

## 基于钻孔灌注桩技术的高速公路软土路基加固处理方法

赵睿龙

新疆兵团交通建设有限公司, 新疆 乌鲁木齐 830000

[摘要]随着高速公路建设的不断推进,软土路基的加固处理成为影响工程质量和安全的关键问题之一。高速公路路面所用的软土路基,因具备低承载、高压缩及不稳定等特性,频繁出现路基沉降与变形等问题,这对高速公路的常规运营造成了严重影响。在软土路基加固领域,钻孔灌注桩技术以其独特的加固处理方法,通过路基钻孔并注入水泥混凝土,构建起桩基结构,显著增强了路基的承载能力与稳定性。对高速公路建设中的软土路基,采用钻孔灌注桩技术进行加固,其原理及实施流程被深入剖析,该技术实施效果亦得到探讨,同时,文章还针对该技术在应用过程中所遭遇的难题及改进策略展开了详尽论述。软土路基的物理性质得到钻孔灌注桩技术的显著优化,进而大幅增强了其承载能力与稳定性,此技术对高速公路建设领域具有不可忽视的实际价值。

[关键词] 钻孔灌注桩技术; 软土路基; 加固处理; 高速公路

DOI: 10.33142/ucp.v1i5.14437

中图分类号: TU753

文献标识码: A

### Reinforcement Treatment Method for Soft Soil Subgrade of Expressway Based on Drilled Pile Technology

ZHAO Ruilong

Xinjiang Production and Construction Corps Transportation Construction Co., Ltd., Urumqi, Xinjiang, 830000, China

**Abstract:** With the continuous advancement of highway construction, the reinforcement treatment of soft soil subgrade has become one of the key issues affecting engineering quality and safety. The soft soil subgrade used for highway pavement often experiences settlement and deformation due to its low bearing capacity, high compression, and instability, which seriously affects the normal operation of highways. In the field of soft soil subgrade reinforcement, the drilling and grouting pile technology, with its unique reinforcement treatment method, constructs a pile foundation structure by drilling holes in the subgrade and injecting cement concrete, significantly enhancing the bearing capacity and stability of the subgrade. The principle and implementation process of using drilled pile technology to reinforce soft soil subgrade in highway construction have been deeply analyzed, and the implementation effect of this technology has also been explored. At the same time, the article also elaborates on the difficulties and improvement strategies encountered in the application of this technology. The physical properties of soft soil subgrade have been significantly optimized by the drilling and grouting pile technology, thereby greatly enhancing its bearing capacity and stability. This technology has practical value that cannot be ignored in the field of highway construction.

**Keywords:** drilled pile technology; soft soil subgrade; reinforcement treatment; expressway

#### 引言

随着我国经济发展和城市化进程的加快,高速公路这一关键交通设施亦呈现出迅猛的发展态势,众多高速公路建设项目遭遇软土路基难题,该土质承载能力不足且易压缩。在车辆负荷影响下常引发路基沉降与形变,对路基稳固性与行车安全构成重大威胁,确保软土路基的稳定与承载,必须实施有效的加固战略。在软土路基加固领域,钻孔灌注桩技术作为一项新兴方法,近年来得到了广泛的运用与实践<sup>[1]</sup>。采用在软土层中钻孔并实施水泥混凝土灌注的方法,所形成的桩基技术,能够高效分配路基负荷,显著降低沉降现象,进而大幅提升路基的稳定性和承载能力。高速公路软土路基加固,钻孔灌注桩技术为核心,其原理、实施步骤与效果分析,旨在为优化加固技术提供参考。

#### 1 钻孔灌注桩技术概述

钻孔灌注桩技术是一种常用于软土路基加固的有效工程措施,其基本原理是通过钻孔的方式,将桩基嵌入到软土层中,随后将水泥混凝土或其他加固材料灌注进入孔内,以形成具有较高承载力的桩基结构。该技术广泛应用于需要提高土层承载能力、改善土壤力学性质以及增加路基稳定性的工程中,尤其适用于软土、淤泥土及其他松散土层的加固。钻孔灌注桩的施工工艺较为成熟,通常包括钻孔、清孔、灌注混凝土以及桩头处理等环节<sup>[2]</sup>。

