

滨海市政道路软土路基花管注浆施工技术研究

郑乃涛, 任丽芳

烟台职业学院 建筑工程系, 山东 烟台 264670

DOI: 10.61369/SSSD.2025080038

摘 要 : 当前, 滨海市政道路软基处理问题日益凸显, 软土路基的稳定性直接影响着道路的使用寿命和行车安全。在市政道路建设中, 软土路基是常见的不良地质条件, 其具有含水量高、压缩性大、强度低等特点, 若处理不当, 会导致道路出现不均匀沉降、开裂等病害, 严重影响道路的使用寿命和行车安全。花管注浆技术作为一种有效的软土路基处理方法, 通过向软土中注入浆液, 改善土体的物理力学性质, 提高路基的承载能力。对此, 本文首先阐述花管注浆技术原理与优势, 接着分析市政道路软土路基花管注浆施工技术实施过程, 以期为相关研究者提供一定的参考与借鉴。

关 键 词 : 市政道路; 软土路基; 花管注浆; 施工技术

Research on Flower Pipe Grouting Construction Technology for Soft Soil Subgrade of Municipal Roads

Zheng Naitao, Ren Lifang

Department of Architectural Engineering, Yantai Vocational College, Yantai, Shandong 264670

Abstract : In municipal road construction, soft soil subgrade is a common unfavorable geological condition, which is characterized by high water content, large compressibility and low strength. If not handled properly, it will lead to diseases such as uneven settlement and cracking of the road, seriously affecting the service life of the road and driving safety. As an effective method for treating soft soil subgrade, flower pipe grouting technology improves the physical and mechanical properties of the soil and enhances the bearing capacity of the subgrade by injecting grout into the soft soil. In this regard, this paper first expounds the principle and advantages of flower pipe grouting technology, and then analyzes the implementation process of flower pipe grouting construction technology for soft soil subgrade of municipal roads, in order to provide certain reference for relevant researchers.

Keywords : municipal roads; soft soil subgrade; flower pipe grouting; construction technology

一、花管注浆技术原理与优势

(一) 花管注浆技术原理

当前, 滨海地区市政道路普遍存在软土地基承载力不足的问题, 由于该区域地质条件特殊, 软土层厚度较大且含水量较高, 导致路基的强度和整体稳定性较差。这种不良的地基条件在车辆荷载和自然环境因素的双重作用下, 极易引发道路结构层的不均匀沉降, 进而造成路面出现明显的纵向裂缝、横向裂缝以及网状裂缝等多种病害形态, 严重影响道路的使用性能 and 使用寿命。

花管注浆技术原理基于浆液流动性与土体可注性, 是改良软土路基的有效技术之一。因为大多软土路基含水量大且强度不足, 使得路基承载强度不足, 在车辆长时间通行影响下会产生塌陷或者变形等问题。花管注浆技术主要是指在工程区域内修建好的路基中植入专门制作的花管, 再向其中输送一定的压力, 在土

体中注入浆液, 在其中扩散、流动, 并引起土体压缩, 改善路基的物理力学特性^[1]。

花管上布满是小孔洞, 使得浆液可以直接从花管排出。在将浆液注入土体时, 浆液先占据土体空隙排出空气, 将土体挤压得更加坚实。在持续不断地注入浆液时, 其会形成网状或树枝状的浆脉, 彼此交错构成有机整体, 使得土体更加坚硬。

另外, 浆液在注入过程中还会对土体产生一定的挤压力, 使土体发生一定的变形和位移。这种挤压力可以进一步提高土体的密实度, 同时也可以改善土体的应力状态, 减少路基的沉降和变形。

此外, 浆液凝固和硬化过程也尤为关键。在土体注入浆液后, 经过一定时间浆液开始凝固, 逐步变成具有一定强度的结石体, 在土体与结石体的共同作用下, 软土路基的承载力得到明显提升, 且浆液的凝结和硬化可阻隔地下水渗流和侵蚀, 软土路基能够避免地下水的干扰^[2]。



图1 花管注浆加固滨海软土路基图

（二）花管注浆技术优势

第一，花管注浆技术具有较强的灵活性，复杂地质环境和场地条件对花管注浆技术的影响很小，在窄路、管群密集区施工时，只需合理设置花管位置和注浆参数，便可以保证施工的顺利进行。而且与其他施工技术比，花管注浆技术不需要占地面积较大的建设场地，大型机械也不需要进入施工场地，对周边环境和交通带来的影响较小。

第二，从成本效益角度来看，花管注浆技术具有明显的经济性。特制花管的制作成本相对较低，且注浆材料可以根据不同的工程需求和土体条件进行选择，能在保证处理效果的前提下，最大程度地控制成本。同时，由于该技术施工过程相对简单，施工周期较短，能够有效减少人工费用和设备租赁费用等开支，从而降低整个工程的造价。

