

# 道路工程软土路基换填加固施工技术分析

胡 妹

湖北省高创公路工程咨询监理有限公司 湖北 武汉 430000

**【摘要】**：本文针对道路工程软土路基换填加固施工中常见的三大问题展开分析，含水率过高导致土体强度不足，换填材料选择不当引发结构隐患，压实控制不严造成密实度不均。为解决这些问题，分别采取构建三维排水体系并辅以石灰或水泥改良调控含水率，依据软土厚度、地下水位及荷载条件科学选用级配碎石、片石或流态固化土等适配材料，引入智能压实系统，结合分层厚度控制与现场密度检测，实现碾压参数动态优化。应用结果表明，该综合技术有效提升了路基承载力与整体稳定性，显著减少沉降和开裂风险，形成了一套高效、可控、可推广的软土路基处理方案。

**【关键词】**：软土路基；换填加固；含水率调控；材料适配；压实控制

DOI:10.12417/2811-0528.26.15.006

## 引言

软土路基因其高压缩性、低强度和高含水率等特点，成为道路工程建设中的技术难点。在换填加固施工过程中，常因地质条件复杂、施工环境多变及工艺控制不严，导致一系列工程质量问题，不仅影响施工进度，更威胁道路结构的长期安全与服役性能。近年来，随着交通荷载不断增大及环保要求日益提高，传统处理方法已难以满足现代道路工程对稳定性、耐久性与可持续性的综合需求。因此，亟需系统识别软土路基施工中的关键制约因素，并结合新材料、新工艺与智能化手段，探索科学高效的加固路径。本文围绕实际工程痛点，深入剖析问题成因，提出针对性技术对策，旨在为软土地区道路建设提供理论支撑与实践参考。

## 1 道路工程软土路基换填加固施工现存核心问题

### 1.1 软土路基含水率过高的施工阻碍

软土路基含水率过高对换填加固施工构成显著阻碍，主要体现在土体强度严重降低、承载能力不足以及施工机械难以进场作业等方面。高含水率使软土呈现流塑或软塑状态，导致压实过程中水分无法有效排出，孔隙水压力升高，进而影响填料与原地基之间的有效结合。在雨季或地下水位较高的区域，持续渗水会进一步加剧路基土体的不稳定性，造成已填筑层发生沉陷、滑移甚至局部坍塌。施工期间若未采取有效的降水或排水措施，如设置盲沟、井点降水或铺设砂垫层，极易引发工期延误和质量隐患。含水率超标还会干扰后续检测指标的准确性，例如压实度与 CBR 值难以达标，从而影响整体结构的安全性和耐久性。因此，控制软土路基含水率是确保换填加固施工顺利推进的关键前提。

### 1.2 换填材料适配性不足的质量隐患

换填材料适配性不足直接引发路基结构的长期稳定性与

承载性能问题。在实际施工中，部分工程未根据软土层厚度、地下水位及交通荷载要求科学选择换填材料，盲目采用风化砂、建筑垃圾或未经筛分的杂填土，导致颗粒级配不合理、压缩模量偏低、抗剪强度不足。此类材料在荷载作用下易产生不均匀沉降，尤其在干湿循环或冻融交替环境下，体积变化大，易形成空隙和裂缝，加速路基劣化。此外，若换填料含泥量过高或有机质成分超标，不仅降低透水性和排水效率，还可能因生物化学反应引起材料分解，进一步削弱路基整体性。缺乏对材料物理力学性能的系统检测与匹配设计，使得换填层难以与原地基协同受力，造成应力集中和局部破坏，埋下严重质量隐患。

### 1.3 施工过程中压实度不达标现象

在道路工程软土路基换填加固施工过程中，压实度不达标现象频繁出现，严重影响路基的整体承载能力与长期稳定性<sup>[1]</sup>。该问题主要源于填料含水率控制不当，过高或过低均会削弱压实效果，导致密实度无法满足设计规范要求。施工机械选型不合理或碾压遍数不足，亦会造成局部区域压实不均，形成薄弱层。部分施工现场缺乏实时检测手段，未能及时发现压实度偏差并进行补救处理，致使隐患累积。分层填筑厚度未严格按技术标准执行，超厚填筑使得下层材料难以被有效压实，进一步加剧了压实度不足的问题。在雨季或地下水位较高的区域，若排水措施不到位，填料易受水分侵入而软化，显著降低压实效率。这些因素叠加作用，不仅削弱了换填层与原状土之间的结合强度，还可能诱发后期沉降、开裂等病害，对道路结构安全构成潜在威胁。

