

城市地下市政管廊工程管线综合规划研究

王伟, 张野

中国市政工程华北设计研究总院有限公司, 天津 300381

DOI:10.61369/ERA.2026100022

摘 要 : 本文立足城市地下市政管廊工程落地实际, 总结管廊管线规划的核心原则, 指出当前管线综合规划实践中规划时序、空间布局、新旧衔接、运维适配方面存在的突出矛盾, 导致大量管廊建成后入廊率不高、空间闲置。研究认为, 可通过全生命周期统筹、多目标协同优化、科学化管线改造以及数字化技术赋能, 实现城市地下市政管廊工程管线规范化精细化规范建设, 保证工程安全、利用率以及运维质量, 提升项目综合效益。

关 键 词 : 市政管廊; 管线综合规划; 全生命周期; 管线改造

Research on Integrated Planning of Urban Underground Municipal Utility Tunnels

Wang Wei, Zhang Ye

China Municipal Engineering North China Design and Research Institute Co., Ltd., Tianjin 300381

Abstract : This paper is based on the practical implementation of urban underground utility tunnel projects, summarizing the core principles of utility tunnel pipeline planning. It identifies prominent contradictions in current comprehensive pipeline planning practices, such as planning sequence, spatial layout, new-old connections, and operational adaptability, which result in low utilization rates and spatial idleness after the completion of numerous utility tunnels. The study suggests that through whole-life-cycle coordination, multi-objective collaborative optimization, scientific pipeline renovation, and digital technology empowerment, standardized and refined construction of urban underground utility tunnel projects can be achieved. This ensures project safety, utilization efficiency, and operational quality while enhancing overall project benefits.

Keywords : municipal utility tunnel; comprehensive pipeline planning; whole life cycle; pipeline renovation

引言

城市地下市政管廊是保障城市运行的基础载体, 在同一地下空间内集中敷设水、电力、通信、燃气等多种管线, 理论上具备减少道路开挖、降低管线事故率的优势。但是各地项目实践显示, 土建完工并不意味着管廊就能直接发挥作用, 管线综合规划才是真正决定管廊使用效果的关键。基于工程实际痛点, 需对管线综合规划体系进行优化, 推动城市地下基础设施高质量发展。

一、城市地下市政管廊管线综合规划的基本原则

(一) 统筹协调

城市地下市政管廊管线规划设计涉及的水管、电缆、燃气管、光缆分属不同的权属单位, 且设计和施工过程需要地上地下空间的协调配合, 因此不能独立开展, 必须深度对接城市国土空间总体规划、地下空间专项规划、道路交通规划、人防工程规划等上位规划, 根据城市整体建设节奏确定管廊线位、埋深、断面规模、节点布局。规划过程还要打通住建、水务、电力、通信、燃气、交通等主管部门的工作壁垒, 建立明确的对接介质和签字

确认程序, 统一各类管线的敷设标准、技术参数、建设要求, 确保各类市政设施协同布局。

(二) 安全优先

不同入廊管线介质、运行压力、风险等级存在明显差异, 且管廊工程常与道路、桥梁及其他地下设施交叉作业, 规划阶段需要严格按照安全标准分类落实防护措施。燃气等易燃易爆高危管线必须独立设置舱室, 配套专用的通风、防爆、泄漏监测设备; 热力与电力管线设置合理的隔热、绝缘、防干扰间距, 避免管线长期处于高温高压环境下造成管线老化、设备故障; 给排水管线做好防渗、排水与坡度设计, 减少给水渗透对管廊结构和其他管

线的侵蚀^[1]。对于软土、地下水富集、重载道路等特殊场景,采取针对性结构防护优化和沉降防控方案,维护管线运行以及管廊结构安全。

(三) 经济适用

兼顾市政管廊的建设成本和长期运维效益,在管线综合规划中需要综合考虑区域的人口规模、产业布局、市政负荷确定管廊断面尺寸、管线数量以及建设范围。若一味追求大断面、全配套的高标准设计,就会导致许多管线短期内无法发挥价值,大量投资被浪费。相反若一味压缩成本,断面刚好只能满足现阶段的入廊管线,后期就没有多余空间增加新的管线。规划人员在管线布局中需要简化路径,减少弯折与冗余敷设,按照实际需求布设吊装口、检修口、通风口等附属设施,有效控制建设投资、运维成本以及后期改造成本,实现短期运行和长期发展的动态平衡。

(四) 前瞻预留

随着城市扩展、产业升级、人口增长,城市地下市政管廊管线的负荷会发生持续变化,管线规划需要有依据地判断未来10–15年的市政扩容需求,在管廊舱室空间、断面尺寸、管线接口等位置预留充足余量,满足新增管线敷设、原有管线升级扩容需求。结合智慧市政建设的发展趋势,规划阶段提前预留智能监测、传感设备、自动化运维系统的安装空间和接口,保证管廊建成后功能能够持续晚上,保障工程长效价值。

