

有关市政道路工程软土路基施工技术

叶葵葵

中铁二院工程集团有限责任公司

摘要：市政道路是保证城市路面交通畅通安全的重要基础设施，但受客观条件限制，一些市政道路工程需要在软土路基条件下开展施工建设。而软土路基由于透水性差、压缩性高，且承载性能无法满足市政道路工程施工要求，因此必须对其进行加固处理。本文将对现阶段市政道路工程施工实践中较为常见的软土路基加固处理施工技术进行分析，以帮助市政道路工程的施工单位充分了解各项软土路基处理技术的施工要点，从而提高市政道路工程质量奠定良好的基础。

关键词：市政道路工程；软土路基；施工技术

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2024.03.059

软土在我国分布范围较广，很多市政道路工程在建设过程中都需要面对软土路基工程性质较差的问题，因此施工单位应高度重视软土路基施工技术。在市政道路工程的施工中，施工单位应充分了解工程区域软土路基的具体分布范围、软土层厚度以及软土路基的各项性质特征，以便在此基础上科学选择相应的软土路基施工技术。现阶段在市政道路工程建设领域已经发展出了多项软土路基施工技术，不同的软土路基处理技术在施工条件以及技术特点等方面均存在一定的差异。施工单位应加强对各项软土路基加固处理技术的研究，准确把握其施工技术要点，以确保施工技术的应用科学合理，从而提高软土路基的加固处理效果，改善软土路基的结构强度、承载性能以及相关工程性质，使路基的各项指标参数均能够达到市政道路工程的施工要求，为保证市政道路工程的整体质量安全奠定坚实的基础。

一、市政道路工程软土路基加固处理施工必要性分析

（一）概述软土路基对市政道路工程的影响分析

1、软土路基往往呈不均匀结构特点

通过对市政道路工程的施工实践分析发现，软土路基结构往往较为复杂，且存在分布不均匀的情况。很多市政道路工程区域的软土路基都是由不同土层构成，且不同土层在土壤性质、密度以及结构强度等方面均存在一定的差异，客观上导致软土路基的受力不均匀，如未能对软土路基进行有效的处理，极易产生不均匀沉降，这会使得市政道路工程出现路基开裂或者坍塌等问题，进而影响市政道路工程的整体质量和路用性能，危及城市道路的安全畅通。

2、软土路基较高的压缩性会市政道路工程路基结构的承载性能

由于软土的压缩性较高，且土质较为松软，因此当市政道路工程的路基为软土时，软土路基在路面荷载的影响下会出现压缩变形现象，这不仅会导致软土路基的承载能力下降，而且会造成市政道路工程出现开裂，甚至坍塌等问题。特别是现代城市中道路交通流量不断增加，对路基承载性能有很高的要求，因此必须对软土路基进行加固处理，消除其压缩性等不良工程性质，才能保证市政道路工程的安全畅通。

3、软土路基较差的透水性会影响市政道路工程结构稳定性

当市政道路工程的路基主要为软土时，由于其含水率相对较高，会导致其自重较大，在地面载荷的作用下会造成路基加速沉降，且软土路基会出现较为明显的流塑性变形现象^[1]。而当软土路基处于流塑状态下时，其透水性会显著降低，此时土层中所含水分无法及时有效排出，这不仅会到市政道路工程路基整体排水性能较差，而且还会使得土层结构更为松散，进而引发严重的病害问题，影响市政道路工程的质量安全。

（二）加固处理软土路基施工对市政道路工程建设意义分析

根据上述分析可知，软土地基由于含水率高、土体颗粒之间的孔隙大，因此其抗剪性、结构强度以及承载性能等均无法满足市政道路工程的施工要求。如果不对软土路基进行加固处理，就会导致市政道路工程出现开裂、不均匀沉降变形以及塌陷等病害问题，不仅会直接导致市政道路工程的耐久性和路用性能下降，而且还会给城市道路的安全畅通带来不利的影响，甚至会引导重大交通安全事故，造成严重的人员伤亡和经济财产损失。随着我国城市化进程的加快，对市政道路工程质量提出了越来越高的要求，因此必须高度重视市政道路工程建设中的软土路基问题。施工单位应加强对软土路基加固处理技术的研究，充分了解不同软土路基处理施工技术的适用条件及技术特点，不断提高软土路基施工技术的科学性和有效性，才能更好的保证市政道路路基工程的施工质量，并为城市道路的安全畅通以及安全性提供更加可靠的保障。

