

# 基于市政工程施工的软土地基处理技术研究

黄培峰

达濠市政建设有限公司

**摘要：**软土地基处理不仅是一种工程技术的应用，更象征着多学科知识的融合创新。这一处理技术的核心目标是有效地增强地基的承载能力，减少沉降现象，以确保工程结构的稳定性能够得到长期维持。随着城市化进程的加速以及对环境保护要求的不断提高，传统地基处理方法，如砂桩和石灰土搅拌等，开始显露出其限制性。这些传统方法虽然能够改善软土地基的物理特性，但在成本效益、施工效率和环境影响方面却难以满足现代城市发展的复杂需求。探索更高效、经济且环境友好的新型地基处理技术，已经成为当前市政工程领域面临的重要任务，它不仅会关系到工程质量，也是实现城市可持续发展道路的关键。

**关键词：**市政工程；软土地基；处理技术

**【DOI】** 10.12254/j.issn.2096-6539.2024.24.021

## 引言

软土地基是目前我国市政工程施工过程中的重点问题，软土地基具有较强的压缩性和渗透性，会导致工程基础建设工作质量下降，不利于工程的稳定性和安全性，因而在实际施工过程中需要对其进行全面调研，合理选择各种施工技术进行处理，进而提高软土地基结构整体性能，让其结构性质符合工程需求。基于此，以市政工程施工建设为例，对软土地基施工技术的应用进行深入分析。

### 一、常见软土地基的相关特性分析

软土的一个显著土质特性是其极高的水分含量，有时水分含量高达71%，部分含水量过高的土壤甚至呈流动状态。显然，在软土地基上进行道路桥梁建设前，对施工区域不符合条件的软弱地基进行固结是十分必要的。软土的特征包括高含水率和较大的颗粒间隙，那么软土就具有较高的可压缩性，这种特性在一定程度上降低了地基的稳定性。所以在软土地基的道路或者桥梁上就经常会出现路面裂缝现象，这会对交通的顺畅通行产生不利影响。由于软土具有高度的吸水性，其渗透率相对较低，这促使软土容易凝结成团块，从而进一步减弱了其渗水能力。这一特性也加剧了改善软土性质的难度。软土的抗剪强度很低，这一点与黏土相仿，都会影响基底的排水特性，进而显著降低道路和桥梁基础的载重能力。如果不对路面进行及时的加固，地基的承载力可能会迅速达到极限，可能导致路桥结构的坍塌，造成交通事故或引起人身伤亡事件。

### 二、软土路基施工处理技术在市政交通工程中的应用意义

我国幅员辽阔，各地区地质环境存在很大差异，但是，各地在开展市政道路工程建设期间，经常面临软弱地质环境，区域土层含有大量水分，抑或是土层自身缺少足够的安全可靠性，即便采用夯击、压实等处理措施，也很难彻底优化土层整体强度。因此，在市政交通工程建设期间，施工单位与一线作业人员应关注路基施工技术与实际工程场景之间的匹配效果，如此方可真正发挥出技术工艺的潜在机制，妥善处理软土地质环境对市政交通工程建设工作带来的负面冲击与不良影响。在软土地质环境下，市政交通工程建设施工难度较大，若施工单位缺少必要的现场监控机制，现场作业存在纰漏，则相关工程投入使用后，很容易出现路面凹凸不平、路面塌陷、裂缝等问题，这对我国市政交通运输体系发展而言十分不利，严重时也会影响人民群众生命财产安全。市政交通工程是现代城市的重要组成部分，其直接影响人们日常出行体验，直接关系到人民群众的生活品质，因此，社会各界对市政交通工程建设十分关注。随着我国城镇化进程不断加快，城市人口总量快速攀升，城市交通运输压力也在持续增加，如此背景下，市政交通工程所要承担的运行压力与过去相比更是远远超出。受此影响，我国政府相关部门对市政交通工程愈发关注，施工单位在作业期间采用的技术工艺也在加速创新与改革，而良好且合理的技术体系也成为保证软土地质环境下市政交通工程可持续发展的重要根基。

