

智慧城市背景下市政基础设施智能化管理研究

张玉广

太极计算机股份有限公司 北京 100102

DOI: 10.12238/ems.v7i8.14702

[摘要] 当前,以新一代信息技术为驱动的智慧城市发展浪潮正在全球范围内兴起,旨在通过信息感知、互联互通和智能处理,重塑城市运行与管理模式。市政基础设施是城市生命线工程,更是智慧城市建设的物理基础和关键支撑,其运行状态直接关系到城市的安全、效率和可持续性。本文立足智慧城市的时代背景,深入探讨市政基础设施智能化管理的核心原则与实施策略,以期为新时期城市治理提供新思路、新方法。

[关键词] 智慧城市; 市政基础设施; 智能化管理

数字技术的深度演进正加速重构城市治理格局,以智能化手段重塑市政基础设施管理范式,已成为释放智慧城市发展潜能的核心议题。作为城市运行的底层承载网络,水电气热、交通管网、环卫照明等市政基础设施的运维效能与协同水平,直接决定了城市公共服务供给质量与韧性安全能力。在新型智慧城市建设进程中,基础设施的多源数据孤岛、故障响应迟滞、规划决策割裂等瓶颈日益凸显,亟须依托智能感知、模型决策与动态优化技术突破传统管理模式边界。此背景下,探索融合系统性整合与安全韧性的智能化升级路径,既是实现城市治理能力现代化的客观要求,也是回应公众高效服务需求的必然选择。

一、智慧城市的核心内涵及特征

智慧城市的核心内涵在于通过深度应用以物联网、大数据、云计算、人工智能等为代表的新一代信息技术,对城市运行系统的关键要素进行全息感知、深度互联与智能处理,从而实现对城市物理空间、社会空间和信息空间的全面数字化、网络化和智能化重构。其本质是以数据为关键驱动要素,旨在提升城市资源配置效率、优化公共服务供给、增强综合承载能力与风险应对韧性,最终服务于市民生活质量提升、经济社会可持续发展以及城市治理模式的根本性变革^[1]。

智慧城市的显著特征集中体现在其高度整合性与精准化治理能力。一是系统性互联互通与泛在感知。依托遍布城市实体基础设施及自然环境的传感网络,实现对市政设施(如管网、道路、桥梁)、环境质量、能源消耗、人流车流等运行状态的实时、动态、全面感知与数据采集。二是数据驱动的智能决策与精准治理。基于汇聚的海量、多源、异构城市运行数据,利用大数据分析、人工智能模型进行深度挖掘与知

识发现,支撑复杂城市问题的精准诊断、资源调度的智能优化、潜在风险的主动预测以及应急事件的科学处置,使管理决策由经验主导向模型驱动、由被动响应向主动干预转变。

二、智慧城市背景下市政基础设施智能化管理的原则

(一) 系统性整合原则

市政基础设施涵盖交通、能源、水务、环卫、通信等多个关键子系统,彼此依存且交互影响。系统性整合原则强调在智能化管理实践中必须打破传统条块分割的管理壁垒,构建统一规划、协同调度、数据共享的顶层架构。这要求通过构建集成化的管理平台,实现各类设施运行状态数据的全面采集、统一汇聚与互联互通。基于数据的系统性视图,管理者能够洞察跨系统间的关联与连锁效应,进而实现资源的全局优化配置、风险隐患的联合预警及联动处置。核心在于将分散、孤立的设施视为有机整体进行智能化赋能,最大化发挥城市生命线系统的协同效能和综合承载力。

(二) 技术赋能与需求导向并重原则

智慧城市的技术优势,如物联网感知、大数据分析、AI决策为市政设施管理的精细化、敏捷化提供了强大支撑。本原则要求在积极应用前沿技术进行智能监测、预测、调度和控制的同时,必须坚持以市民需求和服务效能为根本出发点和落脚点。技术赋能的核心目标是解决设施管理中的痛点与难点,如故障定位慢、维修效率低、资源配置失衡,提升公共服务响应速度与质量体验,如及时的路灯维护、精准的管网漏损修复。因此,智能化建设不能沉溺于技术本身的先进,而需紧密结合市民反映强烈的实际问题、城市发展中的现实瓶颈以及未来服务的可预期需求,确保技术创新真正转化为服务提升、管理优化和市民获得感的实质增进,实现科技服

