 DOI: https://doi.org/10.12349/edc.v8i4.9980

Research on Digital Integration and Application of Municipal Facilities Information in Urban Renewal—Taking the Xidan Corridor Project as an Example

Hongyu Zhang Tianqi Xing Kai Zhou

China Architecture Design & Research Group Co., Ltd., Beijing, 100044, China

Abstract

Under the background of promoting high-quality urban development at the 2025 Central Urban Work Conference, urban renewal has become an important means to enhance governance capabilities. In response to the problems such as the information fragmentation, insufficient traceability, and lack of unified data foundation in the operation of municipal facilities in the core area, this paper adopts the architect-led model and constructs an integrated data integration path of "management - collection - storage - management - calculation - application", and conducts an empirical study through the project of improving the space of the Xidan corridor system. This corridor system consists of 1-7 overpass bridges and commercial corridors. The research relies on digital twins, multi-source data governance and large language models, and integrates various monitoring and control capabilities to form a "monitoring - analysis - disposal - review" intelligent operation and maintenance system, providing a practical path for the upgrade of municipal facility operation and governance in the core area.

Keywords

urban renewal; municipal facilities; information digital integration; digital twin; data governance

城市更新中市政设施信息数字化整合与应用研究——以西单连廊项目为例

张宏宇 邢天奇 周凯

中国建筑设计研究院有限公司，中国·北京 100044

摘 要

2025年中央城市工作会议推动城市高质量发展背景下，城市更新成为提升治理能力的重要抓手。针对核心区市政设施运行的信息割裂、留痕不足、协同处置缺统一数据基础等问题，本文采用建筑师统筹模式，构建“理—采—存—管—算—用”一体化数据整合路径，以西单连廊系统空间提升项目开展实证。该连廊系统由1—7号过街天桥及商业连廊组成。研究依托数字孪生、多源数据治理与大语言模型，统筹各类监测管控能力，形成“监测—分析—处置—复盘”智慧运维体系，为核心区市政设施运维治理升级提供实践路径。

关键词

城市更新；市政设施；信息数字化整合；数字孪生；数据治理

1 引言

核心区城市更新[1]的重点正由空间形态改善延伸至运行治理能力提升，市政设施信息数字化[2]整合成为支撑更新成效稳定的重要基础。连廊[3]与过街天桥[4]类设施在运行期普遍存在三类问题：一是对象不统一[5]，桥梁本体、连廊链路与关键设备缺乏一致的编码与关联，难以持续定位与追踪；二是数据不贯通[6]，监测、统计、控制与处置记录在口径、时间轴与空间锚点上难以对齐，导致状态评估断续、事件过程难复核；三是应用不闭环[7]，监测预警、人流统计与远程控制难以嵌入巡检维护、调度组织与应急响应，治理链条缺少可执行流程与留痕机制。

西单连廊系统空间提升将市政设施信息数字化整合与应用纳入实施统筹，明确桥梁健康监测、人流量统计、照明远程控制、电梯远程控制监管，并扩展至雾喷与音响智能控制以及街区安防管理，提供典型场景。本文以该项目为例，提出理—采—存—管—算—用一体化数据整合路径与对象

【基金项目】中国建筑设计研究院有限公司技术创新项目“城市更新中市政设施信息数字化整合与应用——以西单连廊项目为例”（项目编号：1100C080250162）。

【作者简介】张宏宇（1993–），男，中国内蒙古包头人，硕士，工程师，从事建筑设计研究。

统一—数据贯通—闭环应用框架，围绕数字孪生体构建、数据资产化探索与大语言模型全生命周期应用展开论证，形成可复用的运维治理方法。

2 方法论与技术路径

2.1 整体技术框架

本文以理—采—存—管—算—用为主线组织市政设施信息数字化 [8] 整合。理阶段明确设施对象边界 [9]、编码规则 [10]、空间锚点 [11] 与责任边界 [12]；采与存阶段实现监测、统计、控制与处置数据的统一接入与可追溯存储；管阶段完成质量校核、标准口径与权限治理；算阶段形成面向风险识别、态势分析与处置建议的计算与模型能力；用阶段将能力嵌入巡检、维护、调度与应急流程，形成面向运行治理的闭环。

在此基础上，方法框架由对象体系、数据治理与运维应用三个层面构成。对象统一将桥梁本体、连廊链路与关键设备抽象为统一管理单元，并与空间位置、责任边界建立稳定映射；数据治理使健康监测、人流统计、远控日志与处置记录在同一对象标识与时间轴上对齐；闭环应用将预警触发、处置执行与复核回写组织为连续链条，使预警、处置及复核记录能够在系统中形成连续运维记录。

2.2 关键实现路径

数字孪生体构建用于承载统一对象体系 [13]。对象体系覆盖连廊系统的桥梁、连廊链路及与运行直接相关的关键设备设施，并通过编码、空间锚点与属性集保证跨系统一致性。其重点不在于模型复杂化，而在于对象粒度 [14] 与治理需求相匹配，既能支撑健康监测与设备监管的数据落点，也能支撑跨部门处置中的责任划分与过程追踪。

