

基于 CIM 的社区建成环境评估及更新改造策略

——以宁德市湖滨社区为例

李苗裔, 刘闯闯, 杨忠豪, 党安荣

【摘要】从 CIM 技术契合评估需求的角度出发, 探讨 CIM 技术在社区建成环境评估中的应用潜力与支撑作用, 构建基于 CIM 的社区建成环境评估框架, 并以宁德市湖滨社区作为案例区进行实证分析, 针对评估结果提出更新改造策略, 以期 CIM 技术在城市更新中的应用实践提供研究基础, 并为新技术环境下的建成环境评估研究提供路径参考, 进一步加强 CIM 建设对城市更新的助力作用。

【关键词】社区建成环境; 建成环境评估; CIM; 评估框架; 城市更新

【文章编号】1006-0022(2023)08-0080-08 **【中图分类号】**TU984 **【文献标识码】**B

【引文格式】李苗裔, 刘闯闯, 杨忠豪, 等. 基于 CIM 的社区建成环境评估及更新改造策略: 以宁德市湖滨社区为例 [J]. 规划师, 2023(8): 80-87.

Community Built Environment Evaluation and Renovation Strategies Based on CIM Technology: A Case Study of Hubin Community in Ningde City/LI Miaoyi, LIU Chuangchuang, YANG Zhonghao, DANG Anrong

【Abstract】To meet the evaluation needs, the application potential and supporting role of CIM technology in the evaluation of community built environment is studied, and an evaluation framework for community built environment is established based on CIM technology. With Hubin community in Ningde city as an example, community renovation and renewal strategies are proposed based on evaluation results, which sets a foundation for the application of CIM technology in urban renewal, and provides a reference for the evaluation of built environment with new technologies.

【Key words】community built environment; evaluation of built environment; CIM; evaluation framework; urban renewal

0 引言

随着存量规划时代的到来, 大量城市建成环境在拆除重建、功能改变和环境整治等方面存在更新需求。社区作为城市的基本单元, 是与人们生活起居最为相关的空间载体, 其建成环境的评估与更新改造需求尤为迫切。一方面, 建成环境评估可以反映物质空间环境的使用现状及其性能是否满足人们的需要; 另一方面, 通过评估反馈设计, 能够进一步为城市空间的规划建设与设计标准的制定、完善提供依据。从发展现状来看, 当前一些社区仍面临公共配套缺失、道路混杂、安全管理堪忧等问题^[1], 需要进行系统评估与更新改造; 从发展需

求来看, 新建项目缺乏对建成环境的反馈研究, 可能导致规划失误、外观欠妥、空间布置不合理等问题^[2], 且更新实施后缺乏回访与评估研究, 会使许多地区难以准确判断社区建设与更新的真实效果。因此, 亟须完善社区建成环境的评估方法与评估机制, 以满足城市更新背景下的社区发展要求。

传统的评估方法以问卷^[3]、访谈、文献法^[4]、间接观察环境法为主, 无法全面解决目前社区建成环境所面临的问题。随着信息技术的快速发展, 各类技术方法为社区建成环境评估提供了一种新的可能。一方面, 相关研究通过文本挖掘^[5]、情感语义分析^[6]、视频数据提取^[7]、手机信令数据分析^[8]等技术应用实现

【基金项目】 国家自然科学基金青年科学基金项目 (52008112)

【作者简介】 李苗裔, 博士, 福州大学建筑与城乡规划学院特聘教授、院长助理, 福建福大建筑规划设计研究院有限公司总经理 (院长)。

刘闯闯, 通信作者, 福州大学建筑与城乡规划学院硕士研究生。

杨忠豪, 福州大学建筑与城乡规划学院硕士研究生。

党安荣, 博士, 清华大学建筑学院教授。

了对人的行为特征及主观感受的精细化感知；另一方面，这些技术也为客观环境的指标测度与模拟评估^[9-12]提供了便捷有效的手段。这些技术的运用虽然可以弥补传统评价方法的一些不足，但是社区建成环境评估仍存在数据获取困难、缺少统一技术平台等问题，这在社区层面尤为明显。首先，社区建成环境涉及多方利益群体，各类评估工作都面临与相关群体多次反复协商，数据获取难度大、成本高的困境；其次，一些社区虽然建设了社区信息平台^[13]，但是该类平台多以社区管理为主，对社区建成环境评估的重视不足。因此，社区建成环境评估需要进一步发展相关的数据获取工具和分析平台。

CIM(City Information Modeling)作为BIM、GIS、IoT以及各类数字技术的城市信息有机综合体，汇聚了城市空间的各类信息和多源数据，致力于解决区域、城市、片区、社区、建筑、部件、事件、人等在空间中的定位和多源异构数据的融合及其计算与仿真问题^[14]。CIM技术为解决社区建成环境评估中数据获取困难、缺乏统一的技术平台等问题提供了机遇。在社区建设层面，CIM平台可汇聚人、空间、事件等要素的各类信息和数据，并能够结合已有的各类数字技术如物联网、卫星遥感监测等实现综合应用，将作为社区长期建设运营的多源数据平台。其不仅可以从空间地域上不断汇聚完善城市信息，还可以从时间维度上不断积累多期的城市信息，为建成环境评估提供周期性分析的有利环境，实现建成环境评估结果的多次比对，为基于建成环境评估的更新改造提供依据与再反馈，支撑社区等城市空间的建成环境评估向常态化发展。

