

面向社区生活圈的行为—设施时空匹配度评价* ——以南京市中心城区为例

Evaluating the Spatio-temporal Match of Behaviors and Facilities for Community Life Circle: A Case Study of Nanjing Central Urban Area

王星 张姗琪 甄峰 沈丽珍 WANG Xing, ZHANG Shanqi, ZHEN Feng, SHEN Lizhen

摘要 从居民日常行为视角评估设施供需关系,是诊断生活圈范围内设施布局不合理问题的重要手段。已有研究主要从空间视角入手,较少考虑时间维度上的动态变化。基于居民行为活动差异进行时间段划分,利用POI数据和手机信令数据,提出一种面向社区生活圈的行为—设施时空匹配度评价思路,并以南京市中心城区为例进行研究。结果表明:尽管空间维度上设施供给、居民活动表现为显著的正相关,但时间维度上,二者出现明显的时空分异,部分时间段出现匹配错位情况。提出既可评估设施布局和居民活动的空间匹配模式,也可反映时间维度变化的方法,更综合地识别设施供需匹配上存在的问题,从而支撑设施时空配置和居民活动引导的策略。

Abstract From the perspective of residents' daily behavior, assessing the matching relationship between public service facilities and residents' needs is an important means of diagnosing the unreasonable layout of facilities within the living circle. Existing researches mainly start from a spatial perspective, without considering the dynamic changes in the time dimension. Based on the differences in residents' behaviors and activities, this study divides the time period, uses POI data and mobile phone signaling data to put forward an evaluation idea of behavior facility spatio-temporal matching degree oriented to the community life circle, and takes Nanjing central urban area as an example to conduct an empirical study. The results show that although the supply of facilities and residents' activities are significantly positively correlated in the spatial dimension, there are obvious spatio-temporal differences between the two and matching dislocation occurs in some time periods in the time dimension. The proposed method can not only evaluate the spatial match mode of facility layout and residents' activities, but also reflect the changes in the time dimension, and then more comprehensively identify the problems in the match of facility supply and demand, and support the strategies of spatio-temporal configuration of facilities and residents' activities guidance.

关键词 社区生活圈;时空行为;设施开放情况;供需匹配;POI数据;手机信令数据

Key words community life circle; spatio-temporal behavior; opening hours of facilities; matching of supply and demand; POI data; mobile phone signaling data

文章编号 1673-8985 (2024) 02-0015-08 中图分类号 TU984 文献标志码 A

DOI 10.11982/j. supr. 20240203

作者简介

王星

南京大学建筑与城市规划学院 硕士研究生

张姗琪 (通信作者)

南京大学建筑与城市规划学院

自然资源部国土空间智能规划技术重点实验室

助理教授,硕士生导师, zhangshanqi@nju.edu.cn

甄峰

南京大学建筑与城市规划学院

副院长,教授,博士生导师

沈丽珍

南京大学建筑与城市规划学院

副系主任,副教授,硕士生导师

0 引言

随着改革开放进程的不断推进,我国已经逐渐从以经济增长、土地开发为导向的快速城镇化阶段转向以高质量发展、社会治理为核心的新型城镇化阶段,城市发展也越来越聚焦于精细化治理以满足人民对于美好生活的向往^[1-2]。社区作为城市空间的基本组成单位,

*基金项目:国家自然科学基金项目“基于居民时空行为网络建模的社区公共服务设施布局研究”(编号52008201);自然资源部国土空间智能规划技术重点实验室开放课题“基于人地关系模拟的社区更新评估与布局优化方法研究”(编号20220306)资助。

关系到居民日常生活的便捷与舒适^[3-4]。传统居住区规划着眼于空间设施供给视角,采取基于“千人指标”的自上而下的服务设施配置方法,因可操作性强,在快速城镇化阶段得以迅速发展。但随着城镇化进程不断推进,传统方法“一次性”“静态性”等弊端凸显,导致设施服务效能低、空间分布不均,以及服务供给与居民需求时空冲突等问题^{[5]1962, [6]}。为更好地满足居民对高品质生活的需求,《城市居住区规划设计标准(GB50180-2018)》中引入生活圈的概念,核心是在居民的步行可达范围内配置满足他们日常生活需求的设施^[7-8]。2021年7月,《社区生活圈规划技术指南(报批稿)》的发布进一步明确指出应以社区生活圈为基本单元配置生活服务和公共活动。社区生活圈的本质是居民日常生活轨迹涵盖的空间范围,其中包含能够满足居民多元化需求的时空资源^[9-10]。社区生活圈规划需要突破传统的标准化设施配置方式,从人的日常活动出发分析时空资源供给与居民时空需求之间的动态匹配关系,进而提出优化个体行为引导和资源综合利用的方案,达到居民日常生活时空成本最小化、社区公共服务设施供给效率最大化的效果。