二、现阶段我国市政道路工程中常见软土路基施工技术

（一）市政道路工程中的换填软土路基施工技术分析

当市政道路工程区域的软土层厚度相对较薄时，施工单位可以采用换填技术对软土路基进行处理施工。所

谓换填技术也就是将市政道路工程区域的原软土土层挖除，并改用工程性质较好的填料进行回填压实处理，以提高路基结构强度和承载性能的施工技术。在应用换填技术对市政道路工程软土路基进行处理时，施工单位应准确掌握工程区域软土层的厚度等关键性数据信息，并应以此为依据制定科学的施工技术方。一般当软土层的厚度在3m以内时，应将软土层全部挖除，且应开挖至设计深度，之后再采用分层回填以及分层夯实的施工方式来确保处理后的路基压实度和密度等指标参数达到设计要求^[2]。为提高软土路基处理施工的质量和效率，施工单位可以在施工准备阶段积极应用BIM等先进的技术方法开展虚拟模拟施工，以进一步明确施工中的重难点环节，并对相关技术参数进行优化。在施工实践中，施工单位应加强对填料质量性能的控制，确保填料的尺寸规格、级配以及含水率等参数符合设计标准。同时，在分层回填施工时应合理控制分层厚度，填料充填应饱满、充实、均匀。在完成填料的充填施工后，施工单位应利用压路机等机械设备对路基进行碾压，压实设备的吨位和类型型号应满足现场施工的实际需要，且应科学确定压实遍数，以确保路基结构的压实度符合设计标准要求。当完成回填压实处理后，施工单位还应应对路基沉降等情况进行定期观测，以保证施工质量。

（二）市政道路工程中的强夯软土路基施工技术分析

强夯是市政道路工程软土路基处理中较为常用的一项施工技术，一般用于对不饱软土路基或者土体颗粒较大的路基进行加固处理，但当工程区域路基为淤泥质或者高饱和性的黏土路基时，该技术的处理效果则相对有限。所谓强夯施工技术也就是利用冲锤的自由下落来消除软土路基不良工程性质的施工技术。在应用强夯技术处理加固软土路基时，施工单位应在施工准备阶段做好工程区域基层岩土体性质特征的勘测工作，并合理选择相应的重锤和起重设备，准确确定重锤的提升高度，科学设置强夯点数量和位置。施工单位还可以通过现场试夯等方式对夯击方式和夯击次数等技术参数进行优化，以保证加固处理效果。

（三）市政道路工程中的碎石桩软土路基施工技术分析

在市政道路工程的施工中碎石桩技术是传统的软土路基处理加固技术。所谓碎石桩施工技术也就是通过在软土基层上打孔并充填碎石，以型式桩体结构，对软土路基进行挂糊处理的施工技术。在应用碎石桩技术施工时，施工单位应详细勘测工程区域软土路基分布范围和后速，并根据软土路基的性质特征来合理确定碎石桩充填材料的规格。施工三维应按照施工图要求准确测定碎石桩位置，并根据施工需要采用冲击成孔或者振动成孔等方式来进行成孔作业。之后再利用黏合剂将充填碎石黏结凝固在一起。在完成碎石桩的施工后，施工单位应

加强对桩体结构强度的检测，以其承载性能等各项技术参数能够满足市政道路工程路基施工要求。碎石桩结构在抗腐蚀性方面具有较为明显的技术优势，能够有效提高桩体结构的耐久性，减少地下水等外部环境因素对桩体结构稳定性的影响^[3]。同时，碎石桩技术也是控制控制软土路基沉降的重要技术方法。此外，应用碎石桩技术施工时所采用的原材料主要为碎石和黏合剂等，不仅材料性质相对稳定，而且其使用成本较低，这使得碎石桩技术具有较高的经济性和实用价值。加之该技术能够有效提高软土路基结构的稳定性，因此在现阶段市政道路工程的路基施工实践中仍得到了广泛的应用。