为此，本次研究以社区作为最基础的切入点，拟构建社区尺度的CIM数字底座，对可广泛采集的数据进行分条块梳理，以空间坐标和时间轴为基础实现数据融合，耦合模型算法对数据进行对比分析，实现建成环境评估，并以宁德市湖滨社区为例进行实证分析，提出更

新改造策略，以期社区建成环境评估提供新技术应用下的思路，为今后CIM技术发展及其与社区建成环境评估的结合提供研究基础。

1 评估框架

当前社区建成环境评估是不全面的甚至是缺乏的，存在数据缺乏、数据壁垒、与社区治理不匹配等问题。相关研究基于大数据从公共空间物质环境特征^[15]、居住区环境质量^[16-17]、高校环境质量^[18]、历史街区保护与发展^[19]等方面进行了评估。而在城市更新背景下，社区建成环境评估更多地关注人和建成环境之间的交互关系以及环境本身的综合性能，以期通过精细化改造提高建成环境的质量和人们的生活品质^[20]。

本次研究以为建成环境更新提供设计反馈作为评估的主要目标，以庄惟敏院士等^[21]提出的建筑“前策划—后评估”理论为基础，将其延伸应用到社区建成环境评估中，基于CIM数字底座形成“前评估—后更新—再反馈”的框架体系，以期通过不断反馈和改进实现社区建成环境发展的良性循环。

社区建成环境评估可分为评估准备和评估实施两个阶段。在评估准备阶段，运用倾斜摄影技术生成真实的三维社区模型，并打通CIM平台与前端物联网设备的端口，实现CIM平台与真实物质世界的时空连接，使数据可以不断更新完善。要实现社区精细化治理，仍需对社区的相关数据进行广泛收集与梳理。建成环境包括土地利用、交通组织等一系列要素^[22]，人及其在空间中的活动亦是不可忽视的要素。因此，本次研究将数据分为“人”“空间”“事件”3个维度：“人”的维度数据可以反映使用者的内在需求及其对建成环境的态度、感受，包括文本评价数据、影像数据等；“空间”维度数据可以反映客观物质环境的综合性能，包括路网数据、建筑信息数据、POI数据等；“事件”维度数据可以

反映建成环境中使用者的行为方式和规律，包括基本通行、交谈等日常行为以及犯罪、扰乱公共空间秩序等异常行为，包含门禁数据、高空抛物数据等。再基于北斗网格编码技术，实现“人”“空间”“事件”3个维度的数据在CIM平台的汇聚，进而从CIM平台调取文本评价数据、物质空间数据、行为监测数据。评估通过平台分析和补充分析两种途径开展。由于各地的CIM平台建设情况不一，在CIM平台功能尚不足以支撑分析所有内容时，则以各类新技术方法进行补充分析。在本次研究中，平台分析内容包含评价数据统计、可达性分析、公共服务设施覆盖度分析、门禁刷卡统计等；补充分析内容包含文本挖掘、空间句法、遥感监测等多种技术应用。具体落实到“人”“空间”“事件”3个维度，可根据以下方式展开：在“人”的维度，可从CIM平台调取文本评价数据，借助词频统计、共现网络分析、交叉分析等方法对数据进行分析，从居民的角度反映社区建成环境存在的问题；在“空间”维度，借助CIM平台调取建筑信息、道路、POI等数据，开展可达性分析、公共服务设施覆盖度分析，结合空间句法、GIS分析等方法进行补充、对比分析，实现环境性能多尺度评估；在“事件”维度，主要依靠接入CIM平台的摄像头、智能门禁等物联网设备，CIM平台以图表统计的方式进行分析，结合叠加分析、热力分布分析等方法加以直观展示，归纳人群的行为规律和特征，并落位在地理空间上，为更新改造提供依据。总体而言，从“人”“空间”“事件”3个维度判识居民内在需求构成、客观环境综合性能和社区居民的行为特征，精准定位社区建成环境问题。

在更新阶段，根据评估阶段反映出的具体问题，对社区建成环境现状问题进行梳理与响应，精准提出更新改造策略。同时，在空间上不断汇聚融合多源数据，在时间上持续积累多期的城市信息，以空间为坐标、时间为轴，运用多

期时空数据模拟未来时空场景，触发问题预警，从而为社区提供规划服务。

在反馈阶段，实现“感知—评估—更新—反馈”全过程信息化应用流程，在 CIM 标准数据库的基础上拓展形成社区建成环境评估的成果数据库，自动生成综合分析报告，使评估数据可以共享或是供今后的再次评估使用与参考。同时，CIM 丰富了居民参与社区建成环境评估反馈的渠道，调动了民众参与社区建设的积极性，实现多方协同参与，为社区建设提供正向反馈。