二、管线综合规划的多维困境

(一) 规划时序割裂

管廊作为土建工程,建设周期为3–5年,一旦开工必须连续推进。许多城市存在先施工后规划的乱象新建城区为了完成基建指标,提前大规模设置管廊主体,但是部分地块开发之后,其管线配套建设缓慢,导致这部分管廊建成后长期处于空置状态,造成公共资源闲置浪费。老旧城区的管线改造则存在超前或滞后问题,部分区域管廊建成多年,原有的老旧管线未能及时迁入廊,依旧采用以往直埋模式。或者盲目推进管线入廊,但并未完善配套设施,导致管线入廊后运行不稳定。

(二) 空间耦合不足

管线综合规划方案中,部分规划人员仅参考通用的设计模板,并未结合项目实际场景作出针对性优化,省略电力电缆对支架间距和弯曲半径的要求、高压电缆对接方式而和金属护套感应电压的闲置,在规划图上也并没有体现出光接续预留盘留空间等规划要点。管线排布方面,热力管线与电力电缆间距过近,高温环境导致线缆绝缘层老化加速度,增大短路以及漏电风险。给排水管线布置不合理,规划断面图上只标注了管道本身,忘掉了管道阀门、排气阀、泄水阀等附属设施的空间需求。多数规划还没有考虑到特殊场地条件,管线固定、防渗、抗沉降设计不足。

(三) 新旧衔接不畅

管廊建设大多在建成区展开,大量既有管线需要从直埋状态迁入廊或者与管廊接驳,但是在老旧城区管线改造衔接中,老

城区市政管线建设年代久远,建设标准偏低,管线材质老化、规格杂乱,现状资料不全,开工前无法查清地下管线的实际位置、埋深、走向、运行状态和权属信息等^[2]。新建管廊采用现代化建设标准,管线接口参数、敷设高程、技术规范都与老旧管线不匹配。很多改造项目受限于现实条件只能大规模迁改管线,施工成本高、工期长,还会对周边居民正常生产生活产生影响。

(四) 运维适配不足

多数规划仅围绕工程目标完成管线空间排布设计,并未结合智慧市政建设从后期运维的维度上统筹布局智能监测、数据采集、故障预警、远程管控等配套系统、管廊建成后,依赖人工巡检监测管线运行情况,效率低下,且监控点位置与管线关键节点错位,存在监控盲区,无法及时排查隐患。传统规划模式数字化程度低,依赖人工完成管线间距、空间冲突、负荷适配等参数校核,校核精度不足,可能潜在规划漏洞。

三、城市地下市政管廊管线综合规划优化策略

(一) 全生命周期统筹

打破项目规划、建设、运营全链条,在规划编制初期着眼于管廊的完整使用周期,将管线综合规划全面纳入城市国土空间总体规划,同步衔接地下空间、交通、人防等专项规划。建立多情景需求模型,设定低、中、高三档需求情景,分别对应不同的管线容量以及空间需求^[3]。断面设计参考中情景标准,结构上为高情景预留可能性,运营策略上做好低情景下的空间利用方案。

建设实施阶段,整合住建、电力、通信、燃气、水务等部门资源,统一入廊管线技术标准、建设时序、运维责任。将管线综合规划纳入施工管理的刚性约束,施工过程中任何涉及管线布置的变更必须回到管线综合规划层面开展校核,建设单位在项目部专门设置管线综合协调岗位,负责处理施工中的管线空间冲突问题,全面记录处理结果并同步更新管线模型。在推进时序上,对新建城区实行地块开发、道路建设、管廊施工、管线敷设四同步模式,根据片区开发进度分区分段推进建设,保证管廊建成即有管线入廊。对老旧城区制定分批改造、循序渐进的时序放啊,优先改造主干道、核心商圈、老旧小区等隐患高发区域的管线。

运营维护阶段管廊运营单位要每年组织一次管线空间使用情况核查,核对实际使用与规划方案一致性,及时发现偏差并调整。每五年开展一次管线综合规划的后评估,结合运行数据以及需求变化判断是否需要启动规划修编。

(二) 多目标协同优化

综合空间布局、安全防护、成本管控等多重目标,在守好安全底线的前提下,寻找安全、效率与成本之间的平衡点。在空间规划上推行分舱分类精细化布局,依据管线风险等级以及介质特性,划分独立的功能舱室。分区布设电力、通信、给排水、热力、燃气管线,为燃气、热力等高危管线单独设舱,并设置密闭隔离装置以及专属的防护系统。严格控制好管线安全间距,在热力管线与弱电、强电管线之间预留足够的隔热间距,保证将给排水管线布置在舱室下层。

