

Analysis of Construction Technology of Municipal Water Supply and Drainage Pipeline Project

Jie Zhang

Beijing Harongda Investment and Construction Co., Ltd., Beijing, 100091, China

Abstract

As an important part of urban public engineering, municipal drainage pipe engineering is the basic element of urban function. Controlling the construction quality of drainage pipe engineering is directly related to the urban environment and the quality of life of urban residents, and will produce great social benefits.

Keywords

municipal engineering; drainage pipe; process

市政给排水管线工程的施工技术分析

张捷

北京海融达投资建设有限公司, 中国·北京 100091

摘要

市政排水管线工程作为城市公用工程的重要组成部分,是城市功能的基本要素。控制好排水管线工程施工质量直接关系到城市的环境和城市居民的生活质量,将产生极大的社会效益。

关键词

市政工程; 排水管线; 工艺流程

1 引言

论文以上庄路市政工程3标段雨污水施工为例,叙述市政工程排水管线工程施工沟槽支护方法,河流围堰施工,顶管施工工艺流程等。

2 管线沟槽钢板桩支护方案

根据设计图纸提供的管线位置及高程,本标段雨污水管道距离较近,在施工安排时需先施工污水管道开槽或顶管施工,污水沟槽回填至雨水方沟或管道基础高度时在施工雨水方沟或管道。

由于本工程雨污水管线为明开合槽施工,地下水位较浅及开挖断面较宽,为保证施工安全,采取拉森桩支护施工。按照设计要求采取拉森钢板桩支护:FSP-IV型,型号: $w \times h \times t=400\text{mm} \times 170\text{mm} \times 15.5\text{mm}$,桩长:9m(见图1、图2)。

沉桩采用机械式打拔桩机,钢板桩的结构采用单层结构,单层结构形式由定位桩、导梁及钢板桩组成。锁口

形状为套型锁口,钢板桩两侧均为勾状形,防水防流沙性较好。

围檩与钢板桩相接处必须垫实,最好用铁板顶撑,采用焊接方法进行。围檩接口处必须用联接板。围檩施工时应保证在打桩过程中,如发现地下有硬物等障碍物,不得盲目硬打,待托架的电焊质量。

角撑与围檩和围檩与钢板桩的连接结点,为电焊连接,焊缝厚度大于9mm。25mm拉锚筋与围檩和钢板桩的连接结点,为电焊连接,焊缝长大于250mm,有效厚度大于9mm(拉锚筋与锚点的焊缝厚度大于14mm)。

拉森桩施工完成后,土方开挖应分段连接施工,开挖至板桩顶以下1.5m处,进行第一道支撑施工,如有需要开挖至板桩顶以下3.5m处,进行第二道支撑施工。

成槽后应及时在槽边设钢管安全护栏、标志牌及标志灯,并及时进行基础钎探和报监理工程师验收。

钢板桩的拔除:污水管道及检查井施工完成后,采用15t履带吊,配合45KW振动锤,间隔振动的方法,每次振动15min,连续工作不超过1.5h。为减少对临近建筑的影响,拔除钢桩时边拔边振边回填粗砂,适当湿水拔出。