综上所述，形成基于 CIM 的社区建成环境评估框架(图 1)。在评估准备阶段，打通 CIM 平台和前端设施层的连接，汇聚多源数据，调取文本评价数据、物质空间数据、行为监测数据，为评估提供数据基础。在评估实施阶段，以 CIM 平台结合文本分析、空间句法、GIS 等技术辅助分析。在更新阶段，根据评估结果总结社区建成环境问题，提出更新改造策略，并进一步结合 CIM 形成评估成果数据库，为再次评估提供参考。

2 实证分析

2.1 研究区概况

宁德市湖滨社区位于宁德市东侨经济技术开发区，是宁德市中心城市发展的重点片区。湖滨社区是宁德市标准智慧社区建设示范点，从 2020 年起开展 CIM 平台建设。

湖滨社区占地 1 km²，服务范围东至金马南路、西至福宁南路、南至万安东路、北至南湖滨路。研究区以湖滨社区 CIM 试点建设小区为范围，涵盖金谷·国宝壹号、上东·曼哈顿、唐程·御品、恒大·御景半岛、天茂城市广场、美伦·阳光园、东晟泰怡园、德润·万象城、龙威经贸广场等 9 个小区。截至 CIM 试点建设开始时，研究区内已交付的小区总户数近 1 万户，已入住约 6 500 户，常住人口约 3 万。

在整体构建思路上，湖滨社区 CIM 平台基于 WebGL 框架实现 BIM、GIS、

IoT 数据及其他数据在网络端的汇聚整合，平台支持的应用模块包括社区综合管理应用系统、运行态势监测分析系统、决策辅助支持系统等。见图 2。

2.2 主观感受评估

通过 CIM 平台调取 2020 年 8 月至 2021 年 8 月的“随手拍”数据，删除无效文本，处理后得到 384 条评论文本，预处理后可用于分析的词汇共 1 664 个。

在预处理的基础上，对评价文本进行词频统计分析，先是根据词性进行归类，分为名词、形容词、动词、目标词等类别，再筛选各类别中出现频次在前 10 位的词汇形成词频统计表(表 1)。

综合词频统计情况可初步发现，评价文本中的高频词反映了居民比较关心环境卫生、安全等方面的问题，具体包括占道经营、垃圾脏乱、车辆违停等，此外还存在一些设施损坏、衣服随处晾

