

多维视角下深圳城市更新空间特征研究

——以 2010-2016 年城市更新单元样本为例

朱永, 司南

(北京大学 城市规划与设计学院, 广东 深圳 518035)

摘要:城市更新是深圳政府为破解土地难题,实现可持续发展的主要手段,也是城市研究的重要课题。本文通过对深圳市 2010—2016 年城市更新单元数据的整理,从城市与更新单元两个尺度,社会、经济和政策三个维度出发,综合分析城市更新的空间特征。研究发现:①从城市尺度观察,城市更新的空间分布表现出强烈的政策依赖性和分布不均衡特征,且与行政区分布存在一定的空间耦合;②从社会维度看,城市更新与城市公共中心、公共服务设施的布局匹配度不高,表现出强烈的原特区内、外差异化特征;③从经济维度看,城市更新主要集中在人口密度小、基准地价低的区域,表现出市场运作下追逐经济利益最大化的特征;④从政策维度看,城市更新主要围绕在城市规划的主、次干路周围,且与城市总体空间发展方向基本一致;⑤从更新单元尺度观察,城市更新的空间形态表现出由松散复杂向紧凑简单转变的特征,同时在临近城市干道区域形成新的人流集聚的公共空间。研究成果综合分析了深圳城市更新在多维变化下的空间特征,并通过对比深圳市的相关政策文件,提出促进城市更新的建议与对策,对进一步认识并引导城市更新发展具有一定的参考价值。

关键词:城市更新;空间特征;多维视角;城市更新单元;深圳

中图分类号:TU411

文献标志码:A

文章编号:1006-7930(2020)03-0439-08

Multi-perspective study on spatial features of urban renewal practice in Shenzhen based on urban renewal units between 2010 & 2016

ZHU Yong, SI Nan

(School of Urban Planning and Design, Peking University, Guangdong Shenzhen 518035, China)

Abstract: Urban renewal is an effective tool for Shenzhen local government to solve the problem of land limitation and achieve sustainable development, and it is a popular topic of urban research as well. Based on the data of urban renewal units from 2010 to 2016 in Shenzhen, this paper analyzes comprehensively the spatial features of urban renewal from two scales (city and urban renewal unit) in three dimensions (social, economic and policy). The results found that: ①From urban scale, the spatial distribution of urban renewal shows strong policy dependence and unbalanced distribution feature, and there is a certain spatial coupling with the distribution of administrative jurisdictions. ②From the dimension of society, the existing public facilities cannot service all the urban renewal, showing extreme differentiation feature within and outside the Shenzhen Special Economic Zone. At the same time, urban renewal has little contribution to the construction of urban public centers. ③From the economic dimension, urban renewal is mainly concentrated in areas with low population density and low benchmark land prices, showing the feature of maximizing the economic benefits under market mechanism. ④From the dimension of space, urban renewal mainly revolves around main urban roads, and is basically consistent with the spatial development direction of the city. ⑤From urban renewal unit scale, the spatial form of urban renewal turns from loose and complex into compact and simple. The main urban road area forms new public space which absorbs pedestrian flow. The paper analyzes a multi-perspective study on spatial features of urban renewal practice in Shenzhen comprehensively. Based on comparing the relevant policy documents of Shenzhen, the paper puts forward suggestions and prescriptions to promote urban renewal, and have certain reference value for further understanding of the development of urban renewal.

Key words: urban renewal; spatial feature; multi-perspective; urban renewal unit system; Shenzhen

收稿日期:2019-08-30

修改稿日期:2020-05-06

基金项目:国家重点研发计划基金资助项目(2018YFD1100304)

第一作者:朱永(1992—),男,硕士研究生,研究方向:城市更新与城市形态。E-mail: zhuyong210@pku.edu.cn

通信作者:司南(1986—),男,博士研究生,中级城市规划师,研究方向:城市更新与城市设计。E-mail: sinan@pku.edu.cn

作为中国改革开放的代表城市,深圳在经历20世纪80-90年代的高速建设期后,以政府主导的原特区农村城市化为开端,逐步实现全域土地国有化,并伴随着大规模的自发抢建、加建热潮,快速城市化让深圳迅速面临土地资源的难以为继,为破解土地难题、创造特区形象,城市更新在深圳正式拉开了序幕。初期的城市更新重点针对城中村(旧村)与旧工业区,虽然从政策上规范了更新行为,但其核心目的还是以改善城市面貌为主,缺少对市场操作的引导与规范,导致如果缺少了政府的干预,更新活动基本无法进展^[1-2]。在此背景下,《深圳市城市更新办法》率先全国于2009年底颁布实施,新的政策更具综合性,丰富了城市更新的内涵,并创新引入了台湾“城市更新单元”的概念,确立了以“城市更新单元”为基本空间单元的城市更新规划与计划管理制度^[3]。同时,新的政策确立了“政府引导、市场运作”的总体原则,建立了综合整治、功能改变和拆除重建三种更新模式,实现了对城中村(旧村)、旧工业区、旧商业区、旧居住区更新的全覆盖。更重要的是,新的政策赋予市场更多的自主权利,鼓励开发主体自行申报、编制和实施城市更新项目^[4],促进了城市更新活动的多元发展。

