

绿地与城市功能空间的时空关联特征* ——以南京为例

Spatiotemporal Correlation Between Green Space and Urban Functional Space: A Case Study of Nanjing

邵大伟 伍 萱 吴殿鸣 SHAO Dawei, WU Xuan, WU Dianming

摘 要 绿地与城市功能空间具有交互促进或抑制的作用关系,该作用的空间形式及强度演化规律仍有待揭示。在15分钟生活圈和斑块尺度,借助规划与土地部门的土地利用数据,利用经验贝叶斯验证的空间自相关和MPI、MNN指数,对南京主城区2004、2012、2017年绿地与城市功能空间的空间关联水平进行探究。结果表明:①绿地与各功能空间的数量分布具有一定相斥性,强弱分化逐步加剧。②在15分钟生活圈尺度,绿地与水域、交通、居住的整体空间相关性最强,与水域、交通的关联性持续较强,与居住则具有一定滞后性。绿地与各功能空间形成绿地核心区、城市核心区和一般发展区。③在斑块尺度,绿地与交通、居住、水域、商服的空间聚集性突出,与交通的关联性持续加深加强,其余则有先减弱后增强的趋势。成果可深化绿地与城市空间交互作用理论,为绿地与城市功能空间的高效协同发展、宜居美好生活环境的营造提供科学依据。

Abstract Green space and urban functional space have an interactive promotion or inhibition relationship. The spatial form and intensity evolution of this effect remains to be revealed. Based on the land use data, the spatial correlation between green space and urban functional space in Nanjing's main urban area in 2004, 2012 and 2017 was explored by using spatial autocorrelation indicators adjusted by empirical Bayes, MPI and MNN index from the scale of 15-minute living circle and patch. The results show that: ①The quantitative distribution of green space and functional spaces has a certain repulsion, and the strong and weak differentiation is intensified. ②At the scale of 15-minute living circle, green space has the strongest overall spatial relevance to watersheds, transportation and residences. The correlation with watersheds and transportation is strong continuously, while the residential area has a certain lag. Green space and functional spaces form the green core area, urban core area and general development area. ③At the patch scale, the spatial aggregation of green space with transportation, residential, water area, and commercial services is prominent. The correlation with traffic continues to deepen and strengthen, and the rest tends to weaken first and then strengthen. The results can deepen the theory of interaction between green space and urban space, and provide a scientific basis for the efficient and coordinated development of green space and urban functional space, and the construction of a livable and beautiful living environment.

关键词 绿地;城市功能空间;空间关联;时空特征;南京

Key words green space; urban functional space; spatial correlation; spatial and temporal characteristics; Nanjing

文章编号 1673-8985 (2023) 05-0086-06 中图分类号 TU984 文献标志码 A

DOI 10.11982/j. supr. 20230514

作者简介

邵大伟
苏州科技大学建筑与城市规划学院
副教授,硕士生导师, shaodw@usts.edu.cn

伍 萱
苏州科技大学建筑与城市规划学院
硕士研究生

吴殿鸣
苏州科技大学建筑与城市规划学院
副教授,硕士生导师

0 引言

绿地是稳定城市人居环境的生态基础,承担着协调自然要素与高度人工化地域环境、供给休闲游憩空间的重要功能。城市绿地与城市空间的发展相辅相成,在空间格局和能源服务上耦合、协同^[1]。城市绿地受到交通、居

*基金项目:国家自然科学基金面上项目“城市绿地与居住用地空间耦合的过程、效应与机理研究——以南京为例”(编号51878429)、教育部人文社会科学研究项目“基于GIS技术的公园绿地社会空间分异效应及调控对策研究——以苏州为例”(编号18YJJCZH189)和苏州科技大学风景园林学科建设项目共同资助。

住、水域等功能空间的带动逐渐扩展,但交通密集、居住需求、水域集聚也会在一定程度上束缚、挤压绿地的布局或生长空间。党的十八大以来,国家高度关注绿地与城市空间关系问题,“生活空间宜居适度,生态空间山清水秀”和“增强城市宜居性”成为城市发展的基本方向,并强调绿色空间与生活活动的关联,“强化绿地服务居民日常活动的功能,居家附近能够见到绿地、亲近绿地”^[2]。随后,“城市双修”、公园城市建设、党的十九大报告都不断强调绿地与城市空间的协同发展,以优化空间结构和布局,实现绿地高质量、高效供给,更好满足人民群众对美好人居环境的需求。

