

数字技术赋能城市治理成效的影响因素与提升路径研究

张银波

重庆对外经贸学院，重庆市，401520；

摘要：全球数字化转型浪潮重塑了城市治理的底层逻辑，数字技术正逐步成为破解传统治理困境的核心工具。中国新型城镇化进程加速推进，智慧城市建设从试点探索迈向系统化布局，技术赋能治理的实践场景不断扩展，但技术嵌入公共管理的过程中仍面临多重挑战。既有研究多聚焦技术应用的表面成效，对深层次影响因素缺乏系统性解构，政策设计与技术创新的协同机制尚未明晰。在此背景下，厘清技术赋能治理的动态作用机理，识别关键制约因素，探索科学提升路径，既是应对超大城市复杂治理需求的必然选择，也为发展中国家推进治理现代化提供了理论参照。本研究立足技术治理理论前沿，结合本土实践创新，试图构建具有解释力和操作性的分析框架。

关键词：数字技术；城市治理；提升路径

DOI：10.69979/3029-2700.25.05.026

1 引言

城市治理体系在数字经济时代面临深刻重构，数字技术既为破解资源错配、响应迟滞等传统问题提供了新方案，也衍生出技术依赖、数字鸿沟等新型风险。现有研究对技术赋能治理的复杂性认知不足，往往割裂技术工具性与制度适应性之间的互动关系，导致实践层面出现技术空转与治理异化现象。本文突破单一技术决定论视角，从技术、制度、环境三重维度构建分析框架，通过解构数字技术赋能城市治理的传导机制，揭示影响治理成效的关键变量。研究整合多学科理论资源，结合典型城市创新实践，提出涵盖技术迭代、制度创新、生态培育的协同发展路径，着力破解技术赋能过程中的价值冲突与系统失衡问题，为构建具有韧性和包容性的智慧治理模式提供决策支持。

2 数字技术赋能城市治理的理论分析框架

数字技术赋能城市治理的范式转换深度，取决于异构数据流的同频共振能力与治理要素的拓扑重构精度。理论框架需构建覆盖物理-社会-信息三元空间的超维治理模型，将城市感知网络的时空连续体观测数据、社会关系网络的群体行为涌现特征与政策规则引擎的约束条件进行张量融合。核心技术层需开发多模态数据治理中枢，运用联邦学习框架破解跨部门数据壁垒，实现交通流量热力分布、地下管网应力场变化与社区舆情传播态势的跨区域关联分析。智能决策层需嵌入动态演化算法，结合图卷积网络解析城市基础设施脆弱性与人口迁移模式的隐性耦合关系，生成具有鲁棒性的风险预警知

识图谱。服务供给模块需重构微服务架构，基于容器化技术实现网格事件处置流程的弹性重组，使 12345 热线语义分析结果能够即时触发多部门协同响应链。安全防护体系需引入零信任验证机制，构建跨域数据流转的可信计算环境，防范市政物联网终端数据泄露引发的系统性治理风险。理论突破点在于建立数字孪生体与实体城市的双向价值流通道，使城市运行模拟器的管网淤塞预测能够反向优化物理世界的预防性养护策略^[1]。

3 数字技术赋能城市治理成效的影响因素

3.1 技术维度

数字技术赋能城市治理成效的技术跃迁效能，取决于异构系统间的认知耦合强度与价值转化密度的协同演化。核心要素聚焦于多模态数据治理中枢的拓扑重构能力，其需突破传统政务云架构的线性处理模式，构建基于时空图数据库的城市运行事件图谱，实现交通流量脉动、地下管网应力场变化与社区舆情传播态势的跨区域关联映射。智能算法层的进化性缺陷构成关键制约，需开发具备增量学习特性的深度决策模型，融合图卷积网络对市政设施老化轨迹的预测能力与强化学习对突发公共事件的策略寻优机制。系统互操作性的技术瓶颈体现为跨平台数据血缘关系的断裂，需部署区块链赋能的分布式数字身份协议，确保环境监测传感数据流与网格化管理指令链在隐私计算框架下的可信交互。数字孪生体的虚实同步精度亟待提升，需引入物理信息神经网络架构，将城市气候模拟器的湍流场计算结果与建筑能耗实测数据进行对抗性训练，生成具备因果推断能力的节

