

软土路基的市政道路施工技术研究

孙朝中, 朱凯奇

河南万里交通科技股份有限公司, 河南 许昌 461000

摘要 : 在城市化不断推进的背景下, 市政道路建设作为城市基础设施的重要组成部分, 扮演着连接城市各个角落、改善居民生活的重要角色, 但是城市中存在大量软土地基, 其地质特性复杂, 使得市政道路建设面临诸多挑战。为了在软土地基上建设稳定、耐久、安全的道路, 市政道路施工技术的研究和创新变得至关重要。本文将探讨软土路基的市政道路施工技术研究, 关注在软土地基条件下的道路建设所面临的问题和挑战, 以及施工解决方案。

关键词 : 软土路基; 市政道路; 施工技术

Research on Municipal Road Construction Technology of Soft Soil Roadbed

Sun Chaozhong, Zhu Kaiqi

Henan Wanli Transportation Technology Group Co., Ltd, Henan, Xuchang 461000

Abstract : Under the background of continuous urbanization, municipal road construction, as an important part of urban infrastructure, plays an important role in connecting all corners of the city and improving the life of the residents. But there are a large number of soft soil foundations in the city with complex geological characteristics, which makes the construction of municipal roads face many challenges. In order to build stable, durable and safe roads on soft ground, the research and innovation of municipal road construction technology becomes crucial. In this paper, we will discuss the research on municipal road construction technology of soft soil roadbed, focusing on the problems and challenges faced by road construction under soft soil conditions, as well as construction solutions.

Key words : soft soil roadbed; municipal road; construction technology

软土路基地区通常具有土壤质地松软、含水量高、承载能力差等特点, 使得传统的路基施工方法难以胜任, 因此为了确保市政道路的可持续发展, 市政道路施工技术需要不断创新和改进。软土路基的市政道路施工技术研究正是为了应对该挑战, 为城市交通建设提供更加可行的解决方案。软土路基的市政道路施工技术研究不仅关系到城市交通的畅通, 还关系到居民生活的舒适和城市可持续发展的目标。通过深入研究和持续创新, 可以不断提高市政道路施工技术, 使其更好地适应软土路基的复杂条件, 为城市的未来提供更加坚实的道路基础。

一、市政道路施工中软土路基的危害

软土路基是指地基土壤质地较为松软、承载能力相对较低的地区, 其特性使得道路建设面临许多问题, 其危害主要包括:

(1) 沉陷危害。沉陷是指土地表面因土壤的不断压缩而下沉, 会导致道路表面不平整, 形成坑洼, 增加了交通事故的风险; 沉陷会损坏排水系统, 导致积水和道路表面的水损害, 且沉陷还会对邻近建筑物和基础设施产生不利影响, 损害城市的整体基础设施。(2) 承载能力不足危害。软土路基的承载能力通常较低, 不能承受大型交通负荷, 在软土路基上行驶重载车辆会导致道路变形、损坏, 甚至发生坍塌, 不仅对交通安全构成威胁, 还会导致维修和修复成本的增加, 且承载能力不足还限制了道路的设计和

使用, 对城市交通的发展产生制约^[1]。(3) 变形危害。软土路基在受到荷载压力后容易发生变形, 包括沉陷、收缩和膨胀等不可逆的变形, 变形不仅影响道路的平整度, 还可能导致路面开裂、龟裂和损坏, 变形增加道路交通产生危险, 所以软土路基的变形危害对道路的安全性和可用性造成了威胁。(4) 渗透危害。软土路基通常具有较高的含水量, 因此容易发生渗透问题, 地下水的渗透会导致道路表面软化、塌陷和损坏, 同时地下水的存在还会对道路下部的土壤产生冲刷和侵蚀, 从而削弱了道路的基础支撑, 对道路的稳定性和耐久性造成了危害。(5) 剪切破坏危害。软土路基的剪切强度通常较低, 容易发生剪切破坏, 剪切破坏会导致道路坡面下滑、路面龟裂和道路塌陷, 不仅损害道路的质量, 还增加了维修和修复的成本。