关于绿地与城市空间的相关研究,国外起步较早,在城市分区思想、有机疏散和田园城市等经典理论中,对城市空间的布局模式及其与绿地的品质、形态和配置关系均进行了系统思考。西方学者对城市空间扩展及内部空间演化开展了大量研究,在空间计量分析的基础上形成了同心圆、扇形、多核等结构理论^[3];也对其中绿地与城市空间整体及不同功能空间的互动关系进行了深入揭示,如绿地环境促进郊区化的发展、不同圈层或片区的绿地分异等。现有研究更多仍围绕城市空间或绿地的整体演变特征、绿地与居住生活空间的互动关系及效应等^[4-5]。国内分别针对绿地、城市功能空间研究形成了较为丰富的成果,也成为当前的热点研究领域。绿地与城市功能空间研究现主要集中在两个层面:一是静态、整体宏观关系和类型空间关系。刘滨谊、刘颂等^[6]提出了“绿地与城市空间耦合理论”,重在理论架构、功能效应要素及因子的评价等方面,为绿地与城市空间发展明确了思路和理论基础。姜佳怡等^[7]逐渐将POI等数据引入研究中,探究功能区识别与绿地空间的关系,但均未在空间耦合演化的实证层面进一步扩展。谢念斯等^[8]认为,住房、市政固定资产投资是与绿地格局演变关联度最高的因子。也有学者针对某一类功能空间,探究其与绿地空间的关联,如住房居住、交通可达性、市政管线、商业、水域空间等^[9-13]。二是功能空

间的微观景观规划设计。由于绿地包含附属绿地类型,功能空间自身对绿地也会存在内部影响,主要体现在居住区、商业、医院、学校、道路、滨水绿地的景观规划设计方面^[14-15]。

绿地与城市各功能空间之间的关联关系、水平及强度尚未能有效系统探明,仍以单一功能类型为主。加之城市处于不断进化的过程中,绿地呈现有机进化的规律^[16],绿地与城市空间的耦合也具有其自身的模式、过程、功能性,绿地与城市功能空间关联关系的变化、演进规律也未能得到有效揭示。相关研究的缺失不利于城市绿地系统布局理论的深化,也会制约当前城市空间的绿色生态转型、公园城市体系的构建和美好人居环境的供给。与此同时,当前对于城市尤其是内部空间的研究,亚米级高分辨率遥感影像、POI和手机信令等大数据资源的利用快速增加,但高分辨率影像数据在功能空间类型识别、POI和手机信令数据在面域空间提取及长时序动态规律揭示方面仍存在一定不足。基于此,本文聚焦城市的快速扩张、稳定提质的发展阶段,结合城市空间呈现出差异化的发展目标和特征,利用规划和土地部门的城市土地利用数据,借助数量、空间关系识别、量化方法,以典型城市为例,分时段揭示绿地与城市功能空间的空间关联特征及其规律,以期深化、拓展城市绿地空间及其耦合理论,为绿地系统的优化发展和布局调控提供科学依据,进而促进城市空间的生态转型发展。

1 案例地选取

南京作为中国东部大城市的典型代表,具有“山水城林”的空间特色,人居环境优良。2000年以来,以主城区为主体的城市核心区进入了快速发展阶段,建成区面积由201 km²增长到2018年的818 km²,增长了3.07倍,城市空间快速蔓延、重构。同期,园林绿地面积、公园面积分别由10 587 hm²和1 725 hm²增长到92 202 hm²和7 243 hm²,分别增长了7.71倍和3.20倍,园林绿地面积和代表绿地建设质量的公园面积增幅均高于城市建成区的扩展。

在此背景下,绿地与城市功能空间之间存在怎样的作用关系、又是如何演进的,亟待有效探明。本文进一步选取了南京城市发展和功能集聚的核心范围——主城区,由城市外环线和沿江岸线所围合(见图1),共约243 km²。

2 数据来源与研究方法

2.1 数据来源

2000年后,中国大都市区城市空间结构发生显著变化,城市空间扩展加剧,副城、工业园快速设立。2012年,城市空间范围渐趋稳定,进入相对平稳和深度优化阶段。为此,结合数据的可获取性、可比性、权威性原则,选取2004、2012、2017年土地利用现状数据,对南京市绿地和城市功能空间进行探究。为增强数据的统一性,将用地数据在1:10 000的比例尺度下进行几何校对和矢量化处理。

城市用地类型可有效反映城市空间的功能构成和组织关系。在国家城市用地分类标准的基础上,针对南京市自身特点和土地分类体系,共分为绿地、公共服务、交通、居住、商服、市政服务、水域、工业生产和农业生产9类。由于附属绿地包括在其他类型的用地空间中,难以区分和计量,因此本文中的绿地功能空间不包括附属绿地。