【作者简介】张捷(1967-),中国北京人,硕士,工程师,从事给排水施工技术及管理研究。

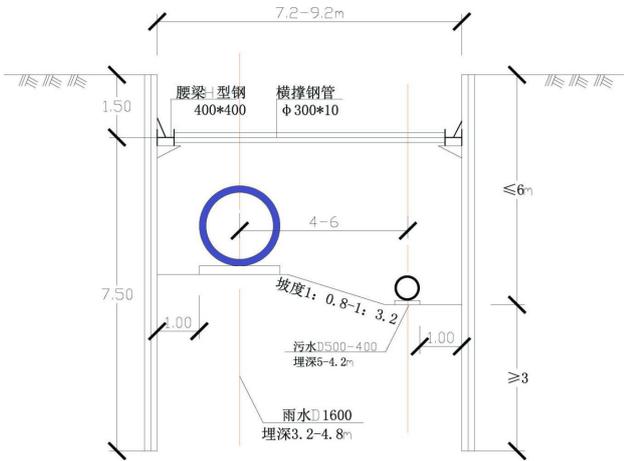


图 17 + 460- 终点段拉森钢板桩支护结构断面图

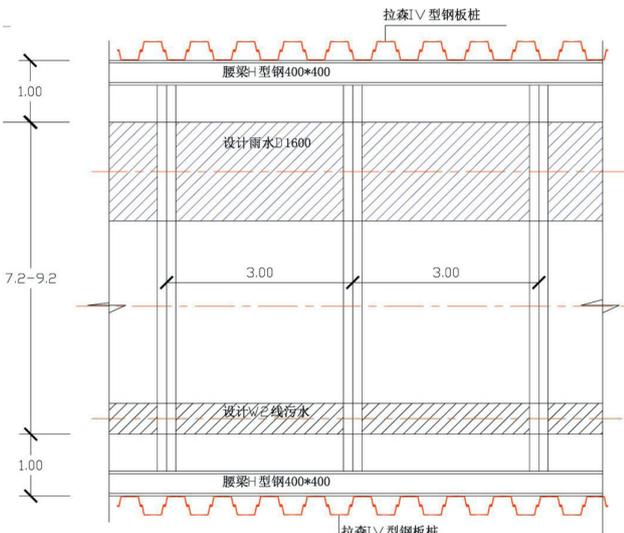


图 27 + 460- 终点段拉森钢板桩支护结构平面图

3 团结渠围堰

3.1 桥区围堰方案

由于团结渠担负着该地区的雨季排水任务，因此桥梁施工的过程中必须确保河道的泄洪能力。因此，在施工前必须尽快与河道管理部门协商，确定导流围堰方案。

为了确保本地区安全度汛，需在桥梁施工期间设计桥梁 0 轴与 1 轴之间的河底位置设置 $D=1200\text{mm}$ 导流管，长度约为 440m。导流管两端修筑围堰，确保桥梁桩基及下部结构的施工不受团结渠排水的影响。同时下游围堰堰顶宽度需综合考虑导行路的要求。

3.2 导流围堰施工

在团结渠跨河桥两侧各填筑一道草袋土心坝，上游围堰距跨河桥 25m，下游围堰距跨河桥 45m（综合考虑各专业管线过河施工）。

草袋土心坝具体做法：草袋子土心坝填外侧（迎水面）边坡 1 : 0.75，内侧边坡为 1 : 0.5；导流管为 DN1200 钢筋混凝土管，顺流放置，导流管长 440m。下管前，先测定

导流管安装中心线（基本位于跨河桥 0 轴、1 轴的中间）。下管前，管内两端和中间用 10×10 方木支撑，以防管移位，用吊车将分段导流管安装到位。管安装完毕后，填筑草袋围堰。

施工前将筑堰范围内的河底杂物清理干净，测设出围堰的中心和坡脚位置，并做固定标志。草袋装土量要适中，敦实，一般装 1/2~2/3 袋。草袋土码放时要按设计断面进行，要满足堰身的强度和稳定，防止滑动和倾覆。

为满足行车的要求，导管进水端围堰用双排梯形堰体，中间填筑土心，两侧与河堤接顺。考虑利用堰体作为临时通行路及吊装预制梁的路，下游堰体上口宽为 10m，堰体高度约为 4m，导管出水端围堰用单排梯形围堰，两侧坡度为 1 : 0.5。导管两端围堰的距离要按导流方案中所设定的尺寸严格执行，不可任意缩小，以免影响桥梁施工及社会车辆通行。

3.3 挡坝安装渡管导流成活

应即自下而上分部进行桥基、台身、组合钢箱梁施工。全部工程项目成活后应即拆坝拆渡管，彻底清挖至河底，恢复河道。

4 污水顶管施工

4.1 工作坑施工

4.1.1 施工工艺流程

根据现场地质条件、管径、埋深及设备安装等，按设计要求设置顶管工作坑尺寸为 $7.0\text{m} \times 4.0\text{m}$ 、接收坑尺寸为 $5.0\text{m} \times 4.0\text{m}$ ，开挖深度根据现场实际管线深度确定。结构形式采用钢筋锁口圈梁 + 侧壁锚杆 + 侧壁钢格栅挂钢筋网片倒挂逆作 + 支撑 + 钢筋网片封底。