能减排决策树。安全防护维度的技术脆弱性集中于边缘计算节点的攻击面扩张,需构建自适应零信任防护体系,通过微服务行为链分析实时阻断市政物联网终端的异常数据渗透路径。

3.2 制度维度

数字技术赋能城市治理成效的制度性张力,源自政策框架的弹性空间与技术迭代速率的动态适配偏差。制度设计的核心挑战在于构建可扩展的规则体系,需突破传统科层制下的数据权属分割,设计跨部门数据共享的法定授权机制,将交通管理实时视频流、环境监测时序数据与社区治理事件工单纳入统一治理要素池。政策迭代周期的滞后性形成关键制约,需建立敏捷性立法实验机制,针对边缘计算节点的隐私泄露风险预判,动态调整市政物联网设备准入标准与数据脱敏规则。组织协同的制度性摩擦体现为垂直管理系统与平台型治理架构的兼容障碍,需重构基于智能合约的跨层级任务分派模型,使市级智慧中枢的应急指令能够穿透基层网格的响应延迟。数据主权的制度真空制约治理效能转化,需开发具备法律约束力的数据信托框架,平衡公共安全场景下的人脸识别轨迹追踪需求与公民个人信息保护边界。绩效评估的制度盲区集中于技术工具的社会价值偏离风险,需嵌入基于区块链的治理效能追溯链,将算法决策的公平性指标量化为可审计的智能合约验证条件^[2]。

3.3 环境维度

数字技术赋能城市治理成效的环境适配性困局,根植于技术生态系统成熟度与社会数字化转型进程的相位差。核心矛盾聚焦于异构技术协议栈的互操作壁垒,需破解物联网感知层私有通信协议与城市信息模型(CIM)平台数据接口规范的兼容障碍,构建跨设备类型、跨网络制式的全域感知数据融合通道。社会技术基座的基础性缺陷体现为公共数据湖的治理真空,需研发基于属性加密的细粒度访问控制引擎,在保障公民隐私权的前提下激活商业综合体人流密度热图与市政应急资源调度的关联价值。公众数字素养的群体性落差形成应用层阻滞,需设计嵌入式数字包容性提升模块,将健康码通行验证流程与市民数字身份认证体系进行无感化集成。城市电磁频谱环境的复杂度攀升加剧技术失效风险,需部署认知无线电赋能的动态信道分配算法,协调 5G 基站辐射场强与地下综合管廊监测信号的互扰抑制。边

缘计算节点的地理分布不均衡导致治理触达盲区,需开发雾计算资源弹性调度策略,依据城中村人口流动峰谷特征动态调整智能安防摄像头的算力配置。

4 成效提升的路径设计

4.1 技术赋能路径

路径设计需突破传统技术堆叠模式,构建覆盖数据-算法-算力的三元协同框架,开发具备时空演化能力的多模态治理中枢,将城市信息模型(CIM)的几何拓扑特征、物联网感知网络的异常波动信号与社会关系网络的群体行为模式进行张量融合。核心技术跃升点在于重构边缘计算节点的认知智能,部署基于增量学习的动态优化算法,使交通信号控制系统能够自主解析路网拥堵传播规律与极端天气事件的耦合作用机制。数据治理层需设计混合型联邦学习架构,在医疗急救资源调度场景中实现跨机构敏感数据的安全价值萃取,同时运用区块链跨链协议建立环境监测数据与城市更新规划的知识图谱关联。智能决策模块需嵌入多智能体博弈推演引擎,模拟突发公共卫生事件中流动人口轨迹追踪策略与隐私保护边界的动态平衡点。安全防护体系需构建零信任架构下的弹性防御链,通过微服务行为特征基线建模实时阻断智慧灯杆数据采集终端的 APT 攻击渗透^[3]。

4.2 制度优化路径

制度优化路径的突破性张力,源于治理规则体系与数字技术生态的共生演化速率差。政策框架的迭代效率亟待构建敏捷性立法实验机制,针对自动驾驶路权分配等新兴治理场景,开发具备弹性授权特征的临时性数字治理条例,同步建立区块链赋能的政策执行追溯链。数据主权的制度性缺失要求重构跨域共享的法律保障体系,设计基于零知识证明的政务数据开放协议,在保障疫情防控轨迹数据安全的前提下激活商业平台位置大数据的公共治理价值。组织协同的制度摩擦需突破科层制下的职能壁垒,部署智能合约驱动的跨部门任务分派模型,将防汛应急响应指令自动转化为交通管制、物资调度、医疗救援的多主体协同动作链。技术伦理的制度嵌入需要构建算法审计的法定框架,开发可解释性人工智能的合规性验证标准,使智慧城管系统的违规识别阈值设定符合社会公平性原则。绩效评估的制度盲区呼唤建立治理效能的全周期追溯体系,运用数字孪生技术构建政策效果预演沙盘,模拟垃圾分类智能监管规则调

