

市政施工中地下管线施工技术

邹 军

四川纳诺建筑工程有限公司 四川 成都 610093

摘 要：市政地下管线施工技术应用受地质环境、管线特性、工期成本等因素影响，常用技术包括开挖、非开挖及修复改造技术。施工质量控制要点涵盖施工前准备、过程控制及验收维护。当前存在管线信息管理混乱、技术应用不规范、技术装备与人员能力不足、跨部门协同机制缺失等问题。为此，需优化技术应用规范，完善管理与协同机制，如构建统一信息管理平台、建立跨部门协调机制、强化企业与研发单位合作等。

关键词：市政施工；地下管线；施工技术

引言：市政地下管线作为城市基础设施的关键构成，其施工技术关乎城市运行与居民生活质量。当前，市政地下管线施工面临地质环境复杂、管线特性多样、工期成本限制等多重挑战，虽已形成开挖、非开挖及修复改造等施工技术体系，但在实际应用中仍存在信息管理混乱、技术不规范、装备人员不足、协同机制缺失等问题。基于此，深入剖析其施工技术应用的影响因素、类型及质量控制要点，并提出优化策略，具有重要的现实意义。

1 市政地下管线施工技术应用的影响因素

市政地下管线施工技术的选择与应用绝非简单的技术操作，而是一个需要综合权衡多方面因素的系统工程，只有全面考量这些因素，才能确保施工方案切实可行且科学合理。结合多年实际工作总结有以下影响因素：

（1）地质与环境因素是首要考量。不同区域的地质条件千差万别，土壤类型、地下水位、岩层分布等都会对施工技术产生直接影响。在软土地层中，由于其承载力弱、易变形，施工时必须重点考虑基坑支护与沉降控制，防止因地基不稳导致管线移位或损坏。而在地下水位较高的区域，降水处理就成为关键环节，若处理不当，不仅会影响施工进度，还可能引发安全事故。此外，施工周边的环境敏感点也不容忽视，学校、医院、历史建筑等对施工产生的噪音、扬尘等极为敏感，这就要求施工技术具备低噪音、低扬尘的特点，以减少对周边环境的影响。

（2）管线自身特性也是重要影响因素。管线的材质多样，如钢管、球墨铸铁管、PE管等，不同材质的物理化学性质不同，对应的连接工艺也各有差异。管径大小和输送介质同样会影响敷设要求，例如燃气管道输送的是易燃易爆气体，对密封性要求极高，必须采用精准的焊接或熔接技术，确保管道连接处万无一失。

（3）施工工期与成本因素同样不可忽视。在满足质量与安全要求的前提下，要结合工期目标选择高效的施工技术，以缩短施工周期，减少对城市交通和居民生活的影响。同时，通过技术优化控制施工成本，实现质量、效率与成本的平衡，提高项目的经济效益和社会效益^[1]。

（4）在市政地下管线施工中，原有各类管道高程是重要影响因素。通讯、燃气、自来水以及军用等既有管道，其高程位置固定。新建管道施工时，若未精准考量这些原有管道高程，极易出现碰撞冲突，导致施工受阻、成本增加，甚至引发安全事故，影响整体施工进度与质量。

2 市政地下管线常用施工技术类型

2.1 开挖施工技术

开挖施工技术作为传统的地下管线施工手段，在市政工程领域应用广泛，主要涵盖明挖法和开槽埋管法，通常适用于管线埋深较浅且周边环境允许进行开挖作业的场景。

（1）明挖法施工时，需先按照设计要求精准开挖基坑或沟槽，为后续管线敷设创造作业空间。待管线敷设、连接等关键工序完成后，再进行回填工作。由于开挖过程中基坑或沟槽的稳定性至关重要，因此必须依据实际地质条件，科学合理地选择相应的支护措施。常见的支护方式有钢板桩支护，其具有施工速度快、可重复使用等优点；土钉墙支护适用于有一定粘结力的土层，能有效增强边坡稳定性；排桩支护则适用于较深的基坑，能提供可靠的侧向支撑。同时，为确保基坑在干燥环境下作业，避免地下水对施工造成干扰，需配备井点降水等降水设备，降低地下水位。

（2）开槽埋管法是在开挖好的沟槽内进行管线敷设，施工流程包含测量放线、沟槽开挖、基底处理、管线敷设、接口处理以及回填夯实等多个环节。该技术具有操作

简便、成本较低的优势,但会对地面交通和周边环境产生较大影响。因此,施工结束后,必须严格做好沟槽回填的压实工作,防止后期出现地面沉降等质量问题。

2.2 非开挖施工技术

非开挖施工技术凭借其对地面环境干扰小、施工效率高的显著优势,在市政地下管线施工领域的应用日益广泛,成为传统开挖施工的有力补充。该技术主要包括顶管法、水平定向钻法和盾构法等多种方式。