二、市政道路施工中软土路基处理技术

(一) 注浆加固技术

注浆加固技术是一种通过注入特定材料来增加软土地基的强度和稳定性的方法。软土地基通常由高含水量的土壤组成，土壤容易受到水分和荷载的影响，导致地基沉降和变形，注浆加固技术旨在改善土壤的工程性质，使其更适合承载道路交通和建筑物的荷载；在注浆加固过程中，通常使用水泥浆、聚合物浆或其他特定类型的浆料，能够在土壤中硬化，形成坚固的基础，增强土壤的承载能力；注浆加固通常涉及将浆料以高压注入地下，使得浆料均匀分布到地基中，填充土壤孔隙和裂缝，提高土壤的密实性和强度，且一些注浆材料在与土壤接触后会发生化学反应，导致土壤颗粒之间的黏结和硬化，进一步提高地基的强度^[2]。

在注浆加固技术应用过程中，施工开始之前需要进行详细的地质调查，以了解软土地基的性质、含水量、厚度和其他关键参数，从而确定注浆加固的材料和方法；根据地质勘察的结果，选择合适的注浆材料，水泥浆通常用于增强地基的强度，而聚合物浆则常用于提高土壤的密实度；在地基上预先挖掘注浆孔，孔将用于注浆过程，注浆孔的位置和间距需要根据具体项目的要求来确定；将选定的注浆材料以高压注入地基，确保均匀分布并填满土壤孔隙，注浆施工的压力和速度需要根据地基条件进行调整，以实现最佳效果；在注浆加固过程中，需要进行实时监测和质量控制，以确保地基得到适当的强化，包括测量地基沉降和浆料的注入量。

相对于传统的地基改良方法，注浆加固通常施工速度更快，可以节省时间和成本，且注浆加固可以显著提高软土地基的承载能力，使其能够承受更大的荷载，同时通过减少软土地基的沉降，注浆加固有助于提高道路和建筑物的稳定性，减少维护成本；注浆加固技术适用于各种软土地基类型，包括沉积土、粉土、淤泥和砂土。

(二) 原位土换填技术

原位土换填技术是一种通过在现场处理软土地基，将原位土壤挖掘、改良、再填充的方法，以增加地基的承载能力和稳定性。原位土换填技术的首要目标是改良土质，增加土壤的抗压强度和稳定性；通过采用合适的压实设备和施工工艺，可以将软土地基中的空隙填充，增加土壤的密实度，提高承载能力，还可以通过化学固化方法来增加土壤的粘性和抗剪强度；在施工中采用预压技术，可以通过施加持续的压力来改善土壤的力学性质，从而减小土壤的沉降和变形。在技术应用过程中，需要对软土路面进行评估，确定是否需要原位土换填处理；根据路面评估的结果，确定土壤改良的方式和所需的掺合料，通常水泥和石灰是常见的改良材料；使用挖掘机械将改良后的土壤挖掘出来，形成坑洞或开挖区域，并将均匀材料填充到挖掘出的区域中，确保均匀分布，之后使用振动压路机等设备将填充的材料压实，确保路面平整和坚固。软土路面的地基不稳定会导致路面开裂和坑洞，原位土换填技术可以加强地基，提高路面的承载能力，且相对于完全重新铺设路面，原位土换填技术可以减少施工成本，因

为重复使用了一部分现有路面材料^[3]。

(三) 强夯加固技术

强夯加固技术是一种利用高频振动锤将砂土、黏土等软土层进行夯实，提高地基承载力的施工方法。在强夯加固技术中，振动锤通过锤击地基，将能量传递到软土层中，能量传递可以导致软土颗粒之间的摩擦减小，使土壤颗粒重新排列，从而提高了土壤的密实度；振动锤的高频振动作用下，土层颗粒在锤击的同时会发生振动，使得土壤颗粒更容易紧密排列，土壤的压实度提高，从而增加了土壤的承载力；强夯加固技术还可以通过振动作用，减小土壤内部孔隙中的水分含量，不仅有助于提高土壤的承载力，还能够降低土壤的液化风险；振动锤本身的重力也可以帮助土壤夯实，锤击时锤头的重力作用下可以促使土壤更好地排列，提高土壤的密实度。

