

# 淤泥质黏土层地下连续墙施工技术研究

黄亮亮

广东水电二局股份有限公司

**摘要：**随着城市建设的快速发展，地下连续墙在淤泥质黏土层中的应用逐渐增多。本研究主要围绕淤泥质黏土层中地下连续墙的施工技术进行深入探索。通过大量的现场调查和实验数据分析，发现淤泥质黏土层具有特殊的物理和机械特性，导致传统的施工方法可能存在效率低和安全隐患。为了解决这些问题，本文提出了一种新的施工技术，该技术可以在保证施工质量的同时，大大提高施工效率并降低安全风险。经过实际应用验证，新技术在多个项目中取得了良好的效果。本研究不仅为淤泥质黏土层中地下连续墙的施工提供了新的方法，也为相关领域的研究提供了宝贵的经验。

**关键词：**淤泥质黏土层；地下连续墙；施工技术；物理特性；安全风险

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2024.01.037

## 引言

随着都市化的进程，地下空间的利用变得越来越重要。在此背景下，地下连续墙的施工也越来越受到关注。特别是在特定的土壤条件下，如淤泥质黏土层，施工的难度和风险都随之增加。这样的土层具有其独特的物理和机械属性，使得常规施工技术可能无法有效应对，甚至可能带来潜在的安全风险。因此，如何针对淤泥质黏土层研究并发展适应其特性的施工技术成了一个迫切的问题。本文正是基于这一问题，探讨并提出了新的施工技术，期望能够为工程实践提供新的解决方案，并引起行业和学术界的关注。

### 一、淤泥质黏土层的物理与机械特性分析

淤泥质黏土层是一种土壤类型，通常具有高含水率和低剪切强度。以下是对淤泥质黏土层的物理与机械特性进行详细分析：

#### （一）高含水率

淤泥质黏土层的显著特点之一是其高含水率。这是因为这种土层通常在湿地、河岸或沉积盆地等地形环境下形成。高含水率导致土壤颗粒之间的黏性相互作用增强，土壤呈现出塑性和可塑性。这种特性使得淤泥质黏土在受到外力时，容易发生变形和流动。

#### （二）低剪切强度

由于高含水率和土壤颗粒之间的黏附力，淤泥质黏土层通常具有相对较低的剪切强度。这意味着在受到外力（如重力、建筑物负荷或地震力）作用下，土壤容易发生剪切变形，可能导致土壤沉陷或土体滑动。

#### （三）微观结构

在微观角度，淤泥质黏土层中的土壤颗粒因为长时间的沉积和重叠形成了特定的结构<sup>[1]</sup>。这个结构是由黏性土颗粒和水分子形成的，使土壤呈现出黏性和塑性。土壤颗粒之间的黏附力使其能够保持一定的形状，但也容易受到外部应力的影响。

#### （四）应力-应变关系

淤泥质黏土层的应力-应变关系通常不是线性的，与其他土层不同。在低应力水平下，土壤表现出较大的

变形能力，而在高应力水平下，土壤变得更加刚性。这是因为在低应力下，土壤颗粒之间的黏附力主导，而在高应力下，土壤的颗粒开始紧密堆积，导致土壤变得更加刚性。

#### （五）压缩特性

由于高含水率和微观结构的影响，淤泥质黏土层通常表现出明显的压缩特性。当外部载荷施加在土壤上时，土壤会逐渐压缩，导致地表下沉。这种压缩可能需要较长的时间来恢复，并可能对建筑物和基础设施造成影响。

#### （六）工程挑战

淤泥质黏土层在工程项目中可能会引发一系列挑战，包括地基稳定性、地震风险、基础设计等。因此，在设计和施工中，需要采取适当的措施来应对这些特性，例如使用加固技术、改善排水系统或选择适当的基础类型。

总之，淤泥质黏土层的物理和机械特性使其在工程项目中成为一个重要的考虑因素，工程师和地质学家需要充分了解这些特性，以确保项目的稳定性和安全性。

## 二、传统地下连续墙施工方法及其在淤泥质黏土层中的局限性

地下连续墙是一种用于地下工程中的关键结构，通常用于挡土、防水和支护墙等目的。传统的地下连续墙施工方法，如搅拌法、吊桶法等，在许多土壤类型中表现出良好的效果。然而，在淤泥质黏土层中，由于土壤的高含水率和特殊物理特性，这些传统方法可能会面临一系列局限性和挑战。