(1) 顶管法无需大面积开挖地面,而是借助顶进设备,将管线从预先修建好的工作井精准顶入接收井,尤其适用于管径较大(通常 $\geq 800\text{mm}$)的给水、排水、燃气等管线的施工。施工时,先精心修建工作井和接收井,利用千斤顶强大的推力推动管节稳步前进,同时依靠先进的导向系统精确控制管线走向,最大程度减少对周边地层的扰动,保障施工安全与周边环境稳定。

(2) 水平定向钻法主要用于小口径管线(如通信电缆、燃气管线)的敷设。它通过钻具在地下按照预设轨迹钻出导向孔,随后回扩孔道并将管线拉入,具有施工周期短、占地面积小的突出特点,特别适用于穿越道路、河流、建筑物等不宜进行开挖作业的区域。

(3) 盾构法适用于大直径、长距离的地下管线施工。它借助盾构机在地下掘进的同时,同步完成管片拼装或管线敷设,自动化程度高、施工安全性强,但设备投入成本较高,多应用于大型市政管线工程^[2]。

2.3 管线修复与改造技术

在市政工程中,既有地下管线常因长期使用而出现老化、破损以及功能不足等问题,严重影响城市的正常运行与居民的生活质量。因此,管线修复与改造技术成为市政施工不可或缺的关键环节,主要涵盖内衬法、缠绕法和碎裂管法等成熟技术。

(1) 内衬法是在原有管线的内部精心敷设新的内衬管,常用的内衬管材料如HDPE管,具备良好的耐腐蚀性和柔韧性。通过机械牵引或者气压、液压扩张等先进方式,使内衬管与原管线紧密贴合,从而形成复合管道。这种复合结构显著提高了管线的承载能力和密封性,尤其适用于给水、排水管线的修复工程。

(2) 缠绕法借助专用设备,将带状材料在原有管线内部有序缠绕,逐步形成新的管体。该技术施工灵活多变,能够依据管线的断面形状进行精准调整,无论是圆形还是非圆形管线,都能实现高效修复,为不同管径和形状的管线修复提供了可靠方案。

(3) 碎裂管法属于一种创新的管线更换技术,它利用破碎头将原有旧管彻底破碎,同时将新管同步拉入孔

道,实现了旧管更换与新管敷设的一体化作业,适用于那些无法采用内衬法修复的严重破损管线,有效解决了复杂管线的修复难题。

3 市政地下管线施工质量控制要点

3.1 施工前准备阶段控制

施工前的充分准备是保障地下管线施工质量的基础。首先需开展详细的勘察工作,通过地下管线探测仪、地质雷达等设备查明施工区域既有管线的位置、走向、管径、材质等信息,绘制详细的管线分布图,避免施工时造成管线损坏;同时进行地质勘察,明确土壤特性、地下水位等参数,为施工技术选择和方案制定提供依据。其次要做好设计交底与图纸会审工作,施工单位需与设计单位充分沟通,明确设计意图、技术要求和质量标准,对图纸中存在的合理之处及时提出并优化。此外,需编制完善的施工组织设计,明确施工流程、技术参数、安全措施和应急预案,配备符合要求的施工设备与材料,并对施工人员进行技术培训与安全交底。

3.2 施工过程中质量控制

施工过程是质量控制的核心环节,需针对不同施工技术的特点采取针对性措施。对于开挖施工,要严格控制沟槽开挖的坡度和深度,确保支护结构的稳定性;基底处理需达到设计承载力要求,若遇软弱地层需采用换填、夯实等方法加固;管线敷设时需控制高程和轴线偏差,接口施工需符合规范要求,如钢管焊接需进行探伤检测,PE管熔接需确保熔接温度和时间达标。对于非开挖施工,顶管法需重点控制顶进速度和方向,通过监测系统实时调整顶进参数,避免管线偏移或地层沉降;水平定向钻法需精准控制导向孔轨迹,回扩孔时根据地质条件选择合适的扩孔器,确保孔道成型质量;盾构法需控制盾构机的掘进参数,保证管片拼装的密封性和轴线精度。同时,施工过程中需做好原材料和中间产品的质量检验,对管材、管件、焊条等进行进场验收,对接口强度、密封性等进行现场检测^[3]。

3.3 施工后验收与维护控制

施工完成后的验收与维护是保障管线长期稳定运行的关键。验收阶段需按照设计要求和规范标准对管线的高程、轴线、接口质量、密封性等进行全面检测,如采用闭水试验检测排水管线的密封性,采用压力试验检测给水、燃气管线的耐压性能;同时对沟槽回填土的压实度进行检测,确保达到设计要求。验收合格后,需及时整理施工技术资料,包括勘察报告、设计图纸、施工记录、检测报告等,建立完整的管线档案,为后续维护管理提供依据。此外,需制定定期维护计划,通过管道检

