

# 顶管技术在市政给排水工程中的应用分析

谭巧柔

惠州市广业市政工程设计有限公司

**摘要:** 市政给排水工程为人们的生活以及道路的正常使用奠定了基础, 市政给排水工程中, 由于施工场地的限制和地下管线错综复杂, 采用传统的开挖方式敷设管道易发生危险。而顶管施工技术可在不开挖的情况下安装管道, 有效降低施工风险, 从而提高了工程的经济效益和社会效益, 因此顶管技术被广泛的应用在市政给排水工程中。随着我国对城市化发展进程的重视水平不断提高, 市政工程的建设质量也受到了极大的关注。给排水管道施工中, 需做好管道建设, 则要合理应用顶管技术, 该技术在给排水工程中的应用有利于减少施工中产生的噪音, 也减少对环境的污染, 符合绿色施工的要求, 进一步提高了工程建设的质量和效率, 为建筑行业的发展提供技术支持。

**关键词:** 顶管技术; 市政给排水工程; 应用效果

**【DOI】** 10.12254/j.issn.2096-6539.2023.03.084

随着我国市政给排水工程建设数量的增多, 相关技术指标也不断提高, 顶管技术作为传统明挖施工操作中的最佳替代手段, 在一些重要的阶段凸显出了明显的优势, 目前也广泛应用在市政给排水项目的建设, 发挥着积极的作用。本文通过检测资料的方式, 对国内外市政给排水工程的顶管技术应用情况进行分析, 针对顶管技术的实际应用情况进行研究。本次研究内容涉及给排水工程中采用顶管技术的不同环节, 包括很多技术原理和操作技术。顶管技术作为市政给排水工程中的重要技术, 不需要开挖地面、不损坏周围建筑物、不影响交通、不影响环境的基础上进行施工的优势, 具有省时省力、高效安全、性价比高的特点, 因此, 在城市给水、排水工程中, 如何有效地利用顶管技术, 是一个值得研究的课题。

## 一、顶管技术的特点和优势

在顶管施工中, 施工单位的重点是工作井和接收井的开挖施工。工程施工主要聚集在地下, 因此工程开挖量较少。城市给水和排水系统中顶管工艺的优越性如下: 第一, 城市给水、排水管线铺设工程不需全部挖通, 对周边道路及周边建筑物的影响很小, 可确保建筑物的安全。第二, 由于开挖工程量较小, 所以施工现场的扬尘不会太大, 从而避免了粉尘污染, 起到了环保的作用。第三, 顶管施工的掘进面相对较小, 因此对施工组织结构的要求也不高, 有利于减少人工成本, 同时顶管技术的操作便捷、施工周期较短。

## 二、顶管施工技术的概述

### (一) 顶管施工技术

市政给排水工程的发展, 地下管道施工方法被广泛应用在实际施工阶段, 为了减少工程开挖量、保证周围环境的整体性, 顶管施工技术因此得到了广泛的关注。顶管施工技术的操作是利用机械力量打通工作坑和接收

坑, 通过油缸与管道之间的推力工具管来前进, 从而将工作坑与接收坑连接起来。顶管施工技术能够最大限度地减少对地面的损坏, 通过地下管道连接来完成原有的目标, 符合市政工程的实际需求, 因此顶管施工技术在市政给排水工程中应用比较广泛。

### (二) 顶管施工技术的组成

第一, 施工机械。施工机械作为顶管技术应用的重要组成部分, 主要设备包括千斤顶、顶管机头、测量工具以及泵站等。顶管机头中还包括封闭式掘进机和敞开式工具管两个内容, 其中封闭式掘进机中也包括刀盘、土压平衡式等。敞开式工具管则主要包括手掘式、挤压式等工具。第二, 操作面施工。施工操作面是顶管技术应用主要场所, 一般来说是指顶管工作坑以及接收工作坑。其中, 顶管工作坑是为了给顶管机头安装提供保障, 接收坑则主要是机头出坑。第三, 顶管施工技术的优势。(1) 占用施工面积较小, 顶管施工通过点到线的施工方式, 因此实际的操作面积不大, 因此不会对市政道路的正常应用和车辆通行造成影响。(2) 施工过程的噪音较小, 不会对周围居民的生活以及建筑物带来不良的影响。(3) 工程造价较低, 顶管施工在不影响道路和建筑物的基础上, 实现穿越工程, 整体施工成本较低。(4) 施工可操作性较强。顶管施工技术的操作原理简单因此容易被施工人员接收。通过系统的培训后, 施工人员可较快掌握顶管施工技术。(5) 施工效率较高。通过大量实践证明, 顶管施工技术可以有效提高施工质量, 保证在工期内顺利完工, 还能减少工期, 对提高市政给排水工程的经济效益奠定基础<sup>[1]</sup>。(6) 实用性较强。挖土面积较少, 施工达到地面的深部, 能够穿越建筑物底部、地下管道等, 因此顶管技术在市政给排水工程中的匹配度较高。(7) 施工材料可回收利用。顶管施工技术采用的都是环保材料, 不仅不会对环境造成污染, 还可以回收重复利用, 极大程度的节省了资本, 也提高了市政给排水工程的环保性能。

