

软土地基处理中深层搅拌桩的承载力特性与施工工艺改进

翟凤娟

黑龙江省柴林建筑安装工程有限公司 黑龙江牡丹江

【摘要】软土地基因其承载能力低、压缩性高，常需进行加固处理。深层搅拌桩作为一种有效的地基处理技术，其承载力特性及施工工艺的优化对工程安全和经济效益至关重要。本文通过理论分析与工程实践，探讨深层搅拌桩的承载力影响因素及施工工艺改进措施，旨在提高其在软土地基处理中的应用效果，为相关工程提供参考。

【关键词】软土地基；深层搅拌桩；承载力特性；施工工艺；优化

【收稿日期】2024 年 12 月 16 日 **【出刊日期】**2025 年 1 月 19 日 **【DOI】**10.12208/j.jer.20250038

Bearing capacity characteristics and construction technique improvements of deep mixing piles in soft soil foundations

Fengjuan Zhai

Heilongjiang Chailin Construction and Installation Engineering Co., Ltd, Mudanjiang, Heilongjiang

【Abstract】 Due to their low bearing capacity and high compressibility, soft soil foundations often require reinforcement. Deep mixing piles, as an effective ground treatment technology, play a crucial role in enhancing the safety and economic efficiency of projects. This paper explores the factors affecting the bearing capacity of deep mixing piles and measures to improve their construction techniques through theoretical analysis and engineering practice. The aim is to enhance their application effectiveness in soft soil foundation treatment and to provide references for related engineering projects.

【Keywords】 Soft soil foundation; Deep mixing piles; Bearing capacity characteristics; Construction techniques; Optimization

引言

软土地基广泛存在于工程建设中，其特性给建筑物和基础设施的稳定性带来挑战。深层搅拌桩技术因其施工简便、成本较低等优点，在软土地基处理中得到广泛应用。传统施工工艺存在诸多问题，如搅拌不均匀、桩身强度不足等，影响了其承载力。研究深层搅拌桩的承载力特性及施工工艺改进具有重要意义，可有效提升地基处理效果，保障工程安全。

1 深层搅拌桩承载力特性分析

深层搅拌桩是软土地基处理中一项关键技术，它通过增强土层和桩体的相互作用，显著提升地基的整体承载能力。桩体的承载特性主要由桩身材料

的强度、桩的长度和直径，以及周围土层的物理性质所决定。材料的强度直接关系到桩的抗压能力，而桩的尺寸，尤其是长度和直径，影响着与土层的接触面积，进而影响摩擦力的大小^[1]。此外，土层的性质，如其压缩性和摩擦系数，也会对桩体的承载力产生重要影响。

在施工技术上，确保桩身材料的均匀性是提高承载力的重要环节。通过优化搅拌参数，如调整搅拌速度和次数，合理控制水泥的掺量，可以有效改善材料的均匀性和桩体的结构质量。适当的水泥掺量不仅提升桩身强度，也避免因掺量过高而增加成本或产生环境问题。质量控制施工过程中同样至关重要，它通过严格的施工监管和检测来确保桩体

的施工质量。

深层搅拌桩在软土地基处理中的性能受多种外部因素影响显著。地下水位的波动是影响因素之一，水位上升会导致土层软化，进而减少桩侧与土体的摩擦力，降低桩的整体稳定性^[2]。除此之外，施工场地周边环境也对桩的性能产生直接影响。建筑物的存在和地下管线的布置可能会限制施工操作的空间，增加施工难度，并对桩体定位和施工质量提出更高的要求。为应对这些挑战，工程团队需要在设计阶段充分考虑这些条件，并在施工过程中采取措施保证施工质量和安全，如调整施工方案和采用高效的排水系统以稳定土层条件，从而保持桩体的承载能力和延长其使用寿命。通过这样的综合管理和技术应用，深层搅拌桩能够在复杂的工程环境中达到预期的效果。

