

# 城市公共资源与人口分布的空间适配性分析 ——以深圳市为例

王宏亮<sup>1,2,3</sup> 吴健生<sup>1,2,†</sup> 高艺宁<sup>1,4</sup> 刘璐<sup>1,5</sup> 杨微石<sup>2,5</sup> 彭子凤<sup>6</sup> 管青春<sup>7</sup>

1. 自然资源部城市国土资源监测与仿真重点实验室, 深圳 518034; 2. 北京大学深圳研究生院城市规划与设计学院, 城市人居环境科学与技术重点实验室, 深圳 518055; 3. 内蒙古大学公共管理学院, 呼和浩特 010070; 4. 内蒙古师范大学科学技术处, 呼和浩特 010022; 5. 深圳市不动产评估中心, 深圳 518040; 6. 深圳市规划国土房产信息中心, 深圳 518040; 7. 中国石油大学(华东)海洋与空间信息学院, 青岛 266580; † 通信作者, E-mail: wujs@pkusz.edu.cn

**摘要** 基于新数据环境支持, 运用核密度估计、最近邻分析、多距离空间聚类、协同区位商和两步移动搜索等多种空间量化法, 从适应性和匹配关系两个方面分析深圳市城市公共资源与人口分布的空间适配性。结果表明: 1) 不同城市公共资源与人口分布的空间适应性具有明显的相似性, 表现为空间形态、分布模式和邻近效应相似; 2) 城市公共资源与人口分布的空间匹配关系存在差异, 城市公共资源与人口密度的非匹配特征说明城市公共资源供需关系存在“失配”和“错位”现象。最后, 针对资源要素的空间适配性问题, 从城市和社区两种尺度提出针对公园绿地、教育机构和健康医疗等3类公共资源的优化建议。

**关键词** 城市公共资源; 人口分布; 空间适配性; 深圳市

## Spatial Fitness of Urban Public Resources and Population Distribution: Taking Shenzhen as an Example

WANG Hongliang<sup>1,2,3</sup>, WU Jiansheng<sup>1,2,†</sup>, GAO Yining<sup>1,4</sup>, LIU Lu<sup>1,5</sup>, YANG Weishi<sup>2,5</sup>,  
PENG Zifeng<sup>6</sup>, GUAN Qingchun<sup>7</sup>

1. Key Laboratory of Urban Land Resources Monitoring and Simulation, Ministry of Natural Resources, Shenzhen 518034; 2. Key Laboratory for Urban Habitat Environmental Science and Technology, School of Urban Planning and Design, Peking University, Shenzhen 518055; 3. School of Public Administration, Inner Mongolia University, Hohhot 010070; 4. Science and Technology Department, Inner Mongolia Normal University, Hohhot 010022; 5. Shenzhen Real Estate Assessment Center, Shenzhen 518040; 6. Shenzhen Municipal Planning and Land Real Estate Information Center, Shenzhen 518040; 7. School of Ocean and Spatial Information, China University of Petroleum (East China), Qingdao 266580; † Corresponding author, E-mail: wujs@pkusz.edu.cn

**Abstract** Based on the support of the new data environment, the spatial adaptability of urban public resources and population distribution in Shenzhen is analyzed from two aspects of adaptability and matching relationship by using various spatial quantization methods, such as kernel density estimation, nearest neighbor analysis, multi-distance spatial clustering, cooperative location quotient and two-step mobile search. The results show that the spatial adaptability of public resources and population distribution in different cities has obvious similarity, which is similar in spatial morphology, distribution pattern and proximity effect. Spatial matching relationship between urban public resources and population distribution is different. The non-matching characteristics of urban public resources and population density indicate the “mismatch” and “dislocation” relationship between supply and demand of urban public resources. Aiming at the spatial adaptability of resource elements, the optimization suggestions for three kinds of public resources, such as park green space, school education and health care, are put

自然资源部城市国土资源监测与仿真重点实验室开放基金资助课题(KF-2019-04-027)、广东省基础与应用基础研究基金(2020A151110847)、内蒙古自治区高等学校科研项目(NJZZ21005)、中国博士后科学基金(2020M672164)和中央高校基本科研业务费专项资金(20CX06038A)资助

收稿日期: 2020-11-25; 修回日期: 2021-02-08

forward from two scales of city and community.

**Key words** urban public resources; population distribution; spatial fitness; Shenzhen

作为城市社会资源的重要组成部分,公共资源已成为衡量社会发展水平、体现社会公平正义和反映政府治理能力的重要标尺<sup>[1]</sup>。城市公共资源空间分布的合理性不仅能够满足居民日益多样化、多层次的休闲娱乐、教育医疗需求,而且对治理交通拥堵、空气污染等“城市病”和提升人民幸福感受具有重要的意义<sup>[2]</sup>。2020年,全国人民代表大会《关于“十四五”规划纲要编制工作若干重要问题专题调研工作情况的报告》<sup>[3]</sup>中明确要求“坚持以人民为中心、持续改善人民福祉”,公共资源布局及其适配性问题受到进一步重视。作为一种相对稀缺的社会环境资源,城市公共资源配置往往与人口规模及其分布特征相关联。若不协调好城市公共资源与人口分布之间的关系,或将引发一系列社会矛盾,带来较为严重的空间冲突<sup>[4-7]</sup>。因此,研究城市公共资源与人口分布之间的协调性与匹配关系对于城市公共资源合理布局具有重要作用。

城市公共资源领域一直是学术研究的热点,诸多学者从公共资源可达性、公共设施空间格局和公共设施布局评估等多方面开展相关研究<sup>[8-10]</sup>。从关注城市公共资源的分布特征<sup>[11]</sup>,到注重空间公平的设施布局<sup>[12]</sup>,城市公共资源与居民群体的关联研究逐渐受到学术界关注。在国土空间规划方面,如何以有限的城市公共服务资源来满足日益增长的人口规模,是城市空间治理的目标与挑战<sup>[13]</sup>。城市公共资源问题涉及公共资源供给、城市人群需求以及供需匹配等多个方面,叠加政府规划干预和环境因素影响,导致构建城市公共资源与人口分布的供需适配存在难度<sup>[14]</sup>。鉴于城市公共资源的供给能力与需求压力随人口变化而不断改变,并在适应、协调以及匹配方面表现出一定的格局。因此,探索城市公共资源与人口分布的空间适配性,既是治理城市空间冲突的重要抓手,也是实现城市可持续发展的关键环节。