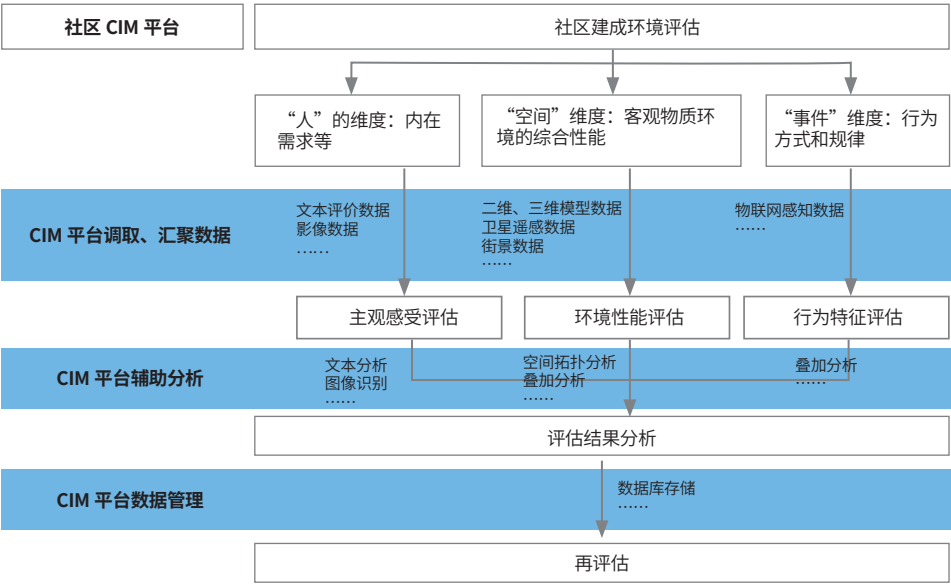


图 1 基于 CIM 的社区建成环境评估框架图

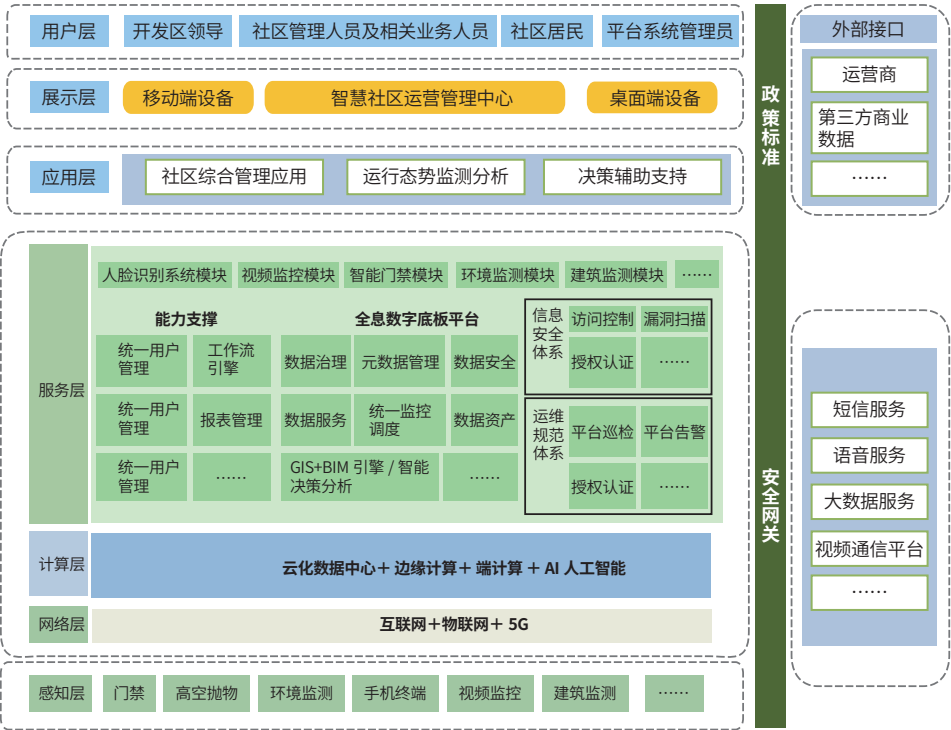


图 2 湖滨社区 CIM 平台总体架构示意图
资料来源：湖滨社区 CIM 建设项目相关资料。



图4 湖滨社区全局整合度、局部整合度均高路段和差异路段示意图

性高、社区局部可达性低的道路进行叠加(图4-b),可达性高的路段主要以福宁南路为中心,集聚在社区西侧,也有部分分布在更远的西侧和南侧,这些是未来湖滨社区与城市片区建立联系的重点路段。提取社区可达性低、社区局部可达性高的道路进行叠加(图4-c),可达性高的路段主要为万安东路与林聪路,表明这些道路与社区外部联系薄弱,但与社区内部联系较为紧密。

总体而言,社区西侧是对外联系空间可达性最高的区域,社区中部与南侧是内部联系空间可达性最高的区域,而社区在空间可达性方面存在的主要问题是社区东侧与城市片区联系较弱,社区内部的横向联系较弱,且社区空间可达性较高的路段不够连贯,没有形成联系较为紧密且连通横纵向的路口。

2.3.3 公共服务设施覆盖度评估

城市片区层面通过公共服务设施覆盖度来对环境性能进行评估。当前湖滨社区CIM平台已对生活服务、医疗、教育、交通等4种类型的公共服务设施配置情况进行了评估。随着社区的发展,社区公共服务设施必然涉及更多类型,因此本次研究整合CIM数据,基于《社区生活圈规划技术指南》的规定及数据的可获得性,扩展公共服务设施类型,最终筛选出6类公共服务设施(表2)作为下一步数据分析的主要内容。

研究以湖滨社区范围内11个小区地块的质心为原点,基于社区路网划定社

区10分钟生活圈(2.02 km²)、15分钟生活圈(3.24 km²),同时叠加设施POI点、公共服务设施10分钟或15分钟服务范围,得到社区公共服务设施空间布局现状图。就公共服务设施分布情况而言,除了文化活动中心、文化活动站、综合商场,其他类型的公共服务设施均可以在一定程度上满足社区居民的日常需要。同时,计算得到社区生活圈内公共服务设施覆盖度(表3),公交站点、便民商业、综合医院与诊所等公共服务设施覆盖度较高,可较好满足社区居民的日常生活需要;幼儿园、老年人活动中心、中学、小学等公共服务设施覆盖度一般,可在一定程度上满足居民生活需要;养老院和老年养护院等公共服务设施覆盖度较低,需进一步提升。

2.4 行为特征评估

社区行为特征评估可分为日常行为特征和异常行为特征,评估内容包括多个方面,考虑到研究区CIM平台的建设情况及评估数据的可获得性,实证分析以基本通行行为特征和高空抛物行为特征作为评估内容。

2.4.1 日常行为特征评估——基本通行行为特征评估

以CIM平台智能门禁监测数据为基础,选取社区内布设智能门禁的各个出入口在工作日与周末的数据分布情况,借此反映社区的基本通行行为特征。调取CIM平台近一周的门禁监测数据(2022

年3月8日—14日)生成热力图,可发现湖滨社区居民一周内通行呈现向社区内部集聚的特点,居民基本通行行为主要发生在社区内侧,而外侧出入口的通行总数则相对较少。为进一步分析基本通行行为的时空分布特征,将一天分为24个时段对通行频次进行统计(图5,图6)。结果显示,通行频次总体呈现早、午、晚高峰的分布态势,而周末通行频次分布态势比工作日的变化更加多样。

基于以上分析结果,湖滨社区居民基本通行特征较为简单,出行以社区内侧为主,且主要分布在早、午、晚比较集中的时间段。未来,湖滨社区建成环境的优化完善可以将基本通行行为的时空分布特征作为依据,重点关注通行频次较高的空间位置与时间段。

