

# 市政给排水施工中的非开挖顶管施工技术思考解析

余 磊 晏剑波 杨慧婷

湖北地建集团神龙市政建设工程有限公司 湖北武汉 430000

**摘 要:** 现阶段, 中国城市的建设和发展正如火如荼地进行着。市政排水工程的重要性不言而喻。建成市给排水管网系统具有规模大、建设周期长、建设难度高的特点。市政给排水管道系统的建设如果采用传统的大面积开挖的施工方法, 必然会对道路交通和人们的正常生活产生很大的影响。因此, 选用较为先进的施工工艺, 既能保证工程的整体质量, 又能保证工程的整体质量。并且不会对道路交通造成较大的影响和损害。

**关键词:** 市政给排水; 非开挖; 顶管施工技术

## Thinking and analysis of trenchless pipe jacking construction technology in municipal water supply and drainage construction

Lei Yu , Jianbo Yan , Huiting Yang

Hubei Geological Construction Group Shenlong Municipal Construction Engineering Co., Ltd. Wuhan 430000, Hubei

**Abstract:** At this stage, the construction and development of Chinese cities are in full swing. The importance of municipal drainage works is self-evident. The city's water supply and drainage pipe network system has the characteristics of large scale, long construction period and high construction difficulty. If the construction of municipal water supply and drainage pipeline system adopts the traditional large-area excavation construction method, it will inevitably have a great impact on road traffic and people's normal life. Therefore, the selection of more advanced construction technology can not only ensure the overall quality of the project, but also ensure the overall quality of the project. And it will not cause great impact and damage to road traffic.

**Keywords:** Municipal water supply and drainage; Trenchless; Pipe jacking

### 一、非开挖顶管施工技术概述

时代的不断发展, 促进了科学技术的不断革新, 建筑行业当中许多新技术、新工艺应运而生。最具代表性的当属非开挖顶管施工技术, 此技术最早运用在欧美发达国家的施工技术中。非开挖施工主要是指在对地层破坏较小的情况下, 使用不同的技术手段来对城市建设过程中的污水管线、天然气管线等进行铺设和维修。在非开挖施工技术的作用下确保各个管线能够顺利穿越河流、护坡等地区。现阶段非开挖施工技术的应用方法主要有两种, 一种是顶管施工方法, 另外一种是非开挖顶管施工方法。

非开挖顶管施工技术将顶管施工技术与非开挖施工理念完美的融合在一起, 二者相互影响、相互促进, 在相辅相成当中提升了施工效果。非开挖顶管施工技术的特点在于仅挖开小部分地面作为施工工作井, 运用高压液压千斤顶通过此工作井垂直进入地下后进行地下横向顶管施工工序。由于此种施工方式并不会对市政路面, 尤其是在一些交通拥堵的路段或者是人口数量极多的地区产生较大的交通通行影响, 而且能够有效地缩短施工工期, 因此在市政给排水管道施工中运用较多。

### 二、非开挖顶管施工的准备工作的

#### 1. 顶管的选择工作

一般情况下, 市政管道均有耐腐蚀的需求, 因此常采用钢筋混凝土管作为市政管道的常用管材。在选择顶进管材料时, 要加大对供应商资质的考察力度, 确保其具有国家权威机构承认的相关生产资质。结合具体工程的施工要求, 顶进管自身要具备较好的抗腐蚀能力, 以防其长期在潮湿环境内发生局部腐蚀、破损等问题。加强顶进管的直径、管节、配筋等部分的控制, 确保其符合工程质量及安全设计要求。具体设计过程中, 设计人员应结合工程实际, 在计算钢筋混凝土顶管内径时, 根据地质条件、抗震烈度等实际需求, 进行管道参数的选择, 同时应保证钢筋混凝土顶管外径严格遵循顶管的荷载条件。钢筋混凝土管作为顶管进行施工时, 应满足钢筋混凝土管的标准设计和应力集中实验, 并严格遵守顶管施工规范要求, 以保证施工质量。