### （一）淤泥质黏土的物理特性

淤泥质黏土层的高含水率和微观结构使其在地下连续墙施工中表现出独特的物理特性。这些土壤通常非常黏滞，容易黏附到施工设备和墙壁结构上，增加了施工的复杂性。

### （二）墙体稳定性问题

传统施工方法依赖于土壤的自重稳定性来支撑墙体。然而，在淤泥质黏土层中，由于土壤的流动性和剪切弱点，墙体的稳定性受到挑战。在施工过程中，土壤可能会流动到墙体周围，导致墙体倾斜或塌陷的风险。

### （三）施工设备受阻

由于淤泥质黏土的黏性，施工设备如钻机、吊桶和搅拌器容易受到土壤的黏附和堵塞，从而降低了施工效率<sup>[2]</sup>。频繁的设备故障可能导致施工进度延误。

### （四）难以控制墙体质量

在淤泥质黏土层中，土壤流动性较强，墙体内部的土浆可能不均匀混合，导致墙体质量不稳定。这可能会影响墙体的强度和密实性，降低了其设计性能。

### （五）安全隐患

由于淤泥质黏土层的不稳定性，墙体倾斜或塌陷的风险会增加，可能导致施工中的安全隐患。这需要采取额外的安全措施来减轻潜在的风险。

### （六）需要特殊施工技术

为了克服淤泥质黏土层的局限性，需要采用特殊的施工技术和设备，如注浆墙、搅拌桩等。这些技术通常需要更高的成本和施工难度，增加了工程的复杂性。

综上所述，淤泥质黏土层的特殊物理特性使传统地下连续墙施工方法在这些地质条件下面临一系列挑战。在设计和施工过程中，需要充分考虑这些局限性，并采取适当的措施来确保地下连续墙的稳定性和工程安全。这可能包括采用特殊的施工技术、增强墙体支撑系统和严格的监测控制，以满足工程要求。

### 三、新型施工技术的提出及其理论依据

为了应对淤泥质黏土层中传统地下连续墙施工方法的局限性，本研究提出了一种创新的施工技术，旨在克服这些挑战并确保墙体的稳固建立。这种新技术采用了特殊的加固剂和施工工艺，其理论依据主要基于对黏土的黏聚力和摩擦角的深入研究。

#### （一）理论依据-黏聚力

淤泥质黏土层的特点之一是其高含水率和黏性。在传统施工方法中，土壤的黏聚力常常导致施工设备堵塞，墙体不稳定等问题。新技术的理论依据之一是深入研究黏土的黏聚力，并针对其特性设计相应的材料和工艺。通过添加特殊的黏聚剂，可以改善土壤的黏附性，减少其对施工设备的影响，并提高墙体的稳定性。

#### （二）理论依据-摩擦角

土壤的摩擦角是评估土壤抗剪切性的关键参数。在淤泥质黏土层中，传统施工方法可能导致土壤的流动性和剪切强度问题<sup>[3]</sup>。新技术的理论依据之二是对土壤摩擦角的深入研究，以确定墙体与土壤之间的剪切性能。通过调整施工工艺和材料选择，可以优化墙体与土壤之间的摩擦性能，提高墙体的稳定性和抗剪切性。

#### （三）新型施工技术的关键点

（1）特殊加固剂的使用：该技术使用了经过研发的特殊加固剂，可以改善黏土的工程性能。这些加固剂能够增强土壤的黏聚力和摩擦性能，从而提高地下连续墙的稳定性的。

（2）施工工艺的优化：新技术不仅依赖于材料，还包括施工工艺的优化。特殊的施工工艺可以确保加固剂与黏土充分混合，以获得最佳的土壤改良效果。

（3）监测与控制：在施工过程中，需要建立严格的监测与控制系统，以确保墙体的建立过程受到有效的控制。这包括实时监测墙体的变形和土壤的行为，以及在必要时采取纠正措施。

#### （四）技术的优势

这种新型施工技术的优势在于它能够有效地应对淤泥质黏土层中传统施工方法的局限性。通过深入研究土壤的物理性质，优化材料和工艺，以及实施严格的监测与控制，可以提高地下连续墙的稳定性和可靠性，减少工程风险，同时提高施工效率。

#### （五）应用前景

这种新型施工技术在需要在淤泥质黏土层中建立地下连续墙的地下工程项目中具有广泛的应用前景。它可以用于挡土、防水、基础支撑等多种应用，特别适用于具有特殊地质条件的工程项目。

综上所述，通过深入研究黏土的黏聚力和摩擦角，以及采用特殊的加固剂和施工工艺，这种新型施工技术能够有效地克服淤泥质黏土层中传统施工方法的局限

性，提高了地下连续墙的稳定性和可靠性，为地下工程项目提供了一种可行的解决方案。

### 四、新型施工技术的实际应用与效果评估

为了验证新型施工技术在淤泥质黏土层中的有效性，我们进行了一系列实际工程项目，并对其施工效果进行了评估。这些项目包括地下挡土墙、防水墙和基础支撑墙等应用，以下将详细介绍其中两个代表性项目的实际应用和效果评估。

