

城市更新背景下地下管网更新改造策略研究

刘秀娥

(天津交通职业学院 路桥工程学院, 天津市 300380)

摘要: 城市地下管网作为城市重要的基础设施,其老化、漏损和安全隐患问题日益凸显,管网更新改造成为提升城市品质、保障民生安全的关键任务。通过梳理城市地下管网的现状,分析目前地下管网更新改造面临的底数不清、空间受限、协调困难、资金不足等技术与管理难题,总结管网更新改造成功经验,形成可复制机制。以城市更新为契机,建立“地下管线统筹改造”机制,从体检诊断、统筹规划、科技赋能、多元融资、标准构建等方面提出更新改造策略,为城市地下管网的更新改造、科学管理、安全运营和可持续发展提供保障。

关键词: 城市更新;地下管网;更新改造;策略;安全韧性;可持续发展

中图分类号: TU990.3

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2026)03-0017-05

Research on Strategies for Renovation and Reconstruction of Underground Pipe Networks in Context of Urban Renewal

LIU Xiue

(School of Road and Bridge Engineering, Tianjin Transportation Technical College, Tianjin 300380, China)

Abstract: As an important urban infrastructure, the underground pipe networks are increasingly plagued by problems such as aging, leakage and safety hazards. The renovation and reconstruction of pipe networks have become the key tasks for upgrading the urban quality and ensuring the livelihood safety of the people. By sorting out the current situation of urban underground pipe networks, the technical and management challenges faced in the renovation and reconstruction of the pipe networks, such as unclear baseline data, limited space, coordination difficulties and insufficient funds are analyzed, and the successful experience in the renovation and reconstruction of pipe networks is summarized to form the replicable mechanisms. Taking the urban renewal as an opportunity, a "coordinated underground pipeline reconstruction" mechanism is established, and the renewal strategy is proposed from the aspects of physical examination and diagnosis, overall planning, technology empowerment, diversified financing and standard construction, which provides a guarantee for the renovation, reconstruction, scientific management, safe operation and sustainable development of urban underground pipe networks.

Keywords: urban renewal; underground pipe network; renovation and reconstruction; strategy; safety resilience; sustainable development

0 引言

城市地下管网是保障城市安全运行的重要基础设施和“生命线”。历经数十年的高速城镇化发展,我国多数城市地下管网已进入老化高发期,爆管、泄漏、地面塌陷等事故频发,成为城市高质量发展的短板。2024年5月,住房和城乡建设部联合财政部发布的《关于开展城市更新示范工作的通知》^[1]指出,中央财政补助资金将重点支持城市地下管网更新改造和污水管网“厂网一体”建设改造等,助力城市高质

量发展;2024年7月,国务院出台的《深入实施以人为本的新型城镇化战略五年行动计划》^[2]指出,深入实施城市更新行动,加强城市基础设施建设,特别是抓好城市地下管网等“里子”工程建设^[3];2025年中央城市工作会议将“城市更新”写入总体要求,强调推进城市基础设施生命线安全工程建设,加快老旧管线改造升级。

当前,我国城镇化正从增量扩张转向存量提质,地下管网更新改造是城市更新的重要内容,主要是对供水、排水、燃气、热力等多个系统进行改造。通过技术升级与管理优化,提升地下管网的安全运行质量和效率,促进城市的可持续发展。

收稿日期: 2025-10-04

作者简介: 刘秀娥(1984—),女,硕士,讲师,从事市政工程技术专业教学工作。

1 城市地下管网现状分析

1.1 城市地下管网的发展规模

我国城镇化建设的快速推进带动了城市地下管网的高速发展。根据《中国城市建设统计年鉴》^[4],截至2024年底,我国城市供水管道长度达到119.95万km,排水(含雨水、污水)管道长度达到99.36万km,天然气管道长度达到103.77万km,集中供热管道长度达到54.62万km,综合管廊长度7 796 km,总里程居世界首位。城市地下管网整体规模庞大,为城市的居民生活和经济活动提供了有效支撑^[5]。

1.2 城市地下管网存在的主要问题

1.2.1 管网错综复杂与管材多样

城市地下管网系统庞大而复杂,涵盖给水、排水、燃气、热力等多个类型。这些管线根据温度要求、负荷能力以及利用率等因素,密密麻麻地分布在城市地下的不同位置^[6]。管网长期埋于地下,具有“看不见、摸不到”的特性,加之管网布局复杂、纵横交错、“无头”管线多,增大了管线探测的难度,一旦出现故障,往往难以及时发现并处理,从而引发道路塌陷、建筑损坏等严重后果,给城市居民的生命财产安全带来极大威胁。

