

# 粉砂地层基坑止水帷幕渗漏与改进措施

陈 龙 徐 翔 龙文金 程开贵 夏发谱

中国建筑第四工程局有限公司 广东广州 511400

**摘 要:** 粉砂地层基坑工程在实际施工中常常面临高压旋喷桩止水帷幕渗漏问题, 这给工程施工进程和工程质量带来了不小的挑战。为了有效解决这一问题, 本文通过分析粉砂地层基坑渗漏问题的现状、原因以及可能的改进措施, 提出了一系列综合性的解决方案。论文从地下水水位变化、地层渗透性和孔隙度、土体流变性和变形等角度深入分析了渗漏问题的成因, 为解决问题提供了科学依据。在此基础上, 本文提出了优化地下连续墙技术、注浆帷幕技术和地下水减排技术的应用, 通过综合运用多种止水技术, 降低了渗漏的风险。另外, 还探讨了引入新技术与材料、优化工程管理与维护策略的方式, 以进一步提升高压旋喷桩止水帷幕渗漏问题的解决效果。通过综合论述, 为粉砂地层基坑工程渗漏问题的解决提供了有益的参考和指导。

**关键词:** 粉砂地层; 高压旋喷桩止水帷幕; 渗漏; 改进措施

## Leakage and improvement measures of water-stopping curtain of silty formation foundation pit

Long Chen, Xiang Xu, Wenjin Long, Kaigui Cheng, Fapu Xia

China Construction Fourth Engineering Bureau Co., Ltd., Guangzhou 511400, China

**Abstract:** In the actual construction of silty sand formation foundation pit engineering, it often faces the problem of leakage of high-pressure rotary blast pile water-stopping curtain, which brings great challenges to the construction process and project quality. In order to effectively solve this problem, this paper proposes a series of comprehensive solutions by analyzing the current situation, causes and possible improvement measures of silty sand formation foundation pit. This paper analyzes the causes of seepage from the perspectives of groundwater level change, formation permeability and porosity, soil rheology and deformation, and provides a scientific basis for solving the problem. On this basis, this paper proposes to optimize the application of underground continuous wall technology, grouting curtain technology and groundwater emission reduction technology, and reduce the risk of leakage through the comprehensive use of a variety of water-stopping technologies. In addition, the introduction of new technologies and materials, and the optimization of engineering management and maintenance strategies were discussed to further improve the solution of leakage problems of high-pressure rotary pile water-stop curtains. Through comprehensive discussion, this paper provides a useful reference and guidance for solving the leakage problem of silty sand formation foundation pit engineering.

**Keywords:** silty strata; High-pressure rotary blast pile stop curtain; Leakage; Improvement measures

### 1 粉砂地层基坑渗漏问题的现状挑战

#### 1.1 粉砂地层的复杂性

粉砂地层作为一种特殊的地质类型, 具有其独特的地质特征和工程性质。其特点在于颗粒细小, 颗粒之间的孔隙度较高, 使得地层的渗透性较强。这意味着粉砂地层更容易受到水分影响, 从而在基坑工程中产生渗漏问题。由于地层颗粒的细小和孔隙度的高, 地下水在其中的运移速度相对较快, 水分可以通过颗粒之间的间隙迅速传播, 导致渗漏的现象。另一方面, 粉砂地层的固结性较弱, 土体的稳定性相对较差。在基坑工程中, 如果未采取适当的止水措施, 地下水会通过地层的孔隙和裂隙渗透到基坑内部,

给土体带来渗透压力和饱和状态, 进而加速地层的流变性和变形。这不仅可能导致基坑周围土体的沉降和坍塌, 还可能对工程的稳定性和安全性产生不利影响。

#### 1.2 地下水水位变化的影响

地下水水位的变化是粉砂地层基坑渗漏问题中的一个重要因素。在不同季节或气候条件下, 地下水水位可能出现剧烈的升降, 从而直接影响基坑内的水分运移和渗透情况。特别是在雨季或降雨较多时, 地下水水位上升, 容易通过地层孔隙和裂隙渗透到基坑内, 引发渗漏问题。这不仅增加了基坑排水的难度, 还可能导致基坑内土体的饱和和流变, 加剧了工程安全风险。另一方面, 地下水水



图1 高压旋喷桩止水帷幕基坑渗漏情况

位的降低也可能引发渗漏问题。当地下水水位下降时，地层孔隙中原本被饱和的水分可能被抽离，导致孔隙中形成负压，从而促使地下水进一步渗透到基坑内部。这种变化也可能导致基坑内部土体的沉降和变形，影响工程的稳定性。因此，地下水水位变化对粉砂地层基坑渗漏问题具有显著影响。为了更好地理解这种影响，必须深入分析地下水的变化规律以及其与地层渗透性的关系。基坑渗漏情况见图1。