4.1.2 土方开挖

工作坑采取分层开挖分层支护的方法进行施工，每层开挖的步距为 50cm。每层土体开挖分块进行，首先对角开挖工作坑四角土方并及时作该层初衬结构，后开挖两侧长边土方并作该层的初衬结构。

为增强竖井井壁的稳定性，在竖井施工过程中，管顶以下沿竖井井壁打设全粘结锚杆，锚杆为 C18，长度为 3m，竖向每榀格栅打设一道，环向间距为 1.5m，梅花形布置，锚孔内全尺寸注浆，注浆浆液为纯水泥浆液，水灰比 1 : 1，锚杆水平向下 $10^\circ \sim 15^\circ$ 。

4.1.3 工作坑周边及侧壁采取双液浆固化措施

超前导管的制作超前小导管采用 $\Phi 25$ 无缝钢管，管长 3.5m。纵向间隔 0.5m、横向间距 0.5m 布置。注浆管前端做成尖形，孔位互成 90° ，孔径 8mm。注浆管打入水平倾角为 $10^\circ \sim 15^\circ$ 。

浆液类型：注浆浆液为水泥 + 水玻璃浆液，浆液配比根据施工中现场情况试验后得出。

4.1.4 注浆施工

首先喷射混凝土封闭竖井侧壁。导管从网构钢架腹内穿过，环向间距 0.5m，纵向间隔 0.5m 布置。

导管用岩芯钻打入土层，注浆前将钢管尾端用棉纱封堵、周边空隙用快硬水泥封闭。

待本环超前导管全部打入后并完成封闭后开始注浆。在管口连接高压注浆管，压水试运转，检查管路是否漏水 and 注浆机工作是否正常，合格后开始作业。浆液现场配置，在规定时间内完成。注浆压力视现场条件波动在 0.3~0.5MPa；采取隔一注一，最后注中间孔方式，注浆时注意观察压力和进浆量的变化，发现异常及时采取对策，注浆结束后清洗注浆设备。

4.2 管道顶进

4.2.1 顶管方式的选择

根据此次施工所穿越的土质，确定采用泥水平衡机械顶管方法施工。泥水平衡机械顶管施工是市政管道铺设的一项新技术，它省去了全线降水（仅工作坑位置降水或止水），地面沉降小，对地面构筑物的稳定性影响小，施工不影响地面交通，顶进速度快，适应的土质广，某公司在北京市使用泥水平衡机械顶管施工曾穿越过河流、立交桥、高速公路等多种建筑物；曾顶进过钢管、混凝土管等多种管材；曾铺设过自来水、污水、热力、电力、燃气、通信等多种管线，对此施工方法已积累了丰富的施工经验，另外基坑开挖过程中要仔细调查土质情况，根据开挖中实际揭露的地层情况进一步确认施工工艺的适用性，必要时进行调整，并在施工前探查好地下已建管线与拟建管线的位置关系，施工中对已知管线采取必要措施进行防护。

4.2.2 顶管机的选择

根据本次顶管施工的特点与土质情况，选用泥水平衡顶管机，这种顶管机的特点：

①适应土质广，适用于粘土、砂土和砂砾土；

②地面沉降小，采用面板式刀盘，开口率 10%，泥水仓所反映的土压力与顶管机所处土层的土压力一致，不存在压力差，能达到真正的压力平衡，施工后地面沉降小；

③采用面板式刀盘，全断面切削，可全端面强力切土；

④采用大流量渣浆泵排土，螺旋叶片的强度大大提高，并且可排除粒径小于 30mm 的砾石；

⑤采用了中国较先进的仪器、仪表，操作容易、动作灵活、直观可靠。

4.2.3 顶管后背

后背安全系数的核算

土体的被动土压力：

$$P = \frac{1}{2} rh^2 tg^2(45^\circ + \frac{\phi}{2}) + 2chtg(45^\circ + \frac{\phi}{2})$$

