

市政道路施工中的软基处理技术应用分析

郭畅宏

新乡市市政有限公司 河南新乡 453000

【摘要】近年来，随着我国城市化进程的快速推进，市政道路工程项目的规模不断扩大，这对市政道路的建设提出了更高要求。在城市道路施工过程中，众多项目面临地形复杂多变、土质松软等不利因素，这些区域往往富含淤泥质土或粉质土，其承载力较低，极易导致道路沉降和不均匀沉降等严重问题。为确保城市公路建设的顺利进行，必须根据现场实际情况，合理选择并应用加固技术手段。本文深入探讨了市政道路施工中软弱地基的处理技术，以期进一步优化这些技术在市政道路建设中的实际应用策略，从而确保公路建设的质量与安全。

【关键词】市政道路；道路施工；软基处理；技术应用

引言

市政道路工程的各个组成部分地基性质各异，施工过程中经常遇到特殊地基类型，尤其是软土地基。因此，软土地基处理成为我国公路建设的关键环节，其施工质量直接关系到民众的日常出行安全和整体工程质量。在充分考虑我国公路路基软土特性的基础上，针对当前公路路基处理中存在的 key 问题，本文提出了相应的处理措施。然而，由于我国公路建设项目众多，且市政道路相较于普通公路，其实施维修改造的难度更大。过往经验显示，若软土地基处理不当，将频繁引发地基沉降、路面开裂等现象，进而危及公路路基的稳定性，降低交通运输的综合服务能力^[1]。

1 软基的特性

第一。软土因其显著的高孔隙率特性，导致地基承载力相对薄弱。若未实施有效处理，不仅无法增强地基的承载能力，还极易引发过度的沉降和不均匀沉降现象，从而缩减市政公路的使用寿命，并相应增加养护与维修的成本。第二，在市政公路的长期荷载作用下，软土地基往往表现出明显的流变性和触变性。由于软土具有较强的流动性，若设计与施工过程中未采取恰当的治理策略，极易导致公路塌陷等质量问题，进而致使地基处理效果欠佳。第三，软土因其高含水量而具备高孔隙性，且土壤颗粒表面带有负电荷，使得其保水性强而排水性能不佳。这一特性无疑对地基处理提出了更为严苛的要求。

2 市政道路施工中的软基处理技术应用策略

2.1 水泥搅拌桩施工处理技术

水泥搅拌桩技术作为一种先进的地基加固方法，在市政道路工程的软土地基处理领域展现出了显著的优势，

尤其对于软土、有机质土等复杂地质条件具有极强的适应性。在工程正式启动前，首要且关键的一步是对工程现场进行全面而细致的勘察，以准确把握土层的厚度、分布特性等关键信息，为后续制定科学、合理的施工方案提供坚实的基础。基于现场勘察所得数据，需精确确定水泥搅拌桩的各项关键参数，这包括但不限于桩径的大小、桩长的设定、桩间距的合理布局、桩型的选择（如单排桩或双排桩等），以及水泥砂浆的精确配合比。以水灰比为例，其范围通常在1:1至0.75:1之间，通过科学掺入2%的水泥量早强剂钙镁，能够有效加速水泥的水化反应，从而促使水泥强度迅速提升。紧接着，依据施工图纸的详细要求，着手准备钻孔灌注桩机、搅拌机、钻机、泵送系统等核心施工设备，以及水泥、骨料等必要的施工材料。钻机需严格按照图纸指示进行精确定位，注浆钻孔区域则需下挖至基础层面，并在1至4米以下的地层中进行钻孔作业，确保钻孔深度能够穿透回填层，达到预期的加固深度。当钻进至预定深度后，启动钻机进行旋转，将水泥与土壤进行充分、均匀的混合搅拌。通过一系列的试验分析，不断优化水泥土搅拌桩的配比方案，以确保桩体的质量达到设计要求。随后，利用泵送装置（即导管）将水泥浆液平稳输送至钻孔底部，在此过程中，需实时监测水泥浆的流速与压力，确保输送过程平稳、顺畅，无异常情况发生。在施工过程中，对注浆的流速与压强进行严格控制，以保障注浆质量达到最优。完成一次钻孔注浆作业后，钻机随即移至下一位置，重复上述操作步骤，直至所有钻孔注浆作业全部完成。在施工期间，需对桩体的直径、长度及强度等关键指标进行持续、动态的监测，以确保其满足设计要求。同时，根据监测结果的实时反馈，适时调整水泥浆的掺入

量、搅拌时间以及钻孔速率等参数，以实现最优的施工效果。为了全面评估水泥搅拌桩的质量，可采用声波透射法、电阻率法等非破坏性测试手段。例如，在基坑检测过程中，可以观察到钻孔1米处约有70%的孔隙已被水泥浆有效固化，土体呈现出良好的塑性状态。此外，还可进行大吨位静力贯入试验及承载能力测试，具体做法是在两块2米见方的钢板上进行载荷测试，测试时间安排在施工完成后的两周进行。施工结束后，及时对施工现场进行清理，去除多余的水泥浆及建筑垃圾等废弃物，确保施工环境的整洁与安全，为后续的市政道路工程施工创造良好的条件^[2]。

