

Research on municipal infrastructure renovation technology under the background of urban renewal

Wanhua Lu

Xi'an Western Airport Group Construction Engineering Co., Ltd., Xi'an, Shaanxi, 710000, China

Abstract

Against the backdrop of accelerating urban renewal, the functional limitations and aging of traditional municipal infrastructure have become increasingly prominent, emerging as key bottlenecks restricting urban spatial regeneration and high-quality development. Municipal infrastructure such as roads, pipelines, energy supply, and drainage systems often suffers from dispersed layouts, insufficient capacity, high energy consumption, and poor adaptability, making it difficult to support the intensive development and multifaceted functional demands arising from urban renewal. A systematic diagnosis of the current status of municipal infrastructure, combined with the higher requirements of urban renewal for infrastructure load-bearing capacity, adaptability, and sustainability, highlights the need to explore comprehensive renovation approaches that are intensive, efficient, eco-friendly, and resilient. By implementing integrated spatial planning, coordinated underground pipeline systems, embedding green ecological facilities, and building intelligent management platforms, the overall performance of municipal infrastructure can be significantly enhanced, providing a solid foundation for urban renewal.

Keywords

urban renewal; municipal infrastructure; renovation technology; ecological resilience; intelligentization

城市更新背景下市政基础设施改造技术研究

芦万华

西部机场集团建设工程(西安)有限公司, 中国·陕西 西安 710000

摘要

在城市更新进程不断加速的背景下,传统市政基础设施的功能局限性与老化问题日益突出,已成为制约城市空间再生与高质量发展的关键瓶颈。市政道路、管网、供能、排水等基础设施普遍存在布局分散、容量不足、能耗高、适应性差等问题,难以支撑城市更新带来的高强度开发与复合功能需求。通过对市政基础设施现状的系统诊断,结合城市更新对基础设施承载力、适应性与可持续性的更高要求,需探索集约高效、生态友好、韧性安全的综合性改造技术路径。通过空间统筹规划、地下管网协同、绿色生态设施嵌入及智慧化平台建设,可实现市政基础设施的整体性能提升,为城市更新提供坚实的底座支撑。

关键词

城市更新;市政基础设施;改造技术;生态韧性;智慧化

1 引言

近年来,随着城市化进程的深入推进,我国大中城市普遍进入存量更新阶段,城市更新已成为推动空间结构优化与经济转型升级的重要途径。然而,大量建于上世纪的市政基础设施普遍存在设施陈旧、容量不足、功能单一等问题,难以满足城市复合功能与高密度开发的需求,制约着城市更新的纵深推进。同时,基础设施在能耗、碳排放、生态安全等方面也暴露出显著短板,不利于实现绿色低碳的发展目标。城市更新不仅要求重塑建筑与土地空间结构,更需以系

统性思维推动市政基础设施的整体改造升级,提升其综合承载力、运行效率与可持续性,从而为新型城市空间的构建提供坚实支撑和技术保障。

2 市政基础设施改造的总体规划与布局优化

2.1 城市更新背景下的功能区重构与空间统筹

在城市更新背景下进行功能区重构需要基于城市空间结构与土地利用效率的综合评估,协调生活、生产与生态空间间的布局比例。通过对现有用地性质、人口分布、产业集聚度和公共服务设施覆盖率等指标的系统分析,可发现老旧区域普遍存在职住失衡、公共设施不足和空间利用率偏低等问题。功能区重构需在保留历史文化风貌的前提下,引入复合型用地模式,通过垂直叠合、多层利用等方式提高空间承载

【作者简介】芦万华(1987-),男,中国甘肃武威人,本科,从事民航机场工程研究。

能力,并通过完善道路、绿地、水系等市政要素的衔接来提升区域整体功能联动性。

2.2 综合交通体系优化与道路网格化改造设计

综合交通体系的优化应立足城市更新带来的出行需求增长和交通流向转变趋势,通过交通枢纽再布局和多模式衔接提升交通网络的整体通达性。城市中心区道路密度普遍不足,需要通过道路网格化改造增加路网密度与连通性,减少交通盲区与拥堵节点。轨道交通、公交专用道、自行车道等多层级交通方式的集成有助于形成复合型出行体系,分担核心区交通压力。道路改造中应同步完善排水、照明、管线廊等附属设施,形成“路-网-廊”一体化系统,提升道路网络的综合承载力和使用寿命,为城市更新区域提供高效的交通支撑^[1]。

2.3 地下市政管线系统的协同规划与空间复合利用

地下管线系统在城市更新中承载着供水、排水、供电、通信、燃气等多元功能,其布局混乱、交叉频繁的问题限制了城市空间开发潜力。管线协同规划需依托城市地下空间详查成果,构建统一管线数据库,实现多专业管线的空间协调与时序统筹。采用共同沟或综合管廊方式集约布设可显著减少占地,提高检修和扩容的便捷性,并降低开挖频次带来的交通扰动与地面沉降风险。空间复合利用应通过竖向分层布局,将主干管线置于深层,支线及接入管线布于浅层,实现功能分区明确、维护互不干扰的立体化管网体系。结合智慧化监测技术可实现对管线运行状态、载荷与风险的动态感知,提升地下管网的安全性与运行韧性,为城市更新区域建设提供高效稳定的基础支撑。

