

# 道路工程中软土地基的处理技术与应用

张慧敏

湖北交投建设集团有限公司道路分公司 湖北 武汉 430070

**【摘要】**：软土具有高含水率、高压缩性等特点，在道路工程中易造成路基不均匀沉降，威胁道路结构安全。本文介绍软土地基工程特点与处理技术发展概况，从土层条件、施工场地、周边环境三个维度分析软基处理方案的选取要素，结合现行行业规范，细化换填、土工加筋、强夯三种常用技术的现场施工工艺，辅以实际工程检测数据验证加固成效，总结各类技术适用场景，为同类道路软土地基施工提供实践借鉴。

**【关键词】**：道路工程；软土地基；地基处理技术

DOI:10.12417/2811-0528.26.15.058

## 引言

伴随城乡道路工程持续推进，大量线路途经沿河、滨湖软土分布区域，软土特殊的物理力学性能成为路基施工重难点。不合理的地基处置极易出现路面开裂、沉降等工程病害。为科学管控软基施工质量，本文立足工程实际，梳理软土地基基础特征，分析影响工艺选择的各项条件，围绕三种主流处理技术展开施工细节论述，依托项目实测数据对比加固效果，以此优化软土地基施工选用思路。

## 1 道路工程软土地基与处理技术综述

沿河、滨湖及沿海道路建设场地内多分布大量软土，土体天然含水率远超液限标准，孔隙比整体大于1.0，压缩性能突出且抗剪强度较差，直接将这类土层作为路基持力层，土体在路面荷载及自身重力的共同作用下会产生不均匀沉降，引发路面沉降、开裂等病害问题，缩减道路实际服役周期<sup>[1]</sup>。国内道路交通基建工程持续落地，多数新建道路线路难以规避软土等不良地质路段，软土地基专项处理成为路基施工的核心环节。国内软基处理工艺经过长期工程实践积累不断升级完善，从早期单一的浅层换填工艺，逐步发展形成浅层处置、深层加固两大完整技术体系，各类施工工艺均依托土体固结原理改善地基整体力学性能。结合软土固有工程特性与行业技术发展历程展开系统性梳理，结合道路路基实际受力工况界定各类处理技术的适用条件，能够为后续工艺选型及现场落地应用提供充足的理论支撑。

## 2 道路软土地基处理技术选用的影响因素

道路软土地基处理方案的敲定需要结合施工现场各类客观条件综合研判，单一施工工艺无法适配所有软土地基施工工况。地基土体结构特征是工艺选型的核心参考标准，场地浅层淤泥层厚度不足三米的工况可采用浅层处置工艺，软土埋深超过八米且内部夹层分布杂乱的场地更适配深层加固工艺，土体

天然含水率指标也会直接影响固结排水施工的布局密度。施工现场环境同样会对工艺选型形成约束，作业区域空间狭小、大型施工设备无法进场的城郊支路建设项目，不具备强夯施工条件，现场多采用小型设备开展换填或注浆施工。道路沿线周边生态与人居环境同样需要纳入考量，临近居民区的施工路段需摒弃振动幅度较大的强夯工艺，河湖周边的软基施工需要严格管控注浆浆液渗漏问题，杜绝区域水土污染问题出现。各类施工条件相互制约，技术人员整合场地各项参数后，方可确定适配性与经济性兼顾的软基处理方案。

## 3 各类处理技术在道路工程中的实际应用

### 3.1 换填处理技术

换填处理技术适用于埋深3m以内的浅层软土地基施工。现场前期借助全站仪定位路基开挖范围，采用挖掘机清除表层腐殖土与淤泥质软土，基坑底部预留10cm原状土层开展人工精平作业，规避大型机械施工对下层稳定土体造成扰动。施工选用粒径5~31.5mm的级配碎石与河砂混合料作为回填主材，依据JTG/T3610-2019《公路路基施工技术规范》将单层摊铺厚度控制在20~30cm，摊铺整平后使用22t重型压路机由路基边缘向路中依次压实，采取两遍静压、四遍振动碾压的施工方式，各填筑层完工后通过环刀取样检测压实质量。某地级市交通运输局2024年道路工程检测数据显示，标准化换填施工后的路基工后沉降均值仅为11.6mm。施工全程布设临时排水设施，及时疏导基坑积水，避免回填材料泡水软化导致地基强度衰减<sup>[2]</sup>。浅层软土土质均匀性较差，外露土体易受温湿度干扰，现场作业需缩短基底裸露时间，紧凑完成开挖与回填工序。

### 3.2 土工加筋加固技术

土工加筋技术适配软土层厚度2~5m的路基施工场景，路基基底整平作业完成后，铺设15cm厚度中粗砂垫层优化场地排水条件，垫层表面平整且无尖锐石块后开展双向塑料土工格