#### 2. 顶管施工的准备工作的

当顶管选择完成后, 工程人员应将顶管机、千斤顶等设备安装在施工工作井附近, 采用高压旋喷灌浆装进行加

固，为后续非开挖顶管施工的有序展开做好准备。在施工过程中，工程人员还需在工作井中安装止水设备，这样做是为了有效地防止泥水长时间停留在顶管机预留孔顶端，保证顶管施工的顺利进行。

### 3. 导向孔轨迹的设计

导向孔轨迹作为扩孔拉管的母线，导向孔最终会形成管线孔。在具体施工中，非开挖拉管施工技术重力管对深度、坡度的设计误差有着明确的要求。在管道设计的时候需要相关人员能够全面考虑排水工程的实际情况，结合施工条件确保设备能够以最小的入土角度进入到土层中。同时，在工程施工的过程中需要根据非开挖顶管工程施工要求、市政道路排水工程对工程施工提出的要求设置出合理的工作井区间。

### 4. 管道材料的选择应用

在排水工程施工中顶管的长度对整个工程施工的施工效益和施工控制有着十分重要的影响。在垂直推顶的影响下会使得顶部路线和预定好的路线设定存在较大偏差，且这种偏差在形成之后很难进行恢复。在顶管长度不符合规范标准的时候会出现顶进线路弯曲。为此，在施工之前要严格按照规范的标准选择顶进管道的长度。一般情况下，顶进管道和顶管直径的比值如果超过了2.1，就需要选择顶管施工；而在顶进管道和顶管直径比值处于1.15的时候需要选择标准长度的顶进管；在顶进管道长度和顶进直径比值不超过1.1的时候使用短管。

## 三、非开挖顶管施工技术

### 1. 引入测量轴线及水准点

将地面的临时水准点引入井底，作为临时水准点，用于顶管高程测量，此时必须确保引测的点位于井底不易碰触的部位；将管道中心桩引入工作井侧壁，作为测量基线，以便施工中准确测量顶管中心。

### 2. 顶管机后靠背及洞口施工

按宽度4048mm、高度3500mm、厚度1200mm的尺寸要求施工后背墙，在另一个方向顶进时，凿除洞口位置的护壁及后靠背。向设置到位的雨水管上顶入千斤顶，取柔性垫片设置在千斤顶与管节间，达到防止混凝土管顶裂的效果。以测量控制的方式精准定位洞门，按要求预留洞门，适时采取封堵止水措施，以防水侵害。针对局部地层渗透力较差的部位，顶管机进、出洞口无须止水装置，或是地下水位在底板以下时也无须设置该装置。

工具管外壁与洞门间存在缝隙，洞口处的水可能经由该处涌入工作井，导致井内受到水的侵扰。为避免该问题，在工作井内洞口部位设置橡胶止水圈，此装置的设置也可起到防止减摩泥浆流失的作用。在工作井及接收井集水坑内布设排污泵，及时进行排污。

### 3. 千斤顶和顶铁的安装

掘进顶管采用到千斤顶，根据本工程的最大管段施工要求进行配置，采用的是2台200t液压千斤顶联合作业的方案，2台设备于工作坑内并列布置。

对于顶铁的安装，主要注意如下几点：（1）顶铁不可扭曲、歪斜，以直顺的状态为宜；（2）工程顶管施工中，每次退千斤顶时需加放最长的顶铁，在满足作业要求的同时尽可能减少顶铁的数量；（3）顶进期间，禁止人员站立在顶铁上面和侧面，同时加强观察，针对扭曲或其他异常状况及时采取处理措施。

### 4. 顶管机始发

待各类顶进设备安装到位后，进入试顶环节。先检测设备的水平位置和垂直标高，若无误则顶进工具头，将管节布置到位，经测定标高无误后，开始试顶，若在此期间的顶力及各项参数均满足要求，进入正常顶进环节。具体操作要点为：（1）顶铁安装到位，启动油泵，千斤顶进油，活塞伸出一个工作行程，推送管节。（2）油泵停止运动，千斤顶回油，活塞回缩。（3）增添顶铁，按前述方法继续操作，将下一节管安装到位。（4）卸下顶铁，连接混凝土管，保证管道连接的紧密性。