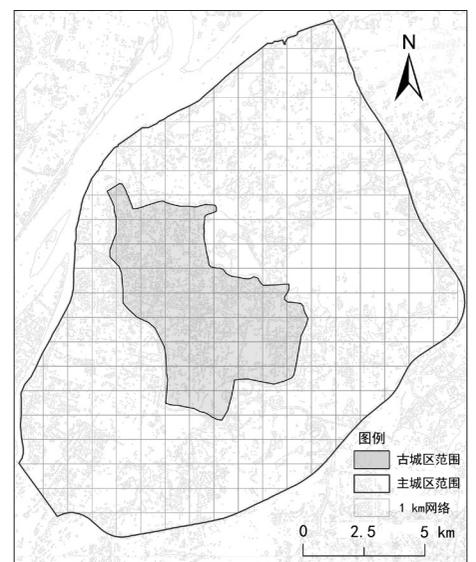


图1 研究范围及网格单元
Fig.1 Study area and grid units

资料来源:笔者自绘。

2.2 研究方法

面状要素的空间关联关系可借助空间自相关、平均邻近指数 (Mean Proximity Index, MPI)、平均最近距离 (Mean Nearest-Neighbor Distance, MNN) 等进行描述。空间自相关一般基于空间单元进行描述,结合绿地服务距离要求和15分钟生活圈构建导向,以1 000 m (15 min步程) 网格作为观测单元^①,揭示绿地与城市功能空间的空间相关性;MPI和MNN则可从斑块尺度进行观测,探析空间分布的聚集特征。

(1) 经验贝叶斯修正的空间自相关分析 (Spatial Autocorrelation Indicators Adjusted by Empirical Bayes)

绿地与各功能空间用地类型面积存在较大差异,尤其是绿地从几百平方米到数平方公里,尺度分异明显。为有效进行分析,引入经验贝叶斯修正的空间自相关分析方法以消除方差稳定问题,避免得出空间统计的虚假推断^{[17][206]},其计算公式如下:

$$EBI = \frac{m}{\sum_{i=1}^m \sum_{j \neq i}^m \omega_{ij}} \cdot \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{j \neq i}^m \omega_{ij} R_i R_j}{\sum_{i=1}^m \omega_{ij} (R_i - \bar{R})^2} \quad (1)$$

式中:EBI为经验贝叶斯修正后的全局空间自相关指数; W_{ij} 为空间权重; i 、 j 分别表示栅格单元 i 和栅格单元 j ; R_i 、 R_j 为综合变量, $R_i = (p_i - b)/\sqrt{V_i}$, $R_j = (p_j - b)/\sqrt{V_j}$, p_i 、 p_j 分别表示经验贝叶斯修正后的单元 i 、 j 的用地面积属性, V_i 、 V_j 为修正后要素水平的方差, b 为修正后要素水平均值; \bar{R} 为 R_i 均值; m 为南京主城区1 000 m网格单元总数。

$$EBI_i = \left(R_i \sqrt{V_j} \sum_{j=1}^m \omega_{ij} R_i \sqrt{V_j} \right) \quad (2)$$

式中:EBI_i表示经验贝叶斯修正的局部空间自相关指数,其余各参数含义同EBI。利用EBI_i及其标准化值Z_i可判断区域 i 与邻域的关联类型:①HH,单元 i 与其周边单元的要素属性水平均较高,形成高值集聚;②LL,低值集聚;③HL,高值孤立点被低值环绕;④LH,低值孤立点被高值包围^{[17][2062, [18-19]}。

(2) 平均邻近指数 (MPI) 与平均最近距离 (MNN)

在斑块级别上, MPI为给定搜索半径后,某斑块的面积除以其他同类型斑块的最近距离的平方之和除以此类型的斑块总数。MPI能够度量同类型斑块间的邻近程度及景观的破碎程度:其值越小,表明同类型斑块间的离散程度高或景观破碎程度高;其值越大,表明同类型斑块间的邻近度高,连接性好。MNN在斑块级别上等于从某斑块到同类型的斑块的最近距离之和除以具有最近距离的斑块总数。其值越大,反映出同类型斑块间的距离越远,分布越离散;其值越小,说明相互之间的距离相近,呈团聚分布^[20]。在斑块级别, MPI、MNN计算公式分别为:

$$MPI_i = \frac{\sum_{j=1}^n \sum_{s=1}^n \frac{a_{ijs}}{h_{ijs}}}{n_j} \quad (3)$$

$$MNN_i = \frac{\sum_{j=1}^n h_{ij}}{n_j} \quad (4)$$

式中: i 为斑块类型, j 为斑块数目, s 为给定距离内的斑块数目, a_{ijs} 为给定距离内的斑块面积, h_{ijs} 为在给定距离内的斑块 ijs 之间的距离。

3 结果分析

3.1 绿地与城市功能空间的数量相关特征

绿地与城市功能空间分布在数量层面具有一定排他性,强弱分化加剧。绿地与城市各功能空间在1 km网格单元内主要呈现显著负相关 (见表1),存在非绿地功能空间便会在一定程度上限制绿地分布。其中,负相关关系最