适配性指不同主体之间的协调一致性,反映不同主体之间的适应性与匹配关系<sup>[15]</sup>。适配性这一概念源于种群生态学,用于研究不同生物种群对自然环境的适应与进化<sup>[16]</sup>。早期,西方学者大多将适配性问题聚焦在生物种群的依存关系<sup>[17]</sup>、生物群落与非生物环境的适应性上<sup>[18]</sup>。随着系统生态学

和权变理论的拓展,适配性问题逐渐在系统生态学<sup>[19]</sup>、工业生态学<sup>[20]</sup>、社会学<sup>[21]</sup>和经济学<sup>[22]</sup>等领域加以讨论。20世纪末,围绕生态系统复杂性与多变性的跨学科研究的拓展与融合,以共生<sup>[23-24]</sup>和耦合<sup>[25-27]</sup>理念来探讨人与自然环境可持续发展的适配性问题备受世界瞩目<sup>[28-30]</sup>。我国学者也结合国内实际情况进行适配性分析,并逐渐积累较为丰硕的研究成果。适配性理念不仅在农业科技<sup>[31]</sup>、工程技术<sup>[32]</sup>以及规划编制<sup>[33]</sup>等领域加以应用,而且在社会经济<sup>[34]</sup>、人才建设<sup>[35]</sup>和国家战略<sup>[36]</sup>等问题上进行探讨。纵观国内外适配性研究主线,从自然科学到人文、社会科学,相关讨论始终围绕人类及与之相关的生存与发展问题展开。适配性视角从理化性质适配和结构规模适配逐步转变为供需偏好适配和承载系统适配。总体来看,适配性能够从科学视角对错综复杂的复合系统关系提供适应、协调以及匹配等特征的客观分析,依据事物属性及其特征变化提供规律性判定。同时,适配性的根本目标是解决可持续问题。不论是种群生物之间,还是人与自然环境之间,寻求互利共生、融洽和谐的适配过程反映了不同事物主体在某种局域环境中寻求系统平衡和稳定发展的目标。由于城市社会资源环境具有复合生态系统特征,城市公共资源与人口分布的协同匹配关系满足城市资源环境可持续发展的探讨范畴。

鉴于此,本文以深圳市为案例区,基于新数据环境提供的多种数据源,引入空间适配性,研究城市公共资源与人口分布的适应性和匹配关系,为城市公共资源合理布局提供理论参考。

## 1 研究区与数据

### 1.1 研究区概况

深圳市是粤港澳大湾区建设的核心城市之一,是中国特色社会主义先行示范区的试验田。2019年末,深圳市生产总值突破2.69万亿,常住人口为1343.88万。在深圳改革开放40周年之际,中共中央办公厅、国务院办公厅印发《深圳建设中国特色社会主义先行示范区综合改革试点实施方案(2020—2025年)》,从文化体育、自主办学、医疗服务和社会保障等4个方面构建优质、均衡的公共资源

服务体系,以此树立“民生幸福标杆”。依据《深圳统计年鉴(2020)》,深圳市现有各类公园 1090 个,包含幼儿园在内的各类学校 2621 所,各类医疗卫生机构 4459 个。深圳是高度城市化的城市,各类公共资源广泛分布。由于特区历史和经济发展等原因,二线海关管理(简称“二线关”)将深圳特区设为关内和关外,特区关内包括罗湖、福田、南山和盐田 4 个区,特区关外包括宝安、光明、龙华、龙岗、坪山和大鹏新区 6 个区(图 1)。

## 1.2 数据来源

本研究的公园绿地、教育机构和社康中心 3 类城市公共资源的数据类型均为点状数据。城市公共资源位置分布来自开放数据环境下的高德电子地图,属性信息分别自于深圳市城市管理和综合执法局网站公布的《深圳市公园名录》、深圳政府在线发布的《学校信息公开目录》和深圳市卫生健康委员会公布的《全市社康中心》。由于属性数据与地图分布存在脱节现象,为保证数据的一致性,剔除不确定的城市公共资源数据,结合地址信息进行空间位置解析,转化为统一地理坐标的空间点要素,经过清洗得到包含城市公园和社区公园在内的公园绿地 822 个,以小学、中学等基础教育为代表的教育机构点 780 个,以社康中心为代表的健康医疗点共 610 个。同时,引入深圳市国土房产信息中心提供的 2018 年居住单元分布点 6180 个,探讨城市公共资源与人口分布的空间适应性;采用深圳市不动

产评估中心提供的 2018 年深圳市街道社区租赁人口数据,分析公共资源与人口分布的空间匹配性。

## 2 研究方法

本文采用核密度估计、最近邻分析、多距离空间聚类 and 协同区位商 4 种方法,对表征空间适应性的形态、模式和邻近等多个方面进行测度,采用两步移动搜索法量化城市公共资源与人口分布的空间匹配性,旨在为多维复杂的城市公共资源空间布局定量化研究提供方法支撑。

### 2.1 空间适应性量化方法

#### 2.1.1 核密度估计

核密度估计(kernel density estimation, KDE)是一种非参数估计的空间分析方法,对显示和分析点要素空间分布的密度变化十分有效<sup>[37]</sup>。本文采用核密度估计法的空间平滑功能,分析不同城市公共资源与居住单元等各类点状要素的分布密度,揭示地理要素多样化的演化趋势和集聚扩散特征<sup>[37]</sup>,反映城市公共资源与人口分布的空间形态特征。

$$F(x) = \frac{1}{nh^d} \sum_{i=1}^n \left( \frac{x - x_i}{h} \right)^d, \quad (1)$$

式中,  $F(x)$  是为核密度函数;  $h$  是阈值;  $n$  是搜索窗口内点数;  $d$  是数据的维数,  $d=2$  时为最常用的核密度公式:

$$F(x) = \frac{1}{nh^2\pi} \sum_{i=1}^n \left( 1 - \frac{(x - x_i)^2 + (y - y_i)^2}{h^2} \right). \quad (2)$$