随着科技进步和材料科学的发展,新型管材不断涌现,同时也加剧了管材类型的复杂性。传统管材包括铸铁管(供水)、混凝土管(排水)、镀锌钢管(燃气)、无缝钢管(热力)等,新型管材则有PE管(给水、燃气)、PVC管(排水)、球墨铸铁管(给水)、波纹管(排水)等。不同管材的连接方式、使用寿命、维护要求差异显著。某城市2023年管网普查显示,仅供水系统就存在8种管材,其中1980年前的铸铁管占20%,1990—2000年的混凝土管占30%,2010年后的PE管和球墨铸铁管占50%。管材混杂增加了管道检测、养护、维修的难度。

1.2.2 老化与腐蚀问题突出

我国早期建设的管网已进入老龄化,这些管网管材老化现象严重,漏损率高,存在诸多安全隐患。据不完全统计,供排水管网中,约18.2万km供水、14.1万km排水和8万km污水管网材质不达标,老化漏损严重;供热管网中,2005年前敷设的约22万km(占总长度45%)管网即将或已经达到使用寿命;燃气管网中,超设计年限使用、材质不满足现行标准要求、存在安全隐患的约17.38万km^[7]。排水管网的老化导致排水不畅、内涝频发,燃气管网的老化增加

了泄漏和爆炸的风险,热力管网的老化则影响供暖效果和能源利用效率。这些管网的老化问题相互交织,共同构成了城市更新背景下地下管网更新改造的复杂局面。

管道腐蚀是引发管道结构性破坏的重要原因之一,与老化问题相互叠加,进一步加速了管网失效。管道腐蚀分为内腐蚀和外腐蚀:内腐蚀主要由管道介质与管壁及管道内部环境中的化学物质相互作用引起;外腐蚀与管道外环境因素密切相关,如大气腐蚀、土壤腐蚀和微生物腐蚀等。腐蚀不仅会导致管道壁厚减薄、强度降低^[8],还可能引发管道穿孔、泄漏等严重问题。根据《2023年度全国地下管线事故统计分析报告》,2023年全国地下管线事故达2 200起,其中60%源于自身结构性缺陷,而这些结构性缺陷大多与腐蚀和老化有关^[9]。

1.2.3 外力扰动与建管水平不足

施工扰动是管道损坏的主要外部因素,如挖掘、打桩、爆破等施工行为可能导致管道破损,占事故成因的27%。行业统计数据显示,全国每年因施工导致的地下管线事故造成的直接经济损失约为2 000亿元^[10]。此外,极端天气事件如暴雨、洪水等也可能对管道稳定性造成影响,引发管道位移、变形等问题。

部分城市地下管网建设存在重局部、轻系统的问题,管网上下游之间缺乏有效衔接,串接、错接、混接现象时有发生。此外,管网施工过程控制不严、管材质量参差不齐、技术管理缺失等问题也导致管道健康使用寿命难以达到设计年限。管理维护不到位进一步加深了问题的严重性,部分城市的管网维护仍停留在“坏了才修”的被动模式,缺乏定期检测和预防性维护,使得一些潜在的问题不能及时发现和解决,最终导致事故的发生。

2 城市地下管网改造面临的问题和挑战

2.1 管网底数不清,安全等级不明确

有些管网修建年代久远,再加上建管水平低,使得很多管道缺乏图纸和基础数据,管道安全状况不明确,往往是哪儿漏了堵哪儿,哪儿坏了修哪儿,更新改造率处于较低水平,存在底数不清、工程碎片化、缺乏系统方案指导等问题。有些城市对建立健全地下管线档案的重视程度不够,部分老旧管网缺乏完整档案,管道的材质、走向、埋深等信息缺失,导致维修时需要反复探测,延误时机。新建管网档案

更新不及时,纸质档案与实际情况不符,电子档案未普及。2023 年某调查显示,全国仅有 30% 的城市实现管网档案电子化,且更新及时率不足 50%。一系列历史包袱使管网更新改造工作更加困难,历史欠账难还。

2.2 空间不足,施工难度大

随着市政基础设施服务能力的不断提升,道路地下空间资源紧张,各类管线密集交织,在进行地下管网更新改造时,往往会面临地下空间不足的问题。特别是对大口径管道的整管替换,需要足够的施工空间来铺设新管道和拆除旧管道。然而,在城市核心区,道路红线下已敷设给水、雨水、污水、电力、通信、燃气等多种管线,地下空间资源利用水平普遍较高,难以满足大口径管道整管替换的需求。