务于人的核心价值^[2]。

（三）安全韧性优先原则

安全韧性优先原则要求在智能化管理的全过程中，将保障设施的物理运行安全、应对极端事件，如自然灾害、重大事故的能力以及支撑城市快速恢复的能力置于核心考量。技术应用需以提升设施全生命周期运行状态的透彻感知能力、异常行为的精准预警能力、潜在风险的智能评估能力以及突发事件下的快速响应与协调联动能力为核心目标。同时，必须高度重视智能化系统自身的安全，如防范网络攻击、确保数据隐私和操作授权，避免由于技术漏洞或恶意侵入导致新的系统性风险。智能化成果应最终体现为提升基础设施在面对内外部扰动时的“抗逆性”“自适应能力”与“快速恢复力”，保障城市在复杂环境下的稳定有序运行。

三、智慧城市背景下市政基础设施智能化管理策略

（一）数据驱动的市政设施监测与评估体系构建

在市政基础设施智能化管理的实施进程中，构建覆盖全面、响应迅速、评估科学的数据驱动型监测与评估体系是基础性工作。具体而言，应部署多维智能感知网络并规范采集流程，围绕给排水管网、燃气管线、电力设施、交通信号灯、桥梁隧道、垃圾处理站等核心城市生命线，依据其功能特性和关键风险点，系统性地布设振动、压力、流量、温湿度、腐蚀、应力、气体浓度等各类先进传感器。同步建设稳定可靠的通信网络，确保感知数据从设施端到边缘计算节点再到云数据中心的全链条高效传输。同时，建立健全涵盖数据内容、格式、精度、采集频率、校准周期的统一技术标准与管理规范，从源头上保障采集数据的真实性、完整性、时效性与可比性^[3]。

此外，还可部署安全可靠的城市级市政设施运维数据仓库或数据湖，兼容不同厂商、不同制式设备产生的结构化与非结构化数据。利用数据预处理引擎进行清洗、去噪、格式转换、标签化管理等工作，有效提升数据质量并释放其价值。与此同时，开发部署多维、多尺度、面向不同管理角色的设施状态可视化平台，将海量数据转化为可交互的地图视图、仪表盘、趋势图表以及设施画像。管理者能够据此实时俯瞰全局设施健康状况，即时定位异常运行点，并依据不同区域、不同类型、不同重要等级的设施组合筛选信息，实现从宏观态势到微观细节的无缝掌控。

（二）基于 AI 的设施故障预测与智能调度策略

在提升市政基础设施运行可靠性与管理效率的目标驱动下，应建立多维度数据支撑的设施健康预测体系，依托覆盖全网的实时传感器数据和设施历史运维数据库，如维修记录、更换周期、性能衰减曲线，对供水管道、输变电设备、轨道交通关键部件、排水泵站机组等核心设施的状态进行持续跟踪分析。整合这些结构化和非结构化数据资源后，选择合适的机器学习或深度学习算法，开发针对特定设施失效模式的预测体系，输出高风险的设施部件列表及其预估的剩余使用寿命、特定故障类型发生的概率值，形成指导运维决策的前瞻性依据。

当模型识别出潜在故障风险时，体系的核心任务立刻转向风险处置流程的自动化调度与资源协同响应。工作人员应部署智能工单管理与派单引擎，自动解析预测模型输出的风险等级、故障位置、影响范围和紧急程度，引擎可智能匹配当前可用的维修班组、专业技术类型、车辆装备状态以及备品备件库存情况。系统在综合考量地理位置邻近性、任务紧迫度、资源配置最优性等因素后，生成动态优先级排序的维修计划建议。同时，系统向关联设施管理方或运营系统，如交通信号控制、区域供水阀组发布协同指令，在维修窗口期启动保护性运行模式或临时调整方案，最大限度减少因检修带来的服务中断影响。整个流程的闭环运行依赖于持续优化的智能调度能力，以天或周为周期，基于设施网络整体的预测性健康状态地图，集成常规维护任务、应急抢修需求及周期性检查计划，运用组合优化算法生成跨区域、跨专业领域的综合调度方案。实际工作中，系统动态跟踪维修任务进展、资源消耗情况与突发事件影响，实时调整人员车辆部署路径和备件补给调度计划，从而优化人力物力的使用效率，有效压缩设施故障停运时间，提升市政基础设施服务的整体韧性与公众满意度。

（三）多源异构数据融合与协同管理平台建设

随着市政基础设施智能化管理对数据深度应用需求的日益迫切，构建统一的多源异构数据融合与协同管理平台成为打通信息壁垒、支撑一体化决策的核心基础设施工程。首要任务在于设计并搭建高兼容性的平台技术架构与数据接入规范。在底层架构中部署分布式数据湖作为核心载体，支持结构化数据和非结构化数据的原始存储与分类管理。针对不同

