

# 市政道路排水工程中的污水管顶管施工技术研究

马 铭

锡林浩特市城光市政工程有限责任公司 内蒙古 锡林浩特 026000

**摘 要：**市政道路排水工程中，污水管顶管施工技术以其对交通干扰小、施工效率高的优势日益受到重视。该技术通过精密顶进系统与注浆减阻措施，实现管道非开挖穿越，有效保护地面结构，减少环境影响。本研究深入探讨了污水管顶管施工的技术原理、关键控制点及实际应用效果，旨在为提升市政道路排水设施建设质量提供技术参考与实践指导。

**关键词：**市政道路；排水工程；污水管顶管；施工技术

## 1 污水管顶管施工技术概述

污水管顶管施工技术是一种先进的非开挖施工方法，广泛应用于城市污水管道铺设与改造工程中。该技术通过在工作井和接收井之间，利用主顶油缸和管道间的推力，将掘进机及紧随其后的管道推入土层中，实现管道的铺设。此过程中，无需大面积开挖地面，显著减少了对交通、环境及现有地下管线的干扰。污水管顶管施工技术具有施工速度快、安全性高、环境影响小等优点。其操作过程包括工作井与接收井的建造、掘进机的推进、管道的顶进及后续的注浆减阻等步骤。其中，注浆减阻是关键技术之一，通过注入触变泥浆，形成泥浆套，减少管道与土层间的摩擦力，提高顶进效率。施工过程中还需严格控制顶进方向和精度，确保管道铺设的准确性，针对可能出现的地表隆起、土体坍塌等问题，需采取相应的预防和应对措施，确保施工安全与工程质量。污水管顶管施工技术的推广应用，对于提升城市基础设施水平、改善居民生活环境具有重要意义。

## 2 污水管顶管施工技术原理及流程

### 2.1 技术原理

污水管顶管施工技术的核心原理在于利用液压千斤顶产生的推力，将特制的掘进机（或称为顶管机）及其后方的污水管道，从工作井中沿设计路径顶入土层，直至到达接收井<sup>[1]</sup>。此过程中，掘进机前方的切削刀盘不断破碎土层，并通过泥浆循环系统排出土渣，同时注入触变泥浆以形成泥浆套，减少管道与周围土层的摩擦阻力，从而顺利推进管道。该技术原理的关键在于平衡掘进与支护的关系，确保施工过程中的地层稳定与管道安全。

### 2.2 施工流程

污水管顶管施工的流程主要包括几个步骤：（1）前期准备：包括施工设计、现场勘察、工作井与接收井的建造等。工作井和接收井是顶管施工的起点和终点，

需根据管道设计路径和地质条件合理确定位置和尺寸。

（2）设备安装与调试：将掘进机、主顶油缸、泥浆泵等施工设备安装在工作井内，并进行调试，确保设备性能良好，满足施工要求。（3）掘进与顶进：启动掘进机，开始切削土层并向前推进，主顶油缸逐步施加推力，将紧随掘进机后的污水管道顶入土层。此过程中，需严格控制顶进速度和方向，确保管道铺设的准确性和稳定性。（4）泥浆循环与注浆减阻：通过泥浆循环系统不断注入触变泥浆，形成泥浆套，减少管道与土层的摩擦阻力，根据地层变化及时调整泥浆配比和注浆量，确保施工顺利进行。（5）管道连接与密封：在管道顶进过程中，需适时进行管道的连接与密封工作。采用专用接头和密封材料，确保管道连接牢固、密封可靠。（6）后期处理与验收：施工完成后，需对工作井和接收井进行回填处理，恢复地面原状。同时对施工质量进行全面检查与验收，确保管道铺设符合设计要求和相关标准。

## 3 污水管顶管施工关键技术要点

### 3.1 工作井与接收井建造

污水管顶管施工中的关键技术要点之一在于工作井与接收井的建造。这两个井是顶管作业的重要起止点，其设计、施工质量直接影响到整个顶管工程的顺利进行。工作井作为顶管机始发和推进的基地，需具备足够的强度和稳定性以承受顶进过程中的各种力。建造时，应根据地质勘察报告、管道设计参数及施工设备要求，合理确定工作井的尺寸、形状和深度。同时需采用有效的支护措施，如地下连续墙、SMW工法桩或钢板桩等，确保工作井在开挖过程中的安全稳定。此外，工作井内还需设置满足施工需要的操作平台、泥浆池、排水系统等配套设施。接收井则是顶管机到达的终点，其建造要求与工作井相似，但更注重与现有管道或构筑物的衔接处理。在建造过程中，需精确测量接收井的位置和标高，确保