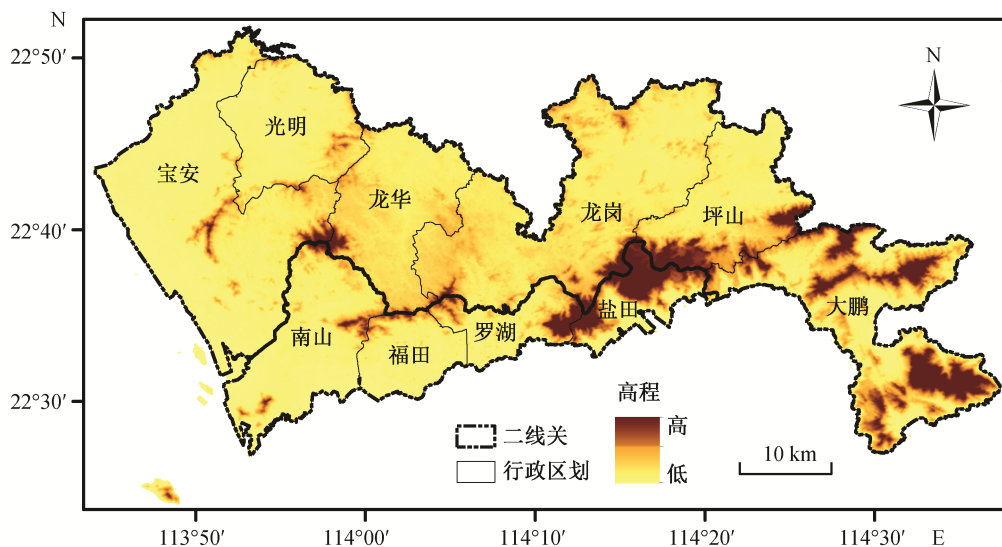


图 1 深圳市行政区划

Fig. 1 Administrative division map in Shenzhen

本文通过 ArcGIS 10.7 软件处理得到公园绿地、教育机构、社康中心和居住单元 KDE 分布值。

### 2.1.2 最近邻分析

最近邻分析(nearest neighbor indicator, NNI)方法可以有效地量化点要素之间空间分布的集聚与离散程度<sup>[38]</sup>。本研究通过测度不同城市公共资源分布点与居住单元分布点之间最近距离的均值,划定点要素的空间分布模式。计算公式为:

$$NNI=d_{nn}/d_{ran}=\sum_{i=1}^n \frac{\min(d_{ij})}{n} / \sqrt{\frac{A}{n}}, \quad (3)$$

式中, NNI 为最近邻距离指数,  $n$  为样本点数量,  $A$  为研究区面积,  $\min(d_{ij})$  为点  $i$  到最近邻点  $j$  的距离,  $d_{nn}$  为观测平均最近邻距离,  $d_{ran}$  为空间随机分布条件下的理论平均距离。NNI<1, 点要素趋于集聚; NNI>1, 点要素趋于离散; NNI=1, 点要素呈随机分布。通过“Z 检验”验证研究结果的可靠性, 若  $Z<-2.58$ , 则该点模式在 99% 的置信区间属于集聚模式。

### 2.1.3 多距离空间聚类分析法

多距离空间聚类分析法(又名 Riley's  $K$  函数)用于确定要素是否显示某一距离范围内具有统计显著性的聚类或离散。不同空间尺度下, 在一定搜索半径内的点要素往往具有不同的集聚特征<sup>[39]</sup>。计算公式为

$$K(t)=A \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \frac{w_{ij}(t)}{n^2}, \quad (4)$$

$$L(t)=\sqrt{\frac{K(t)}{\pi}}-t, \quad (5)$$

式中,  $n$  为不同类型城市公共资源点的数量,  $w_{ij}(t)$  表示在距离  $t$  范围内点要素  $i$  与点要素  $j$  的距离,  $A$  为研究区面积。在随机分布状态下,  $L(t)$  的期望值为 0, 可通过  $L(t)$  与距离  $t$  的关系验证基于尺度  $t$  的点要素空间分布格局。 $L(t)>0$  为集聚分布,  $L(t)<0$  为离散分布,  $L(t)=0$  为随机分布。 $L(t)$  的置信区间采用 Monte Carlo 方法求得。 $L(t)$  的第一个峰值可度量集聚程度, 其对应的  $t$  值用来度量集聚规模<sup>[33]</sup>。

### 2.1.4 协同区位商

协同区位商(Colocation Quotient, CLQ)是由 Leslie 等<sup>[40]</sup>基于区位商方法扩展的衍生模型, 用于测度不同类别点之间分布的联系紧密程度。本文运用 CLQ 测度城市公共资源与人口分布的空间邻近性。计算公式为

$$CLQ_{A \rightarrow B} = \frac{C_{A \rightarrow B} / N_A}{N_B / (N-1)}, \quad (6)$$

式中,  $CLQ_{A \rightarrow B}$  指  $A$  被  $B$  吸引的协同区位商,  $C_{A \rightarrow B}$  指  $A$  类分布点距  $B$  类分布点距离近的个数,  $N_A$  和  $N_B$  分别为分布点类型  $A$  和  $B$  的个数,  $N$  为两种分布点的总数。 $CLQ_{A \rightarrow B}<1$  表示  $A$  趋向于远离  $B$ ,  $CLQ_{A \rightarrow B}=1$  表示二者呈随机分布,  $CLQ_{A \rightarrow B}>1$  表示  $A$  趋向于靠近  $B$ 。

## 2.2 空间匹配性量化方法

两步移动搜索法(two-step floating catchment area method, 2SFCA)是测度搜寻单元内城市公共资源供给与需求之间相互关系的有效方法, 分别以供给端和需求端为基础进行两次搜索<sup>[41]</sup>。第一次搜索以城市公共资源分布点为中心建立搜索半径, 计算该类城市公共资源在搜索半径内的供给能力; 第二次搜索以含有租赁人口数据的街道社区为中心, 寻找半径覆盖范围的公共资源, 将所有研究对象的供给量与研究对象搜索范围内的资源数量比值相加求和, 所得结果能够反映城市公共资源供需匹配的空间可达性。

$$R_j = \frac{S_j}{\sum_{k \in \{d_{kj} \leq d_0\}} D_k}, \quad (7)$$

$$A_k^F = \sum_{j \in \{d_{kj} \leq d_0\}} R_j, \quad (8)$$

式中,  $j$  表示供给点,  $k$  表示需求点,  $d_{kj}$  表示  $k$  与  $j$  之间的距离,  $d_0$  表示选定的搜索半径,  $D_k$  表示搜索半径内  $k$  点的需求,  $S_j$  表示该供给点的总供给量,  $R_j$  表示供需比,  $A_k^F$  代表  $k$  点的空间可达性。 $A_k^F$  值越大, 空间可达性越好。