来源系统，如供水 SCADA 系统、燃气监测平台、道路监控中心、电力运维系统、城管案件平台，开发标准化数据接口适配器或采用消息中间件实现安全、稳定的数据抽取与传输。同时，平台强制实施统一的元数据管理框架，对入湖数据的来源、格式、精度、含义、更新频率及管理责任部门进行标签化定义，确保来自数十个子系统的海量数据具有可理解的语义基础与交互逻辑^[4]。

高质量的数据资源集中入湖后，平台的核心功能聚焦于多源数据的关联分析、融合处理及服务于不同场景的可视化与智能应用设计。平台内置统一的数据清洗、转换、匹配引擎，例如将来自不同传感器的同一路段的振动数据与视频监控图像进行时空对齐，或将管网压力变化与区域用户用水投诉记录进行关联分析。基于融合处理后的数据资产，建设三大核心功能模块：智慧运维中心，整合所有设施实时状态、告警信息、工单进度、综合分析监测中心，提供跨系统指标关联分析、历史趋势对比、空间热力图展示、公共服务门户，对接市民服务接口，反馈处理进度。平台同时向上层 AI 模型和应用系统提供标准化的数据服务 API，支持第三方功能模块快速调用所需数据资源并返回处理结果。

（四）市民参与式设施运维与公众服务优化

在强化市政基础设施“人民城市”属性的治理导向下，应设计智能化、低门槛的市民反馈与响应平台并将其整合至核心管理系统。在市级政务服务移动端或市政管理专用 App 中设置统一入口，集成“设施故障一键上报”功能模块。该模块支持市民使用手机程序快速拍摄损坏设施，如路灯熄灭、井盖缺失、路面塌陷、管道渗漏照片或视频，同步自动获取精确地理位置信息。市民可选择问题类型、补充简要描述后提交。平台后台自动接收市民上报信息后，立即进行图像智能识别辅助分类并打上时空标签，继而与专业传感器告警信息在市政协同平台内自动匹配核实。系统确认事件有效性后，立即生成标准化工单流入智能调度队列，同时向市民推送受理回执和唯一查询编码。

与此同时，市民通过查询编码可在服务端口实时查看工单状态（已受理、处置中、待验收、已完成）、责任单位、预计修复时间和当前处置进展图文。针对涉及多部门协同处置的复杂事件，平台自动触发联动协调程序，相关单位在共享信息视图下同步接收处置要求与时限。在关键修复阶段，平

台自动向受影响区域市民推送定制化通知说明原因、范围及恢复时间，并提供临时供水点位置导航服务。处置部门需在工单关闭前上传维修现场照片或视频供市民在线验证，市民核实后在线评价服务满意度^[5]。最后，持续收集市民通过正规渠道反映的设施诉求热点分布、高频故障类型和使用偏好特征，将其作为基础设施优化布局的重要参考。例如在市民集中反映电动汽车充电困难的片区加速公用充电桩规划建设，或根据夏季市民公园纳凉需求动态延长景观照明时间。后台自动识别市民上报数据的空间聚集性特征和时间规律，形成风险预警热力图指导预防性维护力量投放。此外，还应结合 12345 热线市政类诉求和社交媒体舆情关键词分析，定期生成“市民需求画像”报告，为老旧管网更新优先级排序、学校医院周边无障碍设施增设等项目提供依据。

结束语：

综上所述，市政基础设施的智能化管理是智慧城市建设的核心支撑。上述系统性提出的管理原则与策略体系，通过数据驱动、技术赋能与市民参与的多维融合，揭示了市政设施管理从碎片化运维向协同化服务转型的可行路径，不仅为提升城市生命线系统的安全韧性、运行效率与公共服务品质提供方法论支撑，更将为推动城市治理现代化进程注入持续动力。未来，随着人工智能大模型、全息数字孪生等技术的深度渗透，市政基础设施智能化管理将进一步向跨域协同预测、动态自适应调控和主动服务进化。

参考文献

- [1] 李伟宏. 城市市政基础设施智能化管理探究[J]. 城建科技, 2023, 32 (24): 10-12.
- [2] 龚道孝, 周长青. 建设智能化市政基础设施, 促进城市治理现代化[J]. 中国建设信息化, 2022, (23): 12-15.
- [3] 张彦琰. 城市市政基础设施智能化管理探究[J]. 科技资讯, 2022, 20 (08): 60-62.
- [4] 林鸿铭. 论加强市政设施智能化建设管理[J]. 福建建材, 2021, (10): 102-103+106.
- [5] 罗绍洪. 城市市政基础设施智能化管理探讨[J]. 江西建材, 2020, (07): 215-216.

作者简介：张玉广（1978.11—），男，汉族，北京市，博士，网络工程师中级，新型智慧城市方向。