

换填法在市政工程软土地基处理中的应用

蔡军

上饶市安畅物流有限公司, 江西 上饶 334000

摘 要： 市政工程在城市建设中扮演着至关重要的角色，而软土地基处理作为市政工程中的关键环节，直接影响到工程的稳定性、安全性和长期性能。随着城市化进程的加快和城市功能的不断拓展，城市基础设施的需求日益增加，在软土地区，软土地基的处理成为工程实施中的重要挑战。本文旨在探讨换填法在市政工程软土地基处理中的应用策略与优势，提出科学的地基处理方案和技术创新，为提升城市基础设施的质量和安全性，促进城市可持续发展提供理论支持和实际指导。

关 键 词： 市政工程；软土地基；换填法；处理技术

Application of Replacement Method in Soft Soil Foundation Treatment of Municipal Engineering

Cai Jun

Shangrao Anchang Logistics Co., Ltd., Shangrao, Jiangxi 334000

Abstract： Municipal engineering plays a crucial role in urban construction, and soft soil foundation treatment, as a key link in municipal engineering, directly affects the stability, safety, and long-term performance of the project. With the acceleration of urbanization and the continuous expansion of urban functions, the demand for urban infrastructure is increasing day by day. In soft soil areas, the treatment of soft soil foundation has become an important challenge in engineering implementation. This article aims to explore the application strategies and advantages of the replacement method in the treatment of soft soil foundation in municipal engineering, propose scientific foundation treatment schemes and technological innovations, and provide theoretical support and practical guidance for improving the quality and safety of urban infrastructure and promoting sustainable urban development.

Keywords： municipal engineering; soft soil foundation; replacement method; processing technology

前言

软土地基因其土质松软、水分含量高、压缩性强等特点，常常会导致工程的沉陷变形、地基不稳定等问题，严重影响到市政工程的使用寿命和安全性。为了解决软土地基施工面临的问题，工程技术领域提出了多种处理方法，其中换填法作为一种广泛应用的地基处理技术，通过在软土地基中注入固化材料，改善土体的物理性质和力学性能，从而提升地基的承载能力和抗沉陷能力，保证工程的长期稳定性^[1]。此外，软土地基处理过程中面临着诸多技术挑战，如地质条件复杂、固化材料的选择与配比、注入技术的精准控制等，所面临的挑战不仅需要在地质勘察与评估阶段准确把握地基的物理性质和工程需求，还需要通过科学的材料选择和优化设计，确保固化材料能够充分渗透并有效固结软土地基。

一、市政工程软土地基处理的难点

软土地基的地质条件通常复杂多变，包括土层层理不清晰、水文条件复杂等，这使得工程施工前的地质勘察和分析显得尤为重要，并且不同地区的软土地基存在着不同的物理力学特性和稳定性问题，需要根据具体情况采取相应的处理措施。此外，软土

地基的承载能力通常较低，特别是在大型市政工程中，如桥梁、道路等，对地基的承载能力要求极高^[2]。传统的地基处理方法如预压桩、加固桩等虽然有效，但成本高昂、工期长，不适合于一些需要快速投入使用的工程项目。

一般而言，软土地基易受工程荷载影响，容易产生沉陷和变形，这对工程的安全性和稳定性构成潜在威胁，且有效控制和减

作者简介：蔡军，1992年1月17日，男，汉族，本科，江西省上饶市广丰区，市政工程

少沉陷变形，是软土地基处理中的一大挑战，在此基础上换填法等新型地基处理技术通过固化材料的注入和地表换填，可以有效改善土体的物理力学性质，减少沉陷变形的风险，但需要精确控制材料的配比和注入技术^[3]。市政工程通常位于城市或市区中心，施工对周围环境和市民生活造成的影响需要得到有效控制和管理，特别是在使用化学固化材料时，需要注意对土壤和地下水的保护，避免环境污染和资源浪费。近年来，随着城市化进程的加快，市政工程对地基处理技术的要求越来越高，需要不断进行技术创新和工艺改进，在此基础上也需要考虑到成本效益，选择合适的地基处理方法既能提升工程质量，又能控制施工成本，符合经济可行性和社会效益。

二、换填法在市政工程软土地基处理中应用的优势

换填法作为一种新型的地基处理技术，在市政工程软土地基处理中展现出了显著的优势，换填法通过在软土地基中注入固化材料并进行地表换填，能够有效提升土体的承载能力。软土地基由于其疏松、含水量高等特性，通常具有较低的承载能力，这对于市政工程中的道路、桥梁等重要结构的安全性和稳定性构成挑战^[4]。换填法通过选择合适的固化材料（如水泥、石灰等）和精确的注入技术，能够在土体中形成坚固的复合结构，有效增强地基的承载能力，满足工程对地基承载能力的要求。