近年来关于深圳城市更新发展动因的研究层出不穷,主要从社会关系、经济产业和政策制度等角度展开。在对社会关系的剖析方面,学者们从对政府和市场二元社会主体博弈的讨论转向政府、市场、业主和社会多元主体关系的分析,发现政府始终处于角色关系网络的核心地位,对于城市更新发展影响显著^[5-8]。对于经济产业的分析,学者们发现由于传统的城市产业片区形成的产业空间规模有限,无法满足城市经济发展的战略需求,因而城市更新是政府引导经济发展和产业转型的重要途径^[9]。在政策制度方面,学者们以城市总体规划的编制时段为依据,讨论不同发展阶段规划思路变迁与空间更新响应的关联,认为完整的行动规划与制度设计是保障城市更新发展的关键^[10-12]。特别是在城市更新单元制度出台后,城市更新中政府与市场的角色关系发生了根本性的转变^[4]。一方面,地方政府可以有效控制更新规模与空间分布,协调城市发展的速度与效率,规范城市更新活动的行政许可与实施监管。另一方面在更新实施过程中,市场机制将有效替代政府干预,降低行政配置空间资源的成本,极大提

高城市更新的实施效率^[13]。

在此背景下,对于城市更新空间特征的研究多以案例分析为主,关注不同尺度下的更新演变过程。例如,罗彦等^[14]的研究较早结合城市更新制度的变化,从区域的尺度综合论述福田区城市再生发展的策略,为空间改造奠定了基础。王嫒等^[15]以大剧院蔡屋围片区为例,揭示出中心城区产业结构调整下城市更新所形成的高强度、密路网、立体化的空间特征。杨晓春等^[16]以岗厦片区为例,探究政策制度和利益主体共同影响下,城市更新产生高强度、疏路网、大街块、巨型建筑的空间景观,同时伴随着公共空间的立体化改变。而赖亚妮等^[4]通过搜集城市更新单元信息,利用GIS空间分析方法对深圳城市更新活动的区位选择与空间分布模式进行分析。总体看来,既有研究表明城市更新的空间特征受到社会关系、经济产业^[17]、规划政策等多方面的共同影响。但是,鲜有研究从一个多维度的综合分析视角切入,展示并评价深圳城市更新的空间特征与实施效果。特别是随着分析工具和数据获取的不断完善,通过结合人口、地价、公共设施等社会经济指标,可以更为完整的展示城市发展的特征与规律。因此,对深圳城市更新空间特征的研究显然需要进一步深入。

基于此,本文聚焦深圳的城市更新活动,通过对深圳市2010—2016年城市更新单元数据的整理,建立Excel和GIS平台数据库。利用Matlab、Depthmap等数据分析与可视化工具,从城市与更新单元两个尺度,社会、经济和政策三个维度出发,展示城市更新的空间特征与规律,以期为未来深圳城市更新研究和制度优化提供实证支撑。

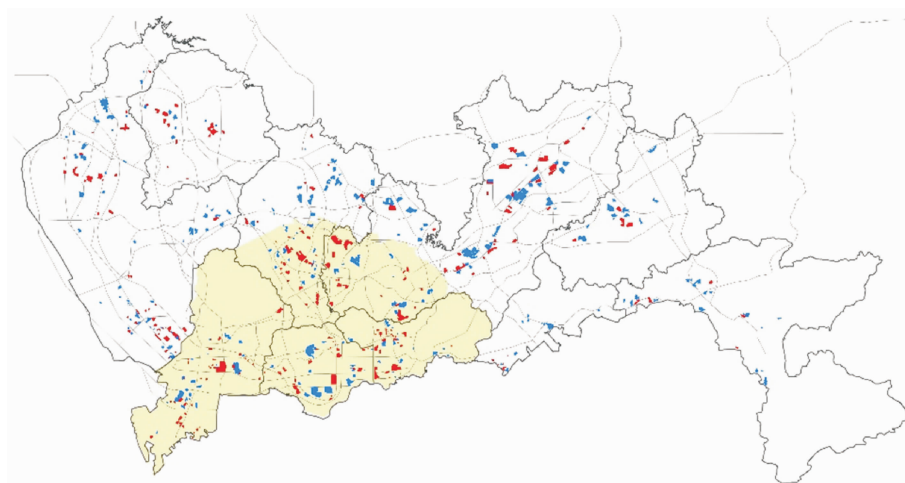
1 数据来源与研究方法

1.1 数据来源

本文选择的实证数据主要来自深圳市规划和自然资源局公开发布的2010年至2016年深圳市城市更新单元计划申报数据,包括更新年份、行政区划、区位街道、更新主体、现状功能、更新功能、单元面积、更新容积率、更新建筑面积等信息。根据申报更新单元所在位置,结合Google Earth 2019年卫星地图信息判断更新实施状态。辅助数据主要包括深圳市2016年房地产交易数据、深圳市2009年建筑普查数据、深圳市2018年POI数据和基于深圳市2016年手机信令数据训练识别