### 三、顶管施工技术的类型分析

从施工类型上分析, 顶管施工技术常用的施工类型包括开放性和密封性两种。实际应用中, 密封性的施工技术应用最为广泛, 主要包括以下几种方法。

#### (一) 泥浓式推进法

这一方法采用的为二次注浆, 最大限度地减少了与底层之间的摩擦力, 主要适用于长距离的市政给排水工程。这一方法在排除废弃物的方面也有积极的作用, 需要通过不同的输送方式来处理废弃物, 避免废弃物大量的堆积, 对周围工程环境造成影响。

#### (二) 泥水式推进法

这种方法的原理就是通过调节循环水压来保证地下水压力的平衡, 以此来提高施工速度, 并且不会对周围的施工环境带来巨大的影响。在实际施工阶段, 要

合理设计顶管的顶速，保证施工过程不会间断。这种方法最大的优势就是可以不必实施底盘改良或降水处理，施工操作后的地面沉降量较小。

**(三) 土压式推进法**

根据一定的比例将施工材料混合，然后注入到切削仓中，将混合材料灌满仓中，通过切削仓中的泥土混合材料来平衡施工正面土与地下水之间的压力，这种方法不需要使用泥浆泵等设备，造价成本低，不需要进行泥浆处理。

**四、顶管技术在市政给排水工程施工中的应用**

为了使顶管工艺更好地发挥其优越性，施工企业必须严格按照工艺规程来操作。通过一项城市给水排水工程实例，对其施工过程进行了详细的分析，为该技术的推广应用打下了基础。

**(一) 施工前的准备**

在进行施工之前，需要对预应力进行计算，市政给排水工程的管道允许顶力为51287kN，施工人员配备了6个200吨级的千斤顶，总承载力为8000kN。在保证最大顶力的条件下，计算出的管道顶进长度是64m，由于施工距离太短，因此需要在管道中设置中继室。根据顶力的计算结果，施工单位使用了500kN的千斤顶作为中继室顶力，并且配备28个千斤顶。计算出顶力后，施工单位要做好现场处置，根据长距离顶管的要求，准备好施工材料、施工设备，并放置到位<sup>[2]</sup>。施工流程图见图1。