### 5. 顶管期间关键工序的作业要点

#### 5.1 测量

1) 沿线路布设四等水准路线；为满足顶管高程放样要求，于井口处理设临时水准点。

2) 根据预先设定好的导线点和水准点，测定井的平面位置和深度，根据掌握的参数安排开挖作业；结合设计要求，准确确定始发井与接收井的管道中心点，再投射至地面，设置醒目的标记。

3) 重新测定二井间的导线，并联测二井投点，尽可能将投点作为导线点，以便获得更加精准的投点坐标。对于设定的各导线点，均要对应有稳定可靠的标志，在此前提下有利于后续施工中进行复测。于始发井边缘测放顶进方向的坐标点，向井下投设方向线，将临时水准标点埋设到位。

4) 为满足顶管期间的观测要求, 于工作井下建立观测台, 并配套仪器基座和带有方向调节功能的装置, 根据仪器的实际布设情况对其位置做灵活的调整(合理状态是仪器调至中线处)。

### 5.2 顶进纠偏

顶管机运行期间可能产生偏差, 按照“缓慢、多次”的基本原则进行纠偏, 以循序渐进的方式使管节复位, 全过程中禁止出现任何强制性纠偏行为。顶管施工时, 正常状态下激光光斑中心与测量靶中心重合, 若掘进机头产生偏差, 两者无法重合, 此时将产生偏差的视频信息传送给监视器, 在确定具体的偏差后, 随即采取纠偏措施, 将顶进方向调节至合理的状态, 在动态纠偏的方式下, 使工具头始终沿激光束方向前进。顶进初期的偏差检测与纠正尤为关键, 以工具头顶进的5~10m为例, 此部分的基本要求是轴线位置、高程的最大偏差分别不超过50mm、30mm, 否则需及时安排纠正。工具头前方有纠偏节, 其中含有纠偏千斤顶, 若顶进过程中产生偏差, 则借助纠偏千斤顶纠正。通过对纠偏千斤顶的调控, 可改变工具头的方向, 进而使顶进方向恢复至正常状态。为了避免因偏差积累过大而导致纠偏困难, 需要做到及时发现、及时纠正, 例如, 工具头的方向偏差在10mm以上时, 有必要安排纠偏。

### 5.3 两节管接口的处理

顶管的管材采用A形接口, 顶管后相邻管道间存在缝隙, 为避免使用时发生渗漏, 用膨胀水泥砂浆填抹。按照膨胀水泥: 砂: 水=1: 1: 0.3(质量比)取用材料, 做充分搅拌, 得到均匀性较好的砂浆, 在拌和后的0.5h内使用完毕, 全程均做到随拌随用。填抹前, 先湿润接口, 再分层有序填入, 每完成一层的填充后抹平。加强对含水量的控制, 营造潮湿的环境, 使填入的膨胀水泥砂浆有效成型。

### 6. 管道压浆

#### 6.1 注浆减磨

1) 取样分析, 要求造浆率、动塑比、失水量各项性能指标均达到要求。

2) 于管处预埋压浆孔, 以便浆套的有效形成。

3) 提前组织试验, 确定适宜的浆液制备方法, 然后严格依据该方法施工, 保证膨润土的贮藏、搅拌、膨胀时间等方面均达到要求。

4) 在确保浆液质量达标的前提下, 以同步注浆的方法进行压浆, 期间根据实际注浆情况适当补浆。顶进时, 加

强对各推进段浆液形成情况的检查, 例如, 管路需要保持严密, 注浆设备的运行需维持稳定。于注浆孔布设单向阀, 防止管外的土进入其中, 以免由于注浆孔遭堵塞而导致实际注浆效果较差。

