

浅谈顶管施工在城市建设中的应用

闫 鹏

中国能源建设集团江苏省电力建设第一工程有限公司 江苏南京 210000

摘要：随着社会的发展与进步，我国越来越多的城市在管道施工过程中运用到了顶管技术，顶管施工技术在城市建设中具有重要的意义。本文主要介绍顶管技术在城市管道施工中的应用的有关内容。

关键词：顶管；施工；技术；应用

概述

顶管施工是继盾构施工之后而发展起来的一种地下管道施工方法，它不需要开挖面层，并且能够穿越公路、铁道、河川、地面建筑物、地下构筑物以及各种地下管线等。顶管施工借助于主顶油缸及管道间中继间的推力，把工具管或掘进机从工作井内穿过土层一直推到接收井内吊起。与此同时，也就把紧随工具管或掘进机后的管道埋设在两井之间，以期实现非开挖敷设地下管道的施工方法。解决了管道埋设施工中对城市建筑物的破坏和道路交通的堵塞等难题，在稳定土层和环境保护方面凸显其优势。这对交通繁忙、人口密集、地面建筑物众多、地下管线复杂的城市是非常重要的，它将为城市创造一个洁净、舒适和美好的环境。

一、工程概况

某县雨污分流处理工程西起康乐路，东至铁匠铺河道，设计污水管道全长4.1km，末端污水分段接入南北向设计主管中，设计主管然后通过顶管的方式穿越沿黄公路，分段接入黄河外河畔东西向现状DN800污水主管道中，汇入污水处理厂统一处理。

本工程共涉顶管部位七处，由西向东分别为康乐路、神华路、纵16路、纵12路、纵11路、纵10路、沙保线，顶管工业选择人工掘土顶管工艺流程（人工掘进式），顶



管材料选择DN1000 III级钢筋混凝土管（如上图）。

二、设备参数

1.主顶系统

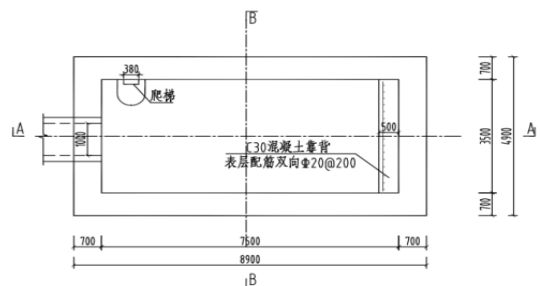
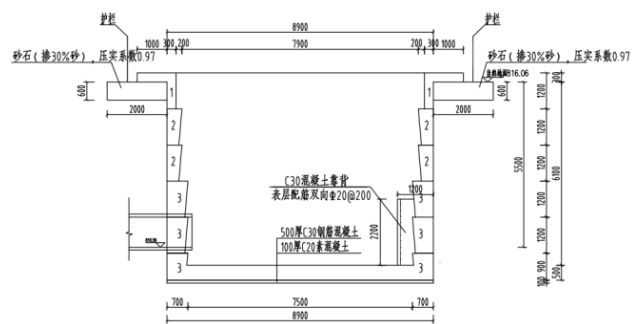
主顶系统装置由：后座墙及后座垫铁、导轨、千斤顶、千斤顶支架、主顶泵站及触变泥浆系统组成，其作用是完成管道的推进。

2.技术参数

(1) 后座墙

后座墙是顶进管道时为千斤顶提供反作用力的一种结构，有时也称为后座、后背或者后背墙等。在施工中，要求后座墙必须保持稳定，一旦后座墙遭到破坏，顶进工程就要停顿。

后座墙采用钢筋混凝土现浇结构，尺寸为3.5m*2.2m，厚度0.5m，表层配筋双向HRB400 20@200布置，C30混凝土浇筑。



后座墙做法

(2) 后垫铁

后垫铁用20mm厚钢板，固定于后靠墙，为顶管的反力提供一个垂直的受力面。

(3) 导轨

导轨用45kg/m重型钢轨制作，导轨基座焊于20#槽钢上。钢横梁置于工作井底板上，并与底板上的预埋件焊接，使整个导轨系统成为在使用中不会产生位移的、牢固的整体。

(4) 千斤顶支架

千斤顶支架是用来支撑并固定主顶千斤顶的构件，用12-16#槽钢加工而成。支架固定在工作井底板的预留板上，支架体要有足够的刚度，要稳定性好，两支架应平行等高，其纵坡应与管道设计坡度一致。