测机器人、CCTV检测等技术对管线运行状况进行监测,及时发现并处理管道堵塞、破损等问题,延长管线使用寿命。

4 市政地下管线施工技术现存问题与优化策略

4.1 现存问题分析

当前市政地下管线施工技术应用中仍存在诸多突出问题。一是管线信息管理混乱,部分城市既有地下管线档案资料缺失、更新不及时,甚至存在纸质档案与实际管线不符的情况,施工前勘察时易出现漏探、误判,导致施工中挖断既有管线,引发停水、停气、通信中断等事故。二是施工技术应用不规范,部分施工单位为压缩工期、降低成本,违规简化施工工序,如开槽埋管时未按规定放坡或设置支护,导致沟槽坍塌;非开挖施工中导向孔控制精度不足,造成管线铺设偏差超标,留下安全隐患。三是技术装备与人员能力不足,中小城市施工企业普遍缺乏先进的非开挖施工设备、管线探测仪器和检测设备,仍依赖传统施工工具;同时,施工人员专业素养参差不齐,对新型施工技术的操作熟练度不足,难以充分发挥技术优势。四是跨部门协同机制缺失,给水、排水、燃气、电力等管线分属不同主管部门,施工计划缺乏统筹协调,常出现同一路段重复开挖、管线敷设冲突等问题,不仅浪费建设资金,还严重影响市民出行和城市环境。

4.2 技术应用规范优化

为有效解决施工技术不规范这一难题,需从标准制定与监管执行两个关键维度协同发力:

(1)在标准制定层面,要充分考虑不同区域复杂多变的地质条件以及多样化的管线类型,精心制定具有高度针对性的施工技术标准细则。明确各项关键指标,例如在开挖施工中,规定软土地层中开槽埋管的沟槽边坡坡度不小于1:1.5;在非开挖施工里,要求顶管施工轴线偏差严格控制在50mm以内,同时明确支护参数、非开挖导向精度、接口处理工艺等重要内容,为施工提供精准、细致的指导。

(2)在监管执行方面,强化施工全过程的监督管理。推行关键工序旁站监理制度,安排专业监理人员对沟槽开挖、管线接口处理、回填压实等重点环节进行实时监督,确保施工操作符合规范。同时,引入第三方检测机构,对管线施工质量开展独立检测,检测结果作为工程验收的核心依据,未达标的工程坚决不予通过验收,以此保障施工技术应用的规范性和工程质量^[4]。

4.3 管理与协同机制完善

在管理体系优化进程中,构建统一的地下管线信息管理平台是关键一步。

(1)该平台整合交通、水务、通信等各部门分散的管线数据,借助先进的GIS技术搭建可视化管线信息系统,实现管线位置、材质、管径、建设年代等信息的动态更新与实时共享。施工单位借此可精准查询所需管线数据,有效减少勘察误差,为科学施工提供坚实支撑。

(2)建立跨部门施工协调机制迫在眉睫。由市政主管部门发挥牵头作用,定期组织各管线权属单位召开施工计划协调会,对年度施工项目进行统筹规划,避免同一区域出现重复施工现象。积极推行“一路一规划、多管齐敷设”模式,在道路新建或改造时,同步敷设各类地下管线,显著提高建设效率。

(3)强化施工企业与技术研发单位的合作,积极引进先进施工设备和技术,并开展常态化技能培训,采用“理论+实操”相结合的方式,提升施工人员对新型施工技术的掌握能力,保障技术应用效果。

结束语

市政地下管线施工技术作为城市建设的核心支撑,其发展水平直接影响城市运行的安全与效率。面对地质环境复杂、管线信息碎片化、技术规范执行不严、跨部门协同低效等现实挑战,需从标准制定、监管强化、信息整合、机制创新等多维度协同推进。通过构建动态更新的管线信息平台、完善全流程质量控制体系、推广智能化施工装备、强化多部门协同规划,可有效破解施工难题,提升技术应用效能。未来,随着新材料、新工艺、数字化技术的深度融合,市政地下管线施工将向精准化、绿色化、智能化方向迈进,为城市可持续发展提供坚实保障,助力构建安全、高效、宜居的现代化城市基础设施网络。

参考文献

- [1]王佳岩.市政工程施工中地下管线的保护问题分析[J].科技资讯,2021,19(33):65-67.
- [2]王文龙.地下管线施工技术在市政工程中的重要性及应用[J].中国建筑装饰装修,2021(11):56-57.
- [3]李洁.市政工程施工中地下管线的保护问题[J].中国建筑金属结构,2022(1):132-133.
- [4]王佳岩.市政工程施工中地下管线的保护问题分析[J].科技资讯,2021,19(33):65-67.