的街道人口数据.通过对以上数据的分类整理,形成本次研究所需要的基础数据库.

据研究统计 2010-2016 年 7 年间深圳市共有城市更新计划单元 488 个,对照 Google Earth 2019 年卫星地图影像信息,已实施(卫星地图斑块显示为新建建筑或已拆除完成)城市更新单元 222 个,占计划总数的 45%(见图 1).因数据获取整理过程中存在部分数据获取难度较大以及数据信息缺失等问题,在整理过程中剔除掉信息不全进而导致计算后异常的单元数据后,最终列入定量研究的单元总数为 166 个.



注释:图中红色斑块代表已实施的城市更新单元,蓝色斑块代表已列入计划未实施的城市更新单元,黄色区域为城市中心区.

图1 深圳市 2010—2016 年城市更新单元空间分布图

Fig. 1 Spatial distribution of urban renewal unit system between 2010 and 2016

2 城市尺度下城市更新的空间分布特征

统计可知,已实施的 222 个城市更新单元总用地面积约 1 597 公顷,总建筑面积约 6 562 万平方米,平均毛容积率约 4.11,拆建比约 2.77.总体看来,更新单元现状用地以旧工业和旧村为主,更新后居住功能空间超过了更新总量的一半,产业与商业功能空间比例基本一致,各占总数的 23%左右.

2.1 城市更新主要集中在人口密度小、基准地价低的街道区域

本文通过对各个街道人口密度、基准地价与已实施更新单元数量的比较分析,揭示城市更新的空间分布特征.研究发现(图 2),城市更新主要集中在人口密度、基准地价较低的街道区域.在人口密度与基准地价均较低的新安、沙井、龙

1.2 研究方法

本文利用 ArcGIS、Matlab 和 Depthmap 等空间分析软件,结合核密度、标准差椭圆等算法,从社会、经济和政策三个维度分析城市尺度下城市更新的空间分布特征.进一步通过提取更新单元内街道密度、分形维度、视域连接度和整合度等指标,分析更新单元尺度下城市更新的空间形态特征.需要说明的是,由于位于城市中心区域的更新单元样本更易获取准确的形态指标,本文引入距离指数将更新单元样本分为三类,本次只研究位于城市中心区域(见图 1)的样本数据.

华街道,更新单元数量最高,分别为 13、12 和 11 个.而在人口密度较高的园岭、南园和南湖街道,更新数量仅为 2 个、2 个和 1 个.在基准地价较高的南湖、桂园和华强北街道,数量同样仅为 2 个、1 个和 3 个.进一步通过 GIS 空间叠加分析可知,人口密度和基准地价的峰值更靠近罗湖、福田、南山等原特区内街道,而更新单元分布集中在宝安、龙华、龙岗等原特区外街道.这表明人口密度、基准地价越高的区域,城市更新越不容易发生.

综合来看,城市更新活动所集中的街道主要位于原特区外,该区域在更新单元制度出台前具有发展速度快、质量差、效率低的特点.虽然深圳名义上已经实施了全域土地城市化,但由于经济关系、历史遗留等问题,原特区外区域的空间发展依旧较为粗犷.因此,这些区域也就成为了更新制度调整后市场主要关注的重点.

数量仅为 60 个, 约占总数的 27%。其中原特区内数量有 45 个, 占原特区内更新单元总数的 54%。这说明总体上地铁站对城市更新分布影响较小, 原特区内由于地铁等交通基础设施更加完善, 故相较于特区外影响力更大。