为显著的为居住、交通、公共服务、商业服务功能空间,且在研究周期内持续增强;水域、农业生产、市政服务与绿地基本表现为随机分布的状态,关联度较低,且显著水平持续减弱。大型生态绿地斑块多会填满1 km的网格单元,而以居住、公共、商业服务类空间为主的单元,绿地分布面积较小、比例较低,主要呈现为镶嵌、穿插的辅助配置形式,导致在数量层面的负相关关系较为突出。

3.2 绿地与城市功能空间的空间相关特征

数量相关性仅侧重数值关系,未考量要素单元的空间位置和邻接关系。进一步借助双变量空间自相关方法,逐对分析绿地与城市各功能空间的空间关联关系和水平。绿地与城市各功能空间在网格单元间呈现出极显著的正相关关系,即存在空间集聚、强关联的分布现象。

3.2.1 整体空间相关性

绿地与水域、交通、居住的整体空间相关性最高。2017年两两之间的自相关指数分别达到0.790、0.715、0.654,均通过0.01显著水平检验 (见表2)。相比而言,公共服务、市政服务、农业生产与绿地的空间关联相对较低,空间关系相对疏远。水域、交通、居住是与绿地空间关联性最强的功能空间类型。

从时间变化来看,反映空间关联水平的自相关指数在2004年和2012年相对较为稳定,2012年略有下降,主要受到城市向外围扩张过程中绿地建设的滞后性影响,空间要素方面往往优先布置居住、产业、生活基本配套设施,而绿地等改善型环境设施跟进相对较慢。城市外延式发展转向内涵式提升发展

表1 绿地与城市功能空间的数量相关性

Tab.1 The quantitative correlation between green space and urban functional space

年份	指标	居住	交通	公共服务	商业服务	市政服务	水域	农业生产	工业生产
2017	相关系数	-0.556**	-0.557**	-0.293**	-0.292**	-0.097	-0.015	-0.105	-0.138*
	显著性	0.000	0.000	0.000	0.000	0.125	0.807	0.096	0.028
2012	相关系数	-0.399**	-0.320**	-0.191**	-0.137*	-0.097	-0.138*	-0.052	-0.236**
	显著性	0.000	0.000	0.002	0.030	0.126	0.029	0.407	0.000
2004	相关系数	-0.371**	-0.291**	-0.187**	-0.165**	-0.069	-0.221**	-0.198**	-0.275**
	显著性	0.000	0.000	0.003	0.009	0.273	0.000	0.002	0.000

注:**表示相关性在0.01层上显著(双尾);*表示相关性在0.05层上显著(双尾)。

资料来源:笔者自制。

注释: ① 利用ArcGIS的create fishnet工具创建栅格267个,删除边缘区面积过小、过于破碎的栅格后,共得到252个研究单元。

后, 2017年绿地与城市功能空间的关联性呈现出极大的增强。①水域与绿地的空间关联始终处于最高水平,且与其他类型的差距逐渐加大,绿地“以水为伴”“蓝绿交融”的空间特质较为突出。②交通空间与绿地的关联度仅次于水域,一方面交通带动城市空间扩展,绿地受此影响逐渐增置,道路设施也是激发居民使用、保障休闲游憩到访的媒介。另一方面,绿地设施对道路环境也起到良好的屏障和景观改善作用。③居住空间与绿地的关联水平快速提升,于2017年超过工业生产空间。居住空间和工业生产空间在研究区域内呈现出“一增一减”“一进一退”的明显变化差异,居住空间快速扩展,在河西新区、迈皋桥等古城外围不断蔓延,而工业生产空间则在“退二进三”的政策导向下急剧缩减。④公共服务、商业服务、市政服务、农业生产等空间一直处于中等水平,公共服务、农业生产和市政服务的变化较为平稳,商业服务空间与绿地的关联水平提升较大,得益于生活圈的构建和居民生活消费水平的提升,购物

消费、娱乐休闲等要素逐步分散、均衡布置,与绿地关系日趋紧密。

3.2.2 局部空间相关性

绿地与城市各功能空间的局部自相关冷热点较为分明,热点在各时段均主要集中在紫金山、玄武湖及其周边区域(见图2),形成绿地核心区。热点区域表现为“东西向收缩、南北向延伸”的趋势,主要缘于建成区在古城南北两侧的城市扩展,功能配置更加均衡。

在城市扩展过程中,古城区的绿地分布数量持续较少,处于相对劣势地位,形成冷点的城市核心区。2004年,绿地与居住、交通、公共服务、商业服务功能空间在新街口以南地区形成双低冷点,南京长江大桥与南京西站(原下关火车站)周边区域也是相对冷点区域。2004年河西地区多未建设开发,除交通和公共服务具有一定配套、可与绿地较好配置外,其余均有一定的冷点区域,多出现在最为边缘的西南部。绿地与水域、农业生产、工业生产的冷点则主要分布于古城区的南北两侧。