与设计要求一致。还需做好接收井内的清理和检查工作,为顶管机的顺利接收创造良好条件。工作井与接收井的建造是污水管顶管施工中的关键环节,需严格按照设计要求和相关规范进行施工,确保工程质量和安全。

### 3.2 顶进系统控制技术

污水管顶管施工中的关键技术要点之一是顶进系统控制技术。顶进系统作为推动管道穿越土层的核心动力装置,其控制技术的精确性和稳定性直接影响到管道顶进的效率和安全性。在顶进系统控制中,需要确保主顶油缸的推力与管道顶进所需的力相匹配,既要保证足够的推力以克服管道与土层的摩擦阻力,又要避免过大的推力导致地层破坏或管道损坏。这要求施工人员根据地质条件、管道材质及尺寸等参数,精确计算并调整主顶油缸的推力。顶进过程中的方向控制也是关键技术之一,由于土层的不均匀性和施工过程中的各种不确定因素,管道在顶进过程中容易发生偏移<sup>[2]</sup>。为了确保管道按照设计路径顶进,需采用先进的测量仪器(如全站仪、激光导向仪等)实时监测管道的位置和方向,并通过调整顶进系统的姿态来纠正偏移。顶进速度的控制同样重要,过快的顶进速度可能导致地层扰动增大、管道受力不均等问题;而过慢的速度则会影响施工效率。因此需根据地质条件、管道材质及施工要求等因素,合理确定顶进速度,并在施工过程中进行动态调整。

### 3.3 止水与注浆技术

污水管顶管施工中的关键技术要点之一是止水与注浆技术。这两项技术对于确保施工过程中的地下水控制、地层稳定以及减少管道与土层间的摩擦阻力至关重要。止水技术主要用于防止地下水在施工区域内的无序流动,确保施工环境的干燥和安全。在污水管顶管施工中,常采用地下连续墙、旋喷桩或冻结法等措施来构建止水帷幕,将施工区域与地下水隔离。止水帷幕的构建需根据地质条件、地下水位及施工要求等因素进行设计,确保止水效果可靠。注浆技术则是在顶进过程中,通过注浆管向管道与土层之间的空隙注入触变泥浆或其他注浆材料,形成泥浆套或注浆加固层。注浆的主要目的是减少管道与土层间的摩擦阻力,降低顶进难度,同时也有助于地层稳定,防止地面沉降等不利现象的发生。注浆材料的选择、注浆压力的控制以及注浆量的确定都是注浆技术的关键环节,需根据地质条件、管道材质及施工要求等因素进行合理设计和调整。

### 3.4 纠偏与校正技术

污水管顶管施工中的关键技术要点之一是纠偏与校正技术。在顶进过程中,由于地质条件的不均匀性、管

道材料的不一致性以及施工操作中的微小偏差,管道容易发生偏移,偏离预定的设计路径,及时、准确地纠偏与校正对于保证管道顶进的质量和um安全至关重要。纠偏与校正技术主要包括几个方面:第一、利用高精度的测量仪器(如全站仪、激光导向仪等)对管道的位置和方向进行实时监测,及时发现偏移情况。第二、根据监测结果,分析偏移的原因,如地质变化、顶进力不均匀等,并制定相应的纠偏方案。纠偏方案通常包括调整顶进速度、改变顶进方向、增加或减少注浆量等措施。在纠偏过程中,需要逐步、平稳地进行调整,避免急剧的变化对管道和地层造成不利影响。第三、校正技术也是纠偏过程中的重要环节,当管道偏移量较大时,仅通过调整顶进参数可能难以迅速恢复到预定路径。需要采用专门的校正工具或方法,如千斤顶校正、导向轮调整等,对管道进行强制校正。校正过程中,需要严格控制校正力度和速度,确保管道在校正过程中不会受到过大的应力或损伤<sup>[3]</sup>。