### 三、软土地基对市政工程施工建设的影响

对于市政工程而言沉降问题是软土地基施工中最常见的一项病害，如果施工人员没有做好处理就会导致市政工程无法顺利开展，会严重影响区域经济发展质量。由于软土地基具有较强的特殊性，其含水量较高，并且孔洞之间缝隙也较大，因此软土地基压缩性较大，在施工和后续应用过程中很容易出现渗透问题。而软土地基一旦出现被压缩、被渗透，就会加大沉降问题出现的概率，并且通常情况下其沉降量都较大，会加大各类安全隐患事故出现概率，影响工程安全，加大工程施工成本<sup>[3]</sup>。如果施工人员没有做好软土地基处理就会导致工程出现涌土，而导致该现象出现的主要原因是因为施工人员进行回填过程中填土高度超过设计高度，导致路基结构出现严重破坏，进而发生涌土滑坡情况，并且在实际施工过程中如果施工单位没有对其引起重视，就

会导致软土地基性能无法满足施工标准，路基出现相应的质量问题，加大路基倾斜度，会引发一系列施工缺陷，不仅会影响路基整体结构性能，还会导致路基缺乏稳定性和可靠性。

### 四、市政工程施工的软土地基处理技术

#### （一）排水固结处理技术

在道路桥梁施工中，软土地基处理采用排水固结处理技术能够显著改善其力学性能和稳定性。排水固结处理技术是通过设置排水通道，将软土地基中的多余孔隙水排出，使土体产生压缩固结，从而提高地基承载能力和稳定性。这种技术主要有两个作用：一方面，它能够有效地消除软土地基中的过量孔隙水，减小土体的饱和度，提高土体的强度和刚度；另一方面，根据固结理论，排水固结还可以显著加快软土的固结进程，缩短地基沉降的时间。具体实施这种技术时，首先需要根据工程实际情况和设计需求确定预固结压力、固结时间以及排水阻力等多个参数。然后，根据排水方向和深度，在软土地基中布置垂直或斜向的排水管或排水带，以形成良好的排水网。施工过程中，还需要定期监测排水状态和地基沉降情况，以及土体的固结程度，并对数据进行详细记录和分析。据此可根据实际情况适时调整预固结压力，以达到最佳效果。值得注意的是，排水固结处理技术适用于含有大量黏性颗粒、空隙比较大的软土地基。对于孔隙水连通性差、排水条件不良的黏性土，如高液限黏土等，或者土体饱和度较高的地区，适宜采取其他处理方式，例如地基置换法、预加载法等。在施工结束后，需要对处理后的地基进行验收，包括土体的密实度、承载力、残余沉降等各项技术指标，以确保地基满足设计要求。可见，排水固结处理技术是一种经济实用、效果显著的软土地基处理方法，但需按照设计方案严格执行，保证排水通道的畅通，以充分发挥其优势。

#### （二）真空预压法

真空预压法在软土地基处理中的应用，代表现代土木工程技术的一项重要进步。这种方法通过在地基表面铺设砂垫层，并利用吸水管以及真空泵创建真空环境来实现土体的排水，从而显著提高地基的强度。它特别适用于大面积浅层软土地基的处理，并且因其施工周期短、费用较低而受到广泛欢迎。真空预压法的关键在于通过真空泵抽气，降低土体孔隙中的气压，从而促使水分向吸水管移动并被抽出。这一过程中，土体的孔隙水压力降低，导致土粒间的有效应力增加，进而能够加速土体的固结，增强其强度。砂垫层的铺设不仅作为排水通道，而且还能够均匀地传递真空压力，确保整个处理区域的有效固结。实施真空预压法时，需要对地基进行详细的地质条件评估，了解土壤的类型、含水量、渗透性等特性。基于这些信息，可以确定砂垫层的厚度、吸