3 市政给排水与供能系统的更新改造技术

3.1 老旧供水管网更新与智能化调控系统建设

老旧供水管网普遍存在漏损率高、水质衰减和能耗偏大的问题,影响城市更新区域的生活品质与用水安全。更新改造需采用高强度耐腐蚀的新型管材,优化管径与环网布局,提高水力平衡与输配效率。通过增设分区计量与压力调控设施,可实现精细化分区管理,降低爆管风险和非收益水比例。智能化调控系统的建设可引入流量、压力、水质等多参数传感器,实现实时监测与远程调度,并利用模型算法动态优化泵站启停策略以降低能耗。系统平台可联通城市用水大数据,基于用水负荷预测进行前瞻性调度,提高供水保障能力与运营管理水平,为城市更新区域提供清洁稳定的供水支撑。

3.2 排水防涝系统的雨污分流与蓄排结合改造

城市更新区域普遍面临排水系统设计标准偏低、内涝风险频发的问题,雨污混接导致污水处理负荷加重与环境污染加剧。雨污分流改造需通过改建排水管网、设置截流井与检查井来实现雨水与污水独立收集输送,并结合流量调控阀门防止倒灌。蓄排结合系统的构建可利用地下蓄水池、调蓄

管道和地面下凹式绿地实现雨水削峰,缓解短时暴雨冲击负荷,减轻管网溢流压力。改造过程中应统筹道路翻建、绿化恢复和管线综合布设,以减少施工扰动并提升系统整体协同性。通过布设在线水位监测与自动启泵排涝设备,可形成动态化调度体系,提升极端降雨条件下的排水安全保障能力。

3.3 市政供电、供气等能源系统的安全韧性升级

城市更新区域用能密度显著提升,老旧能源系统存在容量不足、布设分散、风险冗余性差等问题,亟需通过系统性升级提升安全韧性。供电系统可采用双回路供电、环网接线和分布式能源互补模式,提高供电可靠性并降低长距离输电损耗。老旧变电站和配电房需进行扩容改造,增设智能监控与故障隔离装置,实现对电网运行状态的实时掌控与快速切换。燃气系统方面应推进高压主干管入地与中压支管分区布设,增加切断阀门和泄压装置,降低事故风险并增强突发事件下的隔离能力。能源系统升级中引入能源管理平台,可实现用能负荷监测、供需平衡调节与应急调度联动,保障城市更新区域在高负荷与极端环境下的能源安全供给。

4 城市环境与生态设施的改造提升路径

4.1 城市绿地系统修复与生态渗透网络构建

城市更新过程中需通过绿地系统修复提升生态功能与景观品质,改善因高强度建设造成的生态破碎化格局。可依据城市热环境、空气流通和生物栖息地连通性等因子,重构绿地空间廊道与生态节点,形成绿楔、绿环、绿网互联的复合生态结构。对于硬质铺装区域,可进行透水改造并引入植被隔离带,增强地表渗透与雨水调蓄能力,缓解地表径流压力。城市绿地系统中融入原生植物群落可提升生态稳定性与低维护性,并在季节更替中形成多样化景观效应。通过多层次绿化空间复合利用,可实现景观与生态双重效益,为城市更新区域营造宜居、低碳、可持续的生态环境支撑体系^[2]。

4.2 海绵城市理念下的雨水调蓄与透水设施改造

城市更新区域地表硬化率普遍偏高,导致雨水下渗不足与地表径流量激增,需引入海绵城市理念对雨水系统进行系统性改造。可通过建设雨水花园、下凹式绿地、透水铺装、生态植草沟等设施,实现雨水的就地滞蓄、渗透与净化,削减径流峰值并延缓汇流时间。道路与广场区域可铺设高孔隙率透水材料,提高入渗率并减少地表水膜形成,降低内涝风险。屋顶绿化与雨水收集设施的结合可实现建筑雨水的二次利用,补充景观水体或绿化灌溉需求。系统化布设雨水调蓄与透水设施不仅能缓解排水系统负荷,还能改善城市小气候,提升生态系统服务功能,为城市更新区域提供绿色低碳的排水解决方案。