## 3 结果分析

### 3.1 城市公共资源与人口分布的空间适应性

城市资源要素的空间形态、集聚特征与邻近效应能够反映城市公共资源与人口分布的空间适应性。总体上看, 深圳市城市公共资源与人口分布的空间适应性虽有差距, 但相似性显著, 体现在空间形态、分布模式和邻近效应 3 个方面。

1) 从空间形态(图 2)看, 公园绿地、教育机构 and 社康中心等 3 类城市公共资源与居住单元的形态结构具有相似性, 在特区关内的相似性更显著。公园绿地的 KDE 分布呈现“圈层+多中心”的空间结

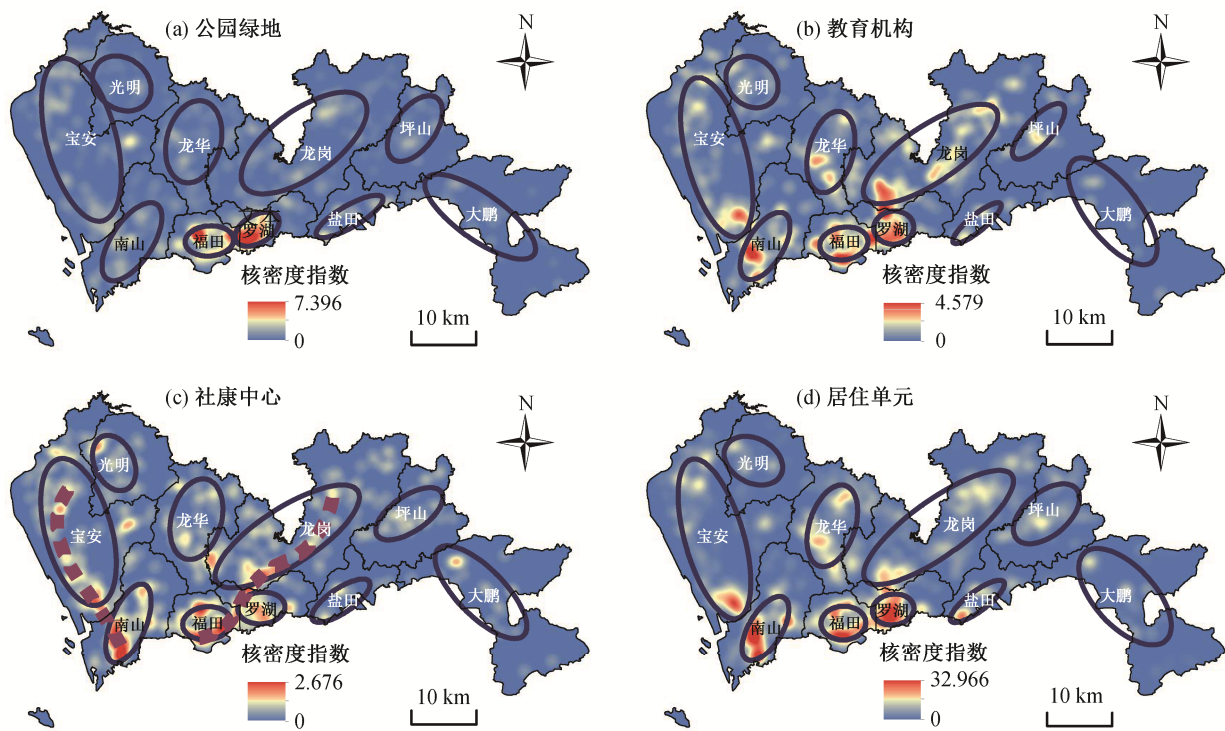


图2 深圳市城市公共资源与居住单元的核密度图

Fig. 2 Nuclear density maps of urban public resources and residential units in Shenzhen

构, KDE 高密度值集中于福田区和罗湖区, 龙华区、龙岗区、坪山区和光明区的密度值较低, 且核密度值由特区关内向关外递减变化(表1); 教育机构和社康中心的 KDE 分布呈现“圈层+廊道化+多中心”的空间形态, 社康中心的廊道化结构更明显。通过连接社康中心 KDE 明显的 20 个空间热点, 形成沿“南海大道-创业路-前海大道-广深公路”和“福强路-深南路-红岗路-深惠路”的两条空间廊道。在多中心分布上, 教育机构的 KDE 高密度值分布于罗湖区, 低密度值则位于大鹏新区; 社康中心 KDE 高密度值分布在福田区, 低密度值在坪山区。居住单元也具有“圈层+多中心”的分布形态, 并形成特区关内广泛分布、特区关外零散扩散的 KDE 高密度组团。

2) 从分布模式(表2)看, 尽管集聚强度和集聚规模存在差异, 但深圳市 3 类城市公共资源与居住单元均表现为显著的集聚分布模式。从最近邻分析结果看, 公共资源与居住单元的最邻近比率小于 1, 且置信水平达到 99.9%, 说明居住单元(0.478)>教育机构(0.491)>公园绿地(0.588)>社康中心(0.694)的集聚强度排序有效。根据集聚强弱与最近邻比率的反比性, 居住单元的集聚特征更显著。从 Ripley's  $K$

表1 深圳市城市公共资源与居住单元的核密度统计  
Table 1 Statistic of kernel density estimation of urban public resources and residential units in Shenzhen

分区单元	行政区单元	KDE 分布值			
		公园绿地	教育机构	社康中心	居住单元
特区关内	福田区	7.396	4.017	2.676	26.759
	罗湖区	6.285	4.580	1.993	28.949
	盐田区	2.828	1.793	1.118	20.764
	南山区	2.279	3.845	2.660	32.966
特区关外	宝安区	2.885	3.089	1.952	24.668
	龙岗区	2.195	4.261	2.163	19.033
	龙华区	1.495	2.481	1.385	16.975
	坪山区	1.596	1.906	0.872	13.197
	光明区	1.443	1.370	1.574	10.522
	大鹏新区	1.285	0.985	1.431	10.902

函数分析结果(图3)看, 各类公共资源的观测  $K$  值均大于预测值, 且在 99% 的置信度上通过显著性检验, 其集聚规模排序为居住单元(3.725 km)>公园绿地(3.277 km)>教育机构(3.136 km)>社康中心(2.511 km), 说明尺度效应下居住单元的集聚规模较强, 社康中心的集聚规模较弱, 表现出集聚规模的尺度差异。无论是集聚强度还是集聚规模, 3 类公共资



**表 2** 深圳市城市公共资源与居住单元平均最近邻距离的相关参数

Table 2 Parameters related to the average nearest neighbor distance between urban public resources and residential units in Shenzhen