2.4.2 异常行为特征评估——高空抛物行为特征评估

高空抛物是引起空间失序的行为之一,会影响社区居民的安全与生活环境。当前湖滨社区在CIM平台建设过程中,已对社区内各个小区布设了高空抛物AI摄像头,可实时掌握社区内部高空抛物的行为情况。

研究调取湖滨社区CIM平台建设以来收集的2985条监测记录数据,通过热力图查看各监测点记录的高空抛物行为分布情况。可知湖滨社区的高空抛物行为在各个小区内均有分布,总体上呈现分布面广、局部区域密集的态势,以东晟泰怡园的分布情况最为密集。同时,

对不同时间段内的高空抛物行为分布情况进行分析，发现社区的高空抛物行为主要分布在白天，以上午时段分布较为密集，中午和下午时段的分布情况相对稀疏，而夜间时段的高空抛物行为十分稀少，仅在东晟泰怡园有分布。

从评估结果来看，湖滨社区高空抛物行为较为常见，借助 CIM 技术总结出湖滨社区高空抛物行为呈现出分布面广、局部区域密集、上午时段高发等特征，这对于及时制止高空抛物行为并采取相应的措施起到了很好的支撑作用，从而保障社区安全、维护建成环境空间秩序。

3 评估结果与更新改造策略

3.1 评估结果

根据主观感受评估结果，梳理湖滨社区的主观建成环境问题。主观建成环境问题主要分为垃圾脏乱、占道经营、车辆违停、杂物堆积、设施损坏等 5 类，主要分布在社区路口、内部路段、天茂步行道。在社区路口，多种空间失序问题集聚，部分路口车辆违停、占道经营的问题严重；在内部路段，道路两侧零星分布有空间失序的问题，且类型多样；在步行道沿线存在空间失序的问题，以垃圾脏乱、车辆违停、杂物堆积等 3 类为主。

综合环境性能评估结果与行为特征评估结果，梳理湖滨社区的客观建成环境问题，可以从 3 个层面进行总结：微观层面，在社区各个小区的内部，面临宅前空间失序和建筑沉降不稳定的问题；中观层面，社区内的横向道路联系相对较弱，且为老服务设施等分布不均，社区东侧的公共服务难以保障；宏观层面，社区与其所在的城市片区联系偏弱，周边缺少文化、商业类公共服务设施。

3.2 更新改造策略

(1) 触媒营造。根据主观建成环境问题集聚分布于社区路口的情况，以社区路口作为实施更新的触媒点，通过解决

表 2 湖滨社区公共服务设施扩展类型

设施类型	设施层级	设施名称
健康管理	15 分钟生活圈	综合医院、诊所
	15 分钟生活圈	养老院、老年养护院（疗养院）
为老服务	15 分钟生活圈	老年人活动中心
	15 分钟生活圈	小学、中学
终身教育	5 ~ 10 分钟生活圈	幼儿园
	15 分钟生活圈	文化活动中心
文化活动	5 ~ 10 分钟生活圈	文化活动站（文化宫）
	15 分钟生活圈	综合商场（购物中心、商场）
商业服务	5 ~ 10 分钟生活圈	便民商业（超市、药店等）
	15 分钟生活圈	公交站点

表 3 湖滨社区生活圈内的公共服务设施覆盖度

设施名称	生活圈内的设施覆盖面积 /km ²	生活圈内的设施覆盖度 /%
综合医院、诊所	2.21	68.24
养老院、老年养护院	0.55	16.89
老年人活动中心	1.10	33.87
小学	0.94	28.91
中学	0.97	29.94
幼儿园	1.09	54.01
文化活动中心	0	0
文化活动站	0	0
综合商场	0	0
便民商业	1.85	91.82
公交站点	3.18	98.33

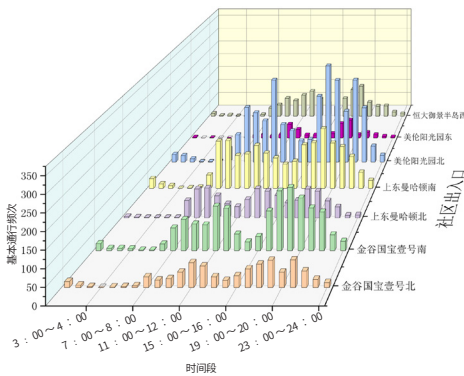


图 5 湖滨社区居民工作日基本通行情况示意图

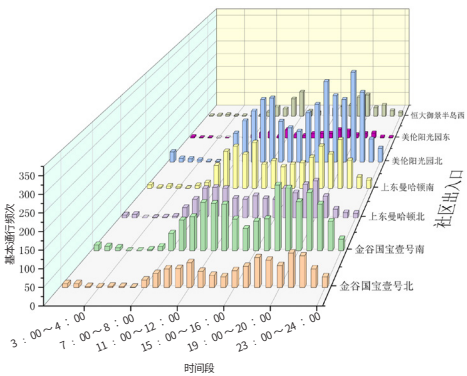


图 6 湖滨社区居民周末基本通行情况示意图

社区路口的各类空间失序问题，推动社区建成环境总体改善。此外，同步推进内部路段的更新改造与步行道的环境整治，形成“一轴、一带、多节点”的更新模式及策略（图 7）。以节点所在的路口作为社区更新改造的触媒，尝试通过设施更新、空间改造及功能置换等方式解决现有问题、改善周边环境。除几个主要路口外，天茂城市广场北侧的内部