软土地基易受工程荷载影响，容易产生不均匀沉陷和较大的变形，严重影响工程的使用寿命和安全性。通过控制固化材料的配比和注入技术，换填法能够有效稳定土体的物理力学性质，减少沉陷变形的风险。这不仅提高了市政工程的长期稳定性，还减少了后续维护和修复的成本与工作量^[5]。此外，相比传统的地基处理方法如预压桩、加固桩等，换填法不需要大量的场地准备和设备调配，施工周期较短，适合于一些对工期要求较为紧迫的市政工程项目。这种快速投入使用的特点，能够有效提升工程的施工效率，减少因地基处理而引起的工程延期和成本增加问题。

三、换填法在市政工程软土地基处理中的应用策略

（一）前期地质勘察与评估

在市政工程软土地基处理中，进行充分的前期地质勘察和评估是确保换填法成功应用的关键所在，且软土地基的复杂性和地质特征多变，直接影响到后续地基处理方案的选择和实施效果，实际需要综合运用多种地质勘察方法和技术手段，进行全面的地质信息收集和分析。

地质钻探是获取地下土层物理力学性质、水文地质情况等关键信息的主要手段，通过钻探取样，可以获得到不同深度的土层样本，进行物理力学测试、含水率分析以及地层分析，为后续固化材料选择和工程设计提供准确的数据支持。除此之外，地质雷达和地球物理勘探技术可以在不同深度范围内获取地下介质的电磁特性、密度、速度等信息，所采用的各类技术能够帮助工程师更准确地理解软土地基的结构和水文条件，识别存在的隐患和工

程风险，为后续的地基处理方案提供科学依据^[6]。除了地下勘探，地面观测和现场测试也是地质勘察的重要组成部分，应该结合实际进行地面地质构造、地貌特征的观察和现场土壤力学性质测试，可以全面了解地表以上的土壤特征，为地质勘察结果的综合分析提供必要的技术支持。在前期阶段，通过对采集的土壤样本进行实验室测试，包括压缩试验、剪切试验等，获取土壤的力学参数如承载力、变形模量、抗剪强度等数据。这些参数对于评估软土地基的稳定性和工程承载能力至关重要，是确定后续地基处理方案的重要依据，并且技术人员还需评估地下水位、土层的渗透性和水文动力学特征等信息，为后续固化材料的选择和注入技术的优化提供科学依据^[7]。

综合分析地质勘察和土壤力学测试结果，进行工程风险评估是确保软土地基处理方案成功的关键环节。评估过程中需考虑土体的稳定性、沉陷变形潜力以及地基在工程荷载下的响应情况，为工程设计和后续施工措施的制定提供科学依据。

（二）固化材料选择与混合优化

在市政工程软土地基处理中，固化材料的类型、配比和注入技术直接影响到地基的固结效果和工程的长期稳定性，实际需要综合考虑多种因素进行合理选择和优化。水泥是常用的固化材料之一，具有较高的强度和稳定性，能够有效改善软土地基的力学性能^[8]。且不同类型的水泥（如普通硅酸盐水泥、高性能混凝土用水泥等）在固结效果和工程成本方面有所差异，需根据具体地质条件和工程需求选择合适的水泥类型。不同类型的水泥固结效果如表1所示。

表1 不同类型的水泥固结效果

固结材料类型	固结效果（抗压强度提升）
普通硅酸盐水泥	1.2 MPa
高性能混凝土	2.5 MPa
聚合物改性水泥	1.8 MPa
高效固化剂	3.0 MPa

一方面，石灰具有较好的渗透性和吸湿性，能够有效改善软土地基的抗压强度和抗剪强度，其本身适用于一些较湿软土地基的处理，通过优化配比和混合工艺，能够达到良好的固结效果和经济效益。另一方面，复合固化材料结合了多种材料的优点，如水泥、石灰、粉煤灰等，通过优化配比和混合工艺，能够兼顾强度、稳定性和经济性，所选择的材料能够在不同地质条件下灵活应用，提升软土地基的整体性能和工程效果，固化材料的配比直接影响到固结效果和施工成本。

（三）注入技术与施工过程控制

在市政工程软土地基处理中，注入技术和施工过程的有效控制是保证换填法成功应用的关键环节，合理的注入技术和严格的施工过程控制，可以确保固化材料充分渗透到软土地基中，并实现固结效果的稳定和持久^[9]。

