

软基加固施工技术在市政道路施工中的应用

林贤佳

广州市第一市政工程有限公司, 广东 广州 510000

摘要：我国土地幅员辽阔，众多的地质类型中软土地基是重要的组成部分。在市政工程道路施工中不可避免地会遇到软土地基的施工，软土地基因为自有的一些特性，很容易引起市政道路的不均匀沉降，这些质量问题为后期的市政道路维护埋下了安全隐患。在施工过程中，加强软土地基的土质改良工作，提高市政道路工程的工程质量，是市政道路建设工作人员亟须解决的问题。综上所述，加强对软土地基加固施工技术特点研究，提高道路的使用寿命，对于道路工程的可持续发展具有重要意义。

关键词：软基加固；施工技术；市政道路

中图分类号：TU99

文献标识码：A

文章编码：2022030004

The Application of Soft Foundation Reinforcement Construction Technology in Municipal Road Construction

Lin Xianjia

Guangzhou First Municipal Engineering Co., LTD, Guangzhou, Guangdong 510000

Abstract：Our country has a vast territory, soft foundation is an important constituent part in numerous geological types. It's unavoidable to meet soft foundation construction in municipal road construction. Because of some characteristics of soft foundation construction, it's easy to cause differential settlements of municipal roads and these quality problems creates some potential safety hazard for later municipal roads maintaining. In the process of construction, The problems that need municipal roads construction workers to solve urgently are strengthening soil improvement of soft foundation and improving the quality of municipal roads project. In conclusion, it has important significance to strengthen the research on characteristics of soft foundation reinforcement construction technology for sustainable development of roads project and extend road service life.

Key words：soft foundation reinforcement ; construction technology; municipal roads

引言

市政道路作为城市交通的重要组成部分，承载着日益增长的交通量和运输需求。然而，由于长期的使用和自然环境的影响，许多市政道路存在软基问题，如地基沉降、不均匀沉降、差异沉降等。这些软基问题会导致道路表面塌陷、裂缝、起伏不平，严重影响道路的承载能力和使用寿命，给行车安全和城市交通带来不利影响。随着施工技术的不断创新和发展，越来越多的软基加固方法被提出和应用于市政道路工程中。例如，地基加固桩、加筋土墙、地基改良、悬挂式加固等技术都在实践中取得了一定的效果。因此，针对软基加固施工技术在市政道路施工中的应用问题，旨在为市政道路工程的优化设计和施工提供科学依据，推动软基加固技术的发展与应用，为城市交通的可持续发展作出贡献。

一、软基加固施工技术分类与原理

(一) 土体加固技术分类

土体加固技术是软基加固施工中的关键环节之一，根据加固的原理和方法，可以将土体加固技术分为以下几类。表1提供了一些常见的土体加固技术分类及其主要特点，在软基加固施工中，综合考虑土体的特性、工程要求、成本效益等因素，选择合适的

土体加固技术对于确保施工质量和提高工程性能至关重要。

表1 土体加固技术分类

| 技术分类 | 主要特点 |
|--------|---|
| 土体固结加固 | 通过引入外部荷载或应力，使土体颗粒间的接触压力增加，颗粒重新排列，从而提高土体的密实性和强度 |
| 土体挤密加固 | 利用挤密设备（如振动压实器）对土体施加振动或冲击力，使土体颗粒间产生摩擦、碰撞，增加土体的密实性和强度 |

| 技术分类 | 主要特点 |
|--------|---|
| 土体增强加固 | 通过引入增强材料（如地钉、锚索、纤维材料等）或改良剂（如水泥、石灰等），改善土体的工程性质，提高土体的强度与稳定性 |
| 土体换填加固 | 将低强度或不稳定的土体挖掉，用高强度或稳定的填料（如碎石、砂土等）进行回填，增加土体的承载力和稳定性 |

（二）常用软基加固施工技术

一种常见的软基加固技术是土体加固与改良，主要通过物理和化学手段对软基土进行改良，以提高其强度和稳定性。常用的土体加固与改良方法包括土壤固化、土壤改良剂的添加、土钉加固和灰土加固等。土壤固化可以通过混凝土、水泥、石灰等材料的注入或夯实来增加土壤的密实度和强度。土壤改良剂的添加可以改变土壤颗粒间的结构，提高其抗压强度和稳定性。土钉加固则是在软基土中钻孔预埋钢筋钉，并注入填充材料，使土体与钢筋钉形成一体化结构，增强整体的承载能力。灰土加固是通过混合水泥、石灰和软基土进行反复混合、碾压和固化，从而提高土体的强度和稳定性。另一种常用的软基加固技术是地基加固与加密。这种技术主要通过增加软基地基的支撑层或加密软基土体来提高其承载能力和稳定性。地基加固可以采用混凝土浇筑、钢板桩和预制桩等方式，在软基土上形成坚固的基础支撑层，以增加整体的承载能力。加密软基土体可以通过振动压实、动力碾压和静载压实等方法，使土体颗粒紧密排列，增加土体的密实度和强度。此外，软基加固还可以采用排水措施来提高软基地基的稳定性。例如，设置排水沟、排水管道或地下排水系统，有效排除软基土体中的水分，减少土体饱和度，从而提高土体的抗压强度和稳定性。

