

给水排水

顶管工艺在大型市政排水工程中的应用

余美文 (福州市规划设计研究院 350003)

〔提 要〕 介绍了顶管工艺在市政排水工程应用的意义, 以及顶管工艺的设计特点及施工要点, 分析了主要经济技术指标。

〔关键词〕 顶管工艺 工程应用 市政排水

1 概述

沿海城市经济发展相对较快, 市政基础设施建设日新月异。在市政排水工程设计中面临的典型问题是城市地形多数是冲积平原, 河沟密布, 在污水管网的规划与市政设计中引入顶管工艺是具有重要意义的。

按常规大开挖施工方法, 市政污水管道规划埋深一般控制在 6m 以内, 而污水管起点埋深按 2.0m~2.5m 计 (考虑管线综合因素及建筑小区排水需要), 这意味着平原地区污水管重力流敷设每 3km (甚至更小) 就要考虑设提泵升站。而提升后的管道若因管线综合因素导致埋深加大, 还要考虑河道的影响, 南方城市一些主干管在规划设计上有很大的难度。采用顶管工艺具有大埋深施工优势, 南方城市多为冲积平原, 河沟发育, 地质条件的特点特别适合采用顶管工艺, 顶管的应用为主干管的规划拓宽思路, 提供更多方案比较。同时, 顶管工艺还可用于一些建成区的施工, 避免大开挖影响交通和市容, 如福州东大路的污水干管敷设横穿五四路口时, 采用顶管施工, 保证了五四路口繁忙的交通不中断; 在左海污水泵站设计中, 因选址改变, 进水总管要穿越已建二环路, 为解决这一问题, 设计采用格栅井兼顶管工作井, 顶管作业完成后按格栅安装要求改造为格栅间, 工艺尺寸及结构设计上兼顾两方面的要求。

随着福州洋里污水厂的外管网建设, 顶管工艺在总干管施工方面得到广泛使用, 已经设计施工的包括国货路 $\Phi 1600$ 顶管, 连江路 $\Phi 1800$ 顶管, 以及广达路、古田路顶管等。

2 顶管的工艺设计

在顶管工艺设计中, 应综合考虑管线走向, 工作井、接收井的位置, 管径计算与调整, 井位间距, 顶进方向, 井的工艺尺寸等。

首先, 管线定位应与总体规划协调, 还必需考虑地质条件, 包括土质的类别与构造以及水文地质情况, 地面及地下的障碍物等。

因为土质的种类及其物理力学性质, 影响顶进方法的选择, 决定施工的难易程度, 应对顶管地段的地质作详勘, 明确土质的类别, 构造与分布。水文地质主要是确定地下水位, 当顶管标高

处于地下水位以下时, 应了解土的渗透系数, 地下水的流向及流量, 以及对管材的影响。地面及地下障碍物表现为穿越建筑基础下部, 铁道、桥台等。除了必需考虑的技术措施外 (包括沉降处理, 加固, 跟踪观测), 还应比较因此产生的协调工作量, 意味着费用和工期的增加。

在管线设计上, 值得一提的是曲线顶, 通过合理的控制, 可以让管节人为地沿着设定的平曲线前进, 满足特殊线位的需要, 平曲线计算式:

$$\frac{D \cdot L}{R} = 13\text{mm}$$

D——外径 (mm)

L——管节长 (mm)

R——曲率半径 (mm)

确定了线型走向后, 重要的便是合理布置工作井及接收井, 以及管径的选择。随着技术进步, 基本上是采用机械化顶管, 以往在管道前方人工挖土顶进的普通顶管方法已不多见了, 取代它的是现代化装备。目前国内采用的多数是欧洲产的机头。由于设备昂贵, 一套中型机头价格是数百万元, 管径的确定除了按工艺设计计算, 有时受到机头规格影响可能进行调整。

影响井位布置的首要因素是顶距, 常规顶距以 250m 为宜, 随着中继间的使用, 顶进技术的进步, 顶距可以增大。比如, 上海奉贤排海污水管顶距长达 1800m, 管径 $\Phi 1600$, 福州洋里污水总管为 $\Phi 2200$, 顶距在 300~400m 左右。顶距首先影响工作井的数量, 顶距越大, 工作井越少, 以 6m 深度为例, 每个工作井土建造价在 60 万元左右, 接收井在 40 万元左右。几个工程实例的概算如表 1 所示。

表 1 几个工程实例的概算指标

项目	主要技术参数	顶管总投资 (万元)	工作井及接收井 (万元)	指标 元/m
国货东路	$\Phi 2200$ 顶距 400m	1031	224 (4 座)	15447
国货路	$\Phi 1600$ 顶距 250m	693	287 (4 座)	12656
古田广达路	$\Phi 1000$ 顶距 100m	966	233	5985

工作井和接收井的数量直接影响到工程总造价, 但加大顶距的同时, 由于管节本身受力的限制以及工作井内液压千斤顶 (下转第 39 页)

消火栓系统的设计必须符合“建筑设计防水规范”及“车库、停车库、停车场设计防火规范”。自动喷水灭火系统的设计,必须符合“自动喷水灭火规范”。

4 管道穿越人防顶板或围护结构的措施

在地下室人防工程中,给排水管道应尽量避免穿越人防顶板或围护结构,为此地下室设备用房应尽量沿周边布置,管道井也应尽量毗邻设备用房。当条件限制必须穿越时,也仅限于穿越公称直径 75mm 的管道,并应采取适当的补强措施,以满足人防结构的抗力要求。例如,当靠近外墙的排水管道穿越人防顶板