(5) 主顶千斤顶

主顶油缸选用400T的千斤顶，固定在稳固的支架上，支架焊在井底的预留板上，千斤顶着力点应在管轴圆心高度外壁上，对称布置，其合力的作用点在管道的中心上。每个千斤顶的安装纵向坡度应与管道设计坡度一致。使用前应进行调试，要对缸体内进行多次排气，使缸体伸缩自如，不出现爬行现象。

三、顶管施工及方法

1. 沉井施工

(1) 沉井施工工序

根据现场实际和地质情况，本项目工作井采用倒挂法施工，其施工顺序如下：施工准备→地下一层开挖→挂梁钢筋绑扎及混凝土浇筑→地二层开挖→-2层井壁钢筋绑扎及混凝土浇筑→依次开挖施作井壁→开挖至基底标高→封底钢筋绑扎及混凝土浇筑。

(2) 施工方法

①井壁施工

工作井开挖采用人工配合机械，开挖根据现场土质情况逐层开挖，每层开挖1.2m，人工修整井壁，防止基坑井壁及基坑底对土体的过度扰动，确保工作井基坑开挖施工作业面的完成。开挖完成后立即开始1#井壁的钢筋绑扎，浇筑混凝土；待1#井壁混凝土强度达到设计强度要求80%，进行2#井壁的开挖、修整，并将2#井壁的钢筋与1#井壁的钢筋绑扎连接长度不小于0.3m，并预留混凝土浇筑口；第3#、4#井壁依次施工。

②封底施工

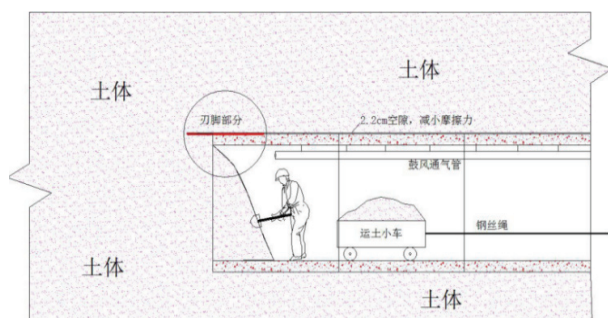
井壁施工至底板标高后，采用C20素混凝土封层，封底厚度为0.1m，然后将最下一层井壁纵向钢筋90°弯钩（不少于50cm）插入基坑封底底板内，与底板钢筋绑

扎并进行混凝土浇筑。

2. 顶管施工工艺（人工掘进式）

(1) 人工掘进式顶管工艺流程

测量引点→工作井施工→测量放样→井下导轨架等设备安装→地面辅助设施安装→吊装就位→激光经纬仪安装→正常顶进→机头管接收井。



施工示意图

(2) 施工方法

①地面上的准备

A. 在顶管顶进施工前，按要求进行施工用电，排水及照明等设备的安装。施工用电采用100KW+30KW发电机组，用一备一。

B. 保证施工材料，设备及机具必须备齐，以满足本工程的施工要求。管节等准备要有足够的余量。

C. 井上，井下建立测量控制网。

②井下准备工作及井内布置

工作井井内布置主要是后靠背、导轨、主顶油缸、油泵动力站、钢制爬梯等。顶管后垫铁为钢板，安装时按照测量放样的基线，吊入井下就位安装固定。基座上的导轨按照顶管设计轴线并按实测洞门中心居中放置，并设置支撑加固，保证基座稳定不变形。

③导轨及机头

导轨设置在封底基础之上，其作用是引导管子按照设计的中心线和坡度顶进，保证管子在顶入土中之前位置准确。采用38#钢导轨，长度等于基础长，导轨高134mm，导轨基础垫层为300mm。两根钢轨的距离控制在管径的0.45~0.6倍之间。

④顶进施工

A. 导轨、后背完成顶管设备安装就位后，即可进行顶进工作。将第一节管下至导轨上，校核导轨的中线和高程以及坡度，合格后即可顶进。第一节管安放合格后，管前端安装钢刃角→开启高压油泵、千斤顶工作→管道顶入土内300mm停止顶进，进行人工掏土作业，到管前端钢刃角边止→开启高压油泵再顶进300mm→人工掏