2.2 粉煤灰碎石桩施工处理技术

粉煤灰碎石桩技术，作为市政道路路基处理领域的一项创新手段，通过将粉煤灰与砂石进行混合，并利用专业桩机设备将其压入土层深处，进而形成高强度、高刚性的桩体结构。该技术巧妙融合了粉煤灰的化学稳定特性和块石的高承载性能，显著优化了软弱土层的力学属性，有效提升了路堤的承载能力和整体稳定性。在市政道路工程正式启动前，首要任务是确保路堤下方的砂砾石垫层具备良好的水稳定性，并全面清除其表面附着的垃圾、植物残体及软土等杂质，以确保垫层的纯净与均匀。同时，砂砾垫料的粒径需严格控制在5厘米以内，其抗压强度应不低于15 MPa，并需满足特定的级配标准（具体参见表2）。准备工作就绪后，依据既定的配比方案，将粉煤灰与砂砾进行充分混合，并利用运输车辆将其运送至打桩机作业区域。随后，借助打桩机的强大压力，将混合均匀的粉煤灰碎石料压入地基土层中，形成连续的粉煤灰碎石桩。在此过程中，需密切关注沉桩速率与沉桩强度的控制，以确保桩体的施工质量和长期稳定性。针对堆载作业产生的废弃物，应采取科学合理的处置措施，以降低对环境造成的负面影响。本项目计划采用振动沉管技术，对软弱地基进行扩孔振密处理，并掺入石灰土、石灰粉煤灰、水泥粉煤灰及碎石等多种材料，通过挤密效应形成新型复合地基，从而显著提升地基的强度和刚度，有效抑制地基的变形问题。在工程施工阶段，还需对粉煤灰碎石桩的桩身完整性、密实度及承载能力等进行全面的质量检验。通过严格的检测手段，能够及时发现并纠正潜在的质量缺陷，从而确保粉煤灰碎石桩技术的实施效果达到预期目标^[3]。

2.3 现浇混凝土管桩施工处理技术

现浇混凝土管桩技术，作为市政道路路基加固的一种高效手段，通过预制管桩与现场浇筑混凝土的有机结合，显著增强了公路地基的承载能力和稳定性。该技术具有施工

周期短、质量控制简便、适应性广泛等优势，尤其适用于城市道路和桥梁等复杂地质条件下的地基处理。在施工准备阶段，需根据土层结构特征、分布规律及地下水埋深等关键要素，科学合理地确定管桩的尺寸、长度、间距及布置方案。同时，需配备齐全的打桩机、起重设备、模板等施工设备，为施工过程的顺利进行提供有力保障。依据施工图纸的详细要求，在现场进行管桩的预制作业。在预制过程中，需严格控制管桩的尺寸精度、形状规整度及强度性能等关键指标，以确保其满足设计要求。管桩加工完成后，还需进行严格的外观检查、尺寸复核及抗压强度测试等质量检验工作，以验证其质量是否达标。在施工实施过程中，需根据设计要求对工程范围进行精确的管桩定位。利用起重设备将管桩平稳提升至预定位置，并确保其垂直度满足要求。在浇筑混凝土前，需将钢筋笼准确放入管桩内部，其尺寸和布局需严格遵循设计规范。浇筑过程中，需确保钢筋笼固定牢靠，以防止其发生位移或变形。同时，应采用搅拌站生产的优质混凝土，确保其质量符合设计要求。利用泵车将混凝土连续灌注至管桩内部，充分填充钢筋笼周围的空间。在此过程中，需严格控制混凝土的浇筑速度和塌落度，以避免产生冷缝、气泡等质量缺陷。浇筑完成后，需立即对管桩进行养护作业。通过保持管桩处于湿润状态，可以加速混凝土的固化进程。养护时间一般控制在7-14天之间，期间需定期浇水或覆盖湿润物品以保持适宜的湿度条件。在工程施工的全过程中，需持续检查管桩的尺寸精度、位置准确性、钢筋笼的安装质量及混凝土强度等关键参数，以确保管桩的施工质量符合工程质量标准。通过这些措施的有效实施，可以确保现浇混凝土管桩施工处理技术在市政道路路基加固中的高效应用^[4]。

3 实例分析

3.1 项目概况

本研究针对一条总长达124.5公里的城市公路项目展开，该项目路基宽度为24.2米，主体路段配置为双向六车道。经实验与实地勘探确认，路基填充材料主要为优质砂砾土，宽度扩展至30米，而软土层厚度则在5.5至6.5米范围内。由于沿线地质特征以深厚软土层为主，其承载力仅为74 kPa，这对公路建设带来了极大挑战。鉴于软粘土具有高含水率和低抗压性的特性，为确保路面结构的安全稳定，需将其承载力提升至150 kPa以上。