## 2 道路工程软土路基换填加固施工针对性解决方法

### 2.1 软土路基含水率的有效调控方法

软土路基含水率的有效调控方法需结合地质条件与施工

环境,采取系统性措施实现水分动态平衡(见图1)。在高含水率软土区域,常采用设置排水盲沟、铺设砂垫层及插设塑料排水板等方式,构建三维排水体系,加速孔隙水排出,降低土体饱和度。同时,通过翻晒晾晒或掺入石灰、水泥等吸水性材料,可有效吸收多余水分并促进土颗粒凝聚,提升整体强度<sup>[2]</sup>。对于地下水位较高的路段,可布设降水井点系统,实施有组织降水,防止外部水源持续补给软土层。在雨季施工时,应加强临时排水设施布设,如修建截水沟、集水井及防雨覆盖措施,避免雨水渗入路基影响含水率控制。此外,施工过程中需实时监测含水率变化,利用便携式含水率测定仪进行动态反馈,及时调整处理方案,确保含水率维持在最佳压实区间,为后续换填与压实作业提供稳定基础条件。

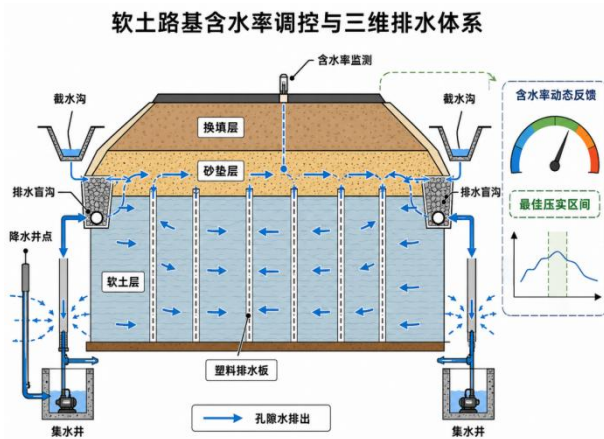


图1 软土路基含水率调控与三维排水体系

## 2.2 换填材料的筛选与适配优化策略

换填材料的筛选需严格遵循承载力与水稳定性双控原则。针对厚度小于3m的软土层,宜优先选用级配良好的砂砾或碎石,依据《建筑地基处理技术规范》(JGJ79-2012),碎石最大粒径不宜超过50mm,含泥量须控制在3%以内,以确保垫层具备良好的透水性及抗剪强度。在沼泽或高含水区域,应选用不易风化的片石或山皮石,片石粒径不宜小于300mm,利用其骨架作用挤淤稳压。针对环保要求高或特殊土质工况,可

适配流态固化土或新型结构土;通过掺入矿渣基固化剂,可使普通淤泥质土转化为流动性好、无需碾压的填充材料,实现30%的成本优化与建筑垃圾资源化利用。对于灰土垫层,土料宜采用粉质黏土,有机质含量不得超过5%,且必须过筛去除杂质,配合比通常控制在2:8或3:7(体积比),以最大化石灰的胶结强度与抗变形能力。

## 2.3 施工压实度的精准控制技术

在软土路基换填加固施工中,压实度的精准控制直接关系到路基的整体稳定性与承载能力。为实现这一目标,需结合土质特性、含水率及填料类型,科学设定碾压相关参数。依托智能压实系统实时采集振动频率、碾压轨迹及压实反馈数据,动态优化调整施工参数,保障每层填料密实度满足设计标准。施工中严格把控分层填筑厚度,规避下层压实不到位或上层结构受过度扰动的问题。同步运用灌砂法、核子密度仪等方式开展现场密度检测,及时核验压实成效。针对含水量偏高的填料,提前采取晾晒或掺入改良材料的方式,将填料调节至最佳含水状态,切实提升压实作业效率与整体均匀性<sup>[3]</sup>。同时着重处理不同填料交界区域,强化碾压搭接施工,消除压实薄弱部位,全方位保障换填区域压实度均匀连续,全面契合工程建设规范要求,为后续路基长期稳定运行筑牢基础。

## 3 结语

软土路基换填加固施工是保障道路工程长期稳定与安全运营的关键环节。面对含水率过高、材料适配性不足及压实度控制困难等核心问题,需依托系统化、精细化的技术手段予以应对。通过构建高效排水体系调控含水率,依据地质条件与荷载需求科学筛选换填材料,并引入智能压实技术实现全过程精准控制,可显著提升路基的整体性能与耐久性。同时,施工中应强化过程监测与动态调整,确保各项参数始终处于最优区间。唯有将技术规范、材料性能与现场管理深度融合,才能有效规避质量隐患,为道路结构提供坚实可靠的支撑基础,满足现代交通对高稳定性路基的严苛要求。

## 参考文献:

- [1] 郭文胜.市政道路工程软土路基施工技术研究[J].城市建设理论研究(电子版),2025,(03):183-185.
- [2] 杨彩伟,许朋,李亚,等.道路工程软土路基的加固技术及施工要点分析[J].运输经理世界,2022,(06):47-49.
- [3] 周士用.市政道路工程软土路基加固施工技术及其应用研究[J].工程机械与维修,2025,(12):97-99.