（四）市政道路工程中的排水固结软土路基施工技术分析

由于在市政道路工程的软土路基中，含水率往往较高，这也是影响软土路基工程性质的重要因素之一，因此在对软土路基进行加固处理时可以应用排水固结技术来促使土体中水分排出并固结，从而达到改善软土路基结构强度和承载能力的目的。现阶段在市政道路工程施工实践中，施工单位可以采用设置塑料排水板、砂井等方式来排出路基土体中的水分，也可以结合预压加载等技术方法来加快排水和固结效率。在应用排水固结技术时，施工单位应结合施工现场的实际地形条件等合理选择排水方式。其中塑料排水板是较为常用的排水设备，施工单位应合理确定塑料排水板的插入位置和深度等，以加快地表水下渗速度，并促使土体中的水分快速排出，从而提高路基结构的稳定性。而在应用预压堆载技术时，施工单位应准确测定软土路基的荷载值，并根据设计荷载要求来设定预压堆载的加载值。一般在施工实践中多采用分级加载方式，施工单位应科学设置分级数和堆载持荷时间，以确保处理后的路基结构强度能够满足市政道路工程的施工要求，并实现对路基沉降的有效控制。

（五）市政道路工程中的表层软土路基施工技术分析

在市政道路工程的路基施工中，当需要对软土路基表层进行加固处理时，施工单位应合理应用表层处理施工技术。所谓表层处理施工技术也就是用特定采用添加在软土路基表层，从而改善软土路基表层土体性质，以达到提高路基土层结构稳定性以及结构强度目的的施工技术。目前在市政道路工程的施工实践中，较为常用的软土路基表层处理技术主要包括袋装砂浆技术以及夹紧处理技术。其中袋装砂浆技术也就是采用具有较好的透水性能的砂砾石作为填充料，并用土工织物将其包裹后置于软土路基中，以改善软土路基承载性能以及透水性能的施工方法。而夹紧处理技术则是通过在软土路基表面铺设土木格栅或者砂垫层等方法来对软土路基进行处理的施工方法。通过砂垫层以及土工格栅的综合应用可以形成具有较高强度、较好透水性能和受力传导能力

的路基结构，因此该技术在市政道路工程的软土路基处理施工中得到了广泛的应用。在应用加筋处理技术施工时，施工单位应确保填充材料以及土工格栅铺设均匀，且应加强对材料弹性模量的控制，确保土工格栅的铺设松紧合理，以提高软土路基加固处理的施工效果。

（六）市政道路工程中的水泥搅拌桩软土路基施工技术分析

在现阶段市政道路工程的软土路基施工中，水泥搅拌桩是应用较为广泛的施工技术之一。水泥搅拌桩技术能够对软土路基结构进行有效的加固处理，提高其结构强素，而且该技术对工程区域周边环境的影响也相对较小，比较适合用于市政道路工程的施工建设。所谓水泥搅拌桩技术也就是向软土层内灌注水泥，并对其进行充分搅拌，促使土体与水泥之间产生化学反应，以事先对软土路基进行加固处理的目的。在应用水泥搅拌桩技术施工时，施工单位应通过实地勘察全面详细了解工程区域软土路基的性质特征以及分布范围、土层厚度等基本情况，以便在此基础上制定科学的施工技术方案。施工单位应指派专业技术人员按照施工图要求准确测定桩基位置，并要做好标记。在安装水泥搅拌机时，施工人员应确保其定位精度符合施工要求，且应对软基采取必要的加固措施，以确保搅拌机基座平稳，且固定牢固。在钻进施工前，施工人员应注意检查钻杆位置和垂度，且应将钻杆垂度误差控制在允许的范围内。施工人员还应确保冷却水准备充足，施工现场的供电设施完备，具备基本的施工条件。在制备水泥浆时，除应严格控制水泥浆的配合比以及水灰比外，还应注意控制搅拌时间，防治水泥浆出现离析等情况。在深层水泥桩的搅拌施工中，一般应采用二喷四搅的施工方式，这样才能更好的使土体和水泥浆充分混合并产生化学反应，以确保软土路基的加固处理效果能够达到市政道路工程的施工要求。