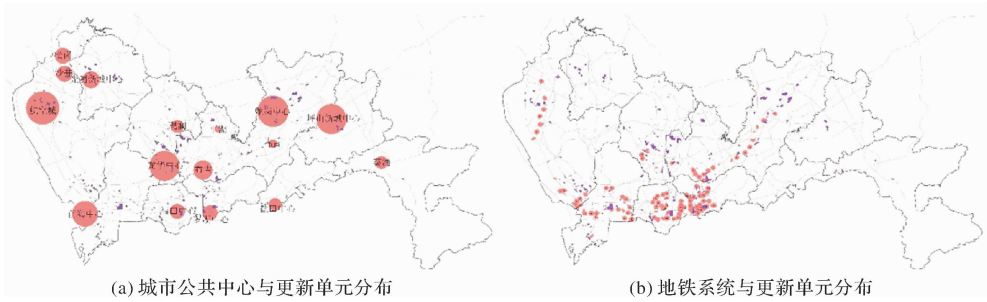


图 4 城市公共中心、地铁系统与更新单元分布

Fig. 4 Spatial variation of public center, metro system and urban renewal units

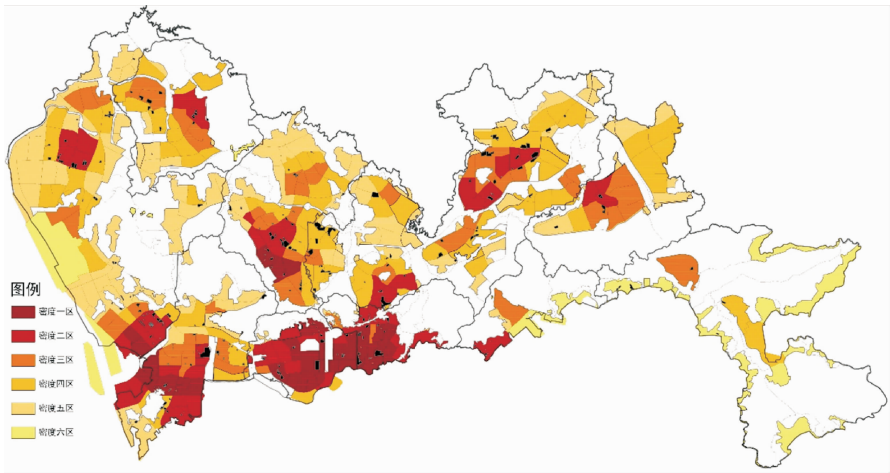


图 5 城市密度分区与更新单元分布

Fig. 5 Spatial distribution of density zoning and urban renewal units

2.4 规划允许的开发强度越大越容易产生城市更新

本文通过比较深圳城市密度分区与更新单元分布发现(表 1, 图 5), 城市更新多集中于允许开发强度较大的区域。数据显示, 共有 216 个更新单元位于密度分区规定的区域, 约占已实施总数的 97%, 且主要分布在密度一至密度四区。其中, 密度一区和密度二区中更新单元数量分别为 41 和 67 个, 占总数的 50%; 密度三区 and 密度四区中更新单元数量占总数的 39%。而规划开发强度最低的密

度五区和六区中, 更新单元数量占比约 11%。由于城市规划规定高等级的密度分区允许的开发强度更高, 出于经济理性考虑, 市场主体必然倾向于选择高密度区域开展城市更新, 从而导致允许开发强度越大的区域越容易发生城市更新。同时不能忽视的是, 有极少量更新单元位于密度分区以外的控制与保护区域, 这说明在市场机制之外, 地方政府可以对重要的更新项目产生极大的干预。

表 1 密度分区与更新单元数量比较

Tab. 1 Comparison of density zoning and number of urban renewal units

序号	密度分区	密度分区面积/km ²	密度分区内更新单元数量/个	占比/%
1	密度一区	74.3	41	19
2	密度二区	143.9	67	31
3	密度三区	160.6	31	14
4	密度四区	302.9	54	25
5	密度五区	344.8	20	9
6	密度六区	120.5	3	2
合计		1 147	216	100

2.5 城市更新后的功能分布、发展方向与地方政策、规划引导基本一致

利用 GIS 空间分析方法可发现城市更新后不同功能空间的分布特征。其中,核密度分析发现商业功能空间主要集聚在南山、福田和笋岗街道等原特区内区域;产业功能空间主要集中于粤海、南山、沙头、梅林以及东晓街道;而居住功能空间主要分布在沙头角、民治、新安和光明街道等原特区外区域。标准差椭圆分析可以看出,商业与产业功能空间均体现出东北—西南方向的分布特征,居住功能空间东西走向的空间分布更为明显。总体来看,城市更新呈现出明显的空间集聚特征,

且主要围绕在 107 国道、北环大道和龙岗大道周边,呈东西向分布态势(图 6)。

进一步对比同阶段深圳市总体规划可知,商业功能的更新单元主要集中于福田、罗湖和南山金融中心,产业功能的更新单元则主要分布在福田中心、罗湖笋岗、南山科技园、宝安中心等区域,初步形成了空间集聚。居住功能的更新单元则在宝安中心城、龙华、布吉、龙岗中心城、光明新区、盐田中心等区域分散集中,形成了多地集聚的空间分布。综上所述,城市更新后的功能分布、发展方向与地方政策、城市规划的引导基本一致,反映出城市更新具有极强的政治属性。