在经历2012年城市逐步扩张的过渡后,2017年南京城市功能空间配置由松散转向紧凑。①居住与绿地分布均等化增强,冷点区域有所扩展,但依然主要集中在主城区、河西新区、下关及迈皋桥等城市或城区的核心,受到高成本地租的滤出效应影响,居住、绿地相对较少。②绿地与交通空间在古城南部和河西新区南部存在较多集中的冷点区域,古城南部的夫子庙及其周边,历史遗迹较多,绿地与交通布局较少,联系较弱;河西西南部多为公共场馆,少有大型对外交通设施。③绿地与公共服务空间的冷点由夫子庙沿护城河向西北方向的下关逐渐延伸,连片分布。在护城河水系、历史遗迹集中地区,绿地、公共服务设施布局较为困难。④绿地与商服空间较之公共服务空间多了河西新区南部的冷点区域,其原因仍然为公共服务场馆以及部分工业生产、农业生产空间分布的影响。⑤绿地与市政服务空间的冷点区域相对较少,市政服务设施的用地数量有限,面积较小,内部差异不大。⑥绿地与水域空间自相关指数较低的区域主要由城市南部边缘区向内部收缩,2017年在夫子庙、明故宫南部形成大范围的冷点区域,另一部分冷点主要集中在南京长江大桥与紫金山之间、玄武湖东侧的区域。⑦绿地与农业生产、工业生产空间的冷点区域主要集中在古城区的南北两侧,且农业、工业生产基本形成互补的形式,同时南北部也是特殊用地、公共服务设施(河西新区)要素广泛分布的区域。

表2 绿地与城市功能空间的全局自相关指数

Tab.2 Global autocorrelation index of green space and urban functional space

年份	居住	交通	公共服务	商业服务	市政服务	水域	农业生产	工业生产
2017	0.654	0.715	0.583	0.642	0.601	0.790	0.605	0.625
2012	0.546	0.566	0.490	0.475	0.524	0.581	0.538	0.579
2004	0.557	0.585	0.566	0.570	0.569	0.593	0.580	0.591

资料来源:笔者自制。

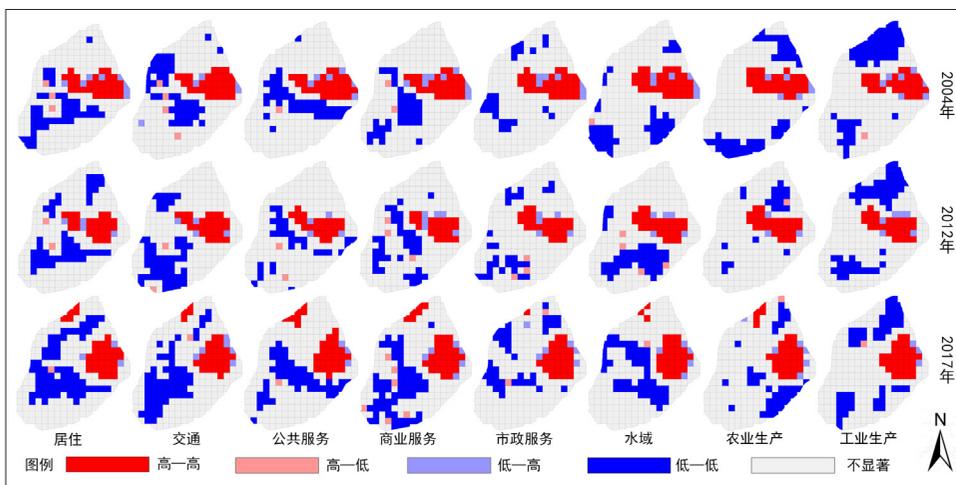


图2 绿地与城市功能空间的局部自相关格局

Fig.2 Local autocorrelation pattern of green space and urban functional space

资料来源:笔者自绘。

3.3 绿地与城市功能空间的空间聚集特征

1 000 m的观测尺度较为符合城市15分钟生活圈尺度的构建需求,该尺度单元包含了基本的城市功能。由于城市空间尤其是绿地尺度分异现象较为突出,有必要深入斑块层面,进一步探测其空间关联关系。将绿地与某一功能空间看作一个关联系统,对比相互之间的MPI和MNN,分析相互之间的空间集聚与分散格局(见表3)。