类型	最邻近比率	Z 得分	P 值	分布模式
公园绿地	0.588	-22.621	0.000	集聚
教育机构	0.491	-27.349	0.000	集聚
社康中心	0.694	-14.018	0.000	集聚
居住单元	0.478	-78.444	0.000	集聚

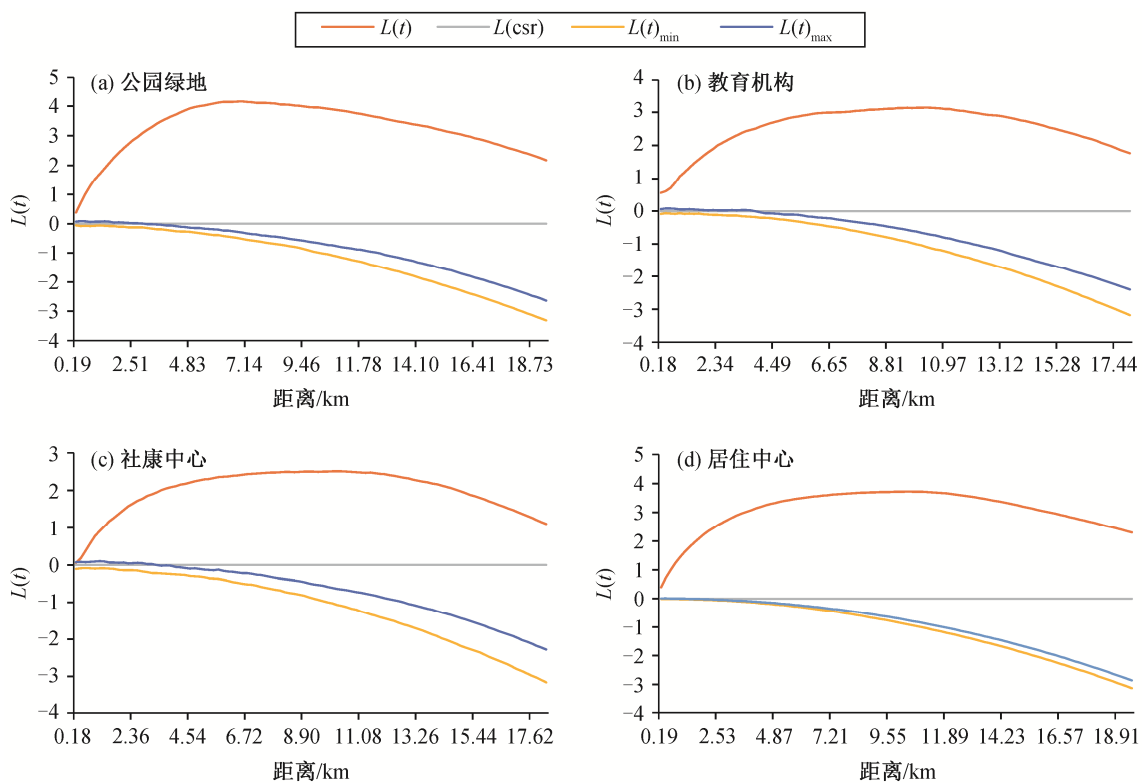
源均表现出与居住单元相贴合的空间集聚模式。

3) 从邻近效应看, 3 类公共资源与居住单元存在“非对称性”的邻近特征, 说明深圳市公共资源对人口分布的引导作用较强, 但二者之间尚未形成相互吸引的互补效应。从协同区位商测度的 3 类公共资源与居住单元的邻近性分析结果看, 基于人口到资源的邻近性排序为  $CLQ_{居住 \rightarrow 公园} < CLQ_{居住 \rightarrow 学校} < CLQ_{居住 \rightarrow 社康}$ ,  $CLQ$  值分别为 4.737, 5.732 和 7.339, 均显著大于 1, 表明居住单元趋于邻近 3 类城市公共资源。基于资源到人口的邻近性排序为

$CLQ_{公园 \rightarrow 居住} < CLQ_{社康 \rightarrow 居住} < CLQ_{学校 \rightarrow 居住}$ ,  $CLQ$  值分别为 1.023, 1.043 和 1.076, 均趋近 1, 表明 3 类城市公共资源与居住单元具有随机分布特征。进一步对比同类公共资源不同方向的邻近性水平, 有  $CLQ_{居住 \rightarrow 公园} > CLQ_{公园 \rightarrow 居住}$ ,  $CLQ_{居住 \rightarrow 学校} > CLQ_{学校 \rightarrow 居住}$  和  $CLQ_{居住 \rightarrow 社康} > CLQ_{社康 \rightarrow 居住}$ , 表明居住单元对公共资源的吸引力不如公共资源对居住单元的吸引力强。从上述结果看出, 居住单元受城市公共资源的吸引强烈, 并表现出明显的“非对称性”特征, 说明公共资源对人口分布的单向性影响较突出。

### 3.2 城市公共资源与人口分布的空间匹配关系

基于资源与人口的供需匹配关系, 本研究采用两步移动搜索法对城市公共资源供需可达性进行分析, 计算出每个社区的供需可达性, 并采用自然间断法, 将城市公共资源供需可达性分为“强、较强、一般、较弱和弱”5 级(图 4)。对于最大出行半径, 公园绿地依据《深圳城市绿化发展规划纲要(2012—2020 年)》, 按照市民均可使用 2 km 范围内社区公园、5 km 范围内城市公园和 10 km 范围内自然公园的标准, 对不同类型公园覆盖范围进行加权, 最



**图 3** 深圳市城市公共资源与居住单元的多距离空间聚类分析

Fig. 3 Multi-range spatial cluster analysis of urban public resources and residential units in Shenzhen