地下管网更新改造还需要克服地质条件复杂、交通疏导困难、周边环境影响等多重挑战。特别是在城市核心区,交通流量大、建筑物密集,施工期间需要保证道路交通和居民生活的正常进行,对施工组织 and 安全管理提出了更高要求。

2.3 协调难度大

地下管网更新改造涉及多个部门和单位的利益协调。供水、排水、燃气、热力等不同管线的权属单位不同,更新改造工作需要各部门和单位之间的紧密配合和有效沟通。在实际工作中,部门间综合管理制度的缺失与协调机制的不完善,对地下管线的

规划建设及管理形成了严重阻碍。各单位的管网信息资源彼此孤立、不互通,施工前需要逐一向各单位申请调取档案,大幅降低了工作效率。施工中发现新问题(如未知管线),也需要分别与相关单位进行沟通,往往会延误进度。由于部门壁垒、信息不对称等原因,协调难度较大,往往导致更新改造项目推进缓慢。

2.4 资金投入不足

地下管网更新改造项目投资规模大、回报周期长、对财政依赖性高,资金问题一直是制约项目推进的关键因素。特别是对于经济条件较弱的地方政府来说,难以承担巨额的初始投资和持续的维护费用。此外,由于地下管网更新改造项目缺乏直接的经济效益,吸引社会资本投资也较为困难,进一步加剧了资金短缺的问题。

3 城市更新背景下地下管网更新改造策略

地下管网更新是一项系统性工程,更是对城市治理能力的综合考验。应以城市更新为契机,建立“地下管线统筹改造”机制,协同城市各基础设施更新工作,有机整合城市交通、地下综合管廊和地下管网更新建设,统筹规划,总体布局,规范实施步骤(见图 1)。同时,推动智慧管网系统与智慧城市建设的有机整合,形成地下管线一张图、城市更新一张网,着力提高管网更新效能。

