

地基处理技术在市政道路工程中的应用实践

刘义东

天津市赛英工程建设咨询管理有限公司 天津 301600

摘要：市政道路工程的建设质量直接关系到城市交通运行安全与基础设施长效发展水平，而地基施工作为道路工程的基础性核心工序，整体施工质量对路基稳定性、路面平整度以及道路使用年限起到决定性作用。本文以地基处理技术在市政道路工程中的应用实践为研究主题，系统梳理市政道路施工中普遍存在的地基缺陷与施工难点。分类研究了各类主流地基处理技术的选型依据工艺流程以及核心技术要点，对比不同工艺的适用条件与应用优势。

关键词：地基处理技术；市政；道路工程；应用

引言

城市施工场地受地形环境水文条件以及前期人为建设的影响，土层分布杂乱，不良地基分布广泛，给道路施工带来诸多技术难题。如果地基处理不够规范彻底，即便面层施工质量达标，道路投入使用后也会快速出现各类病害，大幅增加后期养护成本。在这样的工程背景下，科学合理运用各类地基处理技术，针对性改善不良土质结构，已经成为保障市政道路工程质量的关键手段。

1 市政道路工程常见地基问题及施工难点

1.1 软土地基承载力不足、沉降变形过大问题

(1) 软土地基最核心的缺陷集中体现在承载力严重不足方面。常规路基土体可以均匀分散上部压力，维持路基整体结构的稳定状态。而软土质地松软，土体抗压能力极差，受到路面结构自重和车辆荷载作用时，极易出现局部受力失衡的情况。地基整体受力分布不均匀，会让路基底部出现受力塌陷的趋势，无法满足市政道路工程设计阶段的承载标准，难以适配长期通车的工程使用要求。(2) 沉降变形过大是软土地基最为突出的工程问题，也是道路病害产生的主要诱因。软土内部含有大量游离水分，土体固结程度较低，具备极强的压缩特性。在工程施工完成后的长期使用阶段，地基土体在上部荷载持续作用下会逐步完成排水固结^[1]。土体内部孔隙不断收缩，整体体积持续压缩，会引发路基出现持续性的自然沉降现象。(3) 这种沉降过程具备周期长、变形不均匀的显著特征，均匀沉降尚且会造成路面整体标高下降，影响道路通行平整度。而不均匀沉降会直接导致路面出现开裂、下沉、错台等各类病害，破坏路面结构的整体性与完整性。(4) 软土地基的沉降变形具备

较强的滞后性，不会在施工阶段一次性显现。多数沉降问题会在道路通车后的长期使用过程中逐步凸显，不仅会持续降低道路通行质量，增加后期道路养护维修的成本，严重时还会直接影响行车安全，大幅缩短市政道路工程的整体使用寿命，对城市道路交通体系的稳定运行造成持续性负面影响。

1.2 路基土质不均匀、稳定性差的问题

(1) 土质不均匀会直接造成路基受力状态的失衡。道路投入使用之后，上部结构自重以及车辆通行荷载会传递到路基土体当中。不同土层的力学性能存在差距，各类土体承受荷载之后产生的变形程度各不相同。受力之后路基各个位置沉降量无法保持统一，极易形成局部差异沉降。这种变形上的差别会向上传导至路面结构层，逐步诱发路面开裂凹陷以及局部滑移等病害，破坏道路面层的完整状态。(2) 路基土质不均匀还会带来整体稳定性不足的现实隐患。部分区域夹杂软弱夹层或者松散土层，这类土体抗剪强度偏低，在外力扰动作用下容易发生土体剪切破坏。施工阶段的机械碾压扰动，后期雨水下渗浸泡，车辆反复振动荷载，都会进一步削弱软弱土层的力学性能。当外部作用力超过土体自身的抗剪极限，路基就会出现侧向滑移或者局部失稳的情况，直接威胁路基主体结构安全。(3) 土体性质的不均匀还会放大水因素带来的负面作用。不同土层的透水能力差别较大，雨水渗入路基内部之后，部分土层会快速存积水分，造成局部土体软化。水分无法均匀向外排出，会持续降低软弱部位土体强度，进一步拉大不同区域土体性能的差距。原本经过压实处理的路基，会在水的长期侵蚀下出现密实度下降的现象，稳定性持续衰减。这类问题很多时候在施工完成初期不会立刻表现出来，会

随着道路使用时间逐步显现。不均匀土质带来的路基病害处置难度相对较高,后期维修需要投入较多的人力物力。如果前期勘察阶段对土质分布掌握不够全面,地基处理方案设计考虑不够周全,就很难从根源上消除土质不均带来的各类风险,难以保障市政道路长期运行的安全与平顺。