## 4 污水管顶管施工质量控制与管理

### 4.1 施工前准备

污水管顶管施工前的准备工作是确保整个工程顺利进行的基础,它涵盖了多个方面的细致规划与安排,项目团队需进行详尽的现场勘查,包括地质勘察、地下管线调查等,以全面了解施工区域的地质条件、地下水位、既有管线分布等情况,为后续设计提供准确依据。根据勘查结果,制定科学合理的施工方案,明确施工流程、技术路线、安全措施等,确保施工活动的有序进行。在施工方案确定后,项目团队需着手进行施工图纸的设计与审核。施工图纸应详细标注管道走向、工作井与接收井的位置、顶进路线、注浆孔布置等关键信息,确保施工人员能够准确理解并执行。还需组织专家对施工图纸进行评审,及时发现并纠正潜在的设计缺陷,提高施工图纸的准确性和可行性。施工材料与设备的准备也是施工前准备的重要环节,项目团队需根据施工方案的要求,提前采购所需的管材、注浆材料、测量仪器、顶进设备等,并对这些材料与设备进行严格的质量检验,确保其符合相关标准和规范要求。还需对施工人员进行技术培训和安全教育,提高施工人员的专业技能和安全意识,为施工活动的顺利开展奠定坚实基础。项目团队还需制定完善的施工组织设计,明确施工队伍的组织结构、人员分工、施工进度计划等,确保施工活动能够高效、有序地进行,还需建立健全的质量管理体系和安全管理体系,制定详细的质量控制措施和安全保障措施,为施工质量的提升和施工安全的保障提供有力支持。

#### 4.2 施工过程控制

污水管顶管施工过程中的质量控制与管理是确保工程质量的关键。在施工过程中，项目团队需严格按照施工图纸和施工方案的要求进行施工，确保各项施工活动符合设计要求和规范标准。加强现场巡查和监控，及时发现并纠正施工中的偏差和错误，确保施工质量的稳定性和可靠性。在顶进作业中，项目团队需严格控制顶进速度和顶进力，避免过快或过大的顶进对地层造成扰动和破坏。同时加强注浆作业的管理，确保注浆材料的质量、注浆压力和注浆量符合设计要求，形成有效的泥浆套或注浆加固层，减少管道与土层间的摩擦阻力，提高顶进效率。项目团队还需加强施工过程中的测量与监测工作，利用高精度的测量仪器对管道的位置、方向、高程等进行实时监测，确保管道顶进过程中的精度和稳定性。还需对地层变形、地下水位变化等进行监测，及时发现并处理潜在的地质灾害风险，确保施工安全。在施工管理方面，项目团队需建立健全的质量管理体系和安全管理体系，明确各级管理人员的职责和权限，加强施工过程中的质量检查和安全监督<sup>[4]</sup>。加强与相关单位的沟通协调，确保施工活动的顺利进行。对于施工中出现的问题和困难，项目团队需及时组织专家进行会诊和研讨，制定科学合理的解决方案，确保施工活动的顺利进行和工程质量的稳步提升。

#### 4.3 施工后验收与维护

污水管顶管施工完成后，需进行严格的验收工作以确保工程质量符合设计要求和相关标准。验收工作应涵盖管道位置、高程、坡度、接口质量、注浆效果等多个方面，通过现场检查、测量、试验等手段进行全面评估。对于发现的问题和缺陷，项目团队需及时组织整改和修复工作，确保工程质量达到设计要求。在验收合格

后，项目团队还需制定详细的维护计划和管理制度，对污水管道进行定期检查和维护保养。维护工作应涵盖管道清淤、防腐处理、接口检查等多个方面，确保管道在使用过程中保持良好的运行状态和延长使用寿命。建立应急响应机制，对于突发的管道故障或事故能够迅速响应并妥善处理。在维护管理过程中，项目团队还需加强与相关部门的沟通协调和合作，共同推进污水管道的管理和维护工作。通过建立健全的信息共享和协作机制，实现污水管道管理的规范化和科学化，为城市污水排放和处理提供有力保障。

#### 结束语

污水管顶管施工技术在市政道路排水工程中的应用，不仅展现其在提高施工效率、保护城市环境方面的显著优势，还促进排水设施建设的现代化发展。未来，随着技术的不断进步与创新，污水管顶管施工技术将更加成熟完善，为构建绿色、高效的城市排水系统贡献更大力量。

#### 参考文献

- [1]朱小龙.市政道路排水工程中的污水管顶管施工技术研究[J].建材发展导向,2024,22(4):116-118.DOI:10.3969/j.issn.1672-1675.2024.04.038.
- [2]刘嘉靖.顶管技术在市政给排水工程施工中的运用研究[J].四川建材.2022,48(10).DOI:10.3969/j.issn.1672-4011.2022.10.047.
- [3]王云天,张金光.市政道路排水工程中的污水管顶管施工工序及技术[J].工程建设与设计.2022,(6).DOI:10.13616/j.cnki.gcjsysj.2022.03.243.
- [4]何凯元,沈浩先.市政道路排水工程中的污水管顶管施工技术研究[J].模型世界,2024(16):153-155. DOI:10.3969/j.issn.1008-8016.2024.16.050.