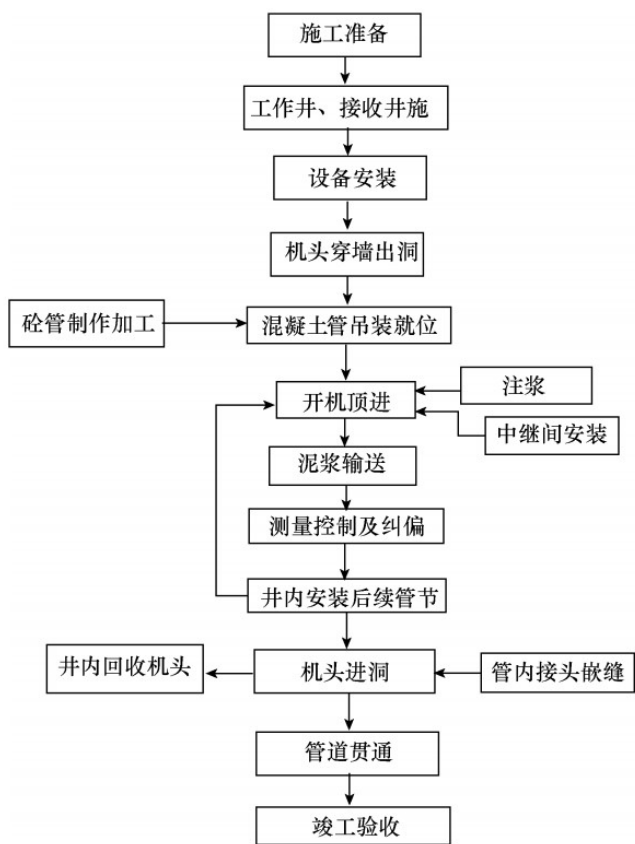


图1 顶管施工流程图

**(二) 工作坑的施工**

顶管施工阶段，工作坑指的是工作井和接收井，主要用于排水、出土以及运输等工作，并且对周围建筑物也有一定保护效果。常见的工作坑或为矩形和圆形，混凝土钢筋就是连接工作井与接收井关系的结构。在本文研究的工程案例中，施工单位使用的是矩形工作坑，利用锚杆支撑搭建封闭式模框架，利用矩形的四角来设置斜支撑，有效地增强了工作坑的稳定性。施工单位也可以使用装配式工艺，通过方木、型钢等构件进行拼接，在工作井和接收井的施工过程中，应严格按照检测井的实际间距，采用双向顶进作业工艺，施工接收井。

**(三) 设备的安装**

工作坑施工后就要进行设备的安装。第一，用钢材制作导轨，规范钢轨的安装，要注意调节好钢轨的位置，保持钢轨的平直，保证钢轨纵坡符合管道设计的要求。后续施工阶段，要注意校准导轨的具体位置，以免发生导轨的位移而影响工程的施工质量。第二，安装千斤顶时，现将其固定在支架上，保证千斤顶与排水管道的中垂线相互对称，保证千斤顶形成合力，然后作用在垂线上。为了不影响施工作业正常进行，施工单位还为其配备了专用的供水水泵及备用水泵。所有设备安装完成后都要完成试运行，观察设备的运行状态，保证无问题发生后再正式开展顶管施工操作<sup>[3]</sup>。第三，更换顶铁的时候，要保证顶铁质量，并且要在顶铁与管口中设置缓冲材料。在顶管施工过程中，由于顶压力和管材的压力差异很小，因此，采用了一种新的方法，那么就要在管道口的位置加设顶铁，施工单位可以选择U型顶铁以及环形顶铁材料，避免管道发生损伤。

**(四) 穿墙施工操作**

设备准备完成以后就可以实施机头穿墙施工操作，是顶管施工的首要环节。在穿墙施工过程中，为了尽可能地减少暴露在地面上的时间，施工单位必须掌握合理的穿墙速度，在穿墙之前向土体中注入合适的混凝土，以确保土层的稳定，避免在穿墙时出现土体的渗漏而导致穿墙效果不佳。在墙壁被打开之后，需要用工具管来止住水流，保证穿墙施工的整体质量。

**(五) 顶进施工操作**

本文以某给水、排水工程为例，介绍了一种人工开挖法，即人工开挖法进行顶板施工作业。在施工之前，要将地下水的水位调节到管道底部0.5m以上，并对基础进行防水处理，防止地下水流入管道，对顶管的施工质量造成影响。在顶管施工中，工具管与土层接触之后，要自上往下，按顺利分层开挖，挖掘30~50m的坑道，以便于顶管的顶进。顶进时应遵循先挖后顶、随挖随顶的作业原则，局部土层可超挖，超挖量应控制在15mm之内。在施工过程中，管线下方135度范围内，不得超掘作业<sup>[4]</sup>。在管道顶进施工操作结束之后，就要实施注浆作业，使用触变泥浆套，避免管道的外壁与土体之间发生摩擦，通过及时补充土体来维持土体的强度。避免发生变形、沉降等一系列问题的发生，也能延长排水管道的使用年限。

**(六) 管道纠偏处理**

在顶管施工过程中，由于管道在顶管过程中经常会出现错位现象，导致实际管线位置偏离设计位置，从而对城市给水排水工程质量产生较大影响。顶管施工的偏差要求见表1。在本文案例中，在城市给水排水工程中，施工方在顶管施工过程中，发现有10 mm偏差，为保证顶管质量，有必要对该偏差进行处理。具体来说，施工人员应逐步对管线进行定位，将管线引导至正确的位置，避免因矫正过度而破坏周边土壤的安全，导致管线损坏。准确的纠偏操作为：在管道后端安装纠偏千斤顶组，调整机头端面的方向，向轴线靠拢，逐步减小管道出现的偏差，使机头端面的运行方向与轴线一致，实现管道的纠偏复位。同时，在顶管施工过程中，如果机头出现转动问题，则应在机头转动的相反方向上安装压重块，或在中继站上设定转动矫正力矩，调整管道的位置。