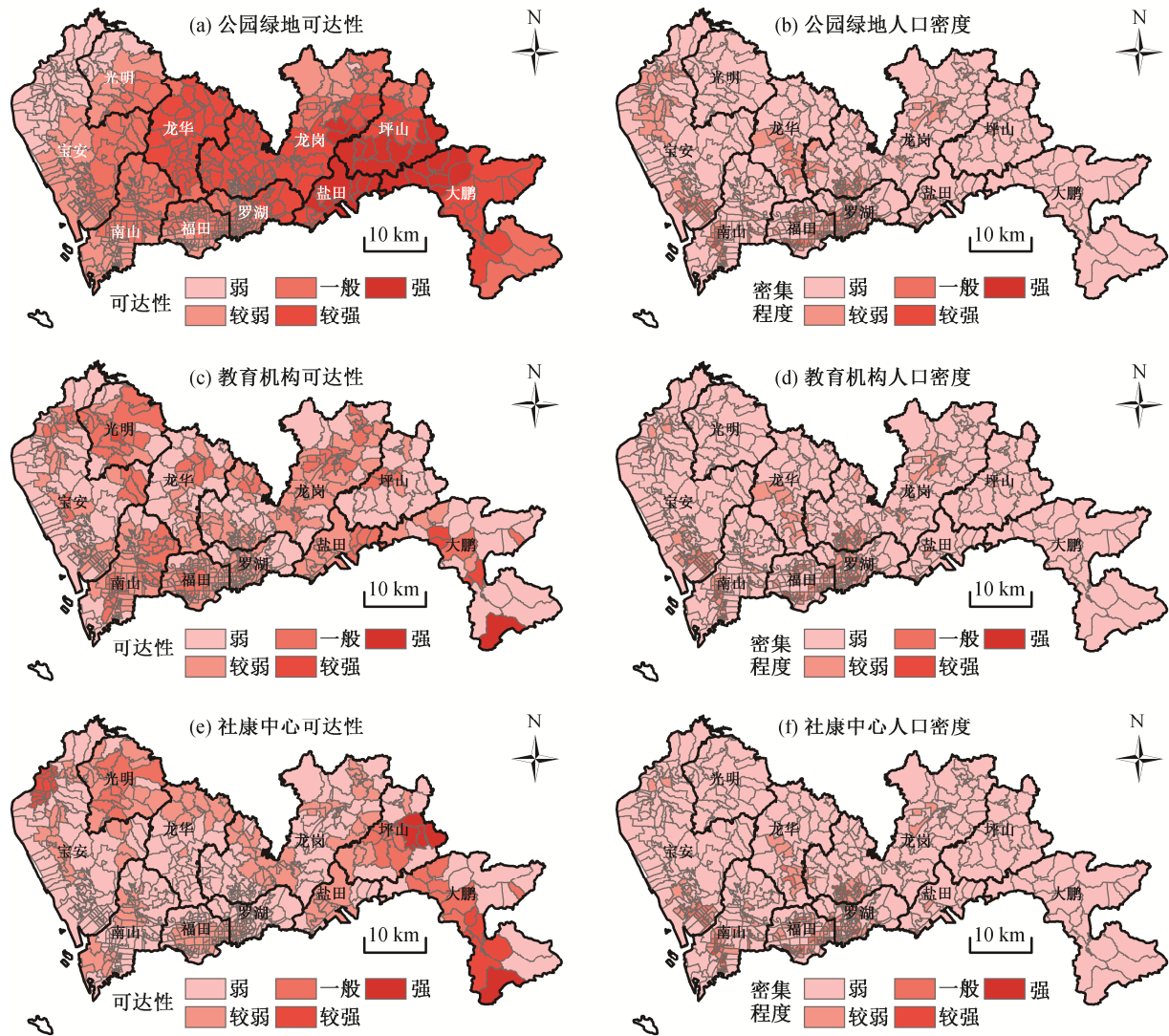


图4 深圳市城市公共资源与人口密度的空间分布

Fig. 4 Spatial distribution of urban public resources and population density in Shenzhen

终确定3 km为最大出行半径;教育机构和健康医疗出行半径的选择依据是2018年《深圳市坪山区医疗和教育设施布局优化研究报告》中确定的中小学校和社康中心最大出行半径,分别为7.5和3.5 km。

1) 公园绿地供需可达性。深圳市公园绿地供需可达性指数均值为0.0522,关内和关外分别为0.0519和0.0524,说明深圳市公园绿地供需可达性整体上较为均衡,市域范围内的城市居民能够享有较为公平的休闲服务保障。通过分析发现,各辖区公园绿地供需可达性排序为盐田区>坪山区>大鹏新区>龙岗区>龙华区>罗湖区>福田区>南山区>光明区>宝安区,全市仅有约34.24%的社区公园绿地供需可达性高于平均值。其中,盐田区小梅沙社区

的供需可达性指数高达0.078,而宝安区塘下涌社区仅为0.022,说明深圳市公园绿地供需匹配的空间分布具有以盐田区为核心向外衰减的圈层变化。结合供需可达性空间分级结果,除盐田区的小梅沙和盐田等社区具有强供需可达性外,大鹏新区的溪涌和土洋等社区以及坪山区的马峦和碧岭等社区也具有相似特征。另外,可达性较强的社区分布在龙华区、龙岗区和大鹏新区,可达性一般的辖区包括福田区、南山区、罗湖区东部以及宝安区东南部,可达性较弱和弱的辖区分布在光明区和宝安区等西部边缘区域。

2) 教育机构供需可达性。深圳市教育机构供需可达性指数均值为0.864,关内与关外之比约

为1:1.007,说明深圳市教育机构供需可达性整体上较为均衡,而深圳关外教育机构的就学条件更为便利。据统计,各辖区教育机构供需可达性排序为大鹏新区>福田区>南山区>罗湖区>龙岗区>光明区>宝安区>坪山区>龙华区>盐田区,全市约有51.65%的社区教育机构供需可达性高于平均水平,且广泛分布于宝安区、龙华区、龙岗区以及大鹏新区,并呈现“多中心”的空间格局。其中,大鹏新区供需可达性指数高达1.311,是深圳整体水平的1.52倍。结合供需可达性空间分级结果,教育机构供需可达性强的社区主要位于大鹏新区的南部,如南渔、新大、南澳和西涌等社区;供需可达性较强的社区分布在福田区的西北部、南山区中部和罗湖区西北部等关内核心社区;供需可达性一般的典型社区有光明区的马山头 and 公明社区,龙岗区的宝龙、平南和同乐社区;供需可达性较弱和弱的社区主要分布在深圳市的外围边缘,如宝安区的西部、龙华区的北部和大鹏新区的西北边缘等。

