

# 软土地基处理技术在市政道路桥梁工程施工中运用研究

文 / 孙丰财 济南城建集团有限公司

韦庆亮 济南城建集团有限公司

**摘要：**城市化进程不断加快的背景下，市政道路桥梁工程的建设规模日益扩大。软土地基作为常见的不良地基类型，其处理效果直接关系到道路桥梁的稳定性与安全性。若软土地基处理不当，易引发路面沉降、桥梁倾斜等问题，严重影响工程的使用寿命和正常使用。基于此，本篇文章对软土地基处理技术在市政道路桥梁工程施工中运用进行研究，以供参考。

**关键词：**软土地基处理技术；市政道路桥梁工程；施工运用

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.15.068

## 引言

市政道路桥梁工程建设中，软土地基是常见且棘手的问题。软土地基具有含水量高、压缩性大、承载能力低等特点，若处理不当，会导致道路桥梁出现不均匀沉降、裂缝等病害，严重影响工程质量与使用寿命。深入研究

软土地基处理技术在市政道路桥梁工程施工中的运用具有重大现实意义，有助于保障工程安全稳定，推动市政基础设施建设高质量发展。

## 一、软土地基处理技术在市政道路桥梁工程施工中运用方式

表1 运用方式

类目	具体内容
换填法	换填法是将地基中一定范围内的软土挖除，然后回填强度较高、压缩性较低且性能稳定的材料，如砂、碎石、灰土等，最后进行压实处理。
排水固结法	排水固结法是利用地基排水系统和加压系统，使软土地基中的孔隙水排出，逐渐固结，从而提高地基强度和减少沉降。
水泥搅拌桩法	水泥搅拌桩法是利用水泥作为固化剂，通过深层搅拌机将水泥与软土强制搅拌，使水泥与软土发生一系列物理化学反应，形成具有一定强度和整体性的水泥土桩体，与桩间土共同组成复合地基。
强夯法	强夯法是将重锤提升到一定高度后自由落下，给地基土以强大的冲击力和振动，使土颗粒重新排列，排出孔隙中的水分，从而提高地基的强度和密实度。

### （一）换填法

换填法在市政道路桥梁工程软土地基处理中是一种常用且有效的技术。该方法主要针对软土层较薄且埋深较浅的情况，通过对地基进行处理以提升其承载能力。具体操作是将地基中一定范围内的软土进行挖除，软土由于自身含水量高、压缩性大、承载能力低等特性，无法满足道路桥梁工程的建设要求，所以需要将其替换。挖除软土后，会回填强度较高、压缩性较低且性能稳定的材料，常见的有砂、碎石、灰土等。这些材料具有良好的物理力学性能，能够有效改善地基的工程性质。在回填过程中，需采用分层压实的方式，确保回填材料的密实度符合设计要求。分层压实可以使每层材料都能得到充分压实，避免出现压实不均匀的情况，从而提高整个地基的稳定性。换填法的优势在于原理相对简单，施工过程易于控制。通过换填优质材料，能显著提高地基的承载能力，减少道路桥梁建成后的沉降量，保证工程的质量和使用寿命。

### （二）排水固结法

排水固结法是处理市政道路桥梁工程中深厚饱和软黏土地基的有效技术。该方法借助地基排水系统与加压系统，使软土地基中的孔隙水排出，进而实现地基固结，增强其强度并减少沉降。在实施排水固结法时，会在地基中设置竖向排水体，如砂井、塑料排水板等，同时铺设水平排水垫层。竖向排水体能够缩短孔隙水的排出路径，水平排水垫层则为孔隙水提供了顺畅的排出通道，二者协同作用，加速孔隙水的排出。还会施加预压荷载，使地基在预压过程中完成大部分沉降。这种方法的关键在于充分利用软土的排水特性，通过排水和加压促使土颗粒重新排列，提高地基的密实度和稳定性。例如在某桥梁引道软基处理中，采用塑料排水板结合堆载预压的方式。施工完成后，经过一段时间的预压，地基沉降基本稳定，后续道路基层和面层施工得以顺利进行，有效避免了因地基沉降导致的路面病害，保障了道路桥梁的质量和使用寿命。