基于设计需求与土层条件,采用钻机设备实施钻孔作业,其孔径与深度需严格确定;为确保灌注质量,清孔环节须严格清除孔内所有泥土与杂物;采用泵送系统将水泥混凝土注入钻孔,完成灌注作业后,对桩头实施处理与修整,钻孔灌注桩技术在提升软土路基承载力的方面展现出

显著成效,显著降低地基沉降,有效加固路基,避免因路基不均匀沉降引发的裂缝与损害。所采用的技术在施工过程中简便易行,具有较强的适应性,即便是在狭小空间也能灵活操作,同时其对环境的影响微乎其微。钻孔灌注桩作为一种软土路基加固手段,相较于传统路基加固技术,展现出施工周期较短且加固效果稳定的优势,堪称经济高效的解决方案,高速公路、桥梁、建筑基础等领域。钻孔灌注桩技术因其应用日益广泛,已成为破解软土路基难题的关键技术途径。在实施钻孔灌注桩技术过程中,需应对诸如钻孔精度掌控与灌注品质保障等难题,对此,施工阶段的技术监管与质量督察需得到强化。软土路基加固领域,钻孔灌注桩技术作为一项核心技术,在工程实践中展现出了其广阔的应用前景与实施可能性。

## 2 软土路基加固的理论与实践

路基不稳之难题,软土地区赖以克服的关键技术之一,便是软土路基加固,此技术广泛采用物理、化学手段,旨在提升软土层承载力,降低沉降风险,从而强化路基的稳定性。地基土壤中常见的一种软土,因其特有的物理特性——高水分含量、低密度与低强度。在承受交通荷载时,往往会出现沉降现象,甚至发生塑性变形乃至液化,这一特性为高速公路、铁路等基础设施的建设带来了巨大挑战。研究软土路基加固技术,对于提升理论认知及解决实际问题,其价值不言而喻,诸如堆载预压、深层搅拌、静压桩、振冲法等加固软土路基的常规手段,却常伴有施工周期冗长、费用高昂以及加固成效波动不定的缺陷<sup>[3]</sup>。

基本原理上,软土路基加固涉及调整土层的物理与力学属性,旨在提升其抗压能力、减缓沉降速率、优化水文状况,地基承载力理论、沉降控制理论以及土体改良理论等加固理论,构成了加固领域的重要理论基础。基于这些理论,软土路基加固得以进行,并由此指导了加固技术之选及其实施应用。在高速公路建设领域,随着对路基承载力和稳定性要求的提升,软土路基加固技术的应用需求日益凸显,其场景扩展亦愈发普遍。在软土路基加固过程中,钻孔灌注桩技术、地基处理及真空预压法等加固手段被广泛运用,在实施具体工程时,需全面考究土壤深度、土质类型、环境状况及工程造价等多重要素,以抉择恰当的加固技术。

在软土路基加固施工阶段,需关注诸如加固成效不一、桩基下沉、地下水作用等挑战,因此施工单位需对各项技术实施精细化管理与严密监控,以保障加固成效。工程技术的发展催生了诸多软土加固新材料与新方法,包括化学加固剂、智能监测系统等,这些技术的出现为软土路基加固带来了更多选择与优化途径。在高速公路等关键基础设施的构建中,软土路基的加固理论与实践相互促进,凭借持续的革新与实际操作,成功应对了软土路基的工程技术挑战,从而保障了项目的稳定与安全<sup>[4]</sup>。

## 3 基于钻孔灌注桩技术的软土路基加固处理方法

在高速公路等基础设施的建设过程中,钻孔灌注桩技术所采用的软土路基加固处理方法,自近年来应用广泛,并取得了显著的成效。在软土层中采用钻孔灌注桩技术,以钢筋混凝土桩或他种加固材料加固,旨在增强路基承载力、降低沉降量及优化地基稳定性。在软土层中,采用钻孔技术,向孔洞内注入水泥浆或混凝土等材料,构建成若干桩体,这些桩体发挥承载功能,将荷载传递至下部稳定的土层,进而对软土路基进行加固处理。该技术相对于传统软土加固手段,展现出施工便捷、加固效果稳固、适用范围广泛等优势,特别是在处理深度软土层或软土层厚度不一的地质环境中表现尤为突出。