表1 顶管施工的偏差要求<sup>[5]</sup>

参数	允许误差
轴线位置	50
管道内底高程	+30, -40
管道内径	<1500
相邻管间错口	15%壁厚, ≤20
对顶时两端错口	50

## 五、顶管技术在市政给排水工程中的应用要点

### (一) 做好地表监测

顶管施工阶段中如果开挖的取土量不符合要求、管道的偏移未能及时纠正，那么都会造成地表沉降或隆起，无法保证施工顺利完成，对施工现场也造成极大的损伤。顶管施工中要先做好地表监测，了解地表中存在的不良问题以及波及范围。给排水施工中，要利用水准测量，观察施工区域地表状态、建筑物沉降情况等，并且用倾斜电测法检测建筑物的倾斜状态，检测的频率要根据施工现场建筑物的实际情况、沉降的速度、施工进度等来确定。为了地表出现沉降或隆起的情况，那么就要做好以下几点操作：第一，压浆时，以泥浆套土压力平衡为依据设定压浆压力。第二，对于埋深在1.5m之下的管道，在管道敷设路线上要安装局部压钢板，并在钢板的上方堆放沙包，以确保顶管土层压力的平衡，从而有效地防止路面隆起。

### (二) 做好洞口的止水处理

顶管施工阶段，为确保管道能从工作井中有序出洞，施工单位应适当加大预留的工作井洞口，洞口直径要超过管道外径100mm左右。同时，在实际的顶管顶进作业中，应对工作井中预留的洞口和管道之间的缝隙等进行封堵，以实现洞口的止水作业。在施工工作井时，在工作井预留洞口的位置，埋置10mm的钢法兰，焊接好相应的螺栓，安装16mm后的橡胶法兰，用10mm厚的钢压板压紧法兰，防止地下水、泥沙等流入施工井<sup>[6]</sup>。穿墙操作中，为防止工作井外的地下水和淤泥流入工作井，导致塌方，施工人员应在管道顶进的方向上，浇注混凝

土，对工作井周边的土体进行加固，并且做好管线纠偏处理，保证顶管方向的准确来提高顶管施工质量。

### (三) 加强对泥浆的管理

在顶管施工中的注浆作业过程中，施工单位要注意将泥浆的比例进行调整，选择优质的膨润土作为原料，并设定好泥浆配比。本文研究的工程案例中，膨润土与水的比例为1: 8，调制成为触变泥浆，泥浆制作的时候要充分搅拌而避免发生离析情况。为了确保灌浆质量，在灌浆前进行了二次搅拌。在进行灌浆时，应将灌浆压力控制在比管道上部静止土的压力及水头压力之上，并注意地表及地下水的变化情况，调整好灌浆压力及压浆量。在泥浆出口设有止回阀，既能防止返浆，又能防止暂时停机对注浆压力的影响。在贯穿顶管之后，为防止排水管道出现沉降，施工单位需要用压注孔将给排水管道外的触变泥浆转化为纯水泥泥浆<sup>[7]</sup>。

### (四) 顶管降阻

在长距离顶管施工时，由于给水管道和周边土壤的共同作用，使得顶管施工质量受到很大影响。本文案例中，给排水管道采取了以下操作来达到顶管降阻的处理，提高了顶进的速度和顶进质量：用灌浆的方法，将触变泥浆转化成润滑剂，降低了管道与土体之间的阻力；在压浆时，为了防止触变性泥浆的损失，应将中继站和机头尾部等部位作为压浆点，以达到增强泥浆润滑作用的目的。

## 六、小结

市政给排水工程是重要的公共服务工程，具有施工距离长、涉及范围广、影响居民正常生活的特点，顶管技术的应用解决了很多的问题，也减少了对工程施工带来的影响。因此要积极的分析顶管技术的特点和优势，规范合理的应用顶管技术，为市政工程给排水工程的建设奠定良好的基础。本文针对顶管施工技术在给排水工程中的应用进行分析，通过研究为我国市政的发展提供参考依据。

### 参考文献

- [1] 劳维挺. 市政给排水工程中的长距离顶管施工技术的应用分析[J]. 工程与建设, 2022, 36 (05): 1424-1426+1467.
- [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): 106-107.
- [3] 王都臣. 市政给排水工程中的长距离顶管施工技术研究[J]. 中国设备工程, 2022 (08): 175-176.
- [4] 吴文贵. 市政给排水工程中的长距离顶管施工技术分析[J]. 住宅与房地产, 2021 (34): 200-201.
- [5] 陈光辉. 顶管施工技术在市政给排水工程中的运用[J]. 工程技术研究, 2021, 6 (12): 118-119.
- [6] 王勇. 顶管技术运用到市政给排水工程建设的探索[J]. 建筑技术开发, 2020, 47 (16): 79-80.
- [7] 熊平, 豆乐. 顶管施工技术在市政给排水工程中的应用[J]. 现代物业 (中旬刊), 2019 (10): 140-141.