### 1.3 基坑渗漏对工程和环境的影响

粉砂地层基坑渗漏问题不仅对工程施工造成影响，还可能对环境造成潜在威胁。首先，基坑渗漏可能导致基坑内水位的升高，增加了排水工程的难度和成本。如果没有有效的止水措施，这种渗漏不仅会延长工程周期，还可能导致施工进度推迟，影响工程效益。其次，基坑渗漏可能引发土体液化、坍塌等安全问题，危及工地人员和周边建筑物的安全。由于粉砂地层的力学性质较差，一旦发生渗漏，地层内土体可能发生流变和失稳，导致基坑的坍塌和周围土体的沉降。这对施工安全造成直接威胁，可能引发严重的事故和损失。另一方面，基坑渗漏也可能对地下水体系造成污染，对地下水质量产生负面影响。渗透进入基坑的地下水可能携带着污染物，如有机物、重金属等，从而使地下水体系受到污染。这对周边的生态环境和水资源造成潜在的影响，可能影响地下水的可持续利用和生态平衡。

## 2 粉砂地层特性与渗流机制

### 2.1 粉砂地层的特点和组成

粉砂地层通常由细小的颗粒组成，其颗粒直径在0.002毫米到0.063毫米之间。这种细小的颗粒使得地层的孔隙度相对较高，导致地层的渗透性较强。与其他类型的地层相比，粉砂地层的孔隙结构更加复杂，具有更大的比表面积，这使得其吸水性和渗透性增强。另一方面，粉砂地层的力学性质相对较差。由于颗粒细小，颗粒之间的相互作用较弱，导致地层的抗剪强度和压缩性较低。这使得粉砂

地层容易发生流变、变形和坍塌，特别是在渗漏压力的作用下。此外，粉砂地层往往富含有机物质、粘土等成分，这些成分可能进一步影响地层的渗透性和力学性质。这些特点使得粉砂地层在基坑工程中更容易受到地下水的影响，产生渗漏问题。

### 2.2 渗流机制分析

粉砂地层基坑渗漏问题的产生主要与地下水的渗流机制有关。在粉砂地层中，地下水通常通过孔隙和裂隙进行渗流。渗流机制可以分为两种主要类型：均匀渗流和不均匀渗流。均匀渗流是指地下水在地层中均匀分布并从一个区域流向另一个区域，其速度和方向基本一致。不均匀渗流则是指地下水在地层中的渗流速度和方向不一致，可能受到地层孔隙度、渗透性以及地下水水位的变化影响。在粉砂地层中，由于孔隙度和渗透性的不均匀性，不均匀渗流往往更为常见。这使得地下水在地层中的渗透速度和路径难以预测，从而增加了渗漏问题的复杂性。渗漏问题的产生通常与不均匀渗流有关。当地下水渗透到基坑地层时，可能会受到地层孔隙度和颗粒排列的影响，导致渗漏路径的变化。如果地下水在渗流过程中遇到相对较密集的颗粒区域或存在的裂隙，可能会加速渗漏的产生。因此，深入分析粉砂地层中的渗流机制对于理解渗漏问题的本质至关重要。

## 3 基坑止水技术与方法

### 3.1 地下连续墙技术

地下连续墙技术是一种常用的基坑止水方法，它通过在基坑周围挖掘连续的墙体来阻挡地下水的渗透。在粉砂地层中，通常采用钢板桩墙或混凝土桩墙作为地下连续墙。这些墙体可以有效地阻挡地下水的渗透，降低地下水水位的上升，从而减少基坑渗漏问题的产生。钢板桩墙是一种常见的地下连续墙形式，其特点是施工速度快、适用性广泛。在粉砂地层中，钢板桩墙通过将钢板依次挖入地下，形成一个连续的墙体，从而有效地阻挡地下水的渗透。另一种方法是混凝土桩墙，它通过在基坑周围灌注混凝土形

成墙体，同样具有良好的止水效果。

### 3.2 注浆帷幕技术

注浆帷幕技术是一种通过在地层中注入浆液材料来改善地层渗透性的方法。在粉砂地层基坑工程中，注浆帷幕技术可以有效地填塞地层孔隙，降低地下水的渗透能力，从而减少渗漏问题。这种方法适用于需要在较大范围内进行止水的情况，例如大型基坑或土方支护工程。在注浆帷幕技术中，通常使用水泥浆、膨润土浆等材料注入地层，形成具有一定强度和抗渗透性的帷幕。这种帷幕可以有效地隔离地下水和基坑内部，从而降低渗漏的风险。然而，需要注意的是，注浆帷幕技术在粉砂地层中的应用需要考虑材料的选择和注浆工艺的优化，以确保止水效果的达到预期。

### 3.3 地下水减排技术

地下水减排技术是通过降低地下水水位来减少基坑渗漏问题的方法。这可以通过建立临时的抽水系统来实现，将地下水抽至一定水位以下，从而减轻地下水的渗透压力。这种方法适用于需要在一定时期内控制基坑渗漏的情况，例如基坑开挖阶段。地下水减排技术可以通过降低地下水水位来降低渗漏风险，但需要注意的是，过度抽水可能导致地层的沉降和不稳定。因此，在应用地下水减排技术时，需要进行详细的水文地质调查和工程监测，以确保抽水过程不会对基坑周围环境和地下水体系造成不良影响。