多源数据治理用于贯通监测、统计、控制与处置数据。治理路径包括统一接入、质量校核、清洗转换与指标固化，并通过元数据管理与权限机制保障运行期持续可用。在此基础上，引入大语言模型面向运维全生命周期开展知识组织，将规范条款、处置记录与案例经验进行结构化与检索化，服务于事件研判、工单撰写与复盘归纳；同时，通过数据资产化探索，将可治理数据沉淀为可复用指标、专题产品与管理报表，以支撑持续治理与绩效评估。

3 平台构建与应用体系

3.1 平台构建与对象—数据组织

平台需要提供统一对象体系和多源数据接入能力，使桥梁健康监测、人流统计以及照明、电梯远程控制等运行数据能够围绕同一设施对象进行组织，并保持时间轴、空间锚点与对象标识一致。西单连廊系统由 1—7 号过街天桥及商业楼宇连廊组成，连接汉光百货、君太百货、西单大悦城等商业建筑，并承担西单北大街两侧跨街人行交通组织功能。因此在对象体系构建中，需要同时覆盖桥梁结构、连廊连接节点及相关设备设施，使后续数据接入能够明确对应到具体设施对象。

在平台结构中，对象层用于管理桥梁、连廊及设备设施，并与空间位置和责任边界建立映射关系；数据层用于接入桥梁健康监测数据、人流统计数据以及照明、电梯等设施的远程控制日志，并保证这些数据能够在统一对象标识下进行归集；应用层则围绕预警、处置与复核等运维动作组织相关功能。通过这种结构，桥梁健康监测数据能够对应具体桥梁结构，人流统计能够对应关键通行节点，照明、电梯远控日志则能够对应具体设备，从而实现监测数据、客流数据与设备运行数据之间的对应关系。

在西单连廊系统空间提升项目中，通过新建与更新改造过街天桥和商业连廊形成连续廊桥体系。桥梁节点不仅承担跨街通行功能，也是连接商业空间的重要节点。因此在对象体系构建中，需要将桥梁节点、连廊连接点以及设备设施统一纳入管理对象，使结构监测、人流统计与设施控制数据能够围绕这些空间节点进行组织。

3.2 场景驱动的运维应用

运维场景以高频治理任务为牵引，依据实施统筹形成的能力清单界定对象与数据类型集合，包括桥梁健康监测、人流量统计、照明远程控制、电梯远程控制监管，并扩展至雾喷、音响智能控制与街区安防监管。通过场景—流程—数据的反推，数据接入与治理要求能够落实到具体对象与管理动作，避免建设期功能堆叠而运行期难以执行。

在西单连廊系统空间提升项目中，连廊系统通过新建及改造的 7 座过街天桥和多座商业连廊，连接西单北大街两侧商业建筑，并与地铁 4 号线灵境胡同站出入口形成步行衔接，承担跨街人行交通组织功能。由于该系统汇集商业客流与地铁换乘客流，人流统计与客流态势分析成为连廊运维管理中的重要应用场景。通过对关键桥梁节点和连廊节点进行监测统计，可识别不同时间段的人流规模及流向变化，为高峰时段客流组织及应急疏散管理提供数据支撑。

同时，桥梁与连廊系统中配置的照明、电梯等设施构成街区公共服务的重要组成部分。通过远程控制与运行监管，可对设施运行状态进行统一管理，并在必要情况下进行运行调度。例如，照明系统能够根据不同时间段进行控制，以保障夜间通行安全；电梯远程监管则能够对无障碍通行设施进行持续监测，确保其稳定运行。

4 方法创新与案例验证

4.1 方法创新与协同机制

本文的创新性在于，将市政设施信息数字化整合从单纯的信息接入或平台建设，提升为城市更新项目中的运行治理方法。西单连廊系统空间提升项目在实施统筹中，将桥梁健康监测、人流统计及设施远程控制等能力纳入整体建设范围，使数字化能力与空间更新同步推进，从而为运行阶段的设施管理提供数据基础。

在方法上，通过数字孪生体构建统一对象体系，将桥梁本体、连廊链路及关键设备设施纳入同一管理单元，并通

过统一编码与空间锚点建立稳定映射关系。在此基础上，通过多源数据治理贯通监测、统计与控制等不同来源的数据，使数据在统一对象标识与时间轴下形成可对照关系。

与传统市政设施信息化建设相比，该方法更强调对象体系、数据治理与运维流程之间的协同关系。核心区连廊系统涉及桥梁结构安全、公共设施运行以及商业街区客流组织等多类管理任务，如果缺乏统一对象体系与数据组织方式，各类系统往往独立运行，难以形成连续治理链条。因此，本文通过对象统一与数据贯通，使不同类型的数据能够在同一对象体系下进行关联，并为运维处置流程提供统一数据基础。

此外，本文方法还将运维流程纳入数字化体系组织之中。通过场景化应用方式，将监测、分析与处置过程进行连续组织，使监测预警能够进入运维管理流程，并形成处置记录与复核机制。通过这种方式，数字化能力不再停留于技术配置层面，而能够进入设施运行管理过程，形成可执行的治理机制。