（三）加固原理与作用机制

软基加固的基本原理是通过改变土体的物理性质和力学特性，提高其承载能力和稳定性。在市政道路施工中，软基加固旨在解决软弱地基导致的路面沉降、变形和裂缝等问题，确保道路的安全和稳定。加固原理主要包括以下几个方面：（1）提高土体的抗剪强度：软基加固常采用土体改良方法，如加固剂注入、土壤加固桩等。通过加固剂的注入或土壤加固桩的插入，能够与软弱土体发生化学反应或通过摩擦作用形成强固结构，从而提高土体的抗剪强度，增加其承载能力。（2）提高土体的排水性能：软基加固过程中，常常会对软弱土体进行改良，提高其排水性能。通过改善土体的孔隙结构和排水通道，减少土体内部的孔隙水含量和孔隙水压力，有效降低软基的液化和沉降风险，提高软基的稳定性。（3）增加土体的侧向约束力：软基加固施工中常采用钢筋、地锚等加固措施，通过与软弱土体的互相作用，增加土体的侧向约束力。这种约束力可以有效地减小软基土体的侧向位移和变形，提高软基的整体稳定性。（4）提高土体的重组和固结能力：软基加固中常使用改良材料或加固设备施工，通过与软弱土体的混合或作用，改变土体的结构状态，使其重新排列和固结。这样可以减小土体的孔隙比、提高土体的密实度和整体强度，提高软基的承载能力和稳定性。

二、市政道路施工中的软基加固施工技术

（一）软基处理技术

1. 深层处理技术

深层处理技术是软基加固施工中的一种常见方法，旨在通过对软土地层进行深入处理来提高其承载力和稳定性。该技术通常包括以下步骤：首先，通过挖掘机等工程机械将软土地层的部分土壤挖除，以减少软土的厚度和相对密实度。然后，在挖除的土坑中，加入适量的改良材料，例如砂砾、碎石或混凝土，以填充空隙并增加土壤的密实度。改良材料的选择取决于软土的性质和加固要求。最后，使用压实机械对填充材料进行适当的压实，以进一步增强软土地层的密实度和承载能力。深层处理技术的优势在于其相对简单和经济高效，通过对软土地层进行适度的挖掘和填充，可以在不大幅度改变地表地貌的情况下提高地基的承载力。此外，深层处理技术可以适用于各种软土地层，并且具有良好的适应性。然而，深层处理技术也存在一些局限性，例如在一些特殊的地质条件下，如高地下水位或岩石层较浅，深层处理技术可能受到限制。

2. 换填料处理技术

换填料处理技术旨在通过更换软基层中的填料材料，改善其力学性质和工程性能。在软基处理过程中，原有填料材料被清除或挖掘，并替换为更适合的填料材料，以增加软基的稳定性和承载能力。换填料处理技术的主要步骤包括填料清理、挖掘和补填。首先，清除原有填料材料，如有机质、泥土、软土等，以确保软基的纯净度和均一性。然后，根据实际需要，进行必要的挖掘工作，以调整软基的厚度和形状。最后，补填新的填料材料，通常选择具有较好力学性质和排水性能的砂石、碎石或其他适用的材料。通过换填料处理技术，软基的力学性质和工程性能得到了显著改善。新的填料材料具有较高的密实性和稳定性，能够提高软基的承载能力和抗沉降性能。此外，适当选择填料材料还能改善软基的排水性能，减少水分对软基的不利影响。因此，换填料处理技术在市政道路施工中被广泛应用，特别是在软弱地基区域。然而，换填料处理技术需要进行大量的土方工程，包括原有填料的清除和新填料的补填，增加了施工的复杂性和成本。

3. 土石灰改良技术

土石灰改良技术通过在软基土中添加适量的土石灰，利用土石灰与土壤中的黏土矿物反应产生化学反应和物理作用，改善土壤的工程性质。土石灰改良技术能够提高软基土的抗压强度、抗剪强度和稳定性，从而增加地基承载力和减小沉降变形。在土石灰改良技术中，土石灰与软基土发生水合反应，产生氢氧化钙，并与土壤中的黏土颗粒表面发生离子交换作用，导致土壤颗粒间的结合力增加。这种水合反应会引起土壤体积的变化，通常会导致土壤的干燥收缩。因此，在土石灰改良施工过程中需要控制水分含量，以确保土壤获得最佳的改良效果。土石灰改良技术的施工步骤通常包括土壤取样与试验、土石灰添加与混合、反应养护等。首先，需要对软基土进行取样，并进行相应的实验室试验，以确定土壤的物理性质和工程性能。然后，在现场施工中，按照

设计要求，将适量的土石灰加入软基土中，并进行充分的混合，以确保土石灰与软基土均匀混合。混合后的土壤需要进行反应养护，保持一定的湿度和温度，以促进土石灰与土壤中的化学反应。