在技术应用过程中，需要根据土壤勘察结果制定合适的施工方案，包括振动锤的选择、振动频率和振动锤的下落高度等参数；在实际施工前，需要进行施工场地的准备工作，包括清理场地、设置施工边界和搭建设备；施工准备工作完成后，振动锤可以开始施工，振动锤通过不断地锤击地基，将能量传递到软土层，实现土壤的夯实，施工人员需要掌握振动锤的操作技巧，确保施工质量。

相比传统的地基处理方法，如土石方加固，强夯加固技术施工速度更快，振动锤的高频振动和压实作用使得施工周期大幅缩短，可以减少施工时间和降低施工成本；在软土地区，液化是一种常见的地基问题。通过使用强夯加固技术，可以降低土壤内部的孔隙水含量，从而减小土壤液化的风险；强夯加固技术可以显著提高软土路基的承载力，通过高频振动锤的作用形成更为紧密的结构，使地基能够承受更大的荷载，从而提高道路的耐久性和安全性。

(四) 排水固结加固技术

在软土地质条件下，土壤的排水性能是影响道路稳定性的关键因素，如果土壤排水性能不佳，雨水会渗透进路基，导致土壤软化和沉降，从而对道路造成损害，排水固结加固技术的核心原理之一就是改善土壤的排水性能来减小路基的变形和沉降；排水固结技术通过使用排水设施，如排水沟和排水管，来引导雨水远离路基，可以防止水分渗透到土壤中，减少土壤软化的风险，且排水设施还可以帮助维持土壤的工程性能，提高道路的稳定性^[4]。

在软土路处理中，设计和建设排水设施为重要环节，合理设计的排水系统可以有效地引导雨水，减少水分对土壤的侵蚀，降低路基软化的风险。排水沟是一种用于收集和排放雨水的设施，通常位于道路两侧，可以收集路面上的雨水，然后将其引导到排水沟或污水处理设施中，排水沟的设计应考虑地势和降水情况，以确保雨水能够迅速排除；排水管是用于将雨水从道路下方排走的管道系统，排水管的材料和尺寸应根据具体情况进行选择，以确保其能够满足排水需求，排水管的安装通常需要专业设备和施工技术，以确保其性能可靠。在排水之后，可以采用机械压实的方法，通过使用振动压路机等设备来加固土壤，设备可以将土壤

颗粒重新排列，增加土壤的密实度和承载能力。

（五）灰土挤密桩加固技术

灰土挤密桩，又称灰土浆注桩或灰土桩，是一种地基加固技术，通过在软土地质条件下注入灰土浆，以增加土壤的密实度和承载能力，该技术的核心原理是通过灌注或挤压方式将灰土浆注入地下，与周围土壤相互作用，形成固化的桩体，从而改善地基的性能。灰土浆通常由水、水泥、粉煤灰和其他掺合材料组成，水泥起到固化作用，粉煤灰可以增加浆体的流动性，从而更好地渗透到土壤中，通过调整不同成分的比例，可以获得适合不同软土地质条件的灰土浆。注入的灰土浆通过填充土壤孔隙，提高了土壤的密实度，可以减少土壤的变形和沉降，提高承载能力，且灰土浆中的水泥固化后，形成坚固的桩体，增加了土壤的抗压强度，从而提高地基的稳定性，同时灰土浆可以填充土壤中的微观孔隙，降低土壤的渗透性，防止水分进入土壤，减少软化的风险。