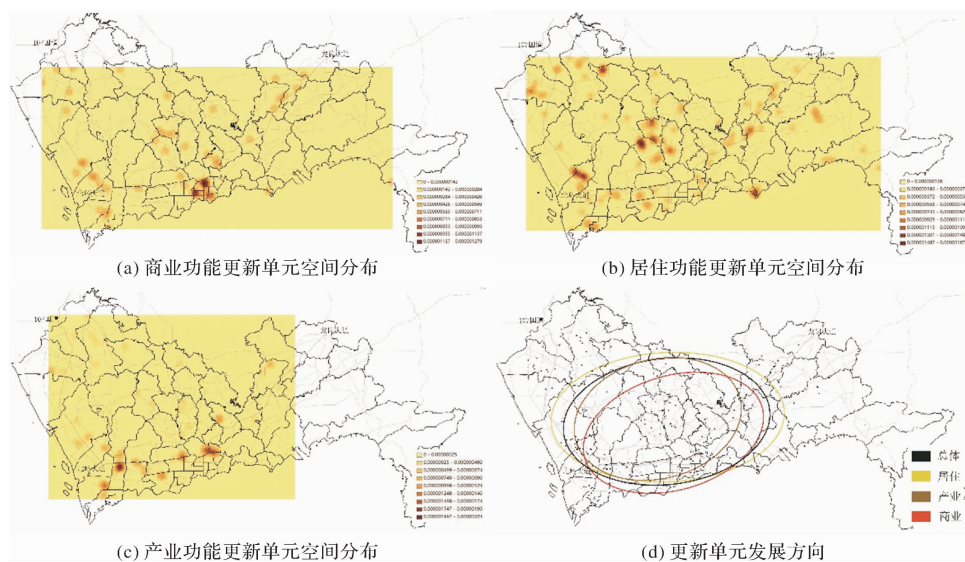


图 6 城市更新功能空间分布与发展方向

Fig. 6 Spatial variation and development direction of urban renewal units in Shenzhen

3 单元尺度下城市更新的空间形态特征

3.1 城市更新促使空间形态由松散复杂向紧凑简单转变

道路网密度、分形维数、视域整合度和连接度常被用来研究城市空间形态特征。本文基于城市中心区域的更新单元数据,通过计算路网密度、分形维数、整合度和连接度的指标变化,对比分析更新前后单元内城市空间形态的差异。

统计可知(表 2),城市更新后更新单元内道路网密度、视域整合度和连接度均有所增加,表明更新后的街道形态更为紧凑,同时公共空间的面积、流动性和可达性整体提升。空间形态指标的变化符合 2010 年后深圳市政府着力开展的以小街区、密路网作为城市空间发展主要策略的政策引导。而更新后的分形维数总体降低,但平均数值在 1.5 以

上,说明更新后的空间依旧呈现出复杂的形态特征,只是较更新前变得相对简单。总体看来,城市更新降低了城市空间的无序性与多样性,促使空间形态由松散复杂向紧凑简单转变。

3.2 城市更新主要在临近城市干道区域形成人流集聚的公共空间

图 7 举例展示更新前后单元内公共空间的变化情况。对比分析可知,总体上城市更新后均出现了具有较高流动性和集聚力的公共空间。其中,公共空间临近城市干道的约占比 40%,位于单元中心的占比 25%。进一步结合空间平面布局可以发现,更新后主要的街道骨架继承了更新前的空间结构,内部支路则转化为新的系统,建筑形态则完全被替代。这说明主要街道对城市形态变化的抵制力较强,建筑则较弱。总体来说,城市更新创造了更多的公共空间,且主要临近城市干道区域。

表 2 更新单元形态指标变化

Tab. 2 Variation of morphological index of urban renewal system

类别	城市更新前	城市更新后	前后对比		
			强度变化	状态变化	数量占比
道路网密度平均值	0.012	0.014	0.002	增加	53%
道路网密度最高值	0.050	0.063	0.013	增加	53%
道路网密度中位数	0.011	0.010	0.001	降低	53%
分形维度平均值	1.837	1.814	0.023	降低	68%
分形维度最高值	1.908	1.904	0.004	降低	68%
分形维度中位数	1.843	1.826	0.017	降低	68%
视域连接度平均值	2 900	3 918	1 018	增加	75%
视域连接度最高值	10 176	8 752	1 424	降低	75%
视域连接度中位数	2 217	3 451	1 234	增加	75%
视域整合度平均值	17.982	21.308	3.326	增加	68%
视域整合度最高值	110.625	94.654	15.971	降低	68%
视域整合度中位数	13.363	19.172	5.809	增加	68%