第三，花管注浆技术的加固效果比较强，可以全方位地加固软土地基。花管注浆法通过发挥注浆液在土体内的挤密、渗透以及扩散等作用，既增加了土体的强度，稳定性也得到一定的提升，并减小了路基出现变形与沉降的风险。花管注浆加固后的路基承载力提升非常明显，能满足市政道路长久使用的要求。除此之外，浆液固化后的结石体由于与土体紧密结合，可抵抗地下水中浸渍侵蚀，有效延长市政道路的使用年限^[3]。

第四，花管注浆技术的施工过程相对环保。在施工过程中，不会产生大量的噪声、粉尘和废弃物，对周边环境的污染较小。同时，该技术所使用的注浆材料为环保型材料，不会对土壤和地下水造成污染，符合当前绿色施工的要求。

第五，花管注浆技术具有良好的可监测性和可调整性。在施工过程中，可以通过监测注浆压力、注浆量和土体变形等参数，及时了解施工情况和加固效果。如果发现某个区域的加固效果不理想，可以及时调整注浆参数或增加注浆量，以确保整个路基的加固质量均匀可靠。

二、市政道路软土路基花管注浆施工技术实施分析

（一）优化施工准备环节

为了顺利进行花管灌浆施工，要做好各项施工前期准备工作，具体如下：技术准备，项目部组织专业技术人员对施工图进

行会审，熟悉和掌握设计要求及技术标准，找出施工中重点环节以及施工难点。结合实际情况，做出详细的施工方案和技术指导文件，对参与施工人员做技术交底，确保工作人员充分了解施工流程及质量要求，当然，也要细致分析水文情况、地质情况等，为施工有序开展提供更为精确的地质指引。

物料筹备同样重要，按照进度要求提前采购相应灌浆原料及管材等物品，并确保灌浆原料、管材等品质达到设计要求。对进入施工现场物料进行严格检查、核验，编制物料清单，对库存予以有效控制，避免受潮或腐烂现象。同时，要做好建筑工程的工具和试验器械的配备，比如注浆泵、钻机、压力计等，并对机器进行调试以及试运行，确保设备处于良好的运行状态。

人员准备方面，要组建专业的施工队伍，配备具有丰富经验的施工管理人员和技术工人。对施工人员进行安全培训和技术培训，提高他们的安全意识和操作技能。明确各岗位的职责和分工，建立健全的质量管理体系和安全生产体系，确保施工过程中的人员安全和工程质量。

在施工现场准备工作中切不可马虎，需保证施工场地平整、清洁，将阻碍物消除，设置临时排水沟渠，以保证施工场地排水通畅。根据施工总平面图建立临时办公区、生活区、材料堆场等。同时，确定施工范围内的测量、放线，明确花管的位置与孔深，在其上设置明显的标识^[4]。

（二）测量放线与钻孔插管

第一，依据图纸要求使用高精度的测量仪器，如全站仪、水平仪等对施工位置进行定位测量，对道路中线、边线及相关控制点进行详细标记，以便于后续打孔插管时能够准确定位。同时，也要对所测数据进行多次复核验算，确保所测数据准确性与稳定性。

第二，测量放线结束后，即可进行打洞、埋设管道。其中，钻探工具的选择要根据地层情况、深度及口径等多方面来决定，一般松散地基下可选用回转式的钻头进行钻探。在钻探过程中，必须要严格控制钻头的钻进倾角与深度，避免出现偏斜，或过浅或过深的现象。钻孔完成之后，应尽快进行清孔，将孔底残渣及孔内的淤泥清理干净，便于下一施工阶段的管段插入工作^[5]。

第三，在插管作业时，做到管道之间连接牢固，无漏气现象。管道材料采用金属和塑胶两种，小孔分布于管壁表面便于浆料流走。同时，工作人员应该将花管缓慢插入到设定深度，并注意不做任何破坏管道的动作。作业完成以后要对花管加以固定，防止注浆发生错位。

（三）多层注浆管埋设

花管注浆施工中，多层注浆管的安装是重要的环节，其是否安装成功直接影响到注浆施工的效果、路基加固的质量。多层注浆管实施前，工作人员通过根据设计要求及现场具体情况确定主要参数，如管径、间距以及层数等^[6]。

第一，要按照设计位置准确地地在钻孔内安装多层注浆管。安装过程中，要保证各层注浆管之间的相对位置准确，避免出现倾斜或交叉等情况。可采用专门的定位装置来辅助安装，确保注浆管的垂直和水平度符合要求。