### （三）水泥搅拌桩法

水泥搅拌桩法是市政道路桥梁工程处理特定软土地基的重要手段，适用于淤泥、淤泥质土、粉土及含水量较高且地基承载力标准值不大于 120kPa 的黏性土地基。此方法以水泥为固化剂，利用深层搅拌机械将水泥与软土强制搅拌混合。在搅拌过程中，水泥与软土发生一系列复杂的物理化学反应，使软土逐渐硬结。随着反应的进行，原本松散的软土形成具有一定强度和整体性的水泥土桩体，这些桩体与桩间土共同构成复合地基，从而提高地基的承载能力和变形模量。在施工中，严格把控水泥的掺入量和搅拌均匀性至关重要。若水泥掺入量不足，无法充分发挥固化作用；搅拌不均匀则会导致桩体强度不一致。例如某市政桥梁基础施工，桥址处存在深厚软土层，采用水泥搅拌桩法处理。施工严格遵循工艺要求，成桩后经检测，复合地基承载力满足设计要求，有效保障了桥梁基础的稳定性，为后续工程建设奠定坚实基础。

### （四）强夯法

强夯法是处理多种类型地基的有效技术，常用于碎石土、砂土、低饱和度的粉土与黏性土、湿陷性黄土、杂填土和素填土等地基。该方法通过将重锤提升到一定高度后自由落下，利用强大的冲击力和振动作用于地基土。在重锤的冲击下，地基土颗粒会重新排列，原本存在于土颗粒间的孔隙中的水分被排出，土的结构变得更加紧密。这一系列变化使得地基土的密实度增加，强度得到显著提高，同时也减少了地基的压缩性，增强了地基的稳定性。在实际工程中，强夯法的参数设置十分关键，如夯击能、夯点间距和夯击次数等，需要根据具体的工程地质条件和设计要求进行精确确定。

## 二、软土地基处理技术在市政道路桥梁工程施工运用中的影响因素

### （一）地质条件因素

地质条件对软土地基处理技术在市政道路桥梁工程施工中的运用影响显著。不同区域的软土地基，其物理力学性质差异明显。软土类型多样，像沿海地区常见的淤泥质软土，具有高含水量、大孔隙比、强压缩性和低抗剪强度的特点。这种软土结构松散，在承受上部荷载时容易发生较大的沉降变形。而内陆某些地区的软土，可能在成分和性质上与沿海软土有所不同。软土的含水量是关键指标之一，过高的含水量会降低软土的强度和稳定性。当含水量超过一定限度时，软土的流动性增加，使得常规的压实处理难以有效改善其力学性能。孔隙比反映了软土的疏松程度，孔隙比大的软土压缩性高，在道路桥梁施工后可能会产生较大的沉降。压缩性和抗剪强度直接影响地基的承载能力，若处理技术选择不当，无法有效提高软土的这些性能，将导致道路桥梁出现不均匀沉降、开裂等质量问题。

### （二）工程规模与要求因素

市政道路桥梁工程的规模大小和具体使用要求，对

软土地基处理技术的选用起着关键作用。大型桥梁工程由于自身结构复杂、荷载大，对地基的承载能力和稳定性要求极为严格。此类工程需要采用能显著提升地基强度的处理技术，像桩基础法，通过桩体将上部荷载传递到更深、更稳定的土层，以满足桥梁对地基的高要求。而小型道路工程，鉴于其规模相对较小、荷载较轻，在满足基本通行功能的基础上，可选择较为简易、成本较低的处理方式，例如换填法，将软土部分挖出，换填强度较高的材料，就能在一定程度上改善地基性能。工程的使用要求同样影响着软基处理技术的抉择。对于城市主干道这类对平整度要求极高的道路，为保证行车的舒适性和安全性，需采用更为精细的处理技术，以确保路面在长期使用过程中保持平整，避免因地基沉降导致路面不平整。