3.2 方案设计

考虑到项目回填土层厚度大且结构松散，施工区域两侧紧邻永久边坡，预计施工后将产生约1800毫米的沉降。

为消除潜在不良影响，确保结构整体稳定性，需实施回填处理措施。本研究通过对桩基础的详细检测，分析了施工中可能面临的坍塌和成孔难题，旨在排除安全隐患。在综合考虑造价、施工可行性和工期等因素后，为确保施工场地平整度和作业深度，决定采用强夯碎石桩法进行地基加固。强夯技术通过在软弱地层中运用振动、冲击等手段形成孔洞，随后压入碎石以构成大直径密实桩，从而显著提升地基整体强度，具体加固深度参见表2。该技术的主要目标是减小路基差异变形，增强路基的稳定性和安全性。尽管强夯法已得到广泛应用，但在城市道路地基加固领域的应用仍需进一步探索和优化。因此，本工程依据地质条件和既有建设经验，在正式施工前对试验结果进行了详细修正和优化。同时，对强夯的影响范围、夯击深度、夯击位置、夯击间隔及次数等关键参数进行了深入研究。在应用该技术时，需注意以下关键方面：

第一，强夯地基的加固处理需结合场地条件，通过试夯实验并结合具体工程实例进行。设计过程中，应全面考虑项目实际情况，特别是地质条件、水文环境、周边施工环境、工程规模及施工周期等因素，以确定符合实际情况的加固深度。如表1，为强夯加固技术深度。

第二，在实施过程中，应根据地基类型、加固深度和加固面积，结合实验数据进行综合分析，最终确定单次夯击的能量消耗。

第三，基于现有资料，从加固需求角度出发，综合评价加固后的夯击能量、加固深度等设计指标。

表1 强夯加固技术深度

| 单击夯击能/ (kN·m) | 碎石土、/m | 砂土等 | 粉土、黏性土/m |
|------------------|---------|-----|----------|
| 1000 | 5.0~6. | 0 | 4.0~5.0 |
| 2000 | 5.0~6. | 0 | 5.0~6.0 |
| 3000 | 7.0~8. | 0 | 6.0~7.0 |
| 4000 | 8.0~9. | 0 | 7.0~8.0 |
| 5000 | 9.0~9. | 5 | 8.0~8.5 |
| 6000 | 9.5~10. | 0 | 8.5~9.0 |

3.3 施工应用

该路段位于软土地基区域，且受当地多雨气候影响，市政路面易积水，导致路面腐蚀和基础失稳。针对这一问题，本研究提出了一种新的强夯地基加固工艺。施工前，需清理工地周边废弃物，利用挖掘机进行场地平整，并根

据现场情况制定排水方案。由于工程场地填筑面积大，表层填充物疏松，遇雨易渗漏，且深度回填区降水难以有效控制，强夯过程中易产生胶质砂，影响地基强度。因此，在土地平整后，应对路堤进行初步压实，并在适当位置设置排水设施，以减轻雨季对路堤填筑的不利影响。然而，在实际压实工作中，由于夯锤体重量较大，人工操作难以实现有效压实，需借助大型机械设备。例如，使用吊车将夯锤提升至预定高度，然后操纵其自由落体，借助夯锤的冲击力夯实地基，以提高地基承载能力。特别值得注意的是，对于高含水率土体，采用强夯法加固效果往往不理想。因此，为达到最佳加固效果，需在施工前进行试验性夯击，并在道路两侧设置监测点进行实时监测。强夯处理软弱地基时具有显著的滞后效应，通常需每隔10天左右进行一次检测。随着强夯施工工艺的不断改进，路基中部及两侧的沉降量均迅速减小，最终趋于稳定。在此基础上，软基最大沉降量仅为53.25毫米，远低于原设计的150毫米，这充分验证了本方案在实际工程中的可行性和有效性。地基加固完成后，需进行承载力测试，以确保其满足设计要求。研究表明，该方法能显著提升桩基承载力，实现中度强度增强。工程竣工后，通过地基沉降监测和承载力测试等手段对地基性能进行全面评估。相关研究提出了一种既符合规范要求又确保地基变形满足规范要求的软基处理方案^[5]。

4 结论

综上所述，通过对城市公路软基的有效治理，确保了公路建设的质量与安全。在城市公路建设中，应根据具体工程特点选择合适的加固方法，既能保证工程质量，又能提升建设效果。同时，本研究也为城市公路软基治理提供了有价值的参考。

参考文献：

[1] 李昌樊. 市政道路施工中软基加固技术研究[J]. 江西建材, 2023, (01): 249-250.
[2] 梁玮. 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, 2023, 4(19): 155-157.
[3] 周成文. 基于软基加固技术的市政道路施工方法研究[J]. 江西建材, 2023, (09): 284-286.
[4] 马晓晓. 软基加固施工技术在市政道路施工中的应用探究[J]. 中国设备工程, 2023, (11): 254-256.
[5] 肖忠辉. 软基加固施工技术在市政道路施工中的应用[J]. 运输经理世界, 2023, (13): 77-79.