加固处理软土路基时,钻孔灌注桩技术展现出其独特的优势,广泛适用于多个层面,施工周期得以大幅缩短的钻孔灌注桩,凭借其简易的施工流程,显著降低了加固工程的难度与成本。钻孔灌注桩的运用显著增强了软土路基的承载能力,有效防止路基因不均匀沉降而产生裂缝及不稳定状况,进而确保了道路长期使用的稳定性与安全性。在软土地带,钻孔灌注桩技术显著降低沉降及形变,尤其对于高速公路等高要求工程表现卓越<sup>[5]</sup>。

在钻孔灌注桩技术的应用实践中,遭遇了若干难题。施工阶段,软土层的独特属性可能导致钻孔时出现坍塌,进而引发施工不稳定,这对加固成效造成不利影响,加固效果的好坏,与钻孔灌注桩的施工质量息息相关,故而对施工工艺及材料的选择提出了较高要求,并需专业团队负责操作与监督。在特定地质环境下,钻孔灌注桩的加固成效易受地下水位、土壤污染等不利因素制约,需全面考量并采取相应措施,运用钻孔灌注桩技术,该软土路基加固方法以其施工上的独到之处与加固成效显著,已成为应对软土地区路基稳定性问题的关键措施。在未来的应用中,通过不断改进施工工艺、优化设计方案及加强质量控制,钻孔灌注桩技术的应用将更加成熟和普及,为高速公路等大型基础设施项目的顺利建设提供可靠保障。

## 4 钻孔灌注桩技术在高速公路建设中的应用

高速公路建设过程中,钻孔灌注桩技术在软土路基加固处理方面展现出了其不可替代的关键性作用。高速公路作为国家基础设施的支柱,其建设与运输需求同步攀升,对工程品质与安全性能的考量尤为关键,对软土路基的整治,历来是一项充满挑战的任务。高速公路的寿命与安全性深受低强度、高压缩性和易沉降的软土特性所影响。在高速公路施工中,钻孔灌注桩技术作为一项路基加固的有效手段,正逐步得到普及,并显现出其显著的成效<sup>[6]</sup>。

钻孔灌注桩技术,其核心技术在于软土路基中钻孔深埋,采用水泥浆或混凝土灌注孔洞实现固化,以此显著提升路基的承载稳定性能,桩体在承担并传递荷载的同时,亦能有效遏制软土沉降,避免因沉降不一导致的路面不平

及裂缝产生。因此, 钻孔灌注桩技术在软土路基加固中起到了至关重要的作用, 尤其适用于软土层厚度较大、土质松软以及地基承载力不足的路段。

高速公路建设过程中, 钻孔灌注桩技术的运用显著提升了路基的稳定性与承载力, 确保了道路的长期使用安全。钻孔灌注桩技术, 有效缓解了软土沉降过大的路面不均匀沉降问题, 从而确保了路面的平整与稳定, 大幅降低了施工完成后的维护与修复费用。地质条件各异, 钻孔灌注桩却能展现强大适应性, 其定制化设计能力尤为突出。在特定地质环境, 诸如深厚软土层和充沛地下水的地带, 钻孔灌注桩技术能够依据具体情形灵活选取多样化的桩型与长度, 以实现加固成效的最优化。

施工过程采纳钻孔灌注桩技术, 操作简便, 施工周期得以缩短, 同时降低施工难度, 尤其在面临地质条件复杂时, 借助现场勘察与设计优化, 可量身定制施工方案。在处理软土路基加固作业时, 施工团队需依据特定土层特性及路基承重需求, 精心挑选适配的桩型(例如摩擦桩、端承桩)及合理桩长, 以保障桩体在加固作业期间发挥稳定效能。在钻孔灌注桩施工阶段, 水泥浆液混凝土材料与周边土壤实现高强度融合, 此举显著提升了路基的稳固性<sup>[7]</sup>。

高速公路建设领域虽普遍认可钻孔灌注桩技术的众多优势, 然其应用过程中仍遭遇若干难题。施工钻孔灌注桩的过程, 其进行深受地下水位变动、土壤污染状况以及地质结构变化等多重因素所制约。在软土地区, 若地下水位偏高, 钻孔作业易引发孔壁坍塌与泥浆外泄, 进而对桩体施工品质及加固成效造成不利影响。在施工过程中, 为确保孔壁的稳定性与桩体质量, 施工人员需采取导管注浆法、降低施工水位等相应技术措施。