水管的布置以及所需真空泵的规格。砂垫层的材料选择对于确保有效排水以及真空传递至关重要。同时，吸水管与真空泵的配置也需精心设计，以确保整个处理区域内的有效固结。在施工过程中，监测真空压力是确保处理效果的关键。这通常涉及定期检查吸水管系统的完整性，并观察其真空泵的运行状态。同时，还要对土体的固结程度以及排水情况进行监控，以便及时调整处理策略。真空预压法相比传统的地基处理技术，具有明显的环境优势。它不需要大量的水泥或化学材料，能够减少对环境的潜在影响。此外，这种方法对周围环境的干扰较小，特别适用于城市或生态敏感区域的地基处理。在施工完成后，对地基的长期性能进行监测同样重要。这包括监控地基的沉降情况、评估固结效果的持久性，以及定期检查排水系统的运行状态。综合利用这些措施能够保证工程的长期稳定性，从而为市政道路、桥梁以及隧道等工程的成功实施提供稳固的地基支撑。

#### （三）注浆处理技术

地基灌浆法是指将水泥基固化材料注入地基的软土层，经由硬化作用形成类似钢筋混凝土的结构，以此增强地基的承载能力和抵抗沉降的能力的技术手段。人工注浆有手摇式注浆、机械泵注浆以及搅拌注浆法这三种方式，实施该技术时要考虑软土层的物理性质、化学特性及构造条件，并在施工过程中对工艺流程和施工质量进行严格监控。在注浆前根据地质勘探数据，精心设计注浆孔的布局，让作业范围能够全面覆盖待改善区域。注浆材料以水泥浆为主并掺入外加剂如黏结剂、防渗剂以提升浆体性能。浆液的配比、黏稠度、流动性须满足注入软土的要求，并能够快速渗透土层并对其进行固化。注浆过程中采用分段注浆策略，自下而上逐层进行，每次注浆后需等待浆液充分渗透并初步固化，并且必须在不破坏土体结构的前提下，控制好注浆压力，这样才能实现有效的浆液扩散效果。注浆完毕后要使用地基承载力测试、固化体的完整性检验等手段对地基的改善效果进行评估，由于固化体的质量直接影响软土地基的加固效果，要在工程应用中结合现场实际情况灵活调整施工方案。软土地基的机械注浆法具体指同步注浆法和懒汉式注浆法，是通过精密的机械设备将固化材料注入地基中以提高其强度和稳定性的技术。同步注浆法，强调多点同步进行注浆，通过计算机控制系统同步调节各注浆点的压力和流量，以保证注浆材料在地基中的均匀分布，这种方法适用于需要快速加固的大面积软土地基。而懒汉式注浆法，是一种低压缓慢注浆的方式，适用于较敏感的地质环境，通过低压注浆减少对土体的干扰，逐渐增加土体密度和强度。关键步骤包括：合理设置注浆孔深度和间距，使用较低的注浆压力，缓慢注入固化材料，允许土体有充足的时间适应压力变化和浆液

扩散。这两种机械注浆法都要求注浆材料具有良好的流动性和适宜的凝固时间，以适应不同地基条件和确保注浆效果。

#### （四）水泥土搅拌桩

在处理厚度较大的软土地基的时候，要采用水泥土搅拌桩的方式，从而保证软土地基的固结效果。但是，水泥搅拌桩的方式只能处理深度在20m以内的软土地基。在实际施工过程中，要先让水泥搅拌桩成孔至预定的高度，然后再给孔内注入水泥浆或者水泥粉末，注入过程中还要保持搅拌，让土体和水泥充分的混合，从而形成更加稳固的复合地基，在一定程度上满足地基的承载力要求。此外，水泥搅拌桩的方法亦分为湿法施工和干法施工。在选择使用干法还是湿法施工的时候，要对软土中的有机质含量和土壤的酸碱度等进行充分的检测，从而确保使用方法的科学性和合理性。同时，水泥土搅拌桩施工的时候要根据土质的情况选择合适的搅拌方法，主要依据是根据软土中天然水的含量进行判断。当含水量在30%以内或者70%以上的时候要采用湿法施工；当软土为欠固结状态或者土壤酸碱度不符合要求的时候，就不能采用水泥土搅拌的方式。