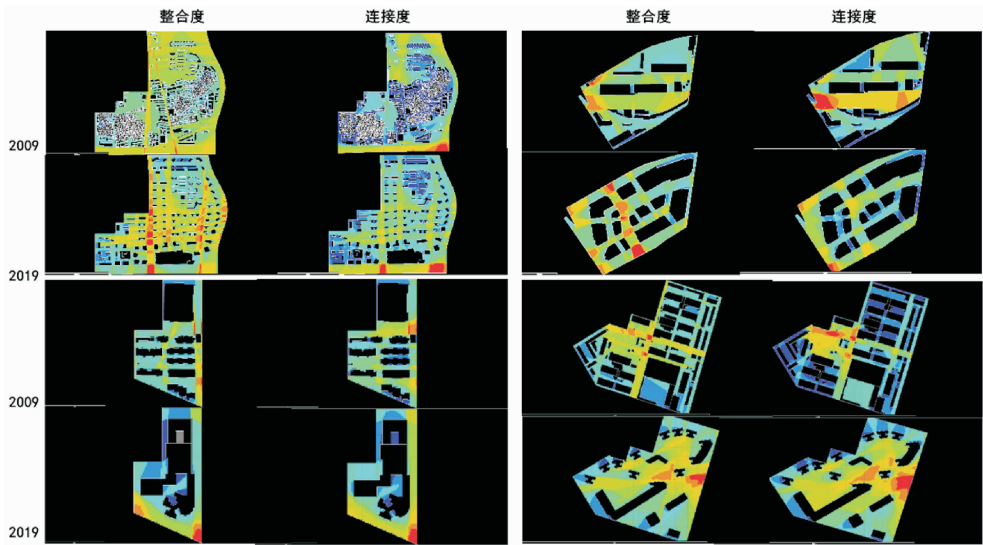


图 7 更新前后单元内公共空间变化

Fig. 7 Variation of public space of units before and after urban renewal

4 结语

城市更新单元数据为城市更新研究带来了多尺度、多维度和网络化的全新研究视角，量化的空间数据与社会经济指标的结合对城市空间发展研究意义重大。本文聚焦深圳市 2010—2016 年的城市更新活动，深入挖掘城市更新的空间分布与形态特征，以期为未来深圳城市空间研究和更新制度优化提供实证支撑。研究发现：①从城市尺度观察，城市更新的空间分布表现出强烈的政策依赖性和分布不均衡特征，与行政区分布存在一定的空间耦合；②从社会维度看，城市更新与城市公共中心、公共服务设施的布局匹配度不高，表现出强烈的原特区内、外差异化特征；③从经济维度看，城市更新主要集中在人口密度小、基准

地价低的区域，表现出市场运作下追逐经济利益最大化的特征；④从政策维度看，城市更新主要围绕在城市规划的主、次干路周围，且与城市总体空间发展方向基本一致；⑤从更新单元尺度观察，城市更新的空间形态表现出由松散复杂向紧凑简单转变的特征，同时在临近城市干道区域形成新的人流集聚的公共空间。

城市更新作为政府和市场双重作用下推动城市发展的制度手段，差异化的实施效果代表着不同的价值取向。通过对深圳城市更新空间特征的研究可以发现，虽然经济产业的发展可以通过城市更新有所促进，但是通过城市更新新增的教育、医疗等公共设施相比不断增高的人口密度仍旧不堪重负^[12]。有学者将这种忽视非盈利设施建设的更新称之为经营型的城市更新，并对其导致城市

宜居度下降的现象提出批判^[18-19]。基于此研究建议,地方政府需要通过有效的干预城市更新活动,改善人居环境品质。注重城市整体区域医疗、教育、文化等公共设施的建设,确保公共利益与社会公平。中国的城市发展已经由利益驱动向重视社会民生转向,在此影响下地方政府更应在更新过程中加强引导,促进城市的健康可持续发展。