在施工之前，需要确保所有设备和材料的准备工作已经完成，包括准备足够的灰土浆、搅拌设备、注浆设备等；根据设计要求，在软土地质条件下进行钻孔或挤压操作，将灰土浆注入地下，注浆的深度和间距应根据设计要求进行控制；灰土浆需要一定时间来固化，通常需要数天至数周，在固化时间内施工区域需要避免重型机械和其他施工活动。

三、市政道路软土路基施工质量控制

为了确保市政道路软土路基施工质量，需要采用科学的控制措施，主要包括：（1）严格的材料控制。软土路基的质量控制首先涉及材料的选择和控制，应根据设计要求选择合适的土壤材料，对材料的来源、性质、含水率等进行严格的控制，且应确保

材料的合理储存和搅拌，以防止材料的质量受到污染或变质。

（2）压实控制。软土路基的压实是关键施工环节，应根据设计要求选择合适的压实设备，确保压实的均匀性和密实度，压实时需要根据不同土壤类型和厚度，合理控制压实次数和轮胎压力。

（3）排水控制。软土路基容易受到地下水的影响，因此施工过程中应采取排水措施，以防止水分对路基的不利影响，包括排水沟、渗透性材料的使用以及合理的施工排水计划。（4）建立完善监测体系。市政道路软土路基施工监测体系是一项综合性、系统性的控制措施，有助于实时监测施工过程中的各项指标，及时发现问题，采取措施进行修复和调整，以确保道路施工质量符合标准要求。不同的软土路基施工项目需要不同类型的监测仪器和设备，所以需要选择合适的监测仪器和设备，常用的监测设备包括土壤密度计、应变计、位移计、测斜仪、温湿度传感器等，可以实时监测土壤的密实度、变形情况、温湿度等参数，为施工质量控制提供有力的数据支持；监测体系需要具备数据采集和传输系统，以确保监测数据能够及时传递给相关人员，现代监测系统常采用自动化数据采集系统，通过传感器采集数据，然后通过互联网或其他通信方式传输数据至监测中心，能够实现远程监测，减少人力和时间成本^[9]。

结束语

综上所述，市政道路软土路基施工技术的应用对城市建设和发展具有深远的意义，通过科学合理的技术手段，可以提高道路的质量和可靠性，降低维护成本，保障交通安全，推动城市可持续发展，为城市居民提供更加安全、便捷和舒适的交通环境，因此在市政道路建设中，需要采用科学的软土路基施工技术，确保道路综合质量。

参考文献

- [1] 郑杏君, 李宝林, 张强飞. 市政道路软土路基稳定性处理方案研究 [J]. 城市建设理论研究 (电子版), 2023(30):189-191.
- [2] 陶彦. 市政道路工程中软土路基施工技术的运用研究 [J]. 四川建材, 2023, 49(10):125-127.
- [3] 马穗勇. 市政道路软土路基施工技术要点研究 [J]. 城市建设理论研究 (电子版), 2023(27):175-177.
- [4] 林学丽. 软土地基加固技术在市政道路路基施工中的应用 [J]. 工程技术研究, 2023, 8(12):49-51.
- [5] 兰秀荣. 分析市政道路工程中软土路基施工技术的应用 [J]. 四川建材, 2022, 48(11):161-162.
- [6] 马琴梅. 沥青混凝土道路施工技术在市政道路施工中的应用 [J]. 科技创新与应用. 2019, (28).
- [7] 林陶. 探讨市政道路工程中软土路基施工技术的应用 [J]. 建筑与预算. 2021, (12).
- [8] 刘元波. 市政道路工程中软土路基施工技术的应用 [J]. 绿色环保建材. 2021, (4):128-129.
- [9] 张泳萌. 市政道路软土路基强夯法施工技术研究 [J]. 智能城市. 2021, 7(4):134-135.
- [10] 周智远. 软土路基的市政道路施工技术探究 [J]. 江西建材. 2021, (3).