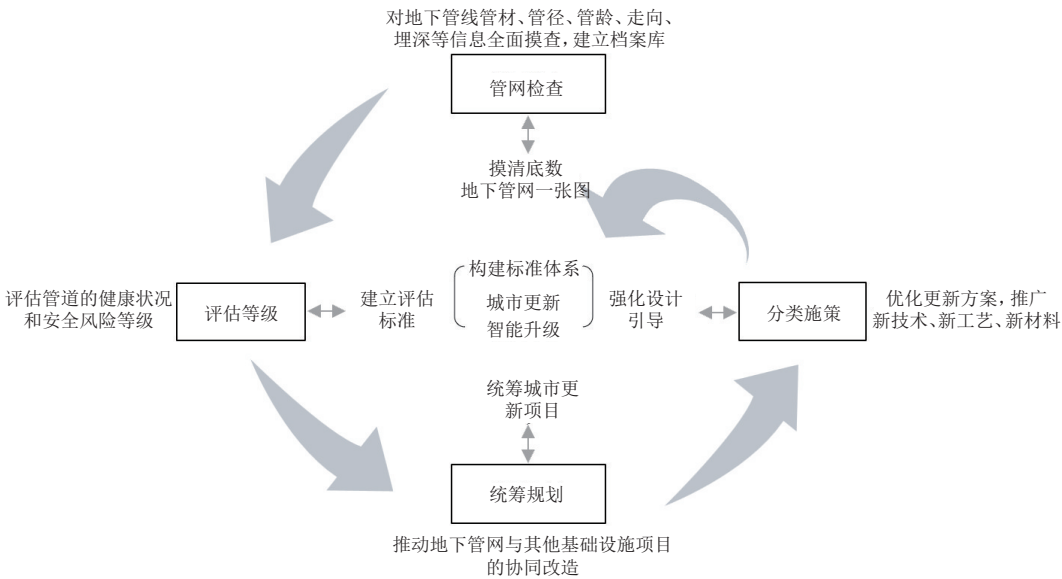


图 1 城市地下管网更新改造实施步骤

3.1 推进体检先行,精准定位问题

(1)开展全面普查

地下管网更新改造的首要任务是摸清底数、精

准定位问题。开展全面的地下管网普查工作,通过调查、探测等手段,掌握管线的种类、构成、规模、位置关系及运行安全状况等信息。建立地下管网基础

信息数据库,将爆管事件、运维状态等信息纳入系统,为后续的系统分析和决策提供基础数据支持。

(2) 评估管道健康状况

开展管道健康评价技术与标准研究,规范管道安全风险评估,加强风险等级判定,为制定更新改造方案提供科学依据。通过检测管道材质、使用年限、运行环境等参数,结合管道事故统计数据 and 评估规范,评估管道的健康状况和安全风险等级。对于存在严重安全隐患的管道,应优先纳入更新改造计划。例如,天津市制定赋分标准确定燃气管道改造对象,重点针对管道使用年限、材质、防腐层状态以及土壤腐蚀性等指标,对运行满20年和运行不足20年但存在安全隐患的燃气管道、存在隐患的燃气厂站设施进行综合打分,60~79分的限期改造,80分及以上的立即改造。

3.2 强化统筹协调,推进协同改造

地下管网更新改造工作涉及多个部门和单位的利益协调,应加强部门间的协作和沟通机制建设^[11]。建立地下管网更新改造工作联席会议制度或领导小组机制,定期召开会议研究解决项目实施中的重大问题,明确各部门职责分工与工作任务,凝聚合力以形成推进项目实施的良好局面。

在城市更新背景下,应积极推动地下管网与其他基础设施项目的协同改造。将管网更新改造与城市道路改造、地下管廊建设、防洪排涝工程等项目相结合,实现地下管网与地上设施的同步更新和协调发展。例如:山东省济南市建立“地下管线统筹建设”机制,可减少施工过程对城市交通及道路维护的影响;湖北省利川市以老旧小区改造为契机,理顺协调机制,由市住房城乡建设局统筹道路开挖,推动供水管网与其他市政管网同步施工。通过协同改造可以降低施工成本、减少对社会生活的影响程度,提高城市基础设施的整体效能和服务水平。

3.3 强化设计引导,优化更新方案

在管道更新改造过程中,应强化设计引导,更新方案应统筹考虑多种因素,包括地下空间资源利用、交通疏导方案、周边环境的影响等。在设计过程中,应积极推广先进技术和工艺的应用。非开挖修复技术可以在不破坏地面的情况下对管道进行修复和更换,减少对交通和居民生活的影响^[12];智能监控技术可以实时监测管道的运行状态,及时发现问题并进行处理;新型管材具有耐腐蚀、寿命长等优点,可以提高管道的运行质量和安全性。这些技术和工艺的

应用不仅可以提高更新改造的效率和质量,还可以降低施工对城市环境的影响和破坏。

3.4 多元投资融资,确保资金到位

国家及各部委已颁布多项政策,从顶层设计上指导和支持重点领域市政基础设施改造提升工作的开展。地方上应牢牢把握时机,充分利用中央预算内投资、超长期特别国债等政府资金,优先开展重点地区关键部位管网系统的更新改造工作,以实现有效投资,并带动和提高社会资本投入的积极性。同时,还应建立健全资金监管机制,确保资金使用的透明度和效率^[13]。

通过多元化投融资渠道鼓励社会资本参与地下管网更新改造工作。例如:可以采取PPP模式吸引社会资本投入;或者结合国家政策、行业发展需求,在符合现有法规政策支持的前提下,健全费价机制,并积极推进“按效付费”机制改革,以激发社会资本参与热情,并保障其合理回报;同时还可以探索将管网运维费用纳入相关收费中,并建立动态调整机制,以确保市政基础设施可持续运营。

3.5 构建标准体系,规范项目实施

我国尚未形成市政老旧管网更新改造的标准或标准化技术文件体系。针对老旧管网更新改造领域,应加快制定相关标准和技术规范,以指导实际工作。推动地下管网更新改造标准化工作进程,建立涵盖管道检测、评估、工程建设、验收、运维、管道材料等各个环节的全生命周期标准体系。明确各阶段的工作要求和责任主体,确保项目实施的规范化和标准化^[14]。同时,应加强与国际先进标准的对接和互认工作,以提高我国地下管网的技术水平和管理水平。

在项目实施过程中,应加强对项目质量、安全、进度等方面的监管和考核。建立健全质量追溯制度和安全生产责任制度,确保项目实施的质量和安全生产。同时,还应建立项目评估机制,定期评估并总结项目实施效果,为后续的更新改造工作提供参考和借鉴。例如江苏省苏州市制定了《苏州市城乡供水管理规范》《苏州市高品质供水管网建设与运维规程》等标准,明确供水管网改造要求。督促各供水企业完善内控标准,提高管网改造施工质量。不定期开展联合抽查或单独抽查,落实问题通报和信用管理等惩戒措施,为推进老旧供水管网更新改造,提升市政基础设施承载能力提供有效保障。