3) 社康中心供需可达性。深圳市社康中心供需可达性整体上较为失衡,特区范围外的就医可达性具有明显优势。全市社康中心可达性指数均值为0.862,特区关内为0.301,特区关外高达1.137,说明深圳市居民在特区关外享有更加便利的健康医疗服务保障。据统计,各辖区社康中心供需可达性排序为坪山区>宝安区>大鹏新区>龙岗区>福田区>南山区>罗湖区>光明区>龙华区>盐田区,可达性指数最高的坪山区为2.957,最低的罗湖区为0.267,且全市约有93.05%的社区就医可达性不足平均值,反映出深圳市健康医疗供需匹配不足的现状。结合供需可达性空间分级结果,社康中心供需可达性强的社区有大鹏新区的西涌、坪山区的石井以及宝安区的后亭等社区,供需可达性较强的社区集中分布在坪山区中部、大鹏新区北部和光明区中部等区域,供需可达性一般的社区广泛分布在南山区、福田区、盐田区、龙岗区和龙华区等地区,供需可达性较弱和弱的社区集中分布在行政区交界处以及外围边缘。

## 4 结论与讨论

### 4.1 讨论

随着社会经济的发展和生活质量的提高,宜居生活和品质空间受到城市居民的普遍关注。公园绿地、教育机构和健康医疗等公共资源的分布特征直

接影响城市居民对品质空间的需求标准,促使公共资源与人口分布的适配关系不断改变。本研究发现,深圳市公共资源与人口分布的空间适应性虽有差异,但相似性显著,跟申庆喜等<sup>[37]</sup>提出的公共服务设施空间与居住空间分布形态的差异性和相关性特征并存的研究结论相似。尽管公园绿地、教育机构和社康中心的集聚模式逊色于居住单元,但总体上具有相似的分布形态。本研究得出的深圳市公共资源与人口分布的空间匹配关系与冉钊等<sup>[39]</sup>提出的城市健康资源与人口分布不匹配状况的结论相一致,即供给和需求在空间配置上存在错位,但形成原因不同。本研究结果显示,深圳市公园绿地供需可达性总体上较为均衡,但局部矛盾突出,如宝安区公园绿地供需可达性失衡的原因是高人口密度区域的公园绿地配置数量偏低。教育机构供需可达性在特区关内与关外差异不大,但特区关内学位紧张、就学困难的现状依旧是优质教育资源的稀缺性问题。另外,对于社康中心,在关外就医便利的结论可能存有异常,即大鹏新区和坪山区部分社区内就医人数相对偏少,同等服务规模和等距离服务半径的社康中心过度地抬高了病患人群健康医疗的供需可达性。因此,深圳市公共资源与人口分布的空间匹配性主要体现在区域性供需失衡或失配方面。

鉴于形态分布、邻近效应和匹配关系方面存在的差异,探索基于空间适配性的公共资源与人口分布,已成为未来城市公共资源空间优化的重要内容。差异化管理城市和社区不同尺度的公共资源配置,将成为改善资源与人口供需矛盾的核心方法。市级公共设施要体现国际性大都市的发展要求,充分考虑特区内外一体化发展。社区级公共设施的配置要遵循以人为本、资源共享的原则,特区内社区要重视城中村公共服务设施的提升与更新,特区外社区要重视多层次公共服务设施体系的增设或扩建。基于上述考虑,本文针对公园绿地、教育机构和社康中心3类城市公共资源提出如下优化路径。

1) 差异化地配置便于居民邻近休闲的公园绿地。公园绿地与人口分布的协调配置,需要服务设施在数量、质量和规模等方面与居住空间的人口规模相匹配。对于福田、罗湖等特区关内人口数量多而面积较小的社区,其公园绿地的布局可结合“大社区”的观念来配置,形成有别于特区外的公园绿地差异化发展模式。

2) 超前性布局多元办学模式的基础教育设施。



对于人口过度集聚导致的“上学难、上学远、大班额”等现象,相关部门可通过统筹整合、多样并举等方法,对现有教育服务设施进行挖潜改造,建立混合功能型“教育-社区”模式,实现教育设施与居住单元的混合利用。针对关内教育资源匮乏现状,可通过引进民间资本或探索内地城市与港澳地区联合办学等方式,扩大基础教育的办学规模,优化设施布局结构,并提高设施使用效率。

3) 均衡化地增设多层次的健康医疗服务机构。针对当前特区关外三等甲级医院不足、特区关内社康中心服务能力过载以及全市职业医师稀缺的现状,特区关内要重视城中村健康医疗服务设施的提升和再配置,特区关外可优先引进综合性医院,弥补医疗设施在城市发展的欠帐,最终促进深圳市健康医疗一体化发展。

## 4.2 结论

本研究引入生态学适配性视角,对深圳市城市公共资源与人口分布的适应性和匹配关系进行量化研究,得到如下结论。

1) 深圳市公共资源与人口分布的空间适应性具有相似性。城市公共资源具有“圈层式、廊道化和多中心”的空间形态,特区关内的相似性更显著;城市公共资源均呈现显著的集聚分布模式;“非对称”的邻近效应体现在公共资源对人口分布的单向影响,即公共资源对人口分布具有引导作用。

2) 深圳市公共资源与人口分布的空间匹配性存在差异。公园绿地和教育机构的供需可达性较为均衡,社康中心则相对失衡。深圳市公共资源空间匹配性的差异主要源于资源供给与需求人群空间分布上的“失配”与“错位”。针对资源要素的空间适配性问题,本文分别对公园绿地、教育机构和社康中心等3类城市公共资源进行优化建议,包括差异化配置便于居民邻近休闲的公园绿地、超前性布局多元办学模式的基础教育设施以及均衡化增设多层次的健康医疗服务机构,以期为城市公共资源布局提供参考。

鉴于城市公共资源类型多样且数据获取困难,本文仅讨论公园绿地、教育机构和社康中心3类城市公共资源与人口分布的适配关系,未能全面地反映宜居城市建设与民生相关的全貌特征。因此,基于更丰富的空间数据,讨论基于适配理念的城市公共资源布局选址与人口分布的协同耦合,将是未来