### （三）施工环境因素

施工环境在软土地基处理技术于市政道路桥梁工程施工的运用中影响颇大。施工现场周边环境复杂多样，在城市中心区域开展施工时，周边往往分布着大量建筑物与地下管线。若采用会产生强烈震动和巨大噪声的处理技术，如强夯法，不仅会对周边建筑物的结构安全造成威胁，还会严重干扰居民的正常生活。气候条件也是不可忽视的影响因素。在雨季施工时，软土会因大量雨水的渗入而含水量急剧增加，这会使软土的强度大幅降低，变得更加松软，给地基处理工作带来极大困难。此时若进行填土压实作业，很难达到预期的压实效果。而在高温干旱季节，软土中的水分蒸发较快，可能导致软土干裂，影响地基处理的质量和进度。所以，在施工过程中，必须充分考虑施工环境因素，选择合适的软土地基处理技术和施工时机。

### （四）经济成本因素

经济成本在软土地基处理技术于市政道路桥梁工程施工的运用中是重要考量。不同软土地基处理技术在材料、设备及人工等方面成本差异明显。水泥搅拌桩法施工时，需大量水泥作为固化剂，且要配备专业的搅拌设备，设备购置、使用及维护费用较高，人工操作要求也相对严格，整体成本高昂。而砂垫层法主要材料为砂，来源广泛、价格低廉，施工工艺相对简单，对设备和人工要求不高，成本较低。在市政道路桥梁工程中，资金投入有限，需在保证工程质量的前提下，平衡处理效果与经济成本。若盲目选用高成本处理技术，会造成资金浪费；若仅考虑成本选用不合适的技术，又可能导致处理效果不佳，后期出现质量问题，增加修复成本。

## 三、软土地基处理技术在市政道路桥梁工程施工中运用优化策略

### （一）精准勘察与方案设计

精准勘察与合理的方案设计是保障软土地基处理技术在市政道路桥梁工程施工中有效运用的基础。施工前期，需对软土地基开展全面且精确的勘察工作。运用先

进的勘察手段，像地质雷达、钻探取样等，深入了解软土的各项特性。要详细掌握软土的类型，判断是淤泥质土、泥炭土还是其他类型；明确其分布范围，确定软土在地下体的具体延伸情况；分析其物理力学性质，如含水量、孔隙比、压缩性、抗剪强度等指标。这些数据是后续设计处理方案的关键依据。依据勘察所获取的详细数据，

结合市政道路桥梁工程的规模大小、使用要求以及周边环境等多方面因素，量身定制处理方案。对于规模较大、对地基承载能力要求高的桥梁工程，若软土厚度较大且性质较差，可能需要采用桩基础等较为复杂的处理技术；而对于小型道路工程，若软土较浅，换填法或许是更合适的选择。

表 2 施工中运用优化策略

类目	具体内容
精准勘察与方案设计	施工前要对软土地基进行全面且精准的勘察，详细了解软土的类型、分布范围、物理力学性质等参数。
严格把控材料与设备质量	定期对施工设备进行维护和保养，确保设备的正常运行。在设备选型上，要根据处理技术的要求和工程实际情况，选择合适的设备型号和规格。
强化施工过程管理	建立健全施工质量管理体系，明确各施工环节的质量标准和操作规范。
注重环保与可持续发展	在软土地基处理过程中，要充分考虑对周边环境的影响，采取有效的环保措施。