城市绿地斑块之间由离散向团聚趋

表3 绿地与城市功能空间的MPI、MNN指数

Tab.3 MPI and MNN indices of green space and urban functional space

功能空间	指标	2004年	2012年	2017年	功能空间	指标	2004年	2012年	2017年
交通	MPI	73.97	414.44	664.87	商业服务	MPI	42.27	30.64	143.67
	MNN	86.20	81.90	74.20		MNN	173.50	173.30	95.40
居住	MPI	112.76	221.89	233.40	水域	MPI	47.60	51.11	164.91
	MNN	87.40	104.40	85.20		MNN	109.50	163.20	100.00
公共服务	MPI	53.77	44.13	160.97	农业生产	MPI	131.26	85.57	222.27
	MNN	130.90	141.30	103.00		MNN	133.40	272.90	100.90
市政服务	MPI	98.50	45.95	206.74	工业生产	MPI	92.48	48.93	208.64
	MNN	396.90	289.80	140.20		MNN	138.00	152.60	119.20

资料来源:笔者自制。

势发展。由于需要将绿地与各功能空间看作一个整体,首先对绿地进行了单独分析。2004、2012、2017年的MNN快速减小,分别为311.48 m、213.44 m、91.10 m,其中2004—2012年减少尤为明显。MPI未表现出持续提高的趋势,其指数值在2004年和2017年相当且较高,而在2012年大幅下降,邻近性相对较低。邻近指数需要对斑块面积进行测算,由于2012年小尺度绿地快速增加,数量有较大程度提升,但平均面积仅为9.91 hm²,比2004年减少了一半,同时绿地斑块数量仅为2017年的1/3,遂导致其MPI相对较低。

交通、居住、水域、商业空间是与绿地空间关联最高的空间类型。2017年公共服务空间与绿地空间的关联中等,与市政服务、工业生产的关联较低。对比绿地自身经历了空间分布集聚—分散—高度集聚、距离持续下降的变化过程,结合其与各功能空间的指数变化可判断:交通与绿地的MPI持续提升、MNN持续下降,表明交通空间集聚扩展,且出现细化、深度关联的特征;居住空间与绿地的集聚度提升,但MNN保持了基本稳定,表明城市扩张阶段在城市范围内的要素分布增多,两者关联的作用距离具有拉大趋势,随着小尺度绿地的均衡化布置,基本保持了原有的空间布局模式;公共服务、商业服务、市政服务、水域空间,以及农业和工业生产空间与绿地的空间关联水平均为先下降后上升,公共服务、商业服务与绿地变化主要受到公共服务、商业服务扩张后绿地配置的滞后性影响,工农业生产与绿地则主要受制于城市工农功能空间快速退化和集中化的影响。

4 结论与对策

4.1 主要结论

依托土地利用现状数据,利用经验贝叶斯验证的空间自相关、MPI、MNN等方法,从1 km网格(15分钟生活圈)和斑块尺度,探究了2004、2012、2017年3个时间节点上,南京主城区绿地与城市功能空间的空间关联关系,相关结果表明:

(1) 绿地与各功能空间具有一定相斥性,并逐渐分化。就数量分布关系看,在15分钟生活圈尺度内,绿地与各功能空间分布具有一定排斥性。绿地集中分布的区域多为山体、水域周边坡度变化较为丰富的区域,居住、公共服务等功能空间则多会选择地势平坦、易于建筑布置的空间。绿地较多的单元少有其他功能空间,而其他功能空间集中的单元绿地分布相对较少。随时间推移,强弱分化较为突出。

(2) 绿地与水域、交通、居住的空间相关性最强。15分钟生活圈尺度上,绿地与城市功能空间在各单元之间的空间集聚趋势显著,水域、交通、居住是与绿地的空间关联性最强的功能空间类型。水域、交通与绿地的关联性持续较强,居住与绿地则具有一定滞后性。随着主城区工业生产功能的快速衰退,绿地与工业生产空间逐渐趋于脱钩发展。

(3) 绿地与各功能空间形成绿地核心区、城市核心区、一般发展区。就15分钟生活圈的局部集聚特征而言,在紫金山南北两侧和幕燕风景区形成了绿地与功能空间高关联的绿地核心区,在新街口及其以南、河西新区、下关、迈皋桥等城市或区域中心形成低关联的城市核心区,其余则为一般关联强度发展区。

(4) 绿地与交通、居住、水域、商服的空间聚集性突出。在斑块尺度上,交通、居住、水域、商业空间是与绿地空间关联最高的空间类型。绿地与交通空间聚集持续加深、加强,绿地与居住服务距离稳定,水域、商业空间与绿地则随城市扩张先减弱,后随着空间成熟度、完善度的提升而快速增强。15分钟生活圈与斑块尺度两者规律基本一致,顺序略有变化,水域有所减弱,主要受到水域尺度较大和分布集中的影响,MPI被拉低。道路交通对绿地具有一定的驱动作用,同步演化,尺度关联性、聚集性均持续加强。其余则均有先减弱后增强的变化过程,城市先扩张,绿地与功能空间后填充。

本文在1 000 m网格和斑块尺度观测了绿地与城市各功能空间的关联关系,空间规律具有尺度依赖性,在其他尺度范围的相互关系仍需要进行有效探究;同时研究侧重双向交互影响,在绿地对城市功能空间的影响及反作用方面又具有何种特征,也需要进一步深化和拓展。