2 深层搅拌桩施工工艺现状与问题

深层搅拌桩作为一种广泛应用于软土地基处理的技术，经过多年的发展，其施工工艺已逐渐趋于成熟。该技术主要以水泥作为固化剂，通过深层搅拌机械将软土与水泥进行强制搅拌，使软土硬结成具有一定承载能力的桩体。这种施工工艺对设备的要求相对较低，操作过程简便，且在施工过程中对周边环境的影响较小，因此在市政工程、公路工程以及工业与民用建筑等多个领域得到了广泛应用^[3]。然而，随着工程建设规模的不断扩大和质量要求的日益提高，传统施工工艺的局限性逐渐显现。在实际工程应用中，深层搅拌桩施工仍面临诸多问题，例如搅拌不均匀导致的桩身强度离散性大、施工效率较低以及质量控制难度较高等。这些问题不仅影响了桩体的承载能力和耐久性，还可能导致后续工程的维修和加固成本大幅上升。

在施工过程中，深层搅拌桩的质量控制难度较大。由于软土地基的土层性质复杂，含水量高且均匀性差，导致搅拌过程中水泥与土的混合均匀性难以保证。尤其是在深层搅拌过程中，搅拌机械的下沉和提升速度、喷浆量以及搅拌次数等参数的控制精度直接影响桩体的质量。如果搅拌不均匀，会导致桩身强度离散性较大，进而影响整个复合地基的承载能力。施工过程中还容易出现喷浆不连续、水泥用量不足等问题，进一步降低了桩体的强度和耐久性。这些问题不仅增加了工程的风险，还可能导

致后续工程的维修和加固成本大幅上升。

深层搅拌桩施工的另一个问题是施工效率较低。传统施工工艺中，搅拌机械的作业效率受到多种因素的制约，如土层阻力、设备性能以及操作人员的熟练程度等。在软土地基中，搅拌机械的下沉和提升速度较慢，且需要频繁调整参数以适应不同的土层条件，这使得施工进度难以有效提升^[4]。施工过程中还需进行多次重复搅拌以确保混合均匀，进一步延长了施工周期。施工后的养护时间也较长，通常需要等待桩体达到一定的强度后才能进行后续施工，这在一定程度上限制了深层搅拌桩技术在工期紧张的工程中的应用。

3 施工工艺改进措施

在软土地基处理中，深层搅拌桩施工工艺的优化是提升其承载能力和工程可靠性的重要环节。传统施工过程中，搅拌均匀性不足是导致桩身强度离散性大的主要原因之一。优化搅拌参数成为关键措施。通过调整搅拌速度、搅拌时间以及喷浆量，可以有效改善桩身材料的混合均匀度。在施工中适当提高搅拌速度，能够使水泥与软土充分混合，减少未搅拌区域的出现。延长搅拌时间确保水泥与土体充分反应，进一步提高桩身强度。精准控制喷浆量也是保障桩身质量的重要手段。根据土层性质和设计的要求，合理调整喷浆量，避免因喷浆不足或过量而影响桩身强度和经济性^[5]。在实际工程中，通过优化搅拌参数，桩身强度的均匀性和整体性得到了显著提升，为后续施工奠定了坚实基础。

施工设备的改进也是提升深层搅拌桩施工质量的重要方面。传统搅拌设备在搅拌深度和均匀性方面存在局限性，难以满足复杂地质条件下的施工要求。研发和应用新型搅拌设备成为必然选择。新型设备采用先进的搅拌技术和自动化控制系统，能够实现更精准的搅拌操作。采用多轴搅拌设备可以增加搅拌范围，减少搅拌死角，使水泥与土体混合更加均匀。自动化控制系统能够实时监测搅拌过程中的各项参数，如搅拌速度、喷浆量等，并根据实际情况自动调整，确保施工过程的稳定性和一致性。在实际应用中，新型搅拌设备的使用显著提高了搅拌桩的施工质量，减少了因设备性能不足导致的施工问题，为深层搅拌桩技术的广泛应用提供了有力支持。

施工过程中的质量控制是确保深层搅拌桩性能的关键环节。在传统施工中,质量控制主要依赖于事后检测,难以及时发现和纠正施工过程中的问题。建立全过程质量控制体系显得尤为重要^[6]。施工前,应对原材料进行严格检验,确保水泥、土体等材料符合设计要求。施工过程中,通过设置监测点,实时监测搅拌参数和桩身质量指标,如搅拌速度、喷浆量、桩身强度等。一旦发现异常情况,能够及时调整施工参数或采取补救措施。在施工过程中通过无损检测技术实时监测桩身强度,若发现强度不足,可及时进行补浆处理。施工后应进行系统的质量检测和评估,包括桩身完整性检测、承载力测试等,确保施工质量满足工程要求。通过全过程质量控制,能够有效减少施工过程中的质量隐患,提高深层搅拌桩的整体性能,为工程安全提供保障。