道路也是问题分布较为密集的区域，针对现状杂物堆积、设施损坏、垃圾脏乱、车辆违停等问题对其进行更新改造，再对天茂城市广场步行街沿线进行环境整治，形成南至万安东路、北达南岸公园的社区休闲步行轴线。

(2) “针灸治疗” + “区域联动”。根据客观建成环境在微观、中观和宏观层面的相关问题，分别提出“针灸治疗” + “区

域联动”的更新改造理念，以保障居民安全、促进空间利用与公共服务设施优化。

以“针灸治疗”的方式解决微观层面的建筑安全问题和宅前空间失序问题(图8)。针对建筑安全问题，采取定期监测的策略，并根据不同风险级别制定相

应的安全策略，重点对风险等级高的建筑内部及周边进行调研，进一步排查可能影响建筑主体结构稳定的安全隐患，同时巡查临近道路与施工项目情况，排查可能的风险源。在监测巡查过程中发现问题及时上报，组织专家对建筑安全

性进行研判，对建筑的风险部位进行“运维管养”和加固修缮，最终形成建筑安全监测的长效管理机制。针对宅前空间失序问题，确定高空抛物事件发生的楼栋位置，针对性地对户主进行安全宣传和沟通劝导。对于多次劝导未果的楼栋，排查梳理其周边的风险隐患，在调研分析的基础上，采取建筑外部构件更新改造、强化纵向的绿化遮挡、增加建筑户前道路退距等措施，保障建筑户前空间的人员安全。

以“区域联动”的理念解决中观与宏观两个层面的客观建成环境问题，即在充分考虑空间可达性的同时，促进公共服务资源的集约使用，在一定程度上解决当前社区交通联系弱且设施不足的问题。中观层面通过功能联动(图9)，即对于社区内建设要求相近的公共服务设施类型，可根据需求进行综合建设。例如，养老院可与医疗设施或文化类设施共同建设，前者满足老年人的就医需求，后者满足老年人的娱乐需求。宏观层面则通过区域共享(图10)，根据交通联系紧密程度，在可达性较高的几个关键区域增设文化类、为老服务类、综合商业类等社区现状较为欠缺的公共服务设施，并对可达性高的已有相关设施进行提质升级，使不同社区的居民尽可能多地获得公共服务。文化类设施应合理规划不同群体的使用场所与使用时段，做到公共场所共享和分时段共享；为老服务类设施应根据附近各个社区居民的年龄结构与具体情况进行配额，尽量满足各个社区老年群体的使用需求；对于综合商业类设施建设，需要在听取和整理居民意见的基础上，通过政府出台政策等措施推进市场主体的参与。

(3) 多元共治。依托 CIM 技术构建社区共治机制，推动社区建成环境的有效更新改造。首先，拓宽社区居民诉求表达的渠道，加强 CIM 平台的线上反馈功能，并进行线上线下整合。同时，优化反馈机制，重视社区管理人员对居民需求的系统分析与有效回应，开发常态化