栅铺设作业, 格栅沿路基纵向整体连续铺设, 相邻两幅格栅预留 20cm 搭接宽度, 搭接位置采用 15cm 长 U 型钢筋钉固定, 锚固点位横向布设间距保持 1.5m。国内某省道 2023 年改扩建项目竣工验收检测数据显示, 标称抗拉强度 50kN/m 的土工格栅应用于软基加固后, 路基边坡侧向位移相较无加筋施工断面减少 40.8%。见图 1

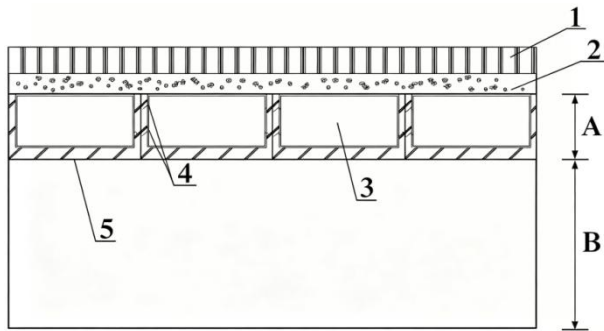


图 1 土工格栅加筋软土地基结构剖面图

格栅铺设质量验收合格后开展素土分层回填作业, 回填填料最大粒径严格控制在 10cm 以内, 碾压设备运行过程中避免在格栅接缝位置紧急制动、原地掉头, 防止格栅结构破损失效, 分层填筑作业持续推进至路基设计标高, 施工后期搭配轻型碾压设备修整路基顶面, 保障路面平整度符合设计标准。土工格栅自身具备优良的抗拉与抗变形性能, 和回填土体形成复合受力结构, 可约束土体侧向位移, 改善软土抗剪性能不足的缺陷。软土地基在长期行车荷载反复作用下易出现蠕变变形, 加筋结构能够有效抵消土体塑性形变, 提升路基整体稳定性。该工艺无需大规模土方开挖与换填作业, 施工噪音低、对周边环境干扰小, 契合城区道路、临近居民区道路的施工建设需求, 在中等厚度软土路基加固中具备极高的推广价值。

### 3.3 强夯压实处理技术

厚层深层软土地基加固多采用强夯压实工艺, 施工技术参

### 参考文献:

- [1] 宋玉娇. 市政道路工程中软土地基处理技术研究[J]. 科技资讯, 2025, 23(11): 124-126.
- [2] 赵珂琪. 市政道路改造工程中软土地基处理技术研究[J]. 中国高新科技, 2025(1): 87-88104.
- [3] 刘永东. 高速公路拓宽工程软土地基处理方案的设计和施工技术[J]. 工程建设与设计, 2025(5): 166-168.

数结合场地岩土勘察报告确定, 参照 JGJ79-2012《建筑地基处理技术规范》选用 12t 钢制夯锤, 夯锤常规落距设定为 12m, 夯点按照正方形布局布设, 点夯夯击次数结合现场试夯结果调控在 8~12 击范围。首轮点夯作业完成后预留 10 天静置周期, 软土内部孔隙水可在静置阶段充分排出, 实现土体固结, 静置周期结束后采用低能级满夯方式夯实夯点间隙土体, 满夯夯击能设定为点夯作业的三分之一。滨海新区市政道路 2024 年第三方岩土检测试验数据记录, 点夯结合满夯的组合施工模式可将原状软土地基 83kPa 的承载力提升至 176kPa。强夯施工需规避阴雨天气, 降雨天气暂停所有夯击作业, 避免夯坑积水浸泡软化土体, 保障地基加固施工质量。高能级夯击产生的冲击动能可传导至深层土体, 打破软土原有松散孔隙结构, 加速孔隙水排出与土体颗粒重组, 深层土体密实度与承载性能得到大幅提升。施工前期试夯环节尤为关键, 不同场地软土孔隙率、含水率存在差异, 固定施工参数无法适配所有工况, 通过现场试夯可精准确定最优夯击次数、落距与间歇时长, 规避夯击不足导致的固结不充分或过度夯击造成的土体结构破坏。强夯工艺整体施工效率高、加固深度大, 无需大量外购填料, 整体工程造价可控, 多用于新区主干道、港区道路等大面积、大厚度软土分布的道路建设场地<sup>[3]</sup>。

### 4 结语

换填、土工加筋与强夯三类处理技术适配不同厚度的软土地基工况, 施工参数可结合场地土体指标、现场环境灵活调整优化。工程实测数据能够直观体现, 行业规范标准下的标准化施工工序可优化地基承载性能, 减少路基后期沉降变形问题。道路软基施工不存在固定通用的处理方案, 技术人员需要整合多项施工影响因素完成工艺选型, 严控各环节施工细节, 保障路基结构整体稳定性, 延长道路工程实际使用周期。