

# 顶管技术在市政给排水工程施工中的运用

文 / 周长敏 青岛兆祥建设工程有限公司

刘 彬 青岛东捷建设集团有限公司

**摘要:** 本文着重探讨了顶管技术在市政给排水工程施工中的应用。详细阐述了顶管技术的原理、特点及优势,分析了其施工流程和关键技术要点。通过实际案例,展示了顶管技术在解决市政给排水工程复杂施工环境和特殊要求方面的显著效果。同时,指出了顶管技术应用中可能面临的问题,并提出了相应的解决措施,为该技术在市政工程中的进一步推广和应用提供了参考依据。

**关键词:** 顶管技术; 市政给排水; 工程施工

【DOI】 10.12254/j.issn.2096-6539.2025.02.017

## 引言

随着城市的快速发展,市政给排水工程的建设需求日益增长。在城市中心区域或地下管线密集的地段,传统的开槽施工方法往往受到诸多限制,如交通拥堵、地下管线干扰、对周边环境影响大等。顶管技术作为一种非开挖施工技术,因其具有对地面交通和周边环境影响小、施工效率高、安全性好等优点,在市政给排水工程中得到了越来越广泛的应用,为市政给排水工程的建设提供了更为可靠和高效的解决方案。

## 一、顶管技术特点

顶管技术作为一种现代化的管道施工方法,具有诸多显著的特点,使其在城市基础设施建设中得到了广泛地应用。首先,顶管技术具有对地面交通和周边环境影响小的特点。由于施工过程无须大面积开挖地面,能够最大限度地减少对道路通行的干扰,避免了交通拥堵和交通事故的发生。同时,也降低了施工对周边建筑物、地下管线以及生态环境的影响,减少了因施工而产生的噪音、粉尘等污染,有利于城市的可持续发展。其次,顶管技术的施工精度较高。通过先进的测量和导向系统,可以实时监测管道顶进的方向和位置,及时调整和纠正,确保管道能够准确地按照设计路线铺设。这对于在复杂地质条件下或穿越重要建筑物、地下设施时尤为重要,能够有效避免施工偏差带来的风险和损失。再者,顶管技术适用于多种地质条件。无论是软土、砂土、黏土还是岩石地层,都可以根据地质情况选择合适的顶管设备和施工工艺,保证施工的顺利进行。同时,对于一些地下水位较高的地区,顶管技术也能够有效地应对,通过采取止水和降水措施,确保施工的安全和质量。此外,顶管技术的施工速度相对较快。相比于传统的开挖施工方法,顶管技术可以在较短的时间内完成管道的铺设,减少了施工周期,提高了工程的效益。而且,由于顶管施工不需要大量的人力和物力投入,能够

降低工程成本,提高项目的经济性。

## 二、顶管技术在市政给排水工程中的施工流程

### (一) 施工准备

施工准备是顶管工程顺利进行的基础和前提。在这一阶段,需要进行详尽的现场勘查和规划设计。首先,技术人员要对施工区域的地质条件、地下水位、周边建筑物和地下管线等进行全面的勘查和分析。通过地质钻探、物探等手段,获取准确的地质资料,为后续的顶管施工提供可靠的依据。同时,还需要了解周边环境的限制和要求,如交通流量、环保要求等,以便制定合理的施工方案。其次,根据勘察结果和工程要求,进行顶管施工的设计工作。包括确定顶管的路线、管径、顶进长度、工作井和接收井的位置和尺寸等。设计方案要充分考虑施工的可行性、安全性和经济性,并经过严格的审核和论证。在完成设计后,需要进行施工场地的准备工作。清理施工区域内的障碍物,平整场地,修筑临时道路和排水设施。同时,搭建施工临时设施,如办公区、生活区、材料堆场等,为施工人员提供良好的工作和生活条件。最后,组织施工人员进行技术培训和安全教育。让施工人员熟悉顶管施工的工艺流程、技术要求和安全注意事项,提高施工人员的技术水平和安全意识,确保施工的顺利进行。