4.2 对策建议

在生态文明引领、公园城市建设、“三生空间”协同发展的背景下,为了在城市空间中积极推进绿地与各功能空间的高效耦合发展,结合本文探测的规律,可采取以下对策。

(1) 强化分区分类管控对策。结合绿地核心区、城市核心区、一般发展区等空间分异规律,城市绿地核心区应持续加大管控力度,防止居住、商服等功能的过度渗透,在南北方向增加绿地以构建绿轴,并进一步巩固东西方向绿色轴线;城市核心区应结合商服、历史遗迹、行政办公等功能空间,采取融合、立体化、再开发等形式,增置绿地要素;一般发展区在满足基本生活服务设施功能的基础上,营造良好的生态景观环境,积极错位发展,形成特色科教区、行政办公区、文化场馆区、滨河景观区和农业观光区。

(2) 巩固核心关联逻辑链条。绿地在城市空间中,与交通、水域、居住、商服等空间功能的互相依仗、耦合协同,是提升绿地数量、优化布局的主要类型空间。同时,绿地对其功能空间也

具有较好的促进或基础维护作用,针对相关区域主要为城市核心区、空间相对紧凑的特点,可利用城市更新、口袋公园建设等有利政策,进一步结合交通、水域的防护缓冲区或景观带,以及低级别道路、水域增置口袋绿地,居住与商服空间周边增设面向休闲游憩的中小型绿地,不断拓展绿地与城市功能空间的互动关系。

(3) 积极优化弱关联类空间。绿地与公共服务、农业生产、工业生产等功能空间的关联强度较弱,一方面公共服务空间内部存在可观的绿地资源,可以适度有条件开放共享,另一方面可结合公共服务场所增置休闲文化广场、体育健身游园;农业生产空间则可积极融入绿地系统,将主导方向转变为观光农业、休闲农业、采摘体验农业;工业生产在快速缩减的同时,仍需要加强防护绿地的配置,做好隔离和缓冲防护。以此不断增强绿地空间与上述功能空间的联系强度,拓宽绿地的增扩路径,充分发挥绿地的综合效益。■