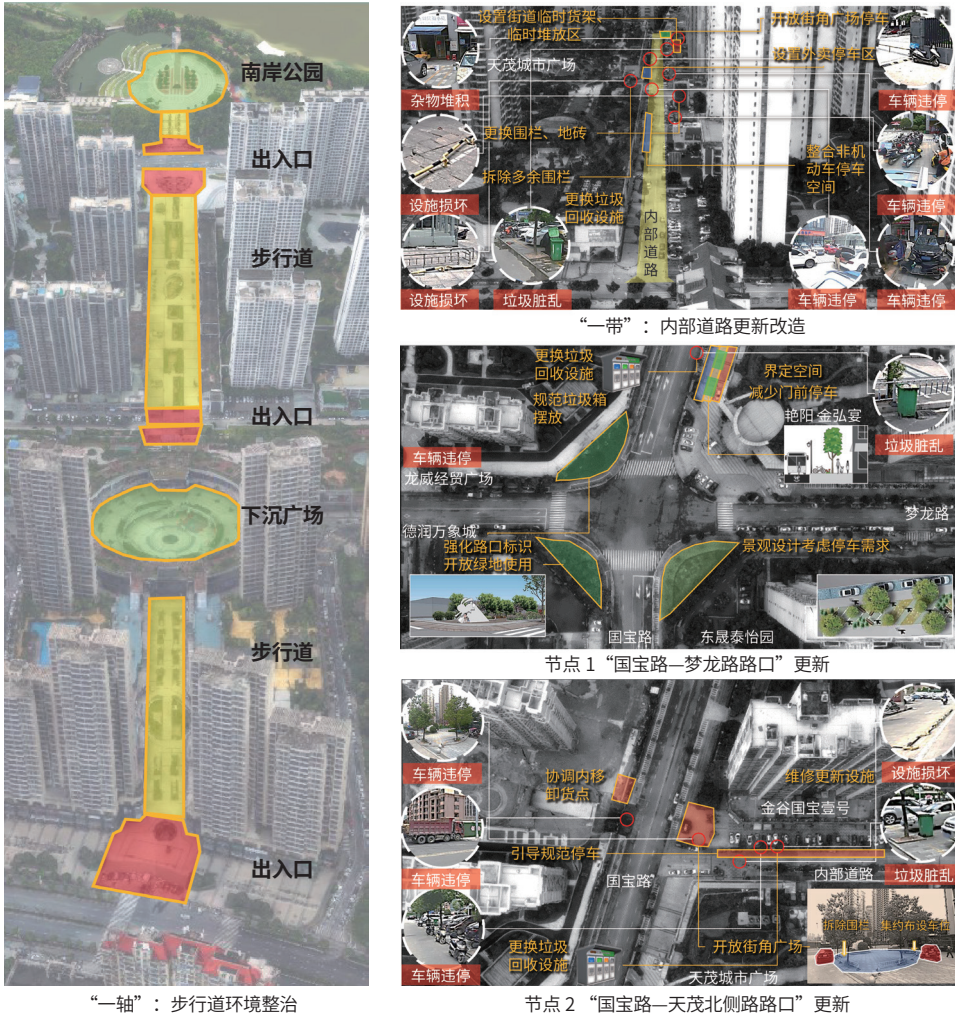


图7 更新模式及策略示意图

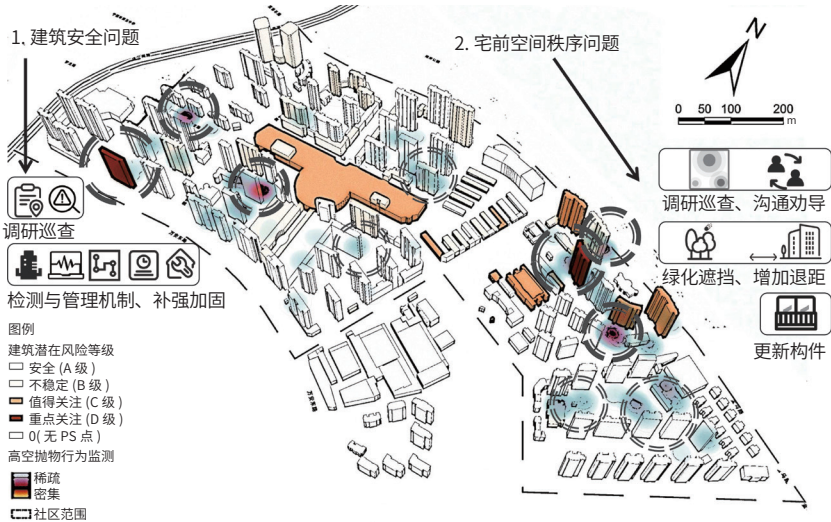


图8 “针灸治疗”策略示意图

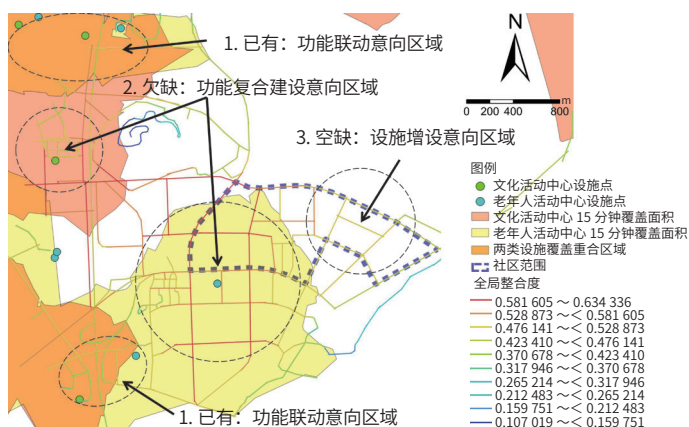


图9 公共服务设施“功能联动”示意图

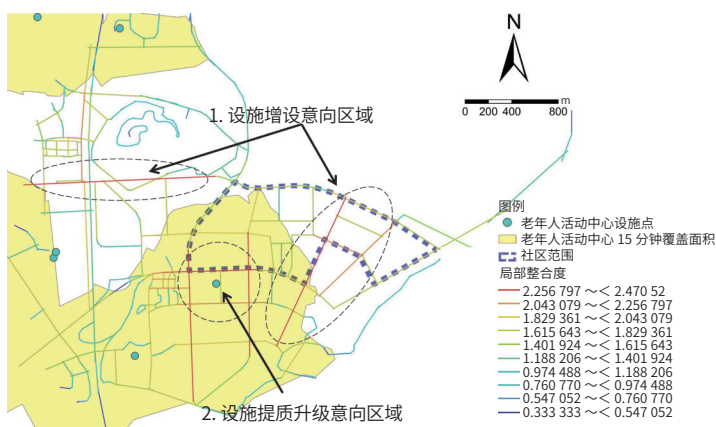


图10 公共服务设施“区域共享”示意图

的主观反馈评估应用程序，形成治理闭环。在此基础上，借助CIM平台可以将社区总体情况与社区建成环境评估结果快速传递给各个主体，为多元主体的决策参与提供良好渠道。其次，借助CIM平台实现数据的整合与共享，推动CIM技术在社区建成环境评估方面的集成应用开发，辅助提升管理者辨识问题的能力，完善平台功能，使评估工作更加便捷化与日常化，形成社区建成环境的常态化评估机制。

