

常用市政管网施工方法研究

齐艳龙

山西鹏翔工程咨询有限公司 山西 永济 044500

摘要: 市政管网是城市运行的基础设施“生命线”，施工方法的合理选择直接影响工程质量、工期与成本。本文系统梳理了明挖施工、顶管施工、定向钻施工及夯管施工等常用市政管网施工方法，从沟槽开挖、降排水、管道安装、沟槽回填等明挖关键工序，以及各类非开挖工艺的技术原理出发，对其技术性能、经济成本及适用场景进行了综合对比分析，为不同工程条件下施工方案的优化选择提供了科学依据。

关键词: 市政管网；施工方法；明挖施工；顶管施工；定向钻施工

引言: 随着我国城镇化进程持续加快，市政管网工程建设规模不断扩大，给水、排水、燃气、供热等地下管线系统日益复杂，对施工技术提出了更高要求。传统明挖施工虽工艺成熟，但在城市核心区域面临破路扰民、交通影响大等突出问题；而顶管、定向钻、夯管等非开挖技术的快速发展，为复杂环境下管网施工提供了新路径。本文围绕常用市政管网施工方法展开研究，对比分析各类工艺的技术特点与适用条件，以期工程实践提供参考。

1 市政管网工程概述

市政管网工程是城市基础设施建设的重要组成部分，主要包括给水、排水（雨水、污水）、燃气、供热、电力及通信等各类地下管线系统。该工程旨在实现城市各类流体介质和能量的安全、高效输送与排放，是保障城市正常运行和居民生活的“生命线”。市政管网工程通常沿城市道路敷设，施工过程中涉及土方开挖、管道安装、接口处理、回填压实及路面恢复等多道工序。由于管线种类繁多、埋深不一，施工中需综合协调各专业管线的空间布局，避免交叉冲突，同时兼顾地下既有管线和地面交通的保护^[1]。近年来，随着“海绵城市”和“地下综合管廊”等理念的推广，市政管网工程正朝着系统化、智能化和绿色化方向发展。

2 常用市政管网施工方法分类

2.1 按开挖方式分类

市政管网施工按开挖方式可分为明挖施工和非开挖施工两大类，是目前行业最核心的施工分类方式，两类工艺适用场景、施工流程差异显著。明挖施工又称开槽施工，是传统主流工艺，指通过直接开挖地面沟槽，完成管道铺设、安装、回填等全套作业，施工工艺成熟、操作简单、可视性强，质量便于把控，适用于场地开阔、无重要地下管线、交通压力较小的施工区域。非开挖施工是现代化微创施工工艺，无需大面积开挖地表，仅通

过小型工作井、接收井或地面钻孔完成地下管道铺设、修复与更换，最大程度保留原有路面和地貌。该方式有效规避了明挖施工大面积破路、扰民、影响交通的弊端。

2.2 按管道材质分类对应的施工特点

市政管网常用管材包含混凝土管、铸铁管、钢管、PE管、PVC管等，不同材质管材的物理性能、施工工艺、适配场景差异较大。混凝土管刚度大、造价低、耐腐蚀，多用于市政雨水、污水管网，施工特点为重量大、运输吊装难度高，接口密封要求严格，沟槽基底需做好平整夯实处理，避免管道受力断裂。铸铁管强度高、抗冲击性好，适配给水、燃气管道，施工接口多采用承插式连接，安装便捷，抗震性能优于混凝土管，但需做好防腐处理。钢管承压能力强、柔韧性好，适用于高压燃气、热力及跨路段管道，施工需进行焊接、防腐、防锈处理，工艺复杂度较高。PE、PVC塑料管材重量轻、柔韧性佳、密封性好、施工效率高，适配给排水低压管网，可适配明挖及非开挖多种施工方式，但耐高温、抗高压性能较弱，不适用于高温高压工况。

2.3 施工方法选择的影响因素

市政管网施工方法的选择需结合工程实际综合研判，核心影响因素涵盖场地条件、工程参数、环境要求、经济成本四大维度。首先是场地环境因素，施工区域的交通流量、周边建筑密度、地下管线分布、地面地貌是首要考量，繁华城区、管线密集区优先选用非开挖工艺，城郊开阔区域可采用低成本的明挖施工。其次是工程技术参数，包含管道管径、埋深、长度、材质及介质压力，大管径、浅埋管道适配明挖施工，小管径、深埋、长距离管道更适合非开挖顶管、定向钻工艺。再次是工期与环境要求，短期应急工程、小型管网工程可选用工艺简单的明挖施工，对扬尘、噪声、交通管控严格的区域，优先微创非开挖工艺。最后是经济成本，需综合核算施工