1.3 地下水扰动造成的路基软化隐患

(1) 地下水的长期浸泡会直接改变路基土体的物理力学性质。土体长期处于含水饱和状态,土颗粒表面会形成水膜,削弱颗粒之间的粘结作用力。原本经过压实成型的路基土体,整体密实度和结构强度会出现逐步下降的趋势。土体抗剪能力和承载能力持续弱化,整体土质会变得松软潮湿,最终形成路基软化的现象。这种土质变化会大幅降低路基的承载性能,无法稳定支撑上部路面结构,为后续沉降变形和路面破损埋下隐患。(2) 地下水的动态流动会进一步加剧路基结构的破坏程度^[2]。流动的地下水会不断冲刷路基内部的细小土颗粒,持续带走土体中的细料成分。长期冲刷作用会让路基内部逐步形成细小孔隙和空洞,破坏路基整体的均匀性与完整性。路基内部结构出现松散缺陷后,整体稳定性会大幅降低,在外荷载反复作用下,缺陷位置会持续扩大,逐步引发路基塌陷和路面变形等质量问题。(3) 地下水扰动带来的路基软化问题还具备明显的隐蔽性和累积性。路基表层外观不会出现明显异常,内部土体软化和结构松散的问题难以在日常巡检中及时发现。随着道路通车时间不断增加,车辆荷载反复叠加,软化路基的变形问题会持续累积并逐步显现。最终出现路面不均匀沉降、网状开裂、路面翻浆等常见道路病害。

2 各类地基处理技术在市政道路工程中的应用实践

2.1 不同土质条件下地基处理技术的选型依据

(1) 土质类型是技术选型的首要核心依据。不同类别土体的物理特性和工程缺陷存在明显区别,对应的加固需求也各不相同。松散杂填土土质疏松、孔隙较大、结构稳定性极差,整体承载力均匀性不足,施工选型需要侧重土体压实和结构固结。高含水软土具备压缩性强、含水量高、抗剪强度低的特点,核心改造目标是排水固结、降低土体压缩性,规避后期沉降问题。黏性土、粉质土等常规土质存在局部稳定性不足的问题,选型重点在于强化土体整体性,提升整体承载能力,不同土质的固有属性直接划定技术选型的基础方向。(2) 土层厚度与分布状态是不可或缺的选型参考条件。浅层不良土层和深层软弱土层的处理逻辑存在明显区分。浅层

土质缺陷处理难度相对较低,适合采用工艺简单、施工便捷的表层换填、浅层夯实等技术^[3]。深层大范围的软弱土层无法依靠表层处理解决根本问题,需要依托桩体加固、注浆加固、预压固结等深度处理技术,实现深层土体的整体改良,消除深层土层带来的沉降隐患。(3) 土体含水量与地下水环境也是重要的选型指标。含水量偏高、地下水活跃的土质环境,需要优先选择具备排水、隔水、固结功能的处理技术,避免水体持续软化土体,保障加固效果的长效性。干燥密实度不足的土体,则可重点通过外力夯实方式优化土体结构,提升土质密实程度。(4) 技术选型还需要结合土质改良的核心目标综合考量。针对承载力不足的土质,优先选用强化土体强度的加固技术。针对沉降变形风险较高的土质,侧重选用固结稳压的处理工艺。严格依托土质实况匹配对应技术,能够有效规避选型不当造成的加固不彻底、后期病害频发等问题,最大化提升地基处理的施工质量与综合效益。

2.2 各类地基处理技术的施工工艺流程

(1) 所有地基处理施工开展前,都需要完成系统性的前期准备工作。施工人员需要结合地质勘察结果核对场地土质与土层分布情况,明确施工现场的土质缺陷类型、地下水分布范围以及施工影响范围。同时清理施工现场表层杂物、浮土与植被,平整作业场地,保证施工机械能够平稳进场作业。施工团队还会根据设计要求核对施工参数,调试各类施工设备,做好材料检验工作,从源头规避设备故障和材料不合格带来的施工问题。(2) 场地预处理完成后,进入核心主体施工阶段。换填垫层技术以分层换填、分层压实为核心流程,逐层替换软弱土层,通过碾压夯实提升基底密实度。强夯技术按照分区夯击、定点落锤的方式作业,通过反复夯击挤压土体孔隙,实现深层土体密实固结。水泥搅拌桩技术依托专用设备就地搅拌土体与固化材料,让土体和浆液充分融合固化,形成稳定性更强的复合地基结构。(3) 主体施工完成后,各类工艺都需要开展后期养护与场地修整工作。加固后的地基土体需要预留充足的静置固结时间,让土体结构和强度稳步稳定,避免外力扰动破坏成型效果。工作人员会对施工完成的作业面进行平整处理,清理施工残留物料,修整局部高低不平的区域,保证路基基底形态符合设计标准。(4) 需要开展全面的质量检测验收工作,通过专业检测方式核验地基承载力、土体密实度、沉降系数等关键指标,确认各项参数达到工程施工标准。对于检测不达标的区域,需要及时补夯、补浆等二次处理,彻底消除地基施工隐患,保证各类地基处理技术的施工效果能够满足市政道