### (二) 顶管机安装

顶管机的安装是顶管施工中的关键环节,直接影响到施工的质量和进度,在安装顶管机之前,要先对工作井进行封底和加固处理,确保工作井的稳定性和安全性。然后,将顶管机吊运至工作井内,并按照设计要求进行定位和安装。顶管机的安装包括机头的安装、主推千斤顶的安装、后座墙的安装等。机头是顶管机的核心部件,要确保其安装精度和密封性。主推千斤顶要根据顶进力的要求进行合理布置,并与油管和油泵连接好。后座墙要承受顶进时的反作用力,必须具有足够的强度

和稳定性。在安装过程中，要严格按照操作规程进行操作，对各部件的连接部位进行仔细检查，确保连接牢固、无松动。同时，要对顶管机进行调试和试运行，检查其各项性能指标是否符合要求，如机头的旋转、纠偏系统、出土系统等，确保顶管机在施工过程中能够正常运行。

### （三）管道顶进

管道顶进是顶管施工的核心步骤，也是施工难度最大的环节，在管道顶进前，要先将第一节管道安装在顶管机的机头后面，并在管道的前端安装止水环和导向装置，以防止地下水和泥土进入管道内部，并保证管道的顶进方向。然后，启动顶管机，通过主推千斤顶的作用，将管道逐渐顶入土中。在顶进过程中，要密切关注顶进力、顶进速度、出土量等参数的变化，并根据实际情况及时调整顶进参数。同时，要利用顶管机的纠偏系统，对管道的顶进方向进行及时纠正，确保管道按照设计路线顶进。为了减少顶进阻力，在顶进过程中需要进行注浆减阻。通过向管道外壁注入润滑浆液，在管道周围形成一层润滑层，降低管道与土体之间的摩擦力。注浆的压力、流量和浆液配比要根据地质条件和顶进情况进行合理调整，以达到最佳的减阻效果。在管道顶进过程中，还要注意对周边环境的监测。对地面沉降、地下水位、周边建筑物的变形等进行监测，及时发现问题并采取相应的措施，确保施工安全和周边环境的稳定。

### （四）管道接口处理

管道接口处理是保证顶管施工质量的重要环节，在管道顶进完成后，要及时对管道接口进行处理。常用的管道接口形式有钢承口接口、橡胶圈接口等。对于钢承口接口，要将承口和插口对齐，然后在接口处安装密封圈，并进行焊接或螺栓连接。对于橡胶圈接口，要将橡胶圈安装在插口的凹槽内，然后将插口插入承口，确保橡胶圈密封良好。接口处理完成后，要对接口进行密封性检验。可以采用闭水试验或打压试验等方法，检查接口是否存在渗漏现象。如果发现接口渗漏，要及时进行处理，直至接口密封性符合要求。

### （五）检查井施工

检查井是市政给排水工程中的重要附属设施，用于检查和维护管道，在顶管施工完成后，要根据设计要求在管道的适当位置进行检查井的施工。检查井的施工包括井坑开挖、井底基础处理、井身砌筑、井盖安装等步骤。井坑开挖要根据检查井的尺寸和深度进行，开挖过程中要注意防止坍塌。井底基础要进行夯实和处理，确保井底的承载力符合要求。井身砌筑要采用合格的砖石材料，并按照规定要求进行砌筑，保证井身的垂直度和稳定性。井盖安装要平整、牢固，确保行人车辆的安

全。检查井施工完成后，要进行内部清理和验收工作。清理检查井内的杂物和积水，检查井身的质量和密封性，确保检查井符合设计和规范要求。

## 三、顶管技术在市政给排水工程中的应用案例分析

### （一）案例介绍

本次案例选取的是某市的一项大型市政给排水工程改造项目。该项目旨在解决老城区排水不畅、污水渗漏等问题，提高城市的排水能力和水资源利用效率。项目所处区域为城市中心繁华地段，周边建筑物密集，交通流量大，地下管线错综复杂。项目需要铺设一条直径为1.2米，总长度约为800米的排水管道。由于传统的开槽埋管施工方法会对周边环境造成较大的破坏，影响交通和居民生活，同时可能会损坏现有的地下管线，因此经过综合考虑，决定采用顶管技术进行施工。