4 改进后的承载力提升效果分析

在软土地基处理工程中,深层搅拌桩的承载力提升是衡量施工工艺改进成功与否的关键指标。通过对改进前后的承载力测试结果进行对比分析,可以清晰地看到施工工艺优化带来的显著效果。在某实际工程中,采用传统施工工艺的深层搅拌桩在初步承载力测试中表现出了明显的不足。桩体强度离散性较大,部分桩体未能达到设计要求的承载标准^[7]。这种现象主要是由于搅拌不均匀、注浆量不稳定以及施工过程中的质量控制不足所导致的。在引入改进后的施工工艺后,这些问题得到了有效解决。优化的搅拌参数和改进的设备使得桩体材料混合更加均匀,注浆过程更加稳定,从而显著提高了桩体的整体强度。在后续的承载力测试中,改进后的深层搅拌桩表现出了更高的承载能力和更小的强度离散性。这表明改进后的施工工艺能够有效提升深层搅拌桩的承载力,为软土地基处理提供了更为可靠的保障。

进一步分析改进后的深层搅拌桩承载力提升效果,可以从桩体材料的均匀性和施工质量控制两个方面进行探讨。在传统施工工艺中,搅拌设备的局限性导致桩体材料混合不均匀,局部区域强度不足。而改进后的施工工艺通过优化搅拌参数和设备,使得桩体材料的均匀性得到了极大改善。桩体内部的水泥与土体混合更加充分,形成了更为均匀的水泥土结构,从而提高了桩体的整体承载能力。改进后

的施工工艺还加强了施工过程中的质量控制。通过实时监测注浆量、搅拌速度等关键参数,确保了施工过程的稳定性和一致性。这种严格的质量控制措施有效减少了施工过程中的误差,进一步提高了桩体的强度和承载能力。在实际工程中,改进后的深层搅拌桩在承载力测试中表现出了更高的稳定性和可靠性,为工程的安全性和经济性提供了有力保障。

从工程实践的角度来看,改进后的深层搅拌桩施工工艺在承载力提升方面取得了显著成效。在多个软土地基处理项目中,改进后的工艺不仅提高了桩体的强度和承载能力,还减少了施工过程中的资源浪费和环境污染^[8]。通过优化施工参数和设备,施工效率得到了显著提高,工程周期也相应缩短。这不仅为工程建设带来了经济效益,也为环境保护做出了贡献。改进后的深层搅拌桩施工工艺在实际应用中展现了良好的适应性和优越性,为软土地基处理提供了更为科学和有效的解决方案。

5 结语

在软土地基处理中,深层搅拌桩技术的承载力提升与施工工艺改进具有重要意义。通过优化搅拌参数、改进施工设备以及加强全过程质量控制,有效解决了传统工艺中搅拌不均匀、强度离散性大等问题,显著提高了桩体承载能力,降低了施工风险。工程实践表明,改进后的施工工艺不仅提升了施工效率,为工程建设带来了显著的经济效益和环境效益。未来,随着技术的进一步发展,深层搅拌桩有望在更多复杂地质条件下发挥更大作用,为软土地基处理提供更高效、更可靠的解决方案。

参考文献

- [1] 刘志伟. 深层搅拌桩复合地基承载特性研究[J]. 岩土力学,2018,39(2):123-130
- [2] 陈明. 软土地基处理技术与工程应用[J]. 工程建设,2020,52(4):45-50
- [3] 李晓光. 深层搅拌桩施工工艺优化研究[J]. 施工技术,2019,84(3):67-72
- [4] 王海波. 软土地基处理中深层搅拌桩的应用与改进[J]. 地基基础工程,2021,15(6):89-94
- [5] 张涛. 深层搅拌桩在城市基础设施中的应用分析[J]. 现代工业经济和信息化,2023,13(2): 150-154.

- [6] 赵红梅. 深层搅拌桩施工质量控制与监测技术研究[J]. 建筑技术开发,2023,40(1): 92-95.
- [7] 李强. 深层搅拌桩技术在软土改良中的效果评估[J]. 土木工程与管理学报,2022,35(4): 88-93.
- [8] 周斌. 新型搅拌设备在深层搅拌桩施工中的应用研究

[J]. 现代城市研究,2022,37(3): 42-47.

版权声明: ©2025 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