**(二) 严格把控材料与设备质量**

材料质量是决定软土地基处理效果的基础。对于换填法所使用的砂、砾石等材料，要严格控制其颗粒级配。颗粒级配不合理，会影响换填后地基的密实度和稳定性。要严格限制含泥量，过多的泥土会降低材料的强度和透水性。在水泥搅拌桩法里，水泥的质量直接关系到桩体的强度和耐久性。必须确保水泥的强度等级符合设计要求，安定性良好，否则会导致桩体出现裂缝、强度不足等问题。施工设备的性能和状态对施工质量和效率影响显著。设备在长期使用过程中会出现磨损和老化，因此要定期对施工设备进行维护和保养。例如，深层搅拌设备的搅拌头若磨损严重，会导致搅拌不均匀，影响水泥与软土的混合效果。在设备选型方面，要根据具体的处理技术和工程实际情况来确定。对于大型桥梁工程的软土地基处理，需要选择功率大、性能稳定的设备；而对于小型道路工程，可选择相对小型、灵活的设备。只有保证材料和设备的高质量，才能为软土地基处理技术的有效实施提供坚实保障。

**(三) 强化施工过程管理**

强化施工过程管理对软土地基处理技术在市政道路桥梁工程施工中的运用十分关键。需构建完善的施工质量管理体系，明确各施工环节质量标准与操作规范。施工人员需经过严格技术培训和质量管理教育，提升质量意识与操作技能，严格依照设计方案和施工规范操作，保障每道工序质量。施工过程监督检查不可或缺，及时发现并解决问题。例如，在排水固结法施工中，检查排水体设置是否符合要求，避免出现排水不畅问题。建立质量检测制度，对处理后的软土地基进行实时监测与检测。通过沉降观测，掌握地基沉降情况；开展承载力试验，评估地基承载能力。只有确保施工过程管理严格、规范，才能保证软土地基处理达到设计要求，为市政道路桥梁工程的安全与稳定奠定基础。

**(四) 注重环保与可持续发展**

施工期间，需全面考虑对周边环境的影响并采取切实可行的环保措施。当采用强夯法处理地基时，强烈的震动可能会对周边建筑物的结构安全造成威胁，此时设

置减震沟是一种有效的减震手段，能显著降低震动的传播范围和强度。施工噪声也是一个不容忽视的问题，合理规划施工时间，避免在居民休息时段进行高噪声作业，可减少居民日常生活的干扰。推广应用节能环保的软土地基处理技术和材料具有重要意义。新型固化剂的使用不仅能提高地基处理的效果和质量，还能减少传统材料在生产和使用过程中对环境造成的污染。可回收利用材料的应用，能够降低资源的消耗速度，实现资源的高效循环利用，符合可持续发展的理念。对处理后的软土地基进行生态修复同样不可忽视。通过在地基周边种植树木、花草等植被，不仅可以美化环境，还能起到保持水土、净化空气的作用，提高土地的生态功能和可持续利用价值。在满足工程建设需求的同时，实现经济效益与环境效益的协调发展，推动市政道路桥梁工程朝着绿色、环保、可持续的方向前进。

**结语**

软土地基处理技术在市政道路桥梁工程施工中起着关键作用。通过合理选择和运用各类处理技术，能够有效改善软土地基性能，提升道路桥梁的稳定性与耐久性。未来，还需不断探索和创新软土地基处理技术，结合工程实际情况优化方案，以更好地应对复杂多变的地质条件，为市政道路桥梁工程建设提供坚实可靠的技术支撑。

**参考文献**

[1] 马婧茹, 高明. 软土地基处理技术在市政道路桥梁工程施工中运用研究 [J]. 城市建设理论研究 (电子版), 2025, (04): 148-150.

[2] 刘福银. 道路桥梁工程软土地基施工处理技术与发展趋势 [J]. 汽车画刊, 2024, (09): 143-145.

[3] 聂新星. 市政道路工程施工中软土地基处理技术分析 [J]. 散装水泥, 2022, (02): 160-162.

[4] 李斌. 道路桥梁工程中软土地基的施工处理技术研究 [J]. 河南科技, 2020, (02): 98-100.

[5] 汤智力. 路桥工程施工中的软土地基处理技术探究 [J]. 工程技术研究, 2019, 4(14): 64-65.

[6] 朱向云. 道路桥梁工程中软土地基的施工处理技术应用分析 [J]. 建材与装饰, 2019, (04): 250-251.