3.3 局限与不足

本次研究中还存在一些不足之处，需要在今后进一步改进和完善。一是，虽然CIM平台能够汇聚社区各类信息并支撑建成环境评估，但是目前各地建设情况不一，已汇聚的数据内容和已建设的分析功能可能存在较大不同。本次研究仅结合湖滨社区CIM平台进行了实证分析，具有一定的参考价值，但在评估内容选取上仍不够全面。二是，CIM平台接入的物联网监测设备所获取数据的范围与精度仍存在一定局限性，如智能门禁的布设尚未覆盖整个社区，AI摄像头在监测高空抛物行为时存在一定的误差。随着硬件设备配置的普及和监测能力的不断优化升级，基于CIM可以更全面、精确地实现对行为特征的评估。

[参考文献]

[1] 蔡云楠，杨宵节，李冬凌. 城市老旧小区

“微改造”的内容与对策研究[J]. 城市发展研究, 2017(4): 29-34.

[2] 冯江，李梦然. “被打断的罗马”与被打断的广州：城市历史环境的现实困境与学科危机[J]. 建筑学报, 2016(12): 1-8.

[3] 孙晨. 南京市社区建成环境满意度评价[D]. 南京：南京大学, 2017.

[4] 朱小雷. 非介入性评价方法研究：广州某居住小区建成环境主观评价[J]. 华中建筑, 2006(8): 116-118.

[5] 马越. 基于文本挖掘技术的建成环境使用后评价研究[J]. 南方建筑, 2018(2): 96-101.

[6] 王昭雨，庄惟敏. 情感语义视角：街区更新后评估方法应用研究[J]. 建筑学报, 2020(增刊2): 105-109.

[7] 黄蔚欣，齐大勇，周宇舫，等. 基于视频数据提取的环境行为分析初探：以清华大学校河与近春园区域为例[J]. 住区, 2019(4): 8-14.

[8] 王德，钟炜菁，谢栋灿，等. 手机信令数据在城市建成环境评价中的应用：以上海市宝山区为例[J]. 城市规划学刊, 2015(5): 82-90.

[9] 梁思思. 基于设计响应的建成环境综合评估方法及新技术应用探索[J]. 新建筑, 2021(3): 29-33.

[10] 郭馨，赖建东，马志锋，等. 街道品质虚拟评价与现场调研评价方法的一致性分析：以深圳轨道核心区街道为例[J]. 规划师, 2022(6): 70-78.

[11] 王林森，郑重，周素红，等. 基于街景感知的城市空间品质对空间活力的影响作用研究[J]. 规划师, 2022(3): 68-75.

[12] 曹越皓，杨培峰，庄凯月. 基于机器学习的历史空间感知测度研究[J]. 规划师,

2021(23): 67-73.

[13] 魏玺，甄峰，孔宇. 社区智慧治理技术框架构建研究[J]. 规划师, 2023(3): 20-26.

[14] 杨滔，张晔理，秦潇雨. 城市信息模型(CIM)作为“城市数字领土”[J]. 北京规划建设, 2020(6): 75-78.

[15] 何金枚，刘敏. 街区型住区公共空间使用后评估研究：以上海创智坊为例[J]. 住宅科技, 2019(12): 31-35.

[16] 吴硕贤，李劲鹏，霍云，等. 居住区生活环境质量影响因素的多元统计分析与评价[J]. 环境科学学报, 1995(3): 354-362.

[17] 徐磊青，杨公侠. 上海居住环境评价研究[J]. 同济大学学报(自然科学版), 1996(5): 546-551.

[18] 朱小雷. 大学校园环境的质化评价研究[J]. 新建筑, 2003(6): 11-14.

[19] 冯艳，李金洁. 人一空间协同视角下的历史街区影响评估指标构建及应用研究：以嘉兴市月河历史文化街区为例[J]. 规划师, 2023(3): 64-72.

[20] 叶锤楠，韦寒雪. 城市诊断方法在社区更新规划中的应用：以北京石景山区八角社区为例[J]. 规划师, 2020(12): 51-57.

[21] 庄惟敏，张维，梁思思. 建筑策划与后评估[M]. 北京：中国建筑工业出版社, 2018.

[22] 于一凡，胡玉婷. 社区建成环境健康影响的国际研究进展：基于体力活动研究视角的文献综述和思考[J]. 建筑学报, 2017(2): 33-38.

[收稿日期] 2023-03-04