参考文献 References

- [1] 喻博,赖亚妮,王家远,等. 城市更新单元制度下“三旧”改造的实施效果评价[J]. 南方建筑, 2019(1): 52-57.
YU Bo, LAI Yani, WANG Jiayuan, et al. Evaluation of the implementation effects of the “Three Old” transformation under the urban renewal unit system[J]. South Architecture, 2019(1): 52-57.
- [2] 李江,胡盈盈. 转型期深圳城市更新规划探索与实践[M]. 南京:东南大学出版社, 2015.
LI Jiang, HU Yingying. Exploration and practice of urban renewal planning during the transformation period in Shenzhen [M]. Nanjing: Southeast University Press, 2015.
- [3] 刘昕. 城市更新单元制度探索与实践——以深圳特色的城市更新年度计划编制为例[J]. 规划师, 2010, 26(11): 66-69.
LIU Xin. Urban renewal unit exploration and practice: Shenzhen Example [J]. Planners, 2010, 26(11): 66-69.
- [4] 赖亚妮,吕亚洁,秦兰. 深圳市 2010-2016 年城市更新活动的实施效果与空间模式分析[J]. 城市规划学刊, 2018(3): 86-95.
LAI Yani, LÜ Yajie, QIN Lan. An explorative study on implementation effects and spatial patterns of urban renewal practices in Shenzhen from 2010 to 2016[J]. Urban Planning Forum, 2018(3): 86-95.
- [5] HAO Pu, SLIUZAS R, GEERTMAN S. The development and redevelopment of urban villages in Shenzhen [J]. Habitat International, 2011, 35(2): 214-224.
- [6] LI Linghin, LI Xin. Redevelopment of urban villages in Shenzhen, China—An analysis of power relations and urban coalitions[J]. Habitat International, 2011, 35(3): 426-434.
- [7] 贺辉文,张京祥,陈浩,等. 双重约束和互动演进下城市更新治理升级——基于深圳旧村改造实践的观察[J]. 现代城市研究, 2016(11): 86-92.
HE Huiwen, ZHANG Jingxiang, CHEN Hao, et al. Urban renewal governance to upgrade under the double constraints and interactive evolution: Based on the observation of old village renovation practice in Shenzhen [J]. Modern Urban Research, 2016(11): 86-92.
- [8] 刘昕. 深圳城市更新中的政府角色与作为——从利益共享走向责任共担[J]. 国际城市规划, 2011, 26(1): 41-45.
LIU Xin. Role and responsibility of Shenzhen government in urban redevelopment: From profit-sharing regime to burden-sharing regime[J]. Urban Planning International, 2011, 26(1): 41-45.
- [9] 樊华,盛鸣,肇新宇. 产业导向下存量空间的片区更新统筹——以深圳梅林地区为例[J]. 规划师, 2015, 31(11): 110-115.
FAN Hua, SHENG Ming, ZHAO Xinyu. Built up area renovation: Meilin area, Shenzhen[J]. Planners, 2015, 31(11): 110-115.
- [10] 黄卫东,唐怡. 市场主导下的快速城市化地区更新规划初探——以深圳市香蜜湖为例[J]. 城市观察, 2011(2): 86-94.
HUANG Weidong, TANG Yi. A preliminary study of market-oriented urban renewal planning: A case study of Xiangmihu in Shenzhen[J]. 2011(2): 86-94.
- [11] 邹兵. 行动规划·制度设计·政策支持——深圳近 10 年城市规划实施历程剖析[J]. 城市规划学刊, 2013(1): 61-68.
ZHOU Bing. Action plan, institutional design and policy support: Analysis of Shenzhen's urban planning implementation in the last decade[J]. Urban Planning Forum, 2013(1): 61-68.
- [12] 邹兵. 存量发展模式的实践、成效与挑战——深圳城市更新实施的评估及延伸思考[J]. 城市规划, 2017, 41(1): 89-94.
ZHOU Bing. Practices, effects, and challenges of the inventory development pattern: The assessments and extended thoughts of urban renewal implementation in Shenzhen[J]. City Planning Review, 2017, 41(1): 89-94.
- [13] LAI Yani, WANG Jiayuan, LOK Waiming. Redefining property rights over collective land in the urban redevelopment of Shenzhen, China[J]. Land Use Policy, 2017, 69: 485-493.
- [14] 罗彦,朱荣远,蒋丕彦. 城市再生: 紧约束条件下城市空间资源配置的策略研究——以深圳市福田区为例[J]. 规划师, 2010, 26(3): 42-45, 49.
LUO Yan, ZHU Rongyuan, JIANG Piyan. Spatial Development Strategies for Urban Regeneration in Built Out Cities: A Case Study of Shenzhen's Futian District [J]. Planners, 2010, 26(3): 42-45, 49.

(下转第 462 页)

