

城市市政管网工程施工技术及管控措施

汪 灿

湖北禹龙水利水电工程有限公司 湖北 武汉 434000

摘 要：现阶段城市市政管网建设逐步转向微创化、数字化、集约化模式，传统施工方式的弊端逐步凸显。本文结合当下城市管网建设发展趋势，梳理新型管网施工核心技术，涵盖非开挖修复、精准开挖、智能敷设等主流工艺。同时从施工前期筹备、现场过程、质量安全、数字化管理四个维度，制定贴合现场实操的管控措施，解决管网施工路面破损、管线碰撞、运维困难等常见问题，为现代城市地下管网工程高效、稳定施工提供实操参考。

关键词：城市；市政管网工程；施工技术；管控措施

引言

城市市政管网是保障城市供水、排水、电力、通信输送的地下基础载体，直接关系城市正常运转和居民日常生活。随着城市建成区不断扩张、老旧城区持续更新，地下管网布局愈发复杂，传统粗放式施工已无法适配现代城市建设需求。当下管网施工既要控制对城市路面、周边建筑和居民生活的影响，还要提升管网施工精度和后期使用寿命。基于行业最新发展趋势，优化施工技术、完善全流程管控体系，成为市政管网工程建设的核心工作。

1 市政管网工程施工整体发展现状

当前国内城市市政管网建设处于新旧更替、提质增效的关键阶段，行业施工模式、建设逻辑正全面迭代升级，逐步摆脱传统粗放的建设体系。过去市政管网施工以全域开挖、人工操作为主，机械化、数字化配套水平不足，作业流程单一固化。该模式仅适配早期基础建设需求，在现代城市精细化建设背景下，短板持续凸显，存在施工效率偏低、场地破坏范围大、工程返工率较高等问题。长期粗放施工容易造成同一路段反复破路施工的情况，不仅消耗大量人力、物力资源，还持续增加城市基建养护成本，不利于城市长效建设发展。随着现代城市建设标准不断提升，市容管理、交通通行、居民生活保障的要求持续提高，管网施工正式确立低扰动、高精度、短周期的核心建设标准^[1]。各类新型施工工艺与数字化作业技术快速落地普及，逐步替代传统人工开挖模式，微创施工、非开挖修复、智能监测等技术，凭借干扰小、精度高、适配性广的优势，成为现阶段管网施工主流工艺。当下管网建设规划逻辑也发生明显转变，摒弃了单一管线独立施工的零散模式，推行多管线集约

化、一体化统筹建设，新建城区普遍采用综合管廊建设模式，实现各类地下管线集中布设、统一管控。目前行业施工重点集中于老旧城区管网改造，这类区域管线排布密集、交叉重叠严重，原始施工资料缺失较多，管线老化破损问题普遍，对施工精度和现场管控细致度提出更高要求。整体行业发展重心不再局限于完成基础施工任务，转而兼顾施工效率、工程质量、城市环境、交通保障与后期运维，数字化、精细化、绿色化成为管网施工核心发展方向。

2 现代市政管网核心施工技术

2.1 精准微创开挖施工技术

精准微创开挖技术是适配城区核心路段、老旧街巷施工的基础工艺，核心是缩小施工作业范围，降低对周边环境的干扰。施工前期依托地质雷达、管线探测设备，对作业区域地下管线、地质结构进行全面扫描，精准定位既有管线位置、埋深和走向，规避管线碰撞问题。结合探测数据规划精细化开挖路径，摒弃传统大面积破除路面的作业模式，采用小型机械化设备完成局部开挖、沟槽修整作业。沟槽施工过程中，同步配套针对性支护结构，根据土层条件选用钢板桩、小型支护框架等设施，防止沟槽坍塌。施工全程控制开挖深度和宽度，误差控制在厘米区间，减少土方开挖量和路面破损面积。该技术适配城市建成区各类管网新建和改造工程，能够有效缩短道路围蔽时长，适配城区常态化交通通行需求，是目前城区管网施工的基础常用技术。该技术可适配软土、回填土、普通黏土等多种城市常见地质条件，可灵活适配窄街巷、临街商铺、居民区等受限施工场地，大幅降低管网施工对城市市容、交通和居民日常出行的影响，适配当下城市精细化建设的基础要求。