整对居民行为模式的传导效应。制度创新的关键突破口在于建立动态适应的权责配置机制,设计数据信托框架下的多方治理合约,平衡城市安防监控数据采集的公共利益与公民隐私权的法理边界。

4.3 生态培育路径

数字技术赋能城市治理成效的生态演进势能,取决于技术演化速率与社会系统承载力的动态平衡机制。生态培育路径需构建多主体协同的价值共生网络,设计开放型数字治理协议栈,打通政府数据中台与企业创新生态间的技术标准壁垒,使市政管网监测数据流与共享出行平台的实时轨迹信息形成空间决策增强回路。核心技术生态的进化焦点在于开发跨链智能合约中间件,实现区块链赋能的碳排放权交易市场与智慧交通信用积分体系的原子级价值交换,同步建立联邦学习框架下的隐私计算资源池,激活医疗健康数据与社区养老资源配置的协同优化潜力。社会参与生态的培育需植入嵌入式数字素养提升模块,将垃圾分类智能督导系统的交互界面与市民数字身份认证体系进行认知耦合设计,降低老年群体对智能治理终端的操作排斥。技术伦理生态的构建需要开发共识驱动的算法治理沙盒,针对人脸识别技术在公共安防场景的应用边界,建立多方博弈的动态协商机制^[4]。

4.4 动态评估体系构建

数字技术赋能城市治理成效的动态评估体系构建,锚定于治理效能测度维度与技术响应机制的实时映射精度。评估框架需突破静态指标体系的局限,构建基于数字孪生的时空演化仿真层,将城市信息模型(CIM)的多源异构数据流与复杂系统动力学建模深度耦合,实现交通拥堵指数与地下管网负荷阈值的跨域关联预警。核心评估引擎依赖于自适应权重调节算法,开发贝叶斯网络赋能的动态评价模型,使垃圾分类监管效率的量化指标能够自动识别市民行为模式变迁与智能督导设备部署密度的非线性作用关系。数据采集层需部署联邦学

习驱动的分布式感知节点,在保障商业综合体人流密度数据隐私的前提下,实时捕获应急疏散通道的承载力波动信号。评估反馈机制需嵌入多智能体协同进化模块,设计区块链赋能的评估结果追溯链,确保智慧灯杆光感调节策略的优化决策可验证且不可篡改。技术伦理维度需构建可解释性增强的评估指标,运用因果推理算法解析城市安防监控覆盖率提升与特定群体数字排斥效应的潜在相关性^[5]。

5 结语

数字技术重塑城市治理的过程本质上是技术理性与治理逻辑的深度耦合,其成效提升依赖于技术创新、制度变革与社会适应的动态平衡。研究表明,单纯的技术升级无法自动转化为治理效能,需同步推进数据共享机制改革、数字伦理体系构建和公众参与生态培育。未来城市治理应建立技术赋能的价值校准机制,在提升决策精准度的同时防范算法偏见,在强化服务便捷性时保障数字包容。实践层面需注重技术方案的本土适应性改造,将技术工具的创新优势转化为制度体系的持续进化能力。

参考文献

- [1] 吴彤,甄峰,孔宇,等. 人工智能技术赋能城市空间治理的模式与路径研究[J]. 规划师, 2024, 40(3): 14-21.
- [2] 张杏辉,宋玲玲. 人工智能赋能思政课教学模式路径研究——评《人工智能背景下思政课教学精准化研究》[J]. 人民长江, 2024, 55(8): I0003.
- [3] 朱泽艳. 数字技术赋能城市治理成效的影响因素与提升路径研究[D]. 山西财经大学, 2024.
- [4] 王炳文. 数字技术赋能城市社区治理共同体的意义, 问题与路径[J]. 重庆理工大学学报, 2024, 38(10): 1-10.
- [5] 赵国强. 数字技术赋能城市社区韧性治理的路径研究[J]. 2024.