路长期安全运行的建设要求。

2.3 施工过程中的关键技术要点

(1) 施工前期的技术把控是整体质量控制的基础。正式开工前需要再次复核现场地质条件,对比勘察资料确认土层分布、土体含水率以及地下水变化情况,避免资料偏差造成工艺适配失误。施工技术人员需要结合现场实际情况细化施工参数,明确夯击次数、搅拌深度、注浆压力、换填厚度等核心指标,统一现场施工标准,保证所有作业环节都能按照技术规范稳步推进,从源头减少施工偏差。(2) 在主体施工环节,参数动态控制是最为核心的技术要点。各类地基处理工艺对施工精度都有着严格要求,固定的施工参数无法适配所有作业区域。施工过程中需要根据土质变化适时调整作业强度,遇到土质软弱层、含水量偏高区域,需要适度优化施工工艺参数,强化加固效果^[4]。对于分层施工的工艺,需要严格控制分层厚度,保证每一层都能够充分压实固结。(3) 施工过程中的环境与工序管控同样不可或缺。地下水变化、降水天气、机械振动等外部因素都会干扰地基加固效果。施工期间需要做好现场排水疏导工作,及时排出场地积水,防止土体二次吸水软化。各道工序需要遵循合理的先后顺序,杜绝跨工序施工、工序衔接混乱等问题,保证土体加固的连续性与完整性。(4) 施工收尾阶段的养护与自检要点同样不容忽视。地基加固完成后需要严格遵循养护要求,保障土体充分固结稳定,严禁提前开展后续施工工序。工作人员需要逐段开展质量自查,重点检查容易出现质量缺陷的薄弱区域,及时发现并整改隐患。

2.4 不同处理技术的适用性、优势与应用场景对比

(1) 换填垫层技术整体操作简单,施工流程成熟稳定,整体施工难度较低。该技术更适合浅层软弱土层处理,能够快速改善表层路基的承载条件。整体优势体现在施工周期短、质量可控性强,能够有效解决路基浅层土质松散、承载力不足等问题,多用于土质缺陷较轻的浅层路基施工场景。(2) 强夯技术依靠强力夯实作用改良深层土体结构,压实效果均匀,土体固结效果持久。

该技术适合孔隙大、土质松散的粗粒土路基,能够显著提升路基整体密实度^[5]。整体优势在于加固深度大、整体造价偏低,更适配大面积场地的地基加固作业。(3) 水泥搅拌桩等复合加固技术针对性更强,适合高含水量、高压缩性的软土地基。技术优势在于土体改良效果彻底,能够有效控制后期沉降变形,整体结构稳定性好,多用于对沉降控制要求较高的主干道路基施工场景。(4) 注浆加固技术具备施工精细、扰动小的特点,能够精准填补土体空隙与结构裂隙。该技术更适合土层结构复杂、局部缺陷较多的地基条件,优势体现在针对性强、对原有土体结构破坏小,适合局部补强和隐蔽性地基缺陷处理。

结束语

综上所述,地基处理是一项系统性、精细化的基础工程,技术选型合理、施工管控到位,能够显著提升道路工程的整体质量与使用寿命。未来市政道路建设需要进一步强化前期地质勘察精度,持续优化地基处理施工工艺,结合场地实际条件推行更加精细化、绿色化的地基施工模式,不断提升城市道路基础设施建设质量,为城市交通体系安全稳定运行提供坚实保障。

参考文献

- [1] 赵海波. 软土地基处理技术在市政道路桥梁工程施工中的应用研究[J/OL]. 中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术,2026,(4):169-172.
- [2] 牛晓葱, 杨永星. 桩基与地基处理施工技术在市政道路桥梁工程中的应用研究[J]. 中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2026,(4):090-093.
- [3] 李志刚. 市政道路桥梁工程软土地基处理技术的应用实践与优化解析[J]. 中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术,2026,(2):178-181.
- [4] 牧晶晶. 市政道路软土地基处理技术与应用分析[J]. 居业,2026,(4):26-28.
- [5] 张其清. 轻质泡沫混凝土在市政道路软土地基处理中的应用及效果[J]. 工程建设与设计,2026,(2):182-184.