2.2 非开挖管网施工与修复技术

非开挖技术是现阶段老旧管网改造的核心技术,无需大面积破除路面,仅通过定点作业即可完成管线敷设、修复和更换作业。目前行业常用工艺包含顶管施工、原位固化修复、螺旋缠绕修复等多种类型,适配不同管径、不同破损程度的管网工程。顶管技术主要用于新建横穿道路、河道的管网,通过工作井和接收井布设设备,利用机械顶进方式完成管线敷设,全程无需开挖地表。原位固化修复技术针对老旧破损管道,通过浸渍树脂材料的软管置入旧管道,固化后形成全新管道结构,完成旧管翻新。螺旋缠绕修复适用于管道局部破损、渗漏修复,通过机械缠绕型材加固管道内壁^[2]。这类技术整体作业量小、施工周期短,基本不会影响路面交通和周边居民生活,彻底解决了传统开挖施工的各类弊端,适配现代城市管网更新改造需求。现阶段非开挖技术已实现标准化模块化作业,设备集成度更高,作业流程更加简化,可针对老旧管网渗漏、老化、堵塞、管径不足等各类问题精准处置,大幅降低老城管网改造的施工成本和工期压力。

2.3 智能化管线敷设与安装技术

智能化敷设技术依托数字化设备和智能工装,提升管网安装的精度和标准化程度,替代传统人工经验式安装模式。施工前通过 BIM 技术搭建地下管网三维模型,整合所有管线数据,提前完成管线碰撞检测、施工工序模拟,优化管线排布方案,规避施工冲突。管线安装过程中,采用自动焊接设备、智能敷设机械完成管材对接、固定作业,统一施工标准,消除人工操作带来的精度偏差。管材进场后,通过智能检测设备核查管材密封性、抗压性,筛选合格管材投入使用。管线敷设完成后,利用激光定位、智能监测设备校验管线坡度、轴线位置,确保安装参数符合施工标准。该技术能够有效提升管网施工合格率,减少后期渗漏、堵塞等问题,提升管网长期运行稳定性。这套智能化施工模式可以实现管线施工全流程数据留痕,摆脱以往依靠工人经验把控施工质量的作业短板,适配多管线交叉、高密度管网布局的施工场景,全面提升地下管网排布的规范性与科学性。

3 市政管网工程全流程管控措施

3.1 施工前期精细化筹备管控

施工前期筹备质量直接决定现场施工的顺畅度,前期管控重点围绕现场摸排、方案优化、物资人员筹备三个核心环节开展。首先完成作业区域全方位摸排,收集区域内既有管网资料、地质数据、道路通行情况、周边

建构筑物分布信息,针对老城区资料不全的区域,加大现场探测范围,补齐数据短板。基于摸排数据编制专项施工方案,结合现场实际选择适配的施工工艺,明确施工工序、作业范围、施工周期,针对复杂路段、交叉管线区域制定专项应对方案,杜绝通用化施工方案套用问题。其次做好物资设备管控,提前核查管材、支护材料、施工设备的性能状态,统一物资进场标准,杜绝不合格材料、老旧故障设备进场作业。最后完成人员岗前统筹,明确各岗位作业职责,针对新型施工设备、数字化操作流程开展岗前实操培训,确保作业人员掌握标准化操作流程。同时提前规划施工围挡、物料堆放、作业通道布局,减少施工对城区环境的占用,为现场施工有序推进奠定基础^[3]。前期筹备阶段还需联动市政、交通、物业等相关单位,提前梳理施工约束条件,协调施工窗口期,提前排查各类前置风险,从源头规避施工停滞、工序冲突、现场返工等常见问题。除此之外,前期需要完成场地整体统筹规划,结合城区人流、车流规律以及周边居民区、商业区分布特点,细化施工布置方案。同步完成临时水电布设、安全防护前置筹备工作,提前排查场地内隐蔽障碍物,对特殊施工点位提前做好预处理规划。

3.2 施工现场动态过程管控

施工现场管控采用动态化、常态化管理模式,实时把控施工工序、作业行为和现场状态。施工过程中严格按照优化后的工序推进作业,把控沟槽开挖、管材安装、接口处理、土方回填等关键工序的作业标准,每道工序完成后开展自检核查,达标后进入下一施工环节。针对机械化作业、智能化设备操作环节,安排专人全程旁站监督,规范设备操作流程,杜绝违规操作引发的精度偏差和设备故障。实时管控施工现场环境,及时清理施工废料、规整施工物料,保持作业区域整洁,做好沟槽积水、边坡稳定性的实时排查,及时处理积水、松土等安全隐患。结合城区施工特点,动态调整作业时间,避开居民休息高峰和交通拥堵时段,减少施工噪音、作业围蔽带来的影响。同时做好现场施工记录,实时更新施工进度、作业状态,及时发现并解决施工偏差、工序滞后等问题,保障施工全程可控。现场同步落实分区管控模式,划分作业区、物料区、通行区,实现施工区域规范化管理,同时依托现场智能监测设备实时采集施工数据,实现现场管控从人工巡查向智能动态管控转变。日常施工中还要落实交接班核查制度,每一班次作业完成后,对施工成果、设备状态、现场隐患进行全面复核,做好交接记录。针对突发天气、临时交通管制等突