对不同管线组合的风险进行量化分级。在高风险组合中要始终坚持分舱原则，实现差异化空间利用。

在满足安全间距以及检修空间的基础上，规划人员结合场地实际情况优化断面设计。一是通过调整管线排列方式压缩断面。二是根据电缆外径和散热要求逐层确定电缆支架的层间距。此外，在软土、地下水丰富区域，优化管线支架固定结构，增设防渗、排水、沉降缓冲设施，防止管线变形破损。

在确定规划方案中，从平衡安全与经济指标的层面上优化方案，人口密集、市政负荷大的核心区域适度提升管廊断面和防护标准，人口稀疏、开发强度低的郊区简化布局、控制断面。在规划方案比选中，在同一评价体系下同时评价建设成本与运维成本。采用净现值法将不同方案的建设投资、年运维费用、预期改造成本折现后比较，为方案决策提供数据支持。

（三）科学化管线改造

若在城市地下市政管廊工程中必须继续拧管线改造，需要制定科学化的改造规划，运用地质雷达、管线探测仪、三维扫描等技术手段开展全域地下管线普查摸底工作，查明老旧城区管线的位置、规格、类型、材质、埋深、运行状态以及权属信息等，同步搭建数字化管线台账，补齐缺失的管线数据和图纸资料，以真实准确的数据支持规划人员编制规划方案。根据调查结果，在管线迁改方案中必须明确每条管线的迁改方式以及迁改时序、临时保供方案、切换接驳的技术要求。对老化严重、存在泄漏、爆炸、断电等安全隐患的管线，全部纳入迁改清单，同步完成入廊改造；对规格达标、运行稳定、剩余服役年限较长的管线，实行原位保留、定期巡检的管理模式，降低改造成本和施工影响。若存在新旧管线接口、高程、参数不匹配的问题，统一改造转接配件，标准化对接参数。

迁改方案要经过管线权属单位书面确认，并预留合理的迁改窗口期。面对不同的管线，还要在管线综合规划中对其更换路径问题作出回应。对可弯曲的电缆和光缆，仅需预留足够的牵引空间和中间抽拉口即可。对给水、燃气等刚性管道，更换就意味着要拆除旧管安装新管，在空间设计上要预留管道轴向的抽出空间。同时直管段的投料口间距要匹配管道更换长度，弯管段与阀

门密集段要设置专门的更换操作区。

管廊内管线系统与廊外直埋管线系统的兼容与切换，要在管线综合规划中对防水做法、沉降处理、温度补偿、接地连接等细节给出明确的标准做法。整个切换方案严格遵循先断后通的原则，在新管线投入使用并确认运行正常后再停运旧管线，避免切换过程中服务中断。

（四）数字化技术赋能

针对传统城市地下市政管廊管线综合规划中信息不对称、空间可视化不足的缺陷，需要运用先进的数字化技术构建三维信息模型，重构管线综合规划的工作流程。在管廊设计阶段依托地理信息系统构建城市地下空间三维模型，整合地形地貌、道路布局、既有管线、地质条件等基础数据。同时利用 BIM 技术搭建管廊主体、管线、附属设施一体化仿真模型，在模型中完成管线布置、支架设计以及设备选型。围绕同一模型完成各专业协同工作，可在模型碰撞检测阶段及时发现并解决管线冲突，并完成安全间距智能测算、空间负荷精准分析，提升规划精度。模型交付后可直接用于施工指导和运营管理。

在运营阶段构建数字孪生系统，将管线综合规划从静态成果升级为动态工具，统筹布设温度、湿度、气体浓度、压力、流量、电流等智能传感终端，预留数据传输、远程控制、智能巡检的设备接口和安装空间，在模型中实时接入管线运行数据以及廊内环境数据，在虚拟空间中呈现管廊的真实状态，实现故障自动预警与数据自动统计，运营方可快速在模型中模拟新管线布置方案的影响，提升运维智能化水平。

四、结论

综上，管线综合规划是保证城市地下市政管廊工程从建设到使用的关键环节，对工程建设质量、运行安全以及资源利用率具有决定性影响，结合本研究提出的管线综合规划优化措施，需要建设主管部门、管廊运营单位以及管线权属单位长期合作，持续优化该体系，才能保障城市市政系统安全稳定运行。

参考文献

- [1] 程芳兰，谢昱. 智慧城市发展背景下市政管线综合规划与绿地系统优化配置研究 [J]. 智能建筑与智慧城市，2025，(9):180-182.
- [2] 姚新丽，吴寻，杜政康. 城市小型综合管廊规划实践与冲突协调机制研究 [J]. 浙江建筑，2026，43(3):19-23.
- [3] 陶禹浩，李豫虎，童刚. 城市地下市政管廊工程管线综合规划 [J]. 住宅与房地产，2026，(15):84-86.