土，以上操作反复进行，最终达到全部顶完。

B. 顶管作业中必须严格遵守“先顶后挖”的原则，严禁超挖。人工掏土必须先上部后下部，管前掏土距离30cm/次，管顶超挖不超过5cm，管下部135°范围内严禁超挖。

C. 出土有固定的出土方向，出土采用专用运土小车，小车装土运到工作坑内后由汽车吊吊到自然地面，按固定的出土方向，堆入在规定的弃土场。顶进过程中，应随时进行高程和中心的校核测量，每班应有顶管记录和交接班记录，及时控制高程与中线，随时纠偏。

⑤触变泥浆

膨润土泥浆的拌和时间一般为20至30分钟。泥浆制备后，须静置24小时方可使用，使其充分吸水，膨润成胶体，使用比重计测其比重，掌握在 $1.15\text{g}/\text{cm}^3$ 为宜。

顶进施工的同步注入触变泥浆，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 $0.13 \sim 0.22 \text{ MPa}$ 。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。

⑥测量、纠偏

A. 顶进高程测量：首先在顶管工作坑内设置两个稳固的临时水准点，每次高程测量都要进行闭合检验。在第一节管入土时，高程测量间隔为30cm/次。特别注意第一节管节的末端高程的测量，以掌握首节管坡度。在以后的正常顶进中，测量间隔放大至60cm/次。每顶完一程后，对前端进行水平测量，若发现“扎头”或“抬头”问题，认真作记录，为下一程顶进时纠正提供依据。

B. 中心偏差测量：中心测量采用全站仪定位。在顶管的前端及最后端管内顶部标注顶进中心轴标尺，用经纬仪测量每顶一程的左右偏差变化，认真作顶进测量记录，为下一程顶进时纠偏调整提供依据。

C. 纠偏：顶管的纠偏方法。在顶管中如发现偏斜，必须及时给予纠正，否则偏斜会越来越严重，甚至发展到无法顶进的地步。出现偏斜的主要原因有管节接缝断面与中心线不垂直；预挖土洞方向及尺寸不正确；管道周围土层的工作性质差异较大，用两台千斤顶顶进时出镐不同步等。工程中采用人工和机械方法进行校正。

D. 测量与校正。在顶第一节管时，以及在校正偏差过程中，测量间隔不能超过30cm，保证管道入土的位置

正确；管道进入土层后的正常顶进，测量间隔不能超过100cm。

⑦注入水泥浆

顶管完成后及时对管道外壁进行充填加固，把原注入的触变泥浆置换。使用的泥浆置换材料为水泥浆，其配比为水：水泥：粉煤灰=5：1：3。通过管道内部的压浆孔压注，注浆次数不少于三次，两次间隔时间不大于24小时。

每二节混凝土管编为一组，分为注浆孔与排浆孔。将注浆泵清洗干净，吸浆龙头放入灰浆池内，开启注浆泵，打开第一组注浆孔，当第一组排浆孔冒出灰浆后，关闭阀门，再打开第二组，以此类推，直到全线完成。再关闭所有阀门，保压三十分钟，保压时注浆压力为 $0.5 \sim 1 \text{ MPa}$ 。

泥浆注入完成后，应拆除主通道浆管和管内弧形浆管就地清洗，以免浆液凝固堵塞。

结束语

顶管施工较之开槽埋管有很多优点：减少了土方开挖量；无需隔断交通；施工作业人员少；提高了施工的安全性；建设公害小；提高了文明施工的程度；在覆土深度大和原地下设施多的情况下，可缩短工期，降低工程造价。当然该施工法亦有一定的局限性和一些不足，随着对该施工法的不断研究和更为广泛的应用，定会得到提高和完善。

如今，顶管施工作为一种常规的施工工艺，以其施工速度快、施工精度高、适应土质范围广，施工技术日趋完善、工程造价不断降低，而广泛地得到业主和施工单位的认可和欢迎。随着我国经济的不断发展，城市化进程的加速，顶管施工必将以其独特的优势在城市建设中的各领域得到更广泛的应用和发展，发挥出更大的作用。

参考文献

[1] 宁文国, 谭国祥. 顶管施工技术在复杂地质条件下的应用[J]. 山西建筑, 2008, 34(26): 159—160.

[2] 马庆洋, 张卓慧. 浅谈市政道路污水管顶管施工技术的应用[期刊论文]《城市建设理论研究(电子版)》-2013年7期