式中，p——土壤的总被动土压力；

r——土壤容重（KN/m³），r=19.5KN/m³；

φ——（土壤的内摩擦角度），φ=29.1°；

c——土壤的粘聚力（KN/m²），c=14.2KN/m²；

h——天然土壁后背墙高度，h=7.3m。

以上土质参数取自岩土勘察报告中的数据，即：取自土质参数较大的②层，计算得出。

则：

$$\begin{aligned} P &= \frac{1}{2} \times 19.5 \times 7.3^2 \times tg^2(45^\circ + \frac{29.1^\circ}{2}) + \\ & 2 \times 14.2 \times 7.3 \times tg(45^\circ + \frac{29.1^\circ}{2}) \\ &= 519.58 \times 2.89 + 207.32 \times .7 \\ &= 1854.03(\text{kN/m}) \end{aligned}$$

顶进时所需最大后背宽度：

$$B = \frac{F}{P}$$

式中，B——后背受力宽度；

F——顶管中的最大顶推力，F=2537.77KN；

P——土体被动土压力，P=1854.03kN/m。

$$B = \frac{2537.77}{1854.03} = 1.37(\text{m})$$

经计算，顶管过程中，需要后背宽度为 1.37m，实际施工时使用钢质后背，实际宽度为 3.0，完全满足施工需要，可以进行安全顶进施工。

4.2.4 基坑导轨安装

导轨安装是顶管施工中一项重要的工作，安装得准确与否直接影响管道的顶进质量。

导轨内距的确定：

$$A = 2\sqrt{(\frac{D}{2} + d)^2 - (\frac{D}{2})^2}$$

式中，A——两导轨内距（mm）；

D——管内径（mm），D=1050mm；

d——管壁厚（mm），d=117mm。

则：

$$A = 2\sqrt{(\frac{1000}{2} + 100)^2 - (\frac{1000}{2})^2} = 663.33(\text{mm})$$

导轨安装内距为 663.33mm，这样确定的导轨顶面与管道流水面高程相同。

4.2.5 止水环安装

顶管过程中，无论是管道从工作坑进洞，还是出洞，管材与洞口之间均有间隙，地下水、触变泥浆和泥砂就会从该间隙流到坑中，影响坑内作业，严重时会造成洞口的坍塌，发生事故，故洞口间隙必须做好封闭。在顶进坑入洞口、接收坑出洞口处墙壁上均需安装止水环。