造价、拆迁补偿、道路修复、运维成本,结合工程预算平衡技术可行性与经济性,选择最优施工方案。

3 明挖施工方法

3.1 沟槽开挖

沟槽开挖是市政管网明挖施工的首道工序,施工质量直接决定后续管道安装精度与工程整体稳定性。施工前需完成现场勘测、放线定位,根据管道管径、埋深、土质条件确定沟槽开挖宽度、坡度与深度,严格按照设计图纸放出沟槽边线与中线^[2]。开挖作业优先采用机械开挖,人工配合修整,针对狭窄场地、浅沟槽及基底精细找平环节采用人工施工,避免机械超挖扰动基底原状土。开挖过程中需实时监测沟槽边坡稳定性,根据土质情况设置合理放坡,粉质土、砂土等松软土质需加大放坡比例。同时做好沟槽排水坡度,避免槽内积水浸泡基底。开挖至设计基底标高后,需及时平整基底,清除杂物、软土,若基底土质较差,需换填砂石并夯实,基底验收合格后方可进入下道工序,严禁长时间空置沟槽暴露基底。

3.2 降排水施工

降排水施工用于解决明挖沟槽内地下水、雨水积水问题,保持沟槽基底干燥、土体稳定,是保障施工顺利开展的关键工序。市政管网施工场地地下水环境复杂,沟槽开挖后易出现积水、涌水、土体软化、边坡滑移等问题,因此施工前需结合地质勘察报告制定专项降排水方案。常用施工方法包含集水井排水、轻型井点降水、深井降水等,浅层积水、水量较小的沟槽采用集水井排水,在沟槽两侧设置集水井,通过水泵持续抽水;地下水位高、土层透水性强、涌水量大的区域,采用井点降水工艺,降低整体地下水位。降排水需全程持续进行,从沟槽开挖前启动,直至管道安装、回填施工完成且土体稳定后停止。

3.3 管道安装

管道安装是明挖施工的核心工序,直接决定管网的密封性、稳定性和使用年限,需严格遵循标准化施工流程。安装前需完成管材检验,核对管道规格、材质,检查管道有无破损、裂纹、老化等质量问题,清理管道接口杂物,同时对沟槽基底再次找平、夯实,确保基底承载力达标。管道铺设采用吊装或人工下放方式,轻吊轻放,避免碰撞损坏管材及接口。安装过程中严格控制管道轴线、高程、坡度,保证管道顺直、坡度均匀,避免倒坡、错位。不同材质管道采用对应接口工艺,混凝土管采用砂浆抹带密封,塑料管用热熔、胶圈承插连接,钢管采用焊接防腐处理。接口施工完成后及时进行密封性检测,排查渗漏隐患。管道安装完成后,做好临时固

定,防止管道偏移、上浮,为后续回填施工奠定基础,全程把控安装精度与施工质量。

3.4 沟槽回填

沟槽回填是明挖施工的收尾工序,主要作用是固定管道、恢复场地地貌、保障路面承载力,避免后期地面沉降、管道变形破损。管道安装验收合格、闭水试验达标后,方可开展回填作业。回填前需彻底清理沟槽内积水、杂物、淤泥,选用级配良好、无大块硬块、无腐殖质的素土或砂石作为回填材料,严禁使用建筑垃圾、冻土、淤泥等不合格材料^[3]。回填采用分层摊铺、分层夯实的方式,每层摊铺厚度控制在20~30cm,采用小型夯实设备压实,管道两侧及管顶50cm范围内需人工精细夯实,避免机械碾压损伤管道。回填过程中严格检测压实度,管顶、路基范围内压实度需满足设计规范标准。回填完成后做好场地平整,恢复路面、绿化及原有设施。

4 非开挖施工方法

4.1 顶管施工法

顶管施工法是应用最广泛的非开挖施工技术,核心原理是借助主顶油缸推力,将工具管和后续管道从工作井推入土层,穿越地下土层直至接收井,无需开挖地表即可完成管道铺设。该工艺主要适用于大管径、长距离、深埋式市政管网施工,多用于污水、雨水、热力等大型管道穿越道路、河道、建筑群的场景。施工流程主要包含工作井与接收井施工、设备安装、机头掘进、管道顶进、泥浆护壁、洞口封堵等环节,施工过程中通过机头挖掘土体,同步顶进管道,利用泥浆系统降低顶进阻力、稳定孔壁。顶管施工最大优势是无大面积破路、不影响地面交通与周边环境,施工安全性高、管道铺设精度高、后期沉降小。

4.2 定向钻施工法

定向钻施工法是一种微创、高精度的非开挖施工技术,凭借导向钻机操控钻头轨迹,先钻制导向孔,再逐级扩孔,最后回拖铺设管道,广泛应用于小管径、长距离柔性管道施工。该工艺主要适配PE管、钢管等柔性管材,多用于给水、燃气、通信电力管网铺设,适合穿越城市主干道、高速公路、河道等严控开挖的区域。施工前期通过精准勘测设计钻孔轨迹,规避地下管线和障碍物,施工时依托导向系统实时监测钻头位置,精准控制钻孔坡度与走向,扩孔完成后匀速回拖管道,保障管道顺直无扭曲。定向钻施工占地面积小、施工速度快、扰民程度极低、路面零破坏,综合施工效率优于顶管工艺。