#### 6.2 管道背后注浆

管道顶进到位及检查井施作成型后, 安排污水管道压浆作业, 此举的目的在于依托浆液固结作用防止由于顶管而导致的沉降问题。实际操作中, 采用高压注浆机在管外壁周边注入水泥浆。

#### 6.3 回填灌浆孔的布置

分别在各管节1/2的横断面预留4个孔径为30mm的灌浆孔, 按照“顶、底端分别为4号孔、1号孔, 两侧为2号、3号孔”的方法对钻好的孔进行编号。为保证灌浆孔能够有效满足灌浆作业要求, 顶管管材定制阶段就要加强与厂家的沟通, 严格依据要求预留灌浆孔。

#### 6.4 回填灌浆材料的取用

灌浆选用的是防腐水泥砂浆, 水灰比为1: 1, 水泥采用42.5普通硅酸盐水泥, 为改善浆液的性能, 按一定的比例掺入适量化学外加剂。需强调的是, 采用的外加剂不可对钢筋混凝土造成侵蚀作用。

#### 6.5 回填灌浆施工

1) 灌浆压力取200kPa, 初期小压力灌浆, 随着施工工程的推进, 逐步加大灌浆压力, 直至达到设计终压为止[2-3]。

2) 灌浆按照先下游孔、再上游孔的顺序依次进行, 采用的是充填压入式灌浆的方法。根据现场施工量, 将灌浆孔划分为3个灌浆次序, 按照流程有序将灌浆工作落实到位, 全程均不可任意更改顺序, 否则将影响灌浆的有效性。具体的灌浆次序划分方式及各自的灌浆顺序如下:

第一次序: 从下游开始灌浆, 按照先单数断面、再双数断面的顺序依次将各自的1号孔灌浆工作落实到位。

第二次序: 按照先单数断面、再双数断面的顺序依次将各自的2号、3号孔灌浆工作落实到位。

第三次序: 按照先单数断面、再双数断面的顺序依次将各自的4号孔灌浆工作落实到位。

3) 实际灌浆压力达到设计值并且吸浆量 $<0.12L/min$ 时, 在该状态下继续做30min的灌浆处理, 然后终止灌浆。

4) 灌浆完成后, 及时用配套的木塞塞紧, 防止灌注的浆液向外流出; 待灌注的水泥砂浆终凝后, 将设置的木塞

取出,用M10水泥砂浆对表面进行处理,使该部位具有平整性与严密性。

#### 7.顶管机接收

顶管机刀头距接收井5m时,定位导轨并采取固定措施,以便导轨的正常使用。接收井砖墙封门破坏后,尽快抓住时机安排掘进机连续顶进管节,以此高效顶进,尽可能缩短出洞时间。为减小水土流失量,掘进机进洞后随即分离机头和管节,按要求处理管节和接收井的接头。机头进洞时,用拉杆连接机头与后方的节管,按1m的间距布置两处手拉葫芦以便有效拉紧,通过此类附属装置的应用来维持机头姿态的合理性,使其沿着导轨方向有序向前顶进。机头吊运后,尽快封堵洞口四周。

#### 四、结束语

随着国民经济的不断发展,人们对美好生活的需求更加迫切。市政管道工程的安全高效已受到人们的广泛关注

和重视,并对其提出了更高的要求 and 期望。非开挖顶管施工技术在市政给排水施工中的应用,可以有效提高工程质量,提高施工效率,保证工程人员的人身安全。但目前仍面临着复杂的施工现场条件,顶管深开挖会造成周边建筑及结构基础的不均匀沉降,因此仍需在实践中总结经验教训。为了优化非开挖顶管施工工艺,满足人们美好生活的需要。

#### 参考文献:

- [1] 雷梅. 市政给排水施工中的非开挖顶管施工技术研究 [J]. 中国标准化, 2019, (24):106-107.
- [2] 朱颖杰. 市政给排水施工中的非开挖顶管施工技术分析 [J]. 居舍, 2020, (6):54.
- [3] 李秀丽. 长距离顶管施工技术在市政给排水施工中的应用 [J]. 居业, 2020, (4):105-106.