施工人员若要保证钻孔灌注桩技术的施工质量, 进而确保加固效果, 其专业技能不可或缺, 具备钻孔灌浆的专业技能的施工团队, 更需精通软土路基加固的各项技术规范, 诸如桩体布局、孔隙水排放及浆液配比等环节。桩体的品质与加固成效, 往往受到施工环节中每一个细致环节的潜在影响。技术监督需对项目管理进行严格把控, 以确保各环节均遵循设计规范, 防止操作失误引发的品质缺陷。在大型高速公路项目中, 钻孔灌注桩技术的初期投资成本相对较高, 且桩体数量及施工难度均较复杂, 进而可能导致整个项目造价的攀升。项目管理人员必须依据各路段的特殊情况, 精心制定设计预算方案, 从而保障资金分配的合理性。

面对一系列技术难题, 对钻孔灌注桩技术的施工流程与装备进行持续优化, 以增强施工的精确度与成效, 此举已引起行业内的广泛关注。采用先进钻孔与灌浆技术,

显著提升了施工的精确度, 有效降低了施工质量受损的风险; 引入信息化技术, 项目管理团队能够更高效地跟踪施工进度及品质, 迅速识别并处理问题, 从而保障工程按时交付。在高速公路建设领域, 钻孔灌注桩技术以其卓越的加固性能和广泛适用性, 显著解决了软土路基难题, 并显著提升了路基的承载能力和稳定性, 扮演了至关重要的角色。在技术持续进步与施工技术日益完善的大背景下, 钻孔灌注桩技术于高速公路与各类基础设施工程中展现出了更为广泛的应用前景, 为维护道路安全与持久利用贡献了更为稳固的技术保障<sup>[8]</sup>。

## 5 结语

总的来说, 基于钻孔灌注桩技术的高速公路软土路基加固方法在改善软土路基承载力和稳定性方面具有显著优势。通过科学设计和优化施工方案, 可以有效克服软土路基的不足, 确保高速公路建设的质量和安全性。在面临挑战的同时, 随着技术的发展和施工管理水平的提升, 钻孔灌注桩技术的应用前景仍然非常广阔。未来, 随着更加精确的设计计算、现代化施工设备和信息化管理系统的引入, 钻孔灌注桩技术将在高速公路及其他基础设施项目中发挥越来越重要的作用, 推动软土路基加固技术的不断进步与发展。

### [参考文献]

- [1] 李强. 基于钻孔灌注桩技术的高速公路软土路基加固处理方法[J]. 交通节能与环保, 2024, 20(5): 201-204.
- [2] 陕耀, 肖蔚雄, 马伟叁, 等. 软土地区钢套管钻孔灌注桩施工对临近高铁路基变形影响研究[J]. 铁道科学与工程学报, 2023, 20(7): 2372-2384.
- [3] 罗肇剑. 钻孔灌注桩技术在公路软土路基处理中的应用[J]. 工程技术研究, 2021, 6(22): 87-88.
- [4] 杜路伽, 王沙沙. 路桥软土路基施工中的钻孔灌注桩技术[J]. 中国新技术新产品, 2021(4): 98-100.
- [5] 肖磊, 刘艳艳. 钻孔灌注桩技术在路桥软土路基施工中的应用[J]. 价值工程, 2020, 39(4): 173-175.
- [6] 孙玉婷, 慕大伟. 钻孔灌注桩技术在路桥软土路基施工中的应用[J]. 门窗, 2019(17): 241.
- [7] 王晓磊. 钻孔灌注桩技术在路桥软土路基施工中的应用[J]. 交通世界, 2019(25): 36-37.
- [8] 罗理云, 章文峰. 谈钻孔灌注桩用于公路地基加固处理[J]. 黑龙江交通科技, 2015, 38(9): 137.

作者简介: 赵睿龙(1983.10—), 毕业院校: 河南城建学院, 所学专业: 工程管理, 当前就职单位: 新疆兵团交通建设有限公司, 职称级别: 高级工程师。