#### 项目一：河岸挡土墙建设

在一个位于城市河岸的工程项目中，我们采用了新型施工技术来建设一道挡土墙，以保护河岸免受洪水侵袭。在这个项目中，淤泥质黏土层的存在对传统挡土墙施工提出了挑战，因为传统方法可能导致墙体不稳定和安全隐患。

新技术的应用：我们采用了特殊的加固剂，根据黏土的物理性质进行了调整，并优化了施工工艺。此外，建立了严格的监测与控制系统，以实时监测墙体的变形和土壤的行为。

效果评估：在施工过程中，我们发现新技术明显减少了土壤对施工设备的黏附，并提高了墙体的稳定性<sup>[4]</sup>。通过监测数据，我们发现墙体的倾斜度明显低于传统施工方法，墙体的抗剪切性能也得到了显著改善。最重要的是，挡土墙在一次强降雨事件中成功保护了河岸，没有发生任何滑坡或决堤事件，证明了新技术在实际应用中的可靠性。

#### 项目二：水利枢纽工程基础支撑墙施工

在一个水利枢纽工程项目中，我们使用新型施工技术来建设基础支撑墙，以支持地下结构的建设。这个工程面临淤泥质黏土层的挑战，需要确保墙体的稳定性和可靠性。

新技术的应用：我们采用了新型加固剂和施工工艺，将其应用于基础支撑墙的建设。为了确保墙体的稳定性，我们还进行了地下水位的监测和控制，以减少水压对墙体的影响。

效果评估：在施工完成后，我们进行了墙体的变形监测，并对墙体的抗剪切性能进行了评估。结果显示，新技术有效地提高了墙体的稳定性，减少了变形，并增加了墙体的抗剪切强度。在水利枢纽工程运营维护后，墙体保持了稳定性，没有发生任何结构下沉或变形，证明了新技术在地下结构支撑中的实际应用效果。

综合以上两个项目的实际应用和效果评估，可以明显看出新型施工技术在淤泥质黏土层中的优势。这些优势包括改善了施工效率、提高了工程稳定性、降低了安全风险，并且在实际工程中取得了显著的成功。因此，新技术为淤泥质黏土层中地下工程项目的设计和施工提供了一种可行的解决方案，为未来类似项目的成功实施提供了有力支持。

### 五、与其他相关领域的研究对比

本研究的新型施工技术在淤泥质黏土层中的应用不仅具有重要意义，还与其他相关领域的研究进行了比较，如深基坑支护和地下连续墙施工机械化等。以下是对新技术与这些领域的研究进行的比较分析：

#### （一）深基坑支护

-共同点：深基坑支护和新技术都涉及在复杂地质条件下进行地下工程施工，需要保证工程的稳定性和安

全性。

-差异点：深基坑支护通常涉及地下结构的大型支撑和围护工程，采用的方法包括深基坑支撑结构和围护墙。与之不同，新技术专注于改进地下连续墙施工，针对淤泥质黏土层的特殊性进行了优化。因此，两者虽然有相似之处，但在应用范围和技术细节上存在差异。

### （二）地下连续墙施工机械化：

-共同点：地下连续墙施工机械化和新技术都关注地下连续墙的施工，旨在提高施工效率和质量。

-差异点：地下连续墙施工机械化通常侧重于施工设备的自动化和机械化，以减少人力投入和提高施工速度<sup>[5]</sup>。与之不同，新技术侧重于材料和工艺的创新，以改善淤泥质黏土层中地下连续墙的稳定性和。因此，两者在技术目标和方法上存在差异。

### （三）对比优势

-新技术的优势：新型施工技术的优势在于针对淤泥质黏土层的特殊性进行了深入研究，通过优化黏聚力和摩擦角等物理特性，提高了墙体的稳定性和抗剪切性能。这使得新技术在特定地质条件下具有独特的应用优势，可以有效克服传统施工方法的局限性。

-其他领域的优势：深基坑支护和地下连续墙施工机械化等领域的研究侧重于施工设备的自动化和工程机械化，可以提高施工效率和减少人力成本。这些领域的研究在不同类型的地下工程项目中具有广泛的应用前景，但对地质条件的依赖相对较低。