第二,将所有多层注浆管安放到位后,要对它们进行稳固,可以采用钢筋加固、浇筑混凝土等方式,使得所有注浆管牢固地安装在钻孔中,避免在后续施工中出现移动或者晃动,并对所有注浆管端部进行防护处理,避免杂物进入,进而影响施工质量^[7]。

第三,在多层注浆管埋设完成后,要对其进行固定。可采用钢筋支架、混凝土浇筑等方式,将注浆管稳固地固定在钻孔内,防止在后续施工过程中发生移位或晃动。此外,需要在注浆管顶部设置保护装置,避免杂物进入管内,影响注浆作业的正常进行。

第四,在埋设过程中,为保障多层注浆管的畅通性,可以采取以下对策。例如,在管道内部提前放入导杆,埋设结束后将其取出,避免出现注浆管道被堵塞的问题。此外,对注浆管进行编号管理,使工作人员可以正确识别及操作^[8]。

(四) 花管拔除与孔口处理

在注浆操作完成并得到充分检验,确认其得到顺利完成,便进入管拔除与孔口处理环节。第一,花管拔除作业,工作人员需要把握好时间节点,在浆液达到一定强度,但并未完全凝固的状态下进行拔出作业。时间过早,会造成浆液得不到约束而流失影响注浆效果;时间过晚,花管与四周的浆液凝固黏结在一起,加大了花管拆除难度,甚至破坏已经注好的浆体^[9]。

第二,花管拔除后,紧接着要进行孔口处理。先用清水将孔口周围的残留浆液清理干净,确保孔口周围整洁。然后,根据设

计要求,向孔内填入合适的填充材料,一般可选用砂石、水泥等混合材料。填充过程要分层进行,每层都要进行适当的振捣,以保证填充材料的密实度。填充至离孔口一定距离时,采用水泥砂浆进行封口处理,使封口表面平整、光滑,防止雨水等进入孔内影响路基质量^[10]。

第三,在完成孔口处理之后,要对其处进行保养,在保养的过程中要注意防止车辆、行人等对孔口造成破坏,从而保证孔口周边的稳定性。另外,工作人员需要定期检查孔口处理是否存在问题,如裂缝、沉陷等问题,发现后应及时处理,做到花管拔除、孔口处理工作保质、保量,进而保障市政道路软土路基的耐久性与稳定性。

三、结语

综上所述,花管注浆技术凭借其独特的原理和显著的优势,在市政道路软土路基处理中展现出了强大的应用价值。在实际施工过程中,从优化施工准备环节到测量放线与钻孔插管,再到多层注浆管埋设以及花管拔除与孔口处理,每一个步骤都紧密相连且至关重要。只有严格按照科学的施工流程和技术标准进行操作,才能确保花管注浆施工的质量和效果,确保每一项市政道路软土路基处理工程都能达到预期的效果,为城市的交通基础设施建设提供更加坚实的保障。

参考文献

- [1] 袁坤. 多次分段控制注浆钢管高速公路软基加固应用[J]. 防灾减灾工程学报, 2024, 44(06): 1428-1438.
- [2] 姚燕飞, 刘清华, 黄旭华, 等. 钢管管静压注浆在富水破碎带地层中的应用[J]. 土工基础, 2024, 38(04): 623-626+634.
- [3] 王灿. 市政道路软土路基花管注浆施工技术研究[J]. 智能城市, 2024, 10(06): 123-125.
- [4] 罗鹏宇. 关于花管注浆加固铁路路基一次性注浆量达标的技术探讨[J]. 内蒙古科技与经济, 2023, (21): 134-136.
- [5] 阳广杰. 紧邻地铁站深基坑地质引孔钢管管低压注浆土体加固技术[J]. 建筑施工, 2023, 45(08): 1510-1512+1520.D
- [6] 秦永军, 胡晓波, 王光齐, 等. 注浆钢管管加固技术在医院改扩建工程深基坑的应用研究[J]. 建筑结构, 2022, 52(S2): 1837-1844.
- [7] 陈柏海. 花管注浆补强加固软基施工技术[J]. 西部资源, 2022, (03): 34-36.
- [8] 秘文辉. 钢管管注浆加固技术在软土路基裂缝及涵洞沉降病害中的应用[J]. 四川水泥, 2022, (05): 229-232.
- [9] 王久军, 刘方, 张文龙, 等. 多层钢管管注浆加固技术在大直径盾构下穿运营地铁隧道中的应用[J]. 中国铁路, 2021, (12): 120-127.
- [10] 杨志宝. 钢管管注浆技术在铁路桥涵过渡段病害整治中的应用[J]. 建筑技术开发, 2021, 48(15): 86-87.