3.6 推进科技引领,构建智慧管网系统

在城市更新背景下,应积极推进智慧管网系统的建设。通过物联网、大数据、云计算等先进技术手段实现地下管网的智能化管理和运维。建立地下管网数据收集及感知系统、地下管网普查数据库、管网缺陷问题清单、管网隐患问题清单,形成城市地下管线“一张图”。利用机器学习、模型模拟,开发系统预警及决策功能,实现隐患预警、应急处置,使城市安全风险防控从被动应对转向主动预防。配套搭建监测物联网,推动地下管网与智慧城市建设的深度融合,形成智能化城市基础设施“一张网”,实现城市基础设施的智能化升级。

3.7 完善法规政策,提供制度保障

为了保障地下管网更新改造工作的顺利推进和规范实施,应建立健全相关法规体系,包括地下管线管理条例、综合管廊管理办法等地方性法规和政府规章的制定和完善工作,明确地下管网规划、建设、管理等方面的法律责任和处罚措施,加强对违法行为的打击力度和维护市场秩序的稳定性。

为了鼓励和引导社会资本参与地下管网更新改造项目,应制定相关的优惠政策措施,如给予税收优惠、财政补贴等激励政策,优化项目审批流程和服务环境,建立健全项目退出机制等保障措施。通过这些优惠政策措施的实施,可以降低社会资本的投资风险和提高其参与积极性^[15]。

4 结 语

城市地下管网的改造升级是城市更新的重要内容之一。通过健康评价、精准定位问题、强化统筹协调、科技引领创新、多元投资激励、完善制度等措施的实施,可以有效推动地下管网更新改造工作的顺利开展并取得实效,促进城市的可持续发展。未来,随着城市化的不断推进和技术的不断进步,城市地

下管网的改造升级工作将继续深入进行,为城市的繁荣发展提供有力支撑。

参考文献:

[1] 财政部办公厅 住房城乡建设部办公厅.关于开展城市更新示范工作的通知:财办建〔2024〕24号[EB/OL]. (2024-04-30)[2025-7-20]. https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/202405/content_6949533.htm.

[2] 国务院.国务院关于印发《深入实施以人为本的新型城镇化战略五年行动计划》的通知:国发〔2024〕17号[EB/OL].(2024-07-31)[2025-07-20]. https://www.gov.cn/zhengce/content/202407/content_6965542.htm.

[3] 王景琪.城市更新政策背景下高校专业人才培养[J].建设科技,2025(1):15-17.

[4] 住房和城乡建设部.中国城市建设统计年鉴[M].北京:中国统计出版社,2023.

[5] 李杨,封磊.市政供水管网泄漏原因及检测技术研究[J].安徽水利水电职业技术学院学报,2024,24(6):28-35.

[6] 韩新.强化城市地下管线应急管理刻不容缓[J].新安全 东方消防,2013(12):26-26.

[7] 张韵,张婉竹,王洋,等.城市地下管网更新改造策略的几点思考[J].给水排水,2025,51(5):124-131.

[8] 李康.集输储运管道腐蚀的环境影响与绿色防腐技术[J].石化技术,2025,32(4):179-181.

[9] 徐建,张明,李进龙,等.埋地供热管道周围地表温度场的特性探究[J].建材与装饰,2025(3):115-117.

[10] 张成平,宋浩然,张顶立.城市隧道施工中管线渗漏水诱发的地面塌陷分析[C]//International Conference on Engineering and Business Management (EBM2010).武汉大学,美国 James Madison 大学,美国科研出版社,2010:1746-1750.

[11] 魏仲云.城镇老旧排水管网更新改造的对策研究[J].城市开发,2025(2):46-48.

[12] 杨明明.海绵城市建设中市政排水管网的提质增效策略探析[J].城市建设理论研究,2024(5):198-200.

[13] 覃江梅,杨惠宁,李澳琪,等.社会福利视角下普惠托育服务高质量发展的政策支持研究——以广东省佛山市为例[J].广东第二师范学院学报,2024,44(5):68-84.

[14] 殷翠平.关于推进装配式建筑产品化建设和交付模式创新变革的建议[J].施工企业管理,2025(4):61.

[15] 张志杰.棚户区改造中政府投融资问题研究——以R市为例[D].郑州:郑州大学,2024.