

# 市政污水管道工程中的顶管施工研究

江昌良

江西中昌工程咨询监理有限公司 341000

**【摘要】**一个超大型的现代化城市如果想有序的运行，就离不开地下管网的贡献，这其中市政工程的污水处理系统管网就是重要的一环，而市政工程中污水管道工程就是其重要的组成部分。市政污水管道的设计是否合理以及施工工艺和质量是否过关直接影响到整座城市的居民生活质量以及人民的满意度。对与整个城市管道工程整体质量的基础和前提就是合理建设市政污水管网。而说道管网建设就必不可少顶管的施工技术，所以投入成本来探索和研究顶管的施工技术，是能否合理建设和管网顺利运行的关键所在。

**【关键词】**市政管网；污水系统；管道工程；顶管研究

## 引言：

在市政工程和管道建设施工过程中顶管的施工是整个市政工程中比较特殊的一个环节。顶管施工可能影响到周围的环境以及地下的其他管网和周围一些重要的建筑物。为了避免这一系列的问题的发生我们有必要对顶管的施工进行深入的研究。如果是顶管技术施工它可以在地下进行，这样就可以降低施工产生的噪声对周围的影响，这就是它相对于其他施工的优点，但是顶管技术施工相对的投入成本比较高以及整个顶管工程的工程进度会时间比较长。针对不同的地质情况顶管施工的方式有所不同，但是基本施工原理都是一样的，就是把顶管机垂直于地面安装，利用重型的液压机构进行施工，将需要铺设的管网顶入地下。顶管机的合理选择是施工顺利进行的前提。

## 1. 整个顶管工程的工作原理

在城市化建设逐渐加快的同时，市政地下管网施工也在不断的增多，这就会经常的需要用到顶管技术，它就是在这样的背景下发展出来的一种地下管道施工方法，我们经常接触的隧道、地铁施工中也会进行地下施工，但是这些施工都会用到盾构机械来辅助完成整个施工，它的施工工艺就是借助盾构机械边开挖边浇灌，需要开挖的洞口是比较大的，因为它要将盾构机放入。顶管技术施工是不需要将土层整体开挖的，所以只要将所施工的地段的地质情况以及水文摸清楚之后就可以开始施工了，由于在施工过程中不需要开挖面层，一般为了不破坏和影响施工周围的环境以及活动，在穿越公路、桥梁隧道、湖泊河流、重要的建筑以及地下重要物体的时候我们都可以利用顶管技术来完成管道的铺设。这样的好处就是在施工过程中不阻断公路的正常通行；周围的环境绿化不会遭到破坏；不影响周边地质环境，还有一点就是施工不受季节和天气气候的限制。所以为了省时、快速便捷以及安全、综合的成本的降低顶管施工技术是我们最好的选择。

它的基本施工工艺以及原理就是不用开挖大量的土方，也不会进行大量的土方作业就可以完成的施工，只需要进行少量的土方作业完成工作坑的施工即可，将重型的顶进设备放入工作坑，在工作坑内进行作业施工，一般情况下都是选择较大的液压系统作为主要施工设备，施工时利用液压系统的压力将管道顶入地下并将管道内部的土方清理就完成作业。即在地下不开挖的情况下使管道从 B 地前进到 C 地来替代大面积开挖铺设管道，然后就完成 BC 段的管道铺设。在长距离的顶管施工过程中需要注意的是管道与周边土层的摩擦阻力也会大大增加，这就需要我们进行合理的计算，选择合适的顶管距离或者是顶管机型号以及最大工作压力。也可以在较长距离的 BC 段中间设置中继油缸组成的移动式顶推站，也可以采用加注减摩剂实现长距离的顶推。

## 2. 市政污水管道建设采用顶管技术的意义

为了快速便捷的完成市政管网特殊环境下的铺设以及保障管道铺设施工质量、以及不破坏周围的环境和建筑物顶管技术、不进行大量的土方开挖作业顶管施工技术是最好的选择。顶管技术可以适应各种的施工环境条件的限制，针对具体的地质条件按照不同的施

工标准采用具有针对性的施工方法技术。可以在地下完成整个施工有效避免对周边的影响，同时也可以有效的提高安全保障施工质量。顶管技术对市政雨污管网的建设来讲，具有很大的意义同时它的重要性也不言而喻，所以我们有必要深入的探讨和研究顶管技术，让顶管技术进一步完善，只有这样顶管技术才能在市政管网建设工程中做出更大的贡献。

## 3. 顶管技术在市政管道建设中的具体案例

我们就以某一中大型城市的地下管网建设案例来说，需要穿越的道路全程为 4.5 公里，道路为南北方向的城市主要通道，计划的作业点为三段拆分式，主干道外侧红线线宽为 55 米，本工程的主要施工为贯穿东西测的市政污水、雨水管道。通过主干道的污水和雨水管道需要的顶管尺寸分别为，污水管道采用直径 1 米；雨水管道采用直径 2 米的管。污水管道距地面深度大约 7 米，雨水管道距地面大概 5 米左右，需要顶管的作业长度污水管长度 60 米，两道雨水顶管中心间距 5m，每一条管道需要顶进的距离为 58m，一共需要作业的长度为 116m。主干道的两边已经完成了绿化，为了避开地下通信电缆，本次顶管的施工作业需要向南偏移 8m。