- [23] DONG L F, NEDWELLD B, UNDERWOOD G J C, et al. Nitrousoxide formation in the Colneestuary England; the centralrole of nitrite [J]. Applied and Environmental Microbiology, 2002, 68(3): 1240-249.
- [24] NG W J, ONG S L, HU J Y. Denitrifying phosphorus removal by anaerobic/anoxic sequencing batch reactor[J]. Water Science and Technology, 2001, 43(3): 139-146
- [25] SBR 中缺氧颗粒污泥反硝化过程中 PHB 的存储于利用[J]. 环境科学学报, 2011, 31(2): 260-267
Storage and utilization of PHB in denitrification of anoxic granular sludge in SBR [J]. Journal of environmental science, 2011, 31 (2): 260-267
- [26] SCHALK-OTTE S, SEVIOUR R J, KUENEN J G, et al. Nitrous Oxide (N_2O) production by alcaligenes faecalis during feast and famine regimes water [J]. Water Research, 2000, 34(7): 2080-2088.
- [27] 吴永涛, 闫建平, 张瑶, 等. 外碳源投量对亚硝酸盐反硝化过程 N_2O 释放影响[J]. 哈尔滨工业大学学报, 2018, 50(8): 40-44
WU Yongtao, YAN Jianping, ZHANG Yao, et al. Effect of external carbon source input on N_2O release in nitrite denitrification process [J]. Journal of Harbin University of Technology, 2018, 50 (8): 40-44
- [28] 李鹏章, 王淑莹, 彭永臻, 等. COD/N 与 pH 值对短程硝化反硝化过程中 N_2O 产生的影响[J]. 中国环境科学, 2014, 34(8): 2003-2009.
LI Pengzhang, WANG Shuying, PENG Yongzhen, et al. Effect of COD/N and pH value on N_2O production in shortcut nitrification and denitrification [J]. China Environmental Science, 2014, 34 (8): 2003-2009
- [29] WANG X, HU M, XIA Y, et al. Pyrosequencing a-nalysis of bacterial diversity in 14 wastewater treatment systems in China [J]. Applied and Environmental Microbiology, 2012, 78(19): 7042-7047.
- [30] 肖慧慧, 倪晋仁. 城镇污水处理厂活性污泥细菌群落结构特征分析[J]. 应用基础与工程科学学报, 2013, 21(3): 522-531.
XIAO Huihui, NI Jinren. Analysis of bacterial community structure of activated sludge in urban sewage treatment plant [J]. Journal of Applied Foundation and Engineering Science, 2013, 21 (3): 522-531
- [31] LIANG W, YU C, REN H, et al. Minimization of nitrous oxide emission from CASS process treating low carbon source domestic wastewater: Effect of feeding strategy and aeration rate [J]. Bioresource Technology, 2015, 198: 172-180.
- [32] PISHGAR R, DOMINIC A J, SHENG Z Y, et al. Denitrification performance and microbial versatility in response to different selection pressures [J]. Bioresource Technology, 2019(281): 72-83.
- [33] COTHI Kinh, TOSHIKAZU Suenaga, TOMOYUKI Hori, et al. Counter-diffusion biofilms have lower N_2O emissions than co-diffusion biofilms during simultaneous nitrification and denitrification: Insights from depth-profile analysis [J]. Water Research, 2017 (124): 363-371.
- [34] YANG Nuan, ZHAN Guoqiang, LI Daping et al. Complete nitrogen removal and electricity production in *Thauera*-dominated air-cathode single chambered microbial fuel cell [J]. Chemical Engineering Journal, 2019 (356): 506-515.

(编辑 吴海西 沈 波)

(上接第 446 页)

- [15] 王姘, 王泽坚, 朱荣远, 等. 深圳市大剧院—蔡屋围中心区城市更新研究——探讨城市中心地区更新的价值[J]. 城市规划, 2012, 36(1): 39-45.
WANG Hua, WANG Zejian, ZHU Rongyuan, et al. Value of urban renewal in downtown area: A case study of planning and design in Caiwuwei, Shenzhen City [J]. City Planning Review, 2012, 36(1): 39-45.
- [16] 杨晓春, 潘星婷, 余磊. 深圳城市更新中空间控制的实效性—岗厦启示[J]. 城市建筑, 2016(16): 60-64.
YANG Xiaochun, PAN Xingting, YU Lei. The effectiveness of space controlling in urban renewal of Shenzhen: The revelation of Gangxia [J]. Urbanism and Architecture, 2016(16): 60-64.
- [17] 赵亚博, 臧鹏, 朱雪梅. 国内外城市更新研究的最新进展[J]. 城市发展研究, 2019, 26(10): 42-48.
ZHAO Yabo, ZANG Peng, ZHU Xuemei. Latest developments in urban renewal research at domestic and abroad [J]. Urban Development Studies, 2019, 26 (10): 42-48.
- [18] 张京祥, 易千枫, 项志远. 对经营型城市更新的反思 [J]. 现代城市研究, 2011, 26(1): 7-11.
ZHANG Jingxiang, YI Qianfeng, XIANG Zhiyuan. Reflection of marketing-oriented urban renewal [J]. Modern Urban Research, 2011, 26(1): 7-11.
- [19] 陶希东. 中国城市旧区改造模式转型策略研究——从“经济型旧区改造”走向“社会型城市更新”[J]. 城市发展研究, 2015, 22(4): 111-116, 124.
TAO Xidong. Model of transformation on urban renewal in China: from “economy old city reconstruction” to “social urban renewal” [J]. Urban Development Studies, 2015, 22(4): 111-116, 124.

(编辑 吴海西 沈 波)