机遇。通过不断的技术创新和实践探索,我们有理由相信深基坑支护技术将在未来发挥更加重要的作用。

参考文献

- [1]李伟,冯红超,廖俊展.复杂水文条件下深基坑支护及地下水控制技术分析[J].粘接,2021,48(10):166-171.
- [2]张建良.深基坑支护中的防渗透与排水技术研究[J].工程与建设,2023,37(06):1737-1739.
- [3]杨敏,朱雨轩,赵德彬,等.复杂条件下深基坑支护及地下水控制技术研究[J].中国住宅设施,2022,(10):64-66.
- [4]马磊.地下水对深基坑支护工程设计方案的影响分析研究[D].内蒙古工业大学,2018.