（七）市政道路工程中的高压喷浆软土路基施工技术分析

在市政道路工程的路基施工中，施工单位也可以应用高压喷浆技术对软土路基进行加固处理。所谓高压喷浆处理技术也就是将钻孔中下入高压喷嘴，并利用其喷射浆液对土体进行切割，以促使土体与浆液充分混合，而其凝固后所形成的固结体能够对软土路基进行有效的加固，且具有较好的防渗性能。高压喷浆处理技术是综合应用了高压喷射技术和化学喷浆技术的先进施工技术，具有较高的加固处理效果，能够使软土路基的承载性能得到明显的改善，从而避免软土路基沉降对市政道路工程质量产生的不利的影 响。高压喷浆技术通常用于对淤泥砂砾或者黏土路基的加固处理施工。在应用高压喷浆技术施工时，施工单位应全面详细了解工程区域软土路基的性质特征和分布情况，以便合理确定钻孔位置。孔位测定精度应控制在允许的范围内，且应用石灰

等清晰标记孔位。之后，施工人员应在测定的孔位上安装专机、钻机的型号及型号应与施工要求相适应。安装钻机时应确保其平稳牢固，且应严格控制其水平度和垂直度误差。在钻进成孔施工时，施工人员应合理控制孔径以及孔壁垂度，且应结合软土层厚度等因素来确定钻孔的具体深度等技术参数。当钻孔作业完成后，施工单位即可向钻孔内下入高压喷嘴。施工人员应认真检查连接高压喷嘴的喷浆管的严密性以及连接的可靠性，以避免在高压喷射浆液时出现漏浆等情况。制备浆液时则应合理控制其配合比以及水灰比，以确保浆液的工作性能符合施工要求。在通过高压喷嘴进行浆液喷射作业时，施工人员应注意控制喷浆压力和喷浆量，喷射压力应保持在能够对软土进行有效切割并促使其运动的水平，以确保软土能够与浆液充分混合。当完成高压喷浆作业后，施工单位还应使软土路基保持一段时间的静置，以待其完成凝固。之后施工单位应对软土路基结构强度以及承载性能等指标参数进行检测，在确认其达到市政道路工程的施工要求后，才能开展后续的施工。

（八）市政道路工程中的爆扩软土路基施工技术分析

随着市政道路工程施工技术水平的不断提高，爆扩法等新型的加固处理技术也受到了越来越广泛的关注。所谓爆扩处理技术也就是利用炸药爆扩石灰砂桩方式对软土路基进行加固的施工技术。该技术主要是利用炸药爆扩来进行桩孔的成孔作业，之后将石灰和砂砾等作为充填材料对桩孔进行回填。爆扩技术能够压缩软土路基土体颗粒之间的孔隙，并加快土体中水分排出的速度，从而达到提高路基结构强度和控制沉降的目的。现阶段该技术的应用范围较为有限，还需要进一步积累应用经验。

三、结束语

市政道路工程的施工单位应加强对软土路基加固处理技术的研究，充分了解不同处理施工技术要点，不断提高软土路基施工技术水平。同时，在市政道路工程的软土路基施工实践中，施工单位应严格遵守相关施工技术规范，并根据工程区域软土性质特征等合理选择相应的施工技术方案，以有效改善软土路基工程性质。此外，施工单位还应注意总结软土路基施工经验，积极开展技术创新和改进，以进一步提高软土路基施工处理效果，全面提高市政道路工程的施工质量，并为保证市政道路工程的安全畅通提供重要的技术支持。

参考文献

- [1]迟艇.市政道路工程中软土路基施工技术的应用[J].建筑·建材·装饰,2023(8):94-96.
- [2]赵晓峰.市政道路施工中软基加固技术的应用分析[J].河南建材,2020(6):4-5.
- [3]陈超.市政道路软土路基施工技术和处理策略探析[J].中国房地产业,2019(23):253.