### （二）施工过程

1. 施工准备。①详细的地质勘察和地下管线探测：在施工前，对施工区域进行了全面的地质勘察，了解地质条件和土层分布情况。同时，通过先进的地下管线探测设备，准确掌握了地下现有管线的位置、走向和深度，为顶管施工路径的规划提供了重要依据。②工作井和接收井的设计与施工：根据顶管的长度和施工要求，设计并施工了工作井和接收井。工作井用于顶管设备的安装和操作，接收井用于接收顶进的管道。工作井和接收井均采用了钢筋混凝土结构，并进行了严格的防水处理。③顶管设备的选型和调试：根据工程的特点和要求，选择了合适的顶管设备，包括顶管机、千斤顶、油泵、压浆系统等。在设备安装前，进行了全面的调试和检查，确保设备性能良好，运行稳定。2. 顶管施工。①顶管机始发：将顶管机安装在工作井内，调整好顶管机的姿态和位置，然后启动千斤顶，推动顶管机向前顶进。在顶进过程中，通过激光导向系统实时监测顶管机的位置和姿态，及时进行调整，确保顶管机按照预定的轨迹前进。②管道顶进：在顶管机向前顶进的同时，将预制好的钢筋混凝土管道逐节吊入工作井内，与顶管机连接，并在管道外壁涂抹润滑剂，以减少顶进阻力。随着顶管机的不断推进，管道也不断向前延伸。③土体开挖和出土：顶管机在顶进过程中，通过刀盘切削前方的土体，并将切削下来的土体通过螺旋输送机输送到出土口，然后用运输车辆运走。在土体开挖过程中，要严格控制开挖量和开挖速度，避免超挖和欠挖。④注浆减阻：为了减少顶进阻力，在顶管机和管道外壁与土体之间注入触变泥浆，形成泥浆套，起到润滑和支撑的作用。同时，通过注浆还可以填充管道周围的空隙，防止地面沉降。3. 施工监控。①地表沉降监测：在施工过程

中，在施工区域周围设置了多个地表沉降监测点，定期对地表沉降情况进行监测。通过监测数据的分析，及时调整施工参数，控制地表沉降在允许范围内。②管道变形监测：对顶进的管道进行变形监测，通过在管道内安装传感器，实时监测管道的变形情况。一旦发现管道变形超过允许值，立即采取措施进行处理。

### （三）施工效果

1. 环境影响小。由于采用顶管技术，无须大面积开挖地面，减少了对周边环境的破坏和干扰。施工期间，交通基本保持正常通行，周边建筑物未受到明显影响，有效地降低了施工对城市正常运转的影响。2. 施工进度快。顶管施工可以实现连续作业，不受天气和季节的影响。在本案例中，通过合理的施工组织和优化施工工艺，整个顶管工程在较短的时间内顺利完成，比原计划提前了约20%的工期。3. 工程质量高。顶管施工过程中，管道的顶进精度得到了有效地控制，管道的轴线偏差和高程偏差均符合设计要求。同时，管道的接口密封良好，无渗漏现象，确保了给排水工程的正常运行。4. 经济效益显著。相比传统的开槽埋管施工方法，顶管技术减少了土方开挖、回填和支护等费用，同时降低了对周边设施的赔偿费用和交通疏导费用。经核算，本工程采用顶管技术节约了约30%的工程造价。顶管技术在市政给排水工程中的成功应用，不仅解决了城市排水问题，提高了城市的基础设施水平，同时也为类似工程的施工提供了宝贵的经验和借鉴。