4.2 西单连廊案例验证

西单连廊系统空间提升项目为本文方法提供了典型的实践场景。项目位于北京市西城区西单北大街沿线，南起西长安街、北至灵境胡同，总长度约 900 m，由 7 座过街天桥及多处商业连廊组成，形成贯穿商业街区的空中步行系统。通过新建与更新改造多座过街天桥及商业连廊设施，项目完善了西单商圈的慢行网络体系，并强化了商业建筑之间的步行联系。更新完成后，连廊系统总面积约 17470m^2，新增桥面面积约 7780m^2。

在实施统筹中，项目提出以市政设施信息数字化整合为基础的能力体系，重点包括桥梁健康监测、人流量统计、照明远程控制及电梯远程监管等功能，并进一步扩展至雾喷、音响及街区安防等设施的智能化管理。这些能力覆盖结构安全监测、客流态势识别与公共设施运行管理等多个方面，为设施对象建模、数据组织及应用场景构建提供了基础。

基于上述能力体系，本文从设施对象建模、数据贯通组织与运维流程闭环三个方面对案例进行分析。在对象层面，桥梁结构、连廊节点及关键设备被纳入统一对象体系，并与空间位置建立稳定映射关系；在数据层面，健康监测数据、人流统计数据及设备控制日志在统一对象标识下进行归集，从而形成连续的运行数据记录；在应用层面，相关数据围绕结构安全监测、客流态势分析与设施运行管理等场景进行组织。

在统一对象体系支撑下，各类数字化能力能够围绕具体运维任务实现协同应用。例如，桥梁健康监测数据可用于结构安全评估，人流统计数据可用于识别客流分布与高峰时段，设施远程控制系统则可用于照明与电梯等设备的运行管理，从而支撑街区运行秩序维护与公共服务保障。

5 结论与展望

5.1 方法体系总结

本文围绕城市更新中的市政设施信息数字化整合与应用，提出对象统一、数据贯通、闭环应用的工程化框架：以设施对象体系形成统一管理单元，以多源数据治理保证口径一致与留痕可追溯，以场景化流程将监测、分析与处置嵌入运维组织。以西单连廊项目提出的能力体系为基础，本文给出面向运行治理的应用组织方式，强调对象与数据的一致映射与处置流程留痕，为同类设施更新提供方法参考。

同时，西单连廊系统空间提升项目将桥梁健康监测、人流统计及设施远程控制等能力纳入实施统筹，使市政设施信息数字化整合能够在项目建设阶段同步推进，并为运行阶段的设施管理提供稳定的数据基础。通过统一对象体系与数据组织方式，不同来源的监测、统计与控制数据能够在同一设施对象下形成关联关系，从而支撑结构安全监测、客流态势分析及设施运行管理等运维任务的协同开展。

5.2 后续研究

后续研究可从三个方面深化：一是构建可操作的量化指标体系，将安全、效率与服务保障转化为可比较指标并形成运行评价框架；二是完善数据闭环机制，将监测、统计与远控从能力配置深化为制度化流程；三是推动方法的通用化与标准化，在更大尺度的城市基础设施更新场景中验证适用性与可复制性。

参考文献

[1] 宋伟轩,陈浩,崔璨,等.建立可持续城市更新模式的理论、方法与路径思考[J].自然资源学报,2025,40(01):20-38.

[2] 王琼.城市更新视角下商业建筑资产数字化运营管理路径探索[J].价格理论与实践,2025,(11):62-67+290.DOI:10.19851/j.cnki.CN11-1010/F.2025.11.432.

[3] 田宗星, 李贵才. 基于 TOD 的城市更新策略探析——以深圳龙华新区为例[J]. 国际城市规划, 2018, 33(5): 93-98.

[4] Peng H, Hu C, Lyu Y. Analysis of the matching of community vitality and service facility supply and demand in the pedestrian bridge areas of Beijing[J]. Scientific Reports, 2025, 15(1): 37888.

[5] Sharma S K, Sharma V, Mishra V. Building extraction for urban infrastructure mapping using deep neural networks and high-resolution remote sensing data[J]. Journal of the Indian Society of Remote Sensing, 2025, 53(7): 2223-2237.

[6] Jeddoub I, Nys G A, Hajji R, et al. Data integration across urban digital twin lifecycle: a comprehensive review of current initiatives[J]. Annals of GIS, 2025, 31(3): 367-386.

[7] Sharma S N, Dehalwar K. A systematic literature review of pedestrian safety in urban transport systems[J]. Journal of Road Safety, 2025, 36(4).

[8] 陈宋彬,胡聪,汪军勇,等.城市数字化标识在跨领域政务数据整合中的应用[J].软件导刊,2023,22(11):42-48.

[9] 王家东.基础设施、边界对象与科学技术研究的人类学路径[J].自然辩证法研究,2023,39(06):112-117.DOI:10.19484/j.cnki.1000-8934.2023.06.011.