### 3.1 具体的计算原则

3.1.1 我们采用的施工构件为临时的构件，各个临时构件的安全系数采取 1.0；

3.1.2 围栏的结构我们采用围栏荷载进行计算，按破损程度法来计算结构截面强度。

3.1.3 进行结构核算时我们按照平面应变假设来作为限定条件，采用荷载—结构模型，结构纵向截取一单位长，按照基本单元进行计算，将整个施工的三维结构进行受力分析，简化成二维平面框架结构，按结构模型进行内力分析，进行组合各阶段不同荷载。

### 3.2. 顶管工作坑尺寸设计以及顶管力的计算

#### 3.2.1 顶管工作坑的设计原理

矩形、正方形、圆柱形状以及腰圆形是我们经常用到的工作坑形状，其中最为常见也是普遍采用的就是矩形形状的工作坑。经常在顶管直线作业时以及两段交角接近一百八十度折线的顶管施工作业中，我们选取的作业工作坑就会是矩形形状的。在矩形工作坑中通常两边的比例为 2: 3。采用圆形工作坑的使用条件是两段交角比较小或者只开挖一个工作坑就需要向几个不同方向作业时就会选择圆形的形状；另外圆形的工作坑也在较深的作业时采用。在本工程施工过程是需要直线作业，所以矩形工作坑是最佳选择。

作业顶进工作面应有足够的作业空间，顶管坑的尺寸采取下列方式计算：

$$\text{底宽} = D1 + 2S$$

$$\text{底长} = L1 + L2 + L3 + L4 + L5$$

式中：

S—空间作业面宽度 (m)，一般选用的范围是 0.9m—1.3m，本次施工作业雨水顶管作业取 1.2 m；污水顶管作业取 1.0m；

DI—需要顶管的管壁外面直径(m),本工程中雨水为双管,总尺寸为4+2=6m;污水为1.0m;

LI—管子被推入土层后,尾部最小长度压在导轨上的距离(m),一般取0.3~0.5m,本工程取最大值,为0.5m;

L2—每一节管子的长度,本工程中所用到的管子为2m的管长;

L3—出土管节的长度,和土层以及工具有关,一般为1.0~1.8m,取1.2m;

L4—液压系统用到的缸长度,本次作业中取1.8m;

LS—后背所占工作坑长度,由立铁、横木、横铁组成,取0.80m;

雨水管顶管工作坑的具体施工参数计算:

底宽=6.0+1.2X2=8.4m 施工时取9.0m;

底长=0.5+2.0+1.2+1.5+0.80=6.0m 施工时取6.0m;

雨水管顶管作业对向接收坑施工参数计算:

根据设计图纸,雨水接收坑底宽取9.0m,底长取6.0m;

污水管顶管工作坑的具体施工参数计算:

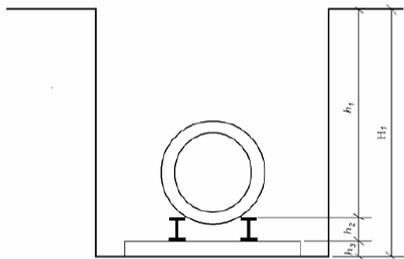
底宽=1.2+1X2=3.2m 本次作业采用3.5m的距离;

底长=0.5+2.0+1.2+1.5+0.80=6.0m 故本次作业施工时取3.0m的长度;

污水管顶接收坑的具体施工参数计算:

由设计参数确定,污水接收坑底宽取3.0m,底长取3.5m;

### 3.2.2 顶管工作坑净深度参数计算设计



竖井深度公式如下:

$$H_1 = h_1 + h_2 + h_3$$

$$H_2 = h_1 + h_2$$

式中,

H1—顶管作业层距地面的高度(m);

H2—顶管接收坑作业层距地面的高度(m);

h1—顶管底部管壁外边到地面的距离(m);

h2—导轨底面距顶管管道底部外缘的距离(m);

h3—作业面基础支撑及其垫层的总高度,这个尺寸应该大于两者的总厚度(m);本工程 施工作业时:作业层基础和垫层总厚度一共0.7m;导轨底面距顶管管道底部外缘的距离为0.3m;

雨水顶管施工顶管工作坑以及接收坑深度约6.7m;

污水顶管施工顶管工作坑以及接收坑深度约8.2m;

### 3.2.3 在顶管过程中顶管力的计算

根据经验公式,总顶管力的计算公式为:

$$P = nGL$$

式中,

P—计算总顶管力(kN)

G—单位长度管子管体的自重(kN/m)

L—顶进总长度(m)

n—土质系数,本工程取3.