发情况,及时调整施工计划,对已完成作业部位做好防护保护,避免外界因素对施工质量和施工进度造成负面影响,实现施工现场全天候、全动态可控管理。

3.3 施工质量与隐患防控管控

质量管控核心是规避管网渗漏、管线错位、结构不稳等常见质量问题,建立全时段质量隐患排查机制。针对管材安装质量,重点管控管线接口密封性、管线坡度、埋设深度等核心参数,杜绝接口松动、管线偏移、坡度不足导致的积水、渗漏问题。管网敷设完成后,按标准开展压力测试、通水试验,全面检测管网整体密封性和通行能力,对检测发现的隐患点位及时整改修复。针对沟槽支护、土方回填等隐蔽工程,加大质量核查力度,回填作业分层开展、分层检测,保证回填密实度达标,避免后期路面沉降、管线变形。隐患防控方面,建立常态化排查机制,每日作业前排查设备状态、沟槽稳定性、管线防护情况,作业结束后复核施工质量。针对复杂地质、管线密集区域,加密排查频次,提前预判坍塌、管线破损等风险,制定应急处置措施^[4]。同时落实质量责任划分,将各区域、各工序质量责任落实到具体人员,提升全员质量管控意识,从源头降低工程质量问题发生率。同时建立质量复检和交叉核查机制,破除单一自检的管控漏洞,针对隐蔽工程、关键工序留存影像和数据记录,实现质量问题可追溯、可整改、可复盘。施工过程中同步建立质量台账,对所有检测数据、整改记录、核查结果逐一登记存档。针对反复出现的微小质量偏差,及时梳理问题成因,调整作业工艺和操作标准,对作业人员进行针对性二次指导。通过常态化质量管控和问题复盘,持续优化施工质量管控体系,从根本上降低管网工程后期质量病害的发生概率。

3.4 数字化运维与竣工长效管控

现代管网工程管控不再局限于施工阶段,延伸至竣工归档和后期运维全周期,依托数字化手段实现长效管控。施工全过程同步录入数字化管理平台,实时上传施工数据、管线参数、作业影像,搭建完整的工程电子档案,替代传统纸质档案,保证管网数据可追溯、可查询。工程竣工后,结合施工建模数据和现场实际施工情况,更新地下管网三维数字模型,精准记录所有管线的位置、埋深、材质、走向等核心信息,为后期管网检

修、改造、扩容提供数据支撑。建立竣工复核机制,全面核查工程施工质量、施工范围、管线参数,确保工程完全符合建设标准后完成竣工验收。后期运维阶段,依托数字化平台开展常态化监测,实时掌握管网运行状态,及时发现管网堵塞、渗漏、老化等问题,实现精准检修。同时建立管网动态更新机制,后续区域新增管线、管网改造后,及时更新数字档案,保证地下管网数据的实时准确性,构建施工、竣工、运维一体化的长效管控体系^[5]。这套数字化长效管控模式,能够打通施工、验收、运维的数据壁垒,解决传统管网资料缺失、数据滞后、运维盲目等痛点,适配智慧城市地下基础设施的建设运行需求。数字化平台可实现多部门数据共享,市政管理、运维养护、工程建设等多方单位可同步调取管网数据,提升协同作业效率。

结语

城市市政管网工程是城市建设的核心基础工程,施工技术的升级和管控体系的完善,是提升管网建设质量、适配现代城市发展的关键。当下微创化、非开挖、智能化施工技术的普及,有效解决了传统管网施工的各类短板,提升了施工效率和工程品质。全流程精细化、数字化管控模式,实现了施工全过程可控、质量隐患可防、后期运维可溯。未来市政管网工程建设需持续贴合城市更新需求,不断优化新型施工工艺,完善数字化管控体系,持续提升城市地下管网建设标准化、精细化水平,夯实城市基础设施建设基础。

参考文献

- [1] 杨琪. 市政给水管网改造工程施工关键技术研究 [J/OL]. 中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2026,(4):204-207.
- [2] 黎弘东. 城市供水管网改造工程施工安全与风险管控研究 [J/OL]. 中国科技期刊数据库工业 A,2026,(6):123-126.
- [3] 马兰. 某市政管网工程顶管施工管理实践与技术创新 [J]. 城市道桥与防洪,2026,(5):329-333.
- [4] 张芳. 城市市政给水管网优化技术措施研究 [J]. 科学技术创新,2026,(1):166-169.
- [5] 张旋. 市政公用工程施工存在的技术问题及质量控制方法分析 [J]. 中国厨卫,2026,25(7):393-395.