## 四、顶管技术应用中可能面临的问题及解决措施

### （一）可能面临的问题

1. 地质条件复杂。顶管施工往往需要穿越各种不同的地质层，如淤泥、砂土、岩石等。复杂的地质条件可能导致顶进阻力增大、顶管偏差、地面沉降等问题。例如，在某城市的污水管道顶管工程中，由于施工区域地质条件复杂，存在大量的流沙和淤泥层，顶管在推进过程中出现了严重的偏差，导致管道无法准确就位。2. 地下障碍物。地下可能存在各种障碍物，如旧管道、基础桩、地下线缆等。这些障碍物会阻碍顶管的正常推进，甚至可能导致顶管机损坏。在一次通信管道顶管施工中，施工人员在顶进过程中遇到了未探明的地下桩基，顶管机无法继续前进，不得不暂停施工，重新进行勘察和方案调整<sup>[1]</sup>。3. 顶进偏差。顶管在顶进过程中，由于各种因素的影响，可能会出现顶进偏差。偏差过大不仅会影响管道的安装质量，还可能导致管道破裂、渗漏等问题。例如，某给排水顶管工程中，由于测量不准确和顶进操作不当，顶管出现了较大的偏差，最终不得不采取纠偏措施，增加了施工成本和工期<sup>[2]</sup>。

### （二）解决措施

1. 详细的地质勘察。在顶管施工前，应进行详细的地质勘察，了解施工区域的地质情况。根据地质勘察结果，制定合理的施工方案，并选择合适的顶管机和施工工艺。对于复杂地质条件，可以采用预加固、改良土体等措施，降低顶进阻力和减少地面沉降。例如，在上述污水管道顶管工程中，施工前进行了详细的地质勘察，并采用了注浆加固的方法改良了流沙和淤泥层的土体性质，有效地减少了顶进偏差和地面沉降<sup>[3]</sup>。2. 障碍物探测与处理。在施工前，应采用物探等手段对地下障碍物进行探测，尽量查明障碍物的位置、类型和尺寸。对于已探明的障碍物，可以采取避让、拆除或其他处理措施。在遇到无法避让的障碍物时，应及时调整施工方案，确保顶管施工的顺利进行。如在通信管道顶管施工中，遇到地下桩基后，施工人员通过调整顶管线路，避开了桩基，保证了施工的继续进行<sup>[4]</sup>。3. 加强测量与监控。在顶管施工过程中，应加强测量工作，实时监测顶管的顶进偏差。一旦发现偏差，应及时采取纠偏措施。同时，要建立完善的监控体系，对地面沉降、周边建筑物变形等进行监测，确保施工安全。在给排水顶管工程中，通过采用先进的测量仪器和监控系统，及时发现并纠正了顶进偏差，保证了管道的安装质量<sup>[5]</sup>。

### 结语

综上所述，顶管技术作为一种先进的非开挖施工技术，在市政给排水工程中具有显著的优势和广阔的应用前景。通过合理的设计、精心的施工和科学的管理，能够有效地解决市政给排水工程施工中的难题，提高工程质量和施工效率，减少对城市环境和居民生活的影响。随着技术的不断进步和创新，顶管技术将在市政工程建设中发挥更加重要的作用，为城市的可持续发展做出更大的贡献。

### 参考文献

- [1] 陈玉叶. 顶管技术在市政给排水管道施工中的运用分析[J]. 工程建设与设计, 2022, (15): 187-189.
- [2] 狄传纲. 顶管技术在市政给排水施工中的应用——以通沪大道管道迁改工程为例[J]. 江西建材, 2022, (06): 205-206+211.
- [3] 陶永隆. 长距离顶管施工技术在市政给排水施工中的应用[J]. 中国建筑装饰装修, 2022, (11): 71-73.
- [4] 贾心宇. 顶管技术在市政给排水管道施工中的应用[J]. 江西建材, 2022, (05): 170-171+174.
- [5] 徐骞. 顶管技术在市政给排水施工中的应用探究[J]. 居舍, 2022, (11): 52-54.