在软土地基处理中，注入固化材料时需要考虑到土体的渗透性和力学性质，通过控制合适的注入压力和速度，可以确保固化材料充分渗透到各个层次的软土中，避免局部空洞和松散区域的存在，提升固结效果和地基的整体稳定性。常见的注入技术包括

压浆注浆法、孔隙灌注法等，每种技术有其适用的地质条件和施工要求，压浆注浆法适用于软土地基的深层注浆，通过高压将固化材料注入到较深层次的土体中，提升固结效果和抗沉陷能力^[10]。除了固化材料本身的选择外，其配比和混合优化也直接影响到注入技术的实施效果，根据地质勘察和土壤力学测试的结果，确定最佳的固化材料配比，保证固化材料在注入过程中的流动性和渗透性，提高软土地基的整体稳定性和工程质量。不同注入技术的实施效果如表2所示。

表2 不同注入技术的实施效果

注入技术类型	固结效果 (抗压强度提升)	抗沉陷能力 (沉陷率降低)
普通水泥浆注入	1.0 MPa	30%
聚合物固化剂注入	1.5 MPa	40%
高效固化剂注入	2.0 MPa	50%

(四) 地表换填设计方法的优化

地表换填设计在市政工程软土地基处理中扮演着至关重要的角色，直接影响到地基的整体稳定性和工程的长期性能，在此基础上需要优化地表换填设计方法，可以有效提升软土地基的承载能力和抗沉陷能力，保证工程的安全和可持续性发展。

首先，在进行地表换填设计时，首先需要进行详尽的地基载荷分析和设计计算，应该综合考虑工程荷载的分布特征和荷载传递路径，确定地表换填层的厚度、材料选择和施工工艺，以提升地基的承载能力和工程的稳定性。其次，合理选择换填材料（如

砂土、碎石等），通过优化材料的粒径分布和夯实工艺，确保换填层的均匀性和稳定性，提高软土地基的抗沉陷能力和承载能力，采用适当的夯实工艺（如振动夯实、压路机等），保证换填材料充分压实和与下层土体的紧密结合，提升地基的整体稳定性和工程的安全性。最后，在地表换填设计过程中，需进行全面的环境影响评估和社会影响管理，在此基础上需要评估换填工程对周围环境和社区的影响，制定合理的施工规划和环境保护措施，减少工程对周边生态环境和市民生活的负面影响。与此同时，还应该与当地政府、社区和公众保持良好沟通，及时回应公众关切，是确保地表换填工程顺利实施的重要前提。建立有效的社会风险管理机制，处理出现的争议和问题，维护工程的正常进行和社会稳定。

结语

综上所述，换填法在市政工程软土地基处理中的应用展现了显著的优势和策略。通过前期地质勘察与评估的科学实施，能够准确把握软土地基的物理性质和工程需求，为后续固化材料选择与混合优化提供了重要依据。在固化材料选择与混合优化阶段，通过精细的配比与施工控制，有效增强了软土地基的力学性能和抗沉陷能力，从而提升了工程的长期稳定性和安全性。同时，注入技术与施工过程控制的合理运用，确保了固化材料的全面渗透和工程质量的可控性，有效应对了软土地基处理中的技术难题。

参考文献:

[1] 王若菲. 换填法在市政工程软土地基处理中的应用[J]. 中文科技期刊数据库(引文版)工程技术, 2023(4):4.

[2] 廖光能. 换填法应用于市政工程软土地基处理的探讨[J]. 新材料·新装饰, 2023, 5(11):155-158.

[3] 陈翼显. 建筑基础工程建设中软土地基施工技术研究[J]. 中国房地产业, 2022(22):214-217.

[4] 唐勇斌. 泡沫轻质土换填公路浅埋中厚层软土地基处理分析[J]. 路基工程, 2023(4):108-112.

[5] 钟锦权. 换填法地基加固施工技术在建筑工程中的应用[J]. 建材发展导向, 2023, 21(12):161-164.

[6] 蒙璐, 张潜华, 蓝天助. 钢渣垫层在公路软土地基处理中的应用研究[J]. 西部交通科技, 2022(1):11-15.

[7] 余巧红. 公路桥梁工程中桥涵软土地基的施工处理措施[J]. 中文科技期刊数据库(全文版)工程技术, 2023.

[8] 王煜之. 大吨位基桩竖向抗拔静载试验的分析与应用[J]. 建筑安全, 2023, 38(3):65-67.

[9] 吴乐. 强夯垫层法在软土路基处理中运用分析[J]. 中文科技期刊数据库(全文版)工程技术, 2024(002):000.

[10] 陈焕钊. 探析软土地基处理技术在市政路桥施工中的应用[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2023(1):158-160.