及围护结构排出户外时,应将管道牢固固定于顶板上,同时将暴露部分管线用钢筋砼包裹,使之与人防顶板处墙溶为一体。当管线穿越防护工程外墙与土壤相接处,应设可曲挠橡胶接头以避免建筑物沉降及冲击引起的瞬间位移对管线的破坏。对于穿越人防口部的管线应在防护密闭门内设置防爆波阀门,对于穿越人防工程外墙及顶板的管线,应在其内侧设置防爆波阀门。阀门可采用一般截止阀代替,但其抗力应满足不小于 1.0MPa 的要求。(具体作法见图 2、3、4)

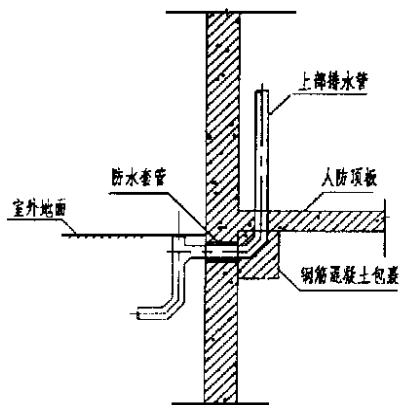


图 2 排水管穿人防顶板做法

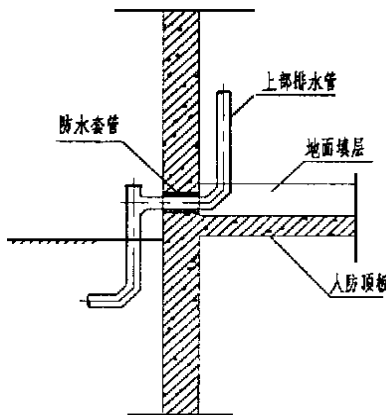


图 3 排水管不穿人防顶板做法

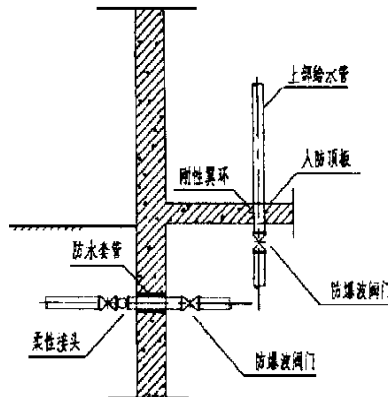


图 4 给水管穿人防外墙、顶板做法

参考文献

[1] GB 50038-94, 人民防空地下室设计规范。

[2] 建设民用建筑给水排水设计技术措施, 中国建筑工业出版社, 1997

(上接第 37 页)

的顶力及井壁后背受力因素的制约,必然使中继间的数量增加,中继间是特殊钢制管节,类似管道伸缩节,具有接力液压驱动,顶进的功能,除可拆回收设备以外,单节本体造价增加 6 万元,同时还应考虑工艺上配套,规划横支管的接入要求等等。技术经济比较,最佳顶距在 250m 左右。

顶管井型按工作性质分为工作井与接收井,工作井要满足顶力和工作空间要求,因为造价很高,设计上倾向采用双向顶,能节省投资,工作井的工艺尺寸与设备直接相关,其长度与管节长度、千斤顶尺寸、机头规格以及后背尺寸有关(Φ2200 顶管工作井净长度需 7.5m~8.0m)。为了压缩土建尺寸,工艺上可采用小型千斤顶预埋机头入洞的办法,因为机头相对较长,Φ2200 顶进机头长达 4.8m。工作井宽度要考虑顶铁和电气设备布置所需的空间,宜大于 1.5m,加上顶管外径 D。

B D+ (2.5-3.0)m (净宽一般在 4.5m 左右)

因此,工作井净尺寸一般为 8.0m×4.5m,接收井净尺寸为 5.5m×4.5m。福州地质多为淤泥,地下水位高,都是采用钢筋

混凝土沉井施工。有条件的地区 Φ1800 以下工作井、接收井可考虑采用钢板桩支护挖坑作业再建检查井,这样可降低造价。

3 顶管的施工简介

顶管施工的核心在机头,中型规格的机头多为刀盘式,大型机头掘进设备象是装载机的曲臂铲头,机械化施工为封闭式顶进,压力平衡方式有三种:气压平衡、土压平衡、泥水平衡,后两种应用较多,泥水平衡法顶进速度快,一天能顶进 30m,但后处理工序麻烦,要设沉泥池,泥浆回用,干浆晒干外运。土压平衡法顶进速度可达 20m/天,干出土对环境影响小,适合城区作业。

控制施工质量的关键是初动稳定,初顶时,加强地表沉降观测,控制机头表压值在主动土压力与被动土压力之间,保证标高偏差在验收标准以内。

管材质量也是控制因素,顶管施工对接口尺寸精度要求很高,密封性能直接影响使用功能。同时,根据不同的顶距,合理安排各类管节。某典型的顶管管节计划表如表 2 所示。

4 结论

表 2 某典型的顶管管节计划表

M ₂	M ₂	M ₂	M ₁	PT	PT	ZI	PT	ZI	...	ZI	PT	ZQ	ZK	ZH	ZI	TP	...	ZI	PT	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	...	81	82	83	84	85	86	87	...	133	134

M₁——一环预埋件管; M₂——二环预埋件管; PT——普通管; ZI——预埋注浆孔管; ZQ——中继间前特管; ZK——中继间壳体; ZH——中继间后特管。

顶管技术的应用,无论在规划还是市政施工方面,都具有相当优势,提供了更多的选择。同时,在工艺设计与施工方面涉及多专业技术结合。顶管施工投资比开挖施工高,对施工技术及管

道材料要求也高。掌握工艺设计与施工技术要点有助于合理选择市政排水施工工艺,更好地为市政工程服务。