参考文献 References

- [1] 吴远翔,朱逊,刘晓光,等. 基于景观格局分析的城市生态网络修复研究[J]. 上海城市规划, 2019(1): 40-44.
WU Yuanxiang, ZHU Xun, LIU Xiaoguang, et al. Urban ecological network restoration based on landscape pattern analysis[J]. Shanghai Urban Planning Review, 2019(1): 40-44.
- [2] 张维. 中共中央 国务院关于进一步 strengthening 城市规划建设管理工作的若干意见[N]. 人民日报, 2016-02-22(6).
ZHANG Wei. Several opinions of the Chinese Communist Party Central Committee and the State Council on further strengthening the management of urban planning and construction[N]. People's Daily, 2016-02-22(6).
- [3] 申庆喜,李诚固,周国磊,等. 2002—2012年长春市城市功能空间耦合研究[J]. 地理研究, 2015, 34(10): 1897-1910.
SHEN Qingxi, LI Chenggu, ZHOU Guolei, et al. The coupling of functional urban spaces: a case study of Changchun from 2002 to 2012[J]. Geographical Research, 2015, 34(10): 1897-1910.
- [4] BEGHELLI S, GUASTELLA G, PAREGLIO S. Governance fragmentation and urban spatial expansion: evidence from Europe and the United States[J]. Review of Regional Research, 2020: 1-20.
- [5] LARKIN M P, ASKAROV Z, DOUCOULIAGOS C, et al. Do house prices ride the wave of immigration? [J]. Journal of Housing Economics, 2019, 46: 101-630.
- [6] 刘颂,刘滨滨. 城市绿地空间与城市发展的耦合研究——以无锡市为例[J]. 中国园林, 2010, 26(3): 14-18.
LIU Song, LIU Binyi. Coupling analysis between urban green space and urban development: a case study of Wuxi[J]. Chinese Landscape Architecture, 2010, 26(3): 14-18.
- [7] 姜佳怡,戴菲,章俊华. 基于POI数据的上海市城市功能区识别与绿地空间评价[J]. 中国园林, 2019, 35(10): 113-118.
JIANG Jiayi, DAI Fei, ZHANG Junhua. Identification of urban functional areas and evaluation of green space in Shanghai based on POI data[J]. Chinese Landscape Architecture, 2019, 35(10): 113-118.
- [8] 谢念斯,刘胜华. 广州市城市绿地空间格局及其关联性分析[J]. 生态科学, 2019, 38(3): 55-63.
XIE Niansi, LIU Shenghua. Spatial pattern and correlation analysis of urban green space in Guangzhou[J]. Ecological Science, 2019, 38(3): 55-63.
- [9] 邵大伟,吴殿鸣,刘志强. 绿地与居住用地演进的空间相关性研究——以南京主城区为例[J]. 中国园林, 2017, 33(12): 64-69.
SHAO Dawei, WU Dianming, LIU Zhiqiang. Spatial correlation of green space and residential land evolution in the central city of Nanjing[J]. Chinese Landscape Architecture, 2017, 33(12): 64-69.
- [10] 郝丽君,肖哲涛,邓荣鑫,等. 城市空间耦合下的郑州市中心城区绿道生态网络构建研究[J]. 生态经济, 2019, 35(10): 224-229.
HAO Lijun, XIAO Zhetao, DENG Rongxin, et al. The construction of greenway ecological network coupling with urban space in the central urban area of Zhengzhou[J]. Ecological Economy, 2019, 35(10): 224-229.
- [11] 黄怡,朱晓宇. 城市老年人的日常活动特征及其感知评价的影响因素——以上海中心城区为例[J]. 上海城市规划, 2018(6): 87-96.
HUANG Yi, ZHU Xiaoyu. Research on features of daily activities of urban elderly and influence factors of their perception evaluation: a case study of communities in central area of Shanghai[J]. Shanghai Urban Planning Review, 2018(6): 87-96.
- [12] 李如如,袁奇峰,韩高峰. “小街区、密路网”背景下的密度控制研究——以商业用地建筑密度和绿地率为例[J]. 规划师, 2019, 35(18): 40-47.
LI Ruru, YUAN Qifeng, HAN Gaofeng. Density control with "small block, dense road network": building density and green space ratio in commercial land use[J]. Planners, 2019, 35(18): 40-47.
- [13] 郑晓笛,付泉川,吴熙. 资源衰退型城市“城一棕一绿”空间格局研究——以湖北省黄石市为例[J]. 风景园林, 2021, 28(2): 28-33.
- [14] 王宜军,曹磊. 中学校园景观改造设计与实践探索——以南京市紫东实验学校为例[J]. 林业科技开发, 2015, 29(6): 163-167.
WANG Yijun, CAO Lei. Middle school campus landscape reconstruction design and practice exploration—taking Nanjing Zidong Experimental School as an example[J]. Forestry Science and Technology Development, 2015, 29(6): 163-167.
- [15] 李晓婷,刘佳,姜莎莎,等. 北京城区医院绿地林木树冠覆盖与城市森林结构分析[J]. 生态学报, 2019, 39(22): 8392-8403.
LI Xiaoting, LIU Jia, JIANG Shasha, et al. Analysis of the urban tree canopy and community structure of hospitals in urban areas of Beijing[J]. Acta Ecologica Sinica, 2019, 39(22): 8392-8403.
- [16] 张浪. 上海绿地系统进化的作用机制和过程[J]. 中国园林, 2012, 28(11): 74-77.
ZHANG Lang. The mechanism of the organic evolution of the urban green space system of Shanghai[J]. Chinese Landscape Architecture, 2012, 28(11): 74-77.
- [17] 张珂,程久苗,费罗成,等. 安徽省土地城镇化空间分异特征及驱动因素识别[J]. 资源科学, 2018, 40(10): 2060-2072.
ZHANG Ke, CHENG Jiumiao, FEI Luocheng, et al. Spatial differential characteristics and driving factors of land urbanization in Anhui Province[J]. Resources Science, 2018, 40(10): 2060-2072.
- [18] ANSELIN L. Exploring spatial data with GeoDa: a workbook[EB/OL]. (2005-03-06) [2018-01-19]. <http://www.csiss.org/clearing-house/GeoDa/geodaworkbook.pdf>.
- [19] 杨杨,吴次芳. 泛长三角区域经济空间差异分析——基于经验贝叶斯修正的空间自相关指数[J]. 长江流域资源与环境, 2011, 18(5): 513-518.
YANG Yang, WU Cifang. Regional economic disparities in Pan-Yangtze River Delta-based on EBI and EBII[J]. Resources and Environment in the Yangtze Basin, 2011, 18(5): 513-518.
- [20] 邵留长,乔家君,汪永新. 河南省县域经济空间结构及演进特征[J]. 地域研究与开发, 2016, 35(1): 64-69.
SHAO Liuchang, QIAO Jiajun, WANG Yongxin. Spatial structure and evolution characteristics of county economy in Henan Province[J]. Areal Research and Development, 2016, 35(1): 64-69.
- [21] 傅伯杰,陈利顶,马克明. 景观生态学原理及应用[M]. 北京: 科学出版社, 2002: 43-61.
FU Bojie, CHEN Liding, MA Keming. Principles and applications of landscape ecology[M]. Beijing: Science Press, 2002: 43-61.