4.3 夯管施工法

夯管施工法是一种简易高效的非开挖微创工艺,核

心利用气动夯管锤的冲击冲击力,将钢质管道直接夯入地下土层,形成管道通道,完成管网铺设作业。该工艺操作简单、设备轻便、施工成本低廉,是短距离、小管径管道穿越施工的优选工艺,主要适用于给排水、燃气小型钢管铺设,多用于穿越小区道路、小型巷道、绿化带等短距离穿越工程。施工无需复杂导向系统,只需平整作业场地、固定设备,借助夯管锤持续冲击,将管道匀速夯入土层,施工流程简单、上手快、工期极短。相较于顶管和定向钻,夯管法设备投入小、施工成本最低、对场地要求极低。但该工艺施工精度相对较差,管道易出现轻微偏移,仅适用于短距离、低精度要求的小型工程,不适用于长距离、大管径及复杂地质、高精度管控的市政主干管网施工。

5 各施工方法综合对比分析

5.1 技术性能对比

从技术性能层面对比,明挖、顶管、定向钻、夯管四种施工方法各有优劣,适配不同技术需求的工程场景。明挖施工技术最成熟,施工可视性强,管道安装精度可控,可适配所有管径、各类管材及深浅埋工况,施工质量易检测、隐患易排查,技术容错率高,但沟槽施工易受天气、土质影响,边坡稳定管控难度较大。顶管施工技术稳定性最优,成孔质量高、管道线形规整、施工精度高,抗地层干扰能力强,适配大管径、深埋、长距离主干管网,技术可靠性极强,唯一短板是施工工艺复杂、设备调试难度高。定向钻施工微创性、灵活性突出,钻孔轨迹精准可控,适配柔性管道长距离穿越,但硬岩、卵石地层适应性差,大管径施工技术受限。夯管施工技术最简单、操作便捷,但施工精度最低,管道偏移风险高,仅能满足基础铺设技术要求,适用技术场景单一。

5.2 经济性能对比

经济性能主要从施工造价、设备成本、工期成本、后期修复成本多维度综合对比。明挖施工设备简单、工艺成熟、人工成本低,直接施工造价最低,是经济型施工工艺,但存在显著隐性成本,大面积破路会产生高额道路修复、渣土清运、交通疏导费用,城区施工综合总成本偏高。夯管施工设备投入少、工期短、无需大面积开挖,综合造价低廉,隐性成本极低,整体经济性最优,适合小型短距离工程^[4]。定向钻施工设备中等、施工效率

高、工期短,无路面修复成本,城区中短距离柔性管道工程经济性良好,但管材适配性受限。顶管施工设备昂贵、施工工序复杂、人工及耗材成本高,直接造价最高,工期相对较长,但无路面破损、无大额修复费用,长距离大管径主干管网工程中,综合长期运维成本具备一定经济优势,适配大型重点市政工程。

5.3 适用场景对比

结合工艺特点与工程实际,各类施工方法的适用场景区分明确、互补性较强。明挖施工适用于城郊道路、新建开发区、空旷绿地、乡村市政管网等场地开阔、交通流量小、地下管线稀少、对施工扰民要求低的区域,适配各类管径、材质的管网新建与改造工程。顶管施工专属城市主干道、繁华商圈、跨河道、跨铁路等核心区域,适用于大管径、深埋、长距离市政主干雨污、热力管网施工,是大型重点管网工程的核心工艺。定向钻施工主要用于中小管径柔性管道,适配城市交通主干道、高速沿线的给水、燃气、通信管网穿越施工,主打微创高效施工场景。夯管施工仅适用于短距离、小管径钢管铺设,多用于小区内部道路、巷道、绿化带等小型辅助管网穿越工程,是小型简易管网施工的优选工艺。

结束语

市政管网施工方法的选择需综合考量场地条件、工程参数、环境要求及经济成本,明挖与非开挖各有优劣、互为补充。明挖施工技术成熟、适用面广,仍是开阔区域的首选方案;顶管、定向钻、夯管等非开挖工艺在城市核心区优势显著,有效解决了破路扰民难题。未来,随着智能化监测、BIM技术及新型管材的推广应用,市政管网施工将朝着更高效、更绿色、更智能的方向持续发展,为城市可持续建设提供有力支撑。

参考文献

- [1] 龚建军.常用市政管网施工方法研究[J].散装水泥,2025,(4):79-81.
- [2] 高暖,石斌,于海涛.市政管网施工中的环境影响及控制方法研究[J].工程与建设,2022,36(1):184-185.
- [3] 林志棠.市政管网施工中的顶管施工技术探讨[J].门窗,2024,(21):76-78.
- [4] 于慧明.BIM技术在市政管网施工中的应用研究[J].砖瓦世界,2024(11):166-168.