雨水管径为2m,每道顶进长度为58m,每延m管重9kN/m,

则雨水管的顶管力为:  $p = 3 \times 58 \times 9 = 1566kN$

污水管径为1m,顶进长度为60m,每延m管重8kN/m,

则污水管的顶管力为:  $p = 3 \times 60 \times 8 = 1440kN$

### 3.3.合理的选择基坑支护的形式

通过现场施工的具体环境以及坑道设计的参数,工作坑的支护形式主要由支撑式、浅槽式及围堰式三种组成。其中最为常见也是叫普遍采用的就是支撑式工作坑形式,它的主要优点就是不受施工

地段的土质以及施工地段的地下水位影响,可以很好的适应各种复杂的施工环境,7m以上的挖掘深度为宜。同时3米也是撑木以下到工作坑底空间的最小设计距离,这样做就是为了方便作业地开展。因此结合施工现场的地质条件以及工作坑周边的具体环境才能合理科学的使用支护结构的功能。再加上当前不同类型的施工种类,只有选用较为成熟也是广泛应用的工作坑开挖及支护形式以及熟练的施工工艺步骤,只有这样才能够有效的避免工作坑周边的环境遭到破坏,同时工程的质量以及施工安全才能够得到有效的保障。本次顶管施工工程中所采用的就是“钢筋骨架+钢筋网片+锚喷混凝土”的倒挂施工支护结构,将闭合的冠梁安装在工作坑进口处。

## 4.在施工过程中采用顶管技术的具体操作

### 4.1 顶管道的选择

在不同的顶管施工项目中,由于现场环境以及施工地段的土质地质的不同,我们对于顶管道的选择也必须合理,对管道材质的选择大不相同,一般采用管道、钢筋混凝土管道或者钢制管道。市政污水管道建设施工因为现在的管道种类繁多,材质也不尽相同,我们才选取顶管道时一定要充分的考虑到现场的实际情况,只有结合现场的实际环境选取管道,才能保证施工的顺利进行。很多的工程中选取的管道为混凝土材质的,它的主要有点就是承受能力强,载重量大,还有一点就是价格合理,可以有效的控制施工以及整个工程的成本投入。所以我们在选取管道的时候要综合考量,既要适合现场的施工要求又要考虑整体的项目投入。

### 4.2 顶管施工中辅助设备的选择

在整个市政管道顶管工程中,顶管机的选择只是其中的一部分,除此之外还需要大量的辅助设备来协助完成工作。油缸、顶铁、油泵、千斤顶等是顶进设备的主要几个组成部分。管道材质、施工作业处的地质条件及工作坑的设计参数等因素是辅助设备选取时需要考量的几个方面。在顶管施工过程中管道的顶进是最为重要的一步,只要将管道顶进一部分就是整个工作良好的开端,这其中需要考虑的情况比较多,工作量也会成倍的增加,所以需要选取设备是留有足够的富裕量,在考虑顶进机时要选取大顶力的设备,这样才能够确保整个施工的顺利进行。

## 5.顶管施工的工艺流程

### 5.1 管道组装

根据顶管作业现场的地质条件不同,管道材料的选择也不同。然后通过运输车、吊车等机械设备将货物运输到指定位置,统一安排。顶管安装时应检查起重设备的安全性,避免发生危险事故。顶铁放置在工作坑两侧,顶铁的稳定性由锁紧装置保证。安装后,顶铁轴应与管轴平行对称。在管段前端,叶片角包括壳体、内圈和肋板。以内环为边界,壳体可分为两部分,前部为百叶窗,后部为尾板。

### 5.2 顶管施工

施工前应分析土体和顶进深度,计算顶进力,确保地面设备的稳定性。顶管过程要严格控制速度,最好缓慢进行,避免顶管摆动。施工过程中进行全方位监控,防止顶进路线偏离,出现问题及时调整。在顶管过程中,对管前开挖的土方要及时进行处理,将土方运到指定位置,并定期检查施工设备的安全,以保证顶管工作的顺利进行。

## 6.结束语

随着城市不断完善基础设施建设,作为城市建设的重要基础设施的城市污水管道建设,越来越受到重视。污水管道工程影响因素较多且较为复杂,需要根据施工要求选择合理的施工工艺。顶管技术能够在一些特殊的现场环境下很好的作业,同时也很好的保护了周边环境,提高了施工质量,延长了工程的使用寿命,为市政道路整个工程建设提供了保障。

### 【参考文献】

- [1]曹先星,廖业旗.沥青混凝土路面常见病害原因分析与处治措施分析[J].交通世界,2015(11)
- [2]王业荣.泥水平衡法顶管施工在市政软基中的应用[J].西部探矿工程,2014(1)
- [3]钟汉华.建筑工程质量验收[M].北京:北京邮电大学出版社,2014:6-22.