#### （五）土工合成材料

现场工作人员在路基实验阶段通过测量对应的设计路线和点位，合理应用土工合成材料，在保证处理效果的同时加快施工进度。如果在具体施工中出现偏差，就可以利用点位进行调整。工作人员在试验之前应充分做好准备工作，全面考虑各个细节问题，提高路基填料施工的稳定性。同时，管理者应严格地检查进入到施工现场的各种材料，在具体施工前反复检查确认地基情况。工作人员应详细地分析设计区间范围，明确软基的集合尺寸，然后利用土工材料进行填筑施工。再次，路基碾压。工作人员按照地基承载能力范围控制好压实度，整个回填过程都要符合试验结果要求。监理人员应反复检查软基处理质量是否达标。最后，分层填筑。市政路桥软基处理中填筑土工材料可以按照网格线进行分区处理，由专用车辆运送土方到指定的位置，均匀地摊铺并且分层填筑压实。在压实中，应按照静压、弱震、静压的顺序进行碾压，保证压实度。

#### （六）换填垫层

软土地基处理过程中要根据软土的情况采取不同的处理措施。换填垫层一般情况下用在浅层软土的处理过程中，为了保证换填以后的效果，要把换填垫层的厚度始终控制在0.5m以上，但是也要保证厚度不能太大，会导致建设成本增加。从市政工程的实际情况来看，往往是把砂石垫层和土石垫层作为换填垫层的主要材料。如果需要换填的工程量比较小，也会使用素混凝土进行换填，既能有效的保证施工进度，也能控制施工成本。此

外，在采用换填垫层以后要通过增强地基整体性和强度来提高地基承载力并降低沉降量，从而满足市政工程对地基承载力的要求。但是，这种换填方式也有一定的局限性，只能适用于承载力要求比较低的低层房屋、临建设施及管涵沟渠等附属工程的地基处理。

#### （七）软土地基固化技术

灰土固化是利用工业废渣灰渣的自固性，采用机械搅拌的方式将灰渣与软土混合，固化改良软土的技术，常用固化材料有煤灰、石灰排渣、铝渣、粉煤灰等。施工时将固化材料按一定比例配置到软土中，利用搅拌机反复混合，还需适当添加水分调整至最佳含水率。搅拌强度和时间控制合理，使灰渣水化作用逐步完成，与软土充分固结，形成整体稳定的混合体系。混合料经压实后可明显提高软土抗剪强度、减小压缩性。灰土固化经济适用，对环境的影响较小，已成为应用最广的软土固化技术之一。沥青固化是将沥青材料与软土机械混合，利用沥青的胶结黏结作用改良提高软土性质的一种技术。其原理是加入软土中的热熔沥青会在冷却过程中析出，从而黏结软土颗粒，增强土体结构。常用的沥青材料必须具有一定的软化点和针入度指标，以保证与土颗粒的黏结结合稳定可靠。

#### 结束语

综上所述，软土地基作为威胁市政路桥建设质量的关键因素之一，备受关注，在具体实践中，工作人员应做好软基处理技术的合理选择和应用，根据软土性质合理选择处理方法，将软土路基的稳定性提高，确保工程整体建设效果。

#### 参考文献

- [1]周崇刚. 建筑工程施工中的软土地基处理技术[J]. 建筑技术开发, 2021, 48(21): 159-160.
- [2]高麟. 公路工程施工中的软土地基处理技术分析[J]. 工程建设与设计, 2021, (15): 31-33.
- [3]邱志川. 市政路桥工程施工之中软土地基处理技术[J]. 四川水泥, 2021, (08): 226-227.
- [4]龚婷婷. 软土地基处理技术在市政路桥工程施工中的运用分析[J]. 科技创新与应用, 2021, 11(20): 161-163.
- [5]陶松. 市政工程施工建设中软土地基施工技术的应用[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2020, (11): 45.
- [6]程严毅. 道路桥梁施工中软土地基处理技术应用实践[J]. 河南科技, 2020, (08): 94-96.
- [7]郁志国. 道路工程施工中软土地基处理技术[J]. 黑龙江交通科技, 2020, 43(03): 42+44.
- [8]王永亮. 市政工程软土地基施工的新技术研究[J]. 工程技术研究, 2020, 5(05): 84-85.