4.2.6 机头入洞

将机头徐徐推进洞口里，待刀盘全部进洞，调整止水圈位置，使其完全封闭地下水，顶管进入路基前作为该段顶

管的试验段，期间确定地层土质、泥水仓压力、出土量、注浆量、顶进速度等顶管参数，优化施工，之后正常顶进。

4.2.7 顶进操作程序

顶进操作程序见图3。

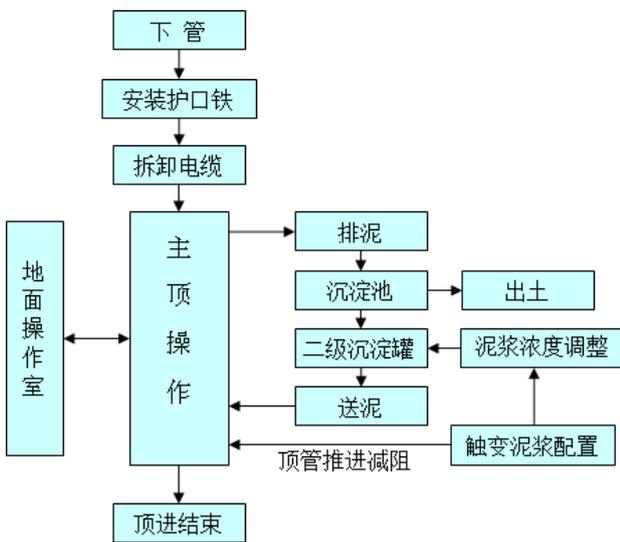


图3 顶进操作流程

泥水仓压力的设定：

按地质变化及顶管机埋深变化对泥水仓压力进行调整，管顶覆土大时，需增加泥水仓压力，管顶覆土变小时需减小泥水仓压力，本工程泥水仓压力控制在0.08~0.12MPa。

触变泥浆减阻：

顶管过程中，须同步注入减阻泥浆，它是减少顶进阻力、提高顶进速度的重要一环。现场设置搅拌罐一套，储存罐两个。触变泥浆主管路使用DN50钢管，泥浆通过注浆泵送至坑下主管道内。减阻泥浆采用膨润土配制而成。膨润土一般要求胶质价在80以上。

①检验：膨润土进场后，先测定其胶质价，根据胶质价确定配合比。

②拌合：将一定量的水放入搅拌罐内，放入一定量的碱粉，碱完全溶化后。在搅拌机转动的情况下，将一定量的膨润土徐徐加入搅拌罐内，一般10~20min就可搅拌均匀。泥浆制备后，须静置24h才能使用。使其充分吸水、膨润成胶体状态，使用比重计测其比重，约在1.2g/cm³为宜。

③注浆：在机头尾部设置有触变泥浆注浆孔，顶进施工的同时注入触变泥浆，以形成原始浆套；每节混凝土管均有三个注浆孔，顶进过程中，通过注浆孔持续补浆。注浆使用挤压式注浆泵，注浆口压力控制在0.10~0.15MPa。视储浆池内触变泥浆下降的速度及顶镐压力表读数调节注浆压力。

④若施工时遇见无水沙土等特殊土质，须在触变泥浆中掺加石灰膏等附加剂，增加泥浆黏度，保水性。

4.2.8 顶后处理

①泥浆置换：

在顶进过程中，管壁外的土体受到扰动，上层土体易形成松动或空洞，引起地面沉降或塌陷。顶管工序结束后，从混凝土管内部通过注浆孔向管外土体注入加固浆液，对土体进行加固，可最大限度地消除因顶管施工造成的地面沉降。

注浆所需的设备有：空压机、搅拌机、压力罐、注浆管等。注浆设备加装隔膜型压力表，现场根据土质及覆土深度确认注浆压力，参考注浆压力为0.05~0.15MPa。

使用的注浆材料为水泥加粉煤灰浆，其配比为水：水泥：粉煤灰=6：1：3。由管道内部的注浆孔压注，注浆次数不少于三次，两次间隔时间不大于24h。

注浆工作从开始至结束，都应有专职人员全过程控制，并随时到管内检查注浆管路、接头以及管内有无裂缝等情况，如发现异常要立即停止注浆，并将情况反馈。如果从管内压浆孔加固效果不好，可采用从地面打孔的方法压浆固结。

②雷达检测：

土壤加固完毕后，立即进行地探雷达检测，检测顶管过程中对土体的扰动情况，确定土体松散、空洞的位置与规模。

对雷达检测有空洞的地方，及时对土体再一次充填固化。

5 结语

通过上庄路市政工程雨污水管线施工的技术和工程施工管理工作，全面系统地总结了雨污水管线施工中的沟槽围护结构、河流围堰、顶管施工技术及管理重点，为了保证市政给排水管线施工质量，应该高度重视市政给排水管道工程施工质量控制及管理，做好每一道工序，加强施工安全管理，根据工程实际情况制定针对性技术措施。

参考文献

- [1] 王超明.城市给排水的规划过程中遇到的问题及对策探讨经验分析[J].绿色环保建材,2019(4):1.
- [2] 陈田.提升市政给排水设计合理性的措施分析[J].现代物业(中旬刊),2019(3):1.
- [3] 杨汉丽.市政给排水管道施工技术[J].城市建筑,2014(2):67.
- [4] 朱挺峰.市政给排水管道施工技术要点[J].门窗,2014(1):138+141.
- [5] 栾华新.试述市政给排水管线的预设及安装工艺[J].智能城市,2016(1):176-177.