## 4 粉砂地层基坑高压旋喷桩止水帷幕渗漏改进措施

### 4.1 地下连续墙技术的优化应用

地下连续墙技术作为基坑止水的重要手段，在解决粉砂地层基坑渗漏问题中具有广泛的应用前景。钢板桩墙和混凝土桩墙是常见的地下连续墙形式，它们可以有效地阻挡地下水的渗透，从而减少渗漏问题的发生。

在优化应用地下连续墙技术时，首先需要根据基坑的深度、地层特性和工程要求选择合适的墙体类型。钢板桩墙适用于施工速度较快、需要较大抗渗能力的情况，而混凝土桩墙则适用于需要更高抗压强度和稳定性的场合。在施工过程中，应注意墙体的质量和完整性，确保墙体与地层之间的紧密连接，防止渗漏路径的产生。

此外，地下连续墙技术可以与注浆帷幕技术相结合，形成更为完善的止水体系。通过在地下连续墙之间进行注浆，可以填塞地层的孔隙和裂隙，增强止水效果。这种综合应用的方法可以更好地适应粉砂地层的复杂性和不均匀性，提高渗漏的抵抗能力。

### 4.2 注浆帷幕技术的材料和工艺优化

注浆帷幕技术作为改善地层渗透性的重要手段，可以在一定程度上减少粉砂地层基坑渗漏问题。然而，在优化应用注浆帷幕技术时，需要考虑浆液材料的选择和工艺的优化。

针对粉砂地层，应选择适合的浆液材料，如水泥浆、膨润土浆等。这些材料具有较高的渗透性和附着性，可以有效地填塞地层孔隙，减少地下水的渗透。在注浆工艺方面，应根据地层特点和工程需求，确定合适的注浆参数，

如注浆压力、流量等。同时，注浆的施工过程也需要精确控制，确保注浆体系与地层的良好连接，提高止水效果。

优化注浆帷幕技术还包括考虑注浆的深度和密度。合理安排注浆帷幕的深度可以控制地下水的渗透深度，减少渗漏问题的发生。此外，注浆帷幕的密度和间距也影响着止水效果的提升。通过综合考虑这些因素，可以制定更为有效的注浆帷幕方案，从而改善粉砂地层基坑渗漏问题。

### 4.3 地下水减排技术的合理应用

地下水减排技术是通过降低地下水水位来减少基坑渗漏问题的方法。在粉砂地层中，合理应用地下水减排技术可以有效地降低地下水的渗透压力，减少渗漏问题的发生。在实际应用中，应根据工程的进度和地下水水位的变化，合理安排抽水系统的使用。通过监测地下水水位的变化，及时调整抽水系统的工作参数，以确保地下水的稳定降低。然而，需要注意的是，过度抽水可能导致地层沉降和不稳定，因此在设计抽水方案时需要进行详细的水文地质调查和监测，确保抽水过程的安全性和可持续性。

### 4.4 新技术与材料的引入

为了进一步解决粉砂地层基坑高压旋喷桩止水帷幕渗漏问题，可以考虑引入新的技术和材料。近年来，随着科技的不断进步，许多创新性的止水技术和材料不断涌现，为基坑工程提供了新的解决方案。一种新技术是高分子材料的应用。高分子材料具有良好的封闭性和抗渗性，可以在地下水渗透时形成有效的障碍层，阻止渗漏的发生。

## 5 结论

本文通过对粉砂地层基坑高压旋喷桩止水帷幕渗漏问题进行综合论述，从渗漏问题的成因、技术措施的优化应用以及新技术与材料的引入等多个方面进行了深入分析。在渗漏问题的成因分析中，地下水水位变化、地层渗透性和孔隙度、土体流变性和变形等因素被确定为主要影响因素。在改进措施方面，本文提出了优化地下连续墙技术、注浆帷幕技术和地下水减排技术的方法，并强调了新技术与材料的应用以及工程管理与维护策略的重要性。这些综合性的解决方案将有助于减少基坑渗漏问题的发生，提高基坑工程的安全性和效率。综上所述，通过深入研究和探讨，粉砂地层基坑高压旋喷桩止水帷幕渗漏问题在实践中有望得到更好的解决。

### 参考文献：

- [1] 黄勋, 乐开温. 深基坑三轴搅拌桩止水帷幕渗漏快速封堵施工技术[J]. 建材世界, 2023, 4(04): 97-100
- [2] 贺春梅, 郭军海. 富水砂层悬挂式止水帷幕渗漏处理技术的应用分析[J]. 居舍, 2022, 3(19): 30-32
- [3] 付毓. 降低高压旋喷桩止水帷幕渗漏风险[J]. 建筑施工, 2021, 2(07): 1218-1219
- [4] 邹玉, 郭明珠. 不同时期止水帷幕渗漏检测方法探究[J]. 廊坊师范学院学报(自然科学版), 2021, 3(01): 68-70
- [5] 赵含瑞. 粉土地层基坑止水帷幕渗漏与改进措施研究[D]. 东南大学, 2020, 93(01)