4.3 城市噪声、废气、固废治理配套设施更新

在城市更新过程中,环境污染问题因建设密度提升与功能复合化而趋于复杂,原有的环境治理配套设施普遍存在规模不足、布局不合理、技术落后等缺陷,难以应对新型城

区高强度开发带来的环境压力。针对噪声污染,可在城市快速路、轨道交通沿线及工业边界等敏感区域增设高效声屏障、声学吸能墙体及立体绿化隔声带,并在道路铺装中应用低噪声沥青材料,通过降低车辆行驶噪声源强度和传播路径来改善周边声环境。结合智慧噪声监测系统,可实时采集声压级数据并进行空间分布分析,为噪声防控设施的精准布设提供支撑。针对废气污染,可在交通密集区、建筑密集区布设微型空气净化站,采用高效颗粒物过滤与光催化氧化技术降低 $PM_{2.5}$ 和臭氧浓度,固废治理方面,可推广地下真空管道收运系统和密闭式垃圾中转站,实现生活垃圾无中转堆积直运处理,减少二次扬尘与异味扩散;在社区与公共空间布设智能分类投放装置,通过称重识别、积分激励等机制提高分类投放准确率,并与后端资源化处理系统无缝衔接,形成闭环式固废管理。

5 智慧化技术在市政基础设施改造中的应用

5.1 基础设施全生命周期数字化管理平台建设

市政基础设施在建设、运营与养护阶段存在信息分散、数据孤岛与协同不足等问题,制约改造效率与管理水平。全生命周期数字化管理平台可整合规划、设计、施工、运维等阶段数据,构建涵盖地理信息、构件属性、运维记录等内容的统一数据库,实现信息全程贯通。平台可支持BIM、CIM等模型的协同管理,将管网、道路、桥梁等基础设施的结构状态与空间位置精确映射至数字空间,便于多专业协同设计与施工冲突预判。基于平台的数据分析功能,可实现施工进度、成本消耗、质量风险的动态监控与预警,提升决策响应速度与资源配置效率。运维阶段可通过接入实时监测数据,对设施老化状态与载荷水平进行长期跟踪,实现预防性养护与全周期资产管理,降低运营成本并延长设施寿命^[3]。

5.2 传感监测与物联网系统在施工及运维中的嵌入

在市政基础设施改造过程中嵌入传感监测与物联网系统,可实现对施工安全与运营状态的实时感知与动态调度。施工阶段可在关键结构节点、基坑支护、管线接口等位置布设应力、位移、沉降和渗压等多参数传感器,构建无线传输网络实现高频采集与远程传输,辅助施工风险识别与动态控制。运维阶段可通过在道路、管网、桥梁等设施中布设结构健康监测传感器,实现运行状态与荷载响应的连续监测,并通过云端平台实时分析异常数据,自动生成维护工单与风险

预警。系统与视频巡检、无人机巡查等手段联动,可实现对大范围设施的快速覆盖与智能巡检,提升城市更新区域基础设施的管理效率与安全保障能力。

5.3 大数据驱动的设施性能评估与预测性维护

市政基础设施运行过程中会积累大量状态监测、维修记录与环境负荷等多源数据,大数据分析可为设施性能评估与预测性维护提供科学依据。通过建立设施性能评价指标体系,将结构完好度、使用年限、运行负荷、维修频率、能耗水平等要素进行量化,利用机器学习算法分析历史数据与实时监测数据间的关联,预测潜在故障位置与劣化趋势,实现主动干预与计划性维修^[4]。数据平台可集成GIS空间信息,对设施运行状况进行分区可视化展示,辅助管理部门优化维护资源投配。基于大数据的预测性维护模式能够降低突发故障率与停运损失,延长设施寿命并提升运行安全性,为城市更新区域的市政基础设施提供持续稳定的运营保障机制。

6 结语

城市更新进程中,市政基础设施的系统性改造不仅是改善城市功能布局与提升公共服务水平的关键环节,更是推动城市可持续转型的重要支撑。通过统筹规划布局、优化交通网络、完善给排水与能源系统、提升生态环境设施,并引入智慧化管理平台,可显著增强基础设施的承载力、韧性与适应性,满足高密度开发和多元化功能需求。面向未来,市政基础设施改造需以全生命周期管理为导向,构建集绿色低碳、安全高效、智能协同于一体的综合技术体系,实现城市空间品质与运行效能的同步提升,为城市更新注入持久的发展动力与结构支撑。

参考文献

- [1] 杨贤利.城市更新背景下市政道桥改扩建工程管理模式研究[J].现代工程科技,2025,4(16):181-184.
- [2] 唐文娟.城市更新背景下市政道路提升优化工程的实施策略[A].2025年第三届工程技术数智赋能县域经济城乡融合发展学术交流会议论文集[C].广西大学广西县域经济发展研究院:2025:181-183.
- [3] 郑志超,王彤.城市更新背景下市政专项规划设计及关键技术研究[J].建设科技,2025,(07):78-80.
- [4] 陶晓聪.城市更新背景下市政道路改造工程的难点与对策[A].人工智能与经济工程发展学术研讨会论文集(三)[C].重庆市大数据和人工智能产业协会:2025:824-826.