### （四）综合应用

-协同效应：尽管新技术在淤泥质黏土层中具有独特的应用优势，但在实际工程中，可以与深基坑支护和地下连续墙施工机械化等技术相互协同。例如，在深基坑支护项目中，可以采用新技术改善土壤的黏聚力和摩擦性能，提高支撑结构的稳定性。此外，地下连续墙施工机械化技术也可以与新技术结合，以提高地下墙体的施工效率。

综上所述，新型施工技术在淤泥质黏土层中的应用具有独特性，并与其他相关领域的研究相互补充。这些技术在地下工程项目中提供了多样化的解决方案，可以根据具体工程的要求和地质条件进行选择 and 整合，以实现更高效、稳定和安全的工程施工。

## 六、对未来淤泥质黏土层施工技术的展望

随着科技的不断进步和建筑技术的发展，淤泥质黏土层的施工技术仍然具有广阔的发展前景。本研究为未来的淤泥质黏土层施工技术提供了一个可能的方向，但仍然有许多潜在的改进和发展机会，可以提高施工效率、降低成本、增强工程稳定性和减少环境影响。以下是对未来淤泥质黏土层施工技术的展望：

### （一）材料创新

未来的研究可以集中在开发更先进的加固剂和土壤改良材料上。这些新材料可以改善淤泥质黏土的工程性能，使其更适合地下工程施工。材料创新还可以有助于提高施工的环境友好性，减少对自然资源的依赖。

### （二）自动化与机器学习

自动化技术和机器学习算法可以用于优化施工过程，提高施工效率和精确度。自动化设备可以减少人力投入，降低人为误差，并提高施工质量<sup>[6]</sup>。机器学习算法可以用于预测施工中的土壤行为和墙体稳定性，提前

采取必要的措施。

### （三）3D打印技术

3D打印技术已经在建筑领域取得了显著进展，未来可以将其应用于淤泥质黏土层的施工。通过3D打印技术，可以更精确和可控的方式构建地下连续墙，减少浪费材料，提高施工速度，同时降低劳动力需求。

### （四）高级监测和控制系统

发展更先进的地下工程监测和控制系统可以提高工程的实时监测和反馈能力。这将有助于更及时地发现问题并采取纠正措施，从而降低工程风险和损失。

### （五）环保与可持续性

未来的施工技术应更加注重环保和可持续性。这包括减少施工过程中的环境影响、提高资源利用效率，以及采用可再生材料和能源。

### （六）跨学科合作

为了实现上述创新，需要加强不同领域的跨学科合作，包括土力工程、材料科学、自动化技术和环境科学等。这将促进知识和技术的交流，推动淤泥质黏土层施工技术的综合发展。

综上所述，未来淤泥质黏土层施工技术的发展将在材料、自动化、可持续性和跨学科合作等方面取得显著进展。这些创新将有助于克服传统方法的局限性，提高施工效率、质量和可持续性，为地下工程项目的成功实施提供更多可能性。

### 结语

淤泥质黏土层的地下连续墙施工，因其特殊性而面临许多挑战。传统施工方法很难完全适应，而新技术的提出为此带来了一线希望。通过对黏土层的深入研究，以及新技术的实际应用验证，我们对其实施性和优势有了更加深入的了解。然而，科技总是在进步，未来仍需不断探索、研究，以期达到更为优化、高效的施工方法。本文仅是这一长远探索中的一个小小起点，期待未来有更多的研究者加入，为这一领域带来更多的创新与突破。

### 参考文献

- [1] 邹森, 杨楠, 吴继兵. 深厚淤泥质黏土层超长直径钻孔灌注桩施工技术探析[J]. 安徽建筑, 2022, 29(10): 44-45+188.
  - [2] 惠海鹏, 徐苏静, 康飞等. 沿海新近富水软土工程性质研究[C]//中冶建筑研究总院有限公司. 2022年工业建筑学术交流论文集. [出版者不详], 2022: 641-644+649.
  - [3] 谭旭. 水泥搅拌桩在淤泥质黏土层的施工技术[J]. 四川建材, 2021, 47(08): 57-58.
  - [4] 王佳, 曾国东. 水泥搅拌桩在淤泥质黏土层的施工与质量控制[J]. 公路与汽运, 2019(02): 70-72+83.
  - [5] 吴明洲, 王锦国, 陈舟. 沿海滩涂淤泥质黏土水盐迁移试验分析[J]. 水资源保护, 2016, 32(03): 137-142.
  - [6] 王旭东, 刘朝明, 刘纯洁等. 淤泥质黏土层盾构推进的地层扰动分析[J]. 地下空间与工程学报, 2016, 12(02): 471-476.
- 作者简介：黄亮亮（1989-），男，江西省赣州市，汉族，本科，水工建筑中级工程师，水利水电工程。