研究的方向。

## 参考文献

- [1] 代佳欣. 城市公共资源配置失衡的三重归因: 制度壁垒、发展主义与自我建构. 现代经济探讨, 2016(8): 19-23
- [2] 邵晖, 吕思琦. 北京市公共服务资源空间分布特征研究. 现代城市研究, 2019(8): 2-10
- [3] 全国人民代表大会. 全国人民代表大会常务委员会办公厅关于“十四五”规划纲要编制工作若干重要问题专题调研工作情况的报告[EB/OL]. (2020-08-25) [2020-10-07]. <http://www.npc.gov.cn/npc/c30834/202008/a2c2edfb501240b6bdc5cdf02e7f1ec5.shtml>
- [4] 陈德超, 施祝凯, 王祖静, 等. 苏州环太湖地区生态网络构建与空间冲突识别. 生态与农村环境学报, 2020, 36(6): 778-787
- [5] 苏伟忠, 马丽雅, 陈爽, 等. 城市生态空间冲突分析与系统优化方法. 自然资源学报, 2020, 35(3): 601-613
- [6] 邹利林, 刘彦随, 王永生. 中国土地利用冲突研究进展. 地理科学进展, 2020, 39(2): 298-309
- [7] 赵旭, 汤峰, 张蓬涛, 等. 基于CLUE-S模型的县域生产-生活-生态空间冲突动态模拟及特征分析. 生态学报, 2019, 39(16): 5897-5908
- [8] 何丹, 金凤君, 戴特奇, 等. 北京市公共文化设施服务水平空间格局和特征. 地理科学进展, 2017, 36(9): 1128-1139
- [9] 刘正兵, 张超, 戴特奇. 北京多种公共服务设施可达性评价. 经济地理, 2018, 38(6): 77-84
- [10] 周弦. 15分钟社区生活圈视角的单元规划公共服务设施布局评估——以上海市黄浦区为例. 城市规划学刊, 2020(1): 57-64
- [11] 周超, 莫激, 黄志亮. 重庆市域小城镇基本公共服务设施水平分布特征. 经济地理, 2018, 38(3): 53-60
- [12] 陶卓霖, 程杨, 戴特奇, 等. 公共服务设施布局优化模型研究进展与展望. 城市规划, 2019, 43(8): 60-68
- [13] 朱晓丹, 叶超, 李思梦. 可持续城市研究进展及其对国土空间规划的启示. 自然资源学报, 2020, 35(9): 2120-2133
- [14] Ko J, Nazarian E, Nam Y, et al. Integrated redistricting, location-allocation and service sharing with intra-district service transfer to reduce demand overload and its disparity. Computers, Environment and Urban Systems, 2015, 54: 132-143
- [15] 高佳斌. 大数据背景下的城市承载适配性评价研究

- [D]. 杭州: 浙江大学, 2019
- [16] Shipp A J, Jansen K J. Reinterpreting time in fit theory: crafting and recrafting narratives of fit in medias res. *Academy of Management Review*, 2011, 36(1): 76–101
- [17] Tansley A G. The use and abuse of vegetational concepts and terms. *Ecology*, 1935, 16(3): 284–307
- [18] Lindeman R L. The tropic dynamic aspect of ecology. *Ecology*, 1942, 23(4): 299–418
- [19] Odum H T. *Systems ecology: an introduction*. New York: John Wiley & Sons, 1983
- [20] Boons F A A, Baas L W. Types of industrial ecology: the problem of coordination. *Journal of Cleaner Production*, 1997, 5(1/2): 79–86
- [21] Bennett R J, Chorley R J. *Environmental systems: philosophy, analysis and control*. Princeton: Princeton University Press, 1979
- [22] Moore J F. The evolution of Wal-Mart: savvy expansion and leadership. *Harvard Business Review*, 1993, 71(3): 82–83
- [23] 王嵩, 孙才志, 范斐. 基于共生理论的中国沿海省市海洋经济生态协调模式研究. *地理科学*, 2018, 38(3): 342–350
- [24] 王绍博, 罗小龙, 唐蜜, 等. 基于共生理论的临京临沪地区跨界融合发展对比研究. *地理科学*, 2019, 39(11): 1681–1690
- [25] 马恩朴, 蔡建明, 韩燕, 等. 人地系统远程耦合的研究进展与展望. *地理科学进展*, 2020, 39(2): 310–326
- [26] 宫清华, 张虹鸥, 叶玉瑶, 等. 人地系统耦合框架下国土空间生态修复规划策略——以粤港澳大湾区为例. *地理研究*, 2020, 39(9): 2176–2188
- [27] 杜霞, 孟彦如, 方创琳, 等. 山东半岛城市群城镇化与生态环境耦合协调发展的时空格局. *生态学报*, 2020, 40(16): 5546–5559
- [28] 张军泽, 王帅, 赵文武, 等. 可持续发展目标关系研究进展. *生态学报*, 2019, 39(22): 8327–8337
- [29] Allen C, Metternicht G, Wiedmann T. Initial progress in implementing the Sustainable Development Goals (SDGs): a review of evidence from countries. *Sustainability Science*, 2018, 13(5): 1453–1467
- [30] McGowan P J K, Stewart G B, Long G, et al. An imperfect vision of indivisibility in the Sustainable Development Goals. *Nature Sustainability*, 2019, 2(1): 43–45
- [31] 支彦玲, 陈军飞, 王慧敏, 等. 共生视角下中国区域“水–能源–粮食”复合系统适配性评估. *中国人口·资源与环境*, 2020, 30(1): 129–139
- [32] 吴雪薇, 秦承志, 朱阿兴. 数字地形分析应用适配性知识的案例表达与推理方法. *地理科学进展*, 2016, 35(1): 89–97
- [33] 王玮. 控制性详细规划编制中的用地适配性研究——以宁波市为例. *规划师*, 2009, 25(7): 53–56
- [34] 熊珍琴, 范雅萌. 我国房价与经济增长的适配性分析. *统计与决策*, 2018, 34(17): 129–132
- [35] 王秀梅, 黄春晓, 蒋宇阳. 大城市人才保障房居住空间与人才需求偏好的适配性分析——以南京市为例. *现代城市研究*, 2020(5): 46–53
- [36] 王是业. 中国基建模式对“一带一路”国家的适配性研究. *国际经济合作*, 2019(1): 110–117
- [37] 申庆喜, 李诚固, 刘仲仪, 等. 长春市公共服务设施空间与居住空间格局特征. *地理研究*, 2018, 37(11): 2249–2258
- [38] 吴春涛, 李隆杰, 何小禾, 等. 长江经济带旅游景区空间格局及演变. *资源科学*, 2018, 40(6): 1196–1208
- [39] 冉钊, 周国华, 张鸿辉, 等. 城市公共资源与人口分布空间关联性——以长沙中心城区为例. *资源科学*, 2019, 41(8): 1488–1499
- [40] Leslie T F, Kronenfeld B J. The colocation quotient: a new measure of spatial association between categorical subsets of points. *Geographical Analysis*, 2011, 43(3): 306–326
- [41] Luo W, Wang F. Measures of spatial accessibility to health care in a GIS environment: synthesis and a case study in the Chicago region. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 2003, 30(6): 865–884