（二）加固材料的选择与应用

1. 土工合成材料

土工合成材料是软基加固施工中常用的一种材料，由合成纤维或合成纤维与土工膜等组合而成。这些材料具有高强度、高模量和良好的抗渗性能，能够有效改善软土地基的工程性能。土工合成材料广泛应用于市政道路施工中的软基加固，其主要功能包括增强土体的承载能力、提高土体的抗剪强度和抗侧向位移能力，以及降低土体的沉降量和变形性。在软基加固施工中，土工合成材料通常以卷材形式使用，可以通过铺设在软基表面或埋在软基内部的方式进行应用。铺设土工合成材料可以有效地分散荷载并提供均匀的支撑，减小荷载对软基的影响。而埋设土工合成材料可以形成一个与软基共同作用的复合体系，通过与土体的摩擦阻力和抗拉强度来增加软基的整体稳定性。在选择土工合成材料时，需要考虑材料的强度、耐久性、渗透性、化学稳定性等因素。常见的土工合成材料包括聚丙烯（PP）、聚酯（PET）、聚乙烯（PE）等。

2. 桩基加固材料

桩基加固材料在软基处理和加固过程中起着重要作用，桩基加固材料应具备一定的力学性能和耐久性，以确保施工后的道路具有足够的承载能力和稳定性。在桩基加固中，常见的材料包括混凝土、钢材和复合材料等。混凝土桩是最常用的桩基加固材料之一，具有强度高、耐久性好的特点，能够承受较大的荷载并保持长期稳定。钢材桩在一些特殊条件下也被广泛应用，具有高强度和较小的截面尺寸，适用于有限空间或需要较高荷载能力的场合。此外，复合材料桩在近年来得到了快速发展，它由纤维增强材料和树脂基体组成，具有重量轻、耐腐蚀和施工方便等优势。桩基加固材料的选择应根据实际工程需求和条件来确定，不同材料的选用取决于诸多因素，包括土层特性、工程要求、荷载性质以及经济性考虑等。在选择桩基加固材料时，需要综合考虑各种因素，并进行合理的工程设计和材料优化。

3. 其他加固材料

（1）地膜材料：地膜是一种由高分子材料制成的薄膜，具有较强的拉伸性和耐久性。在软基加固中，地膜可以被铺设在软基

表面，起到隔离软基与上部结构负荷的作用，可以有效减少软基的变形和沉降，并提高软基的承载力。

（2）纤维增强材料：纤维增强材料通常由玻璃纤维、碳纤维等细长纤维和树脂基体组成。这些材料具有较高的强度和刚度，可以用于增强软基的抗拉强度和抗剪强度。纤维增强材料可以与软基结合，形成一个复合材料系统，提高软基的整体性能。

（3）聚氨酯材料：聚氨酯是一种具有良好的粘接性和弹性的材料，常用于软基加固中的裂缝修补和密封处理。聚氨酯材料可以填充软基的裂缝和空隙，增加软基的密实性和稳定性，从而提高软基的承载能力和抗沉降能力。

（4）膨胀剂：膨胀剂是一种能够通过与水反应产生膨胀物质的材料，常用于软基加固中的土体改良。膨胀剂可以混入软基土体中，通过水的渗透和反应膨胀，改善软基土体的工程性质，提高其稳定性和承载力。

（三）加固层建设

加固层是软基加固施工中的关键步骤，通过在软基土层上增加一定厚度的加固材料，提高软基的承载能力和稳定性。加固层的建设过程包括以下几个主要步骤。首先，施工人员需要对软基土层进行充分的准备工作，包括清理施工现场、移除表层杂质和不稳定土层，并进行必要的平整和压实作业，以确保加固层的建设基础牢固、均匀。其次，在准备完好的基础上，施工人员将加固材料进行均匀地铺设，根据具体情况，可以采用土工合成材料、桩基加固材料或其他加固材料。铺设时需要注意材料的均匀性和密实性，避免出现空隙和不均匀厚度的情况。接下来，施工人员利用适当的施工工具，例如振动压路机或滚轮振动器，对加固材料进行有效的压实处理。通过振动压实，可以提高加固材料的密实度和稳定性，确保其与软基土层之间的良好结合。

三、结语

通过对软基处理技术、加固材料选择与应用以及施工工艺与方法的研究，发现软基加固施工技术在市政道路施工中具有显著的应用潜力，能够有效提升道路的承载能力和稳定性。然而，该技术在某些特定条件下存在一定的局限性，需要进一步研究和改进。后续研究应包括改进施工工艺、优化加固材料选择和加强对施工质量控制的监管，可为市政道路施工中软基加固技术的应用提供重要的指导和参考。

参考文献

- [1] 吕锐. 软基加固施工技术在市政道路施工中的应用 [J]. 交通科技与管理, 2021, (013):P.1-2.
- [2] 魏竹华. 软基加固施工技术在市政道路施工中的应用 [J]. 江苏建材, 2022(03):70-72.
- [3] 付丽. 软基加固施工技术在市政道路施工中的应用 [J]. 住宅与房地产, 2021(34):206-207.
- [4] 王胜钧. 软基加固施工技术在市政道路施工中的应用分析 [J]. 绿色环保建材, 2021(7):139-140.