目前,已有研究立足生活圈尺度,聚焦服务的空间供给及其与居民需求的匹配关系评价^{[11-12], [13]78},通过两步移动搜索法、空间供需度等方法对设施服务供给和居民需求的数量匹配关系进行测度^[14-16]。然而这些研究大多聚焦于设施分布或活动出行的空间总量,忽视了时间变量。以餐饮活动为例,居民餐饮活动在不同时间段的活动频率、活动时长和空间分布等信息从不同维度反映了居民的实际用餐需求,对应地,能够满足居民餐饮需求的城市餐饮设施在相应时间段的运营时长、空间分布等信息综合起来才能反映餐饮服务供给。当前研究忽略了设施供给和居民活动的实际状态均存在随时间变化而变化的动态性和在纵向时间上从开始到结束的延续性,难以反映供需关系在时间维度的差异。

近年来,部分学者认识到时间与空间一样,都是有限的、不可转移的资源^[17-18],认为应

将设施运营时间纳入时空服务水平的测度指标^{[5]1963};而时间地理学认为行为是个体主观需求的客观表现,故也有学者基于居民时空行为特征提出时空行为规划理论^{[19], [20]593},进而指导社区规划的实践^[21-22]。具体而言,一方面,设施的运营时间至关重要,因为其仅在运营时间内为居民提供服务^[23-24]。大多数设施白天开放、晚上关闭,而居民可能希望在任意时间段内获得相应服务。另一方面,居民的活动选择同样重要,鉴于人们在获取设施时具有强主观选择性,实际出行行为能更好地代表居民真实需求^[25]。这些研究为完善社区生活圈规划的理论和方法提供了新的视角,但相关实证研究仍然处于起步阶段,也缺少分析居民活动情况与设施供给水平的时空特征与匹配特征的有效方法。

为此本文提出测度设施服务供需时空匹配关系的分析思路,利用手机信令数据和POI数据,分析居民时空活动和设施时空分布情况,测度两者之间的匹配关系、研究时空维度上的动态变化特征,并以南京中心城区为例开展研究。本文所提出的思路将完善生活圈层面的配套设施评估方法。同时,研究结论可以为南京市中心城区社区生活圈规划提供决策依据。

1 研究区概况与数据来源

1.1 研究区域

南京市在2018年发布的《南京市城市总体规划(2018—2035)》中提出“一主一新三副城九新城”的市域城乡体系。本文选取南京市中心城区即南京主城、江北新城、仙林副城和东山副城作为研究对象(具体范围参照南京市2018版总规划定,见图1)。

1.2 研究数据

手机信令数据来自智慧足迹DaaS(Dataset as a Service)平台,为南京市2019年6月随机抽样6天的数据,以居民OD出行表的形式呈现,其中包含用户属性(用户ID、年龄)、出行起始属性(起始点坐标、出行时间分布)、出行驻留属性(驻留点坐标、驻留时长、驻留类型)等出行基本

信息,共有出行数据25 196 778条。其中,出行时间分布以整点小时范围形式呈现;驻留点是指用户在某一地点起止时间间隔超过30 min的位置数据,共可以分为到访、居住、就业3种类型:居住地即用户21:00—8:00期间驻留时间最长的点,就业地即9:00—17:00期间驻留时间最长的点,其余出行均识别为到访地,可作为日常活动识别的基础^{[20]582}。

手机信令数据的空间属性由基站覆盖的位置网格汇总得到,市域范围内的位置网格边长在250—9 600 m不等^[26]。考虑到本文研究区域为中心城区,基站分布相对密集,以及城市干路网400—600 m的间距,选取精度为500 m×500 m的地理网格作为基本研究单元。这样既保证了基站数据汇总的合理性,也能够确保地块单元属性的同质性。

本文通过SQL语句从原始数据库中调用相关数据并构建居民居住—驻留信息表。首先提取用户的居住点,并结合链家数据进行验证,由此构建用户居住表;其次基于居民出行OD表将驻留表连接到居住表上,识别驻留点对应的居住地;最后基于居住点网格对所有OD数据进行汇总,统计其内所有用户前往不同驻留点的总频次和总时长,形成居住网格为起点、驻留网格为终点的活动样本库。

公共服务设施POI数据来源于百度地图平



图1 研究区域
Fig.1 Study area

资料来源:笔者自绘。

台,通过调用API接口爬取得到。本文根据《城市居住区规划设计标准(GB50180-2018)》中对配套服务设施的相关规定,共选取商业、教育、医疗、休闲、体育、养老、文化7大类25小类设施,并以研究区为范围、以小类名称作为关键词进行数据爬取,共获得数据23 192条(见表1)。

同时根据设施类别获取其在不同时间段内的开放情况,发现不同时间段内每个公共服务设施大类的设施开放比例存在差异,8:00之前和22:00之后,设施开放比例均较低,基本在20%以下;8:00—16:00是设施开放比例最高的时间段,基本在80%以上;从16:00开始,随着不同设施的关闭,几乎所有大类设施的开放比例都逐渐降低(见图2)。

2 研究方法

2.1 研究思路

设施供给不仅表现为空间上的布局,也体现在时间上的开放和可获取;居民活动同样不只是空间上的选择,更是时间段和时长的选

表1 公共服务设施分类表
Tab.1 Classification of public service facilities

大类	小类	数量/个
教育培训	幼儿园、小学、中学	1 382
商业餐饮	百货商场、便利店、超市、购物中心、集市、美食、商铺	12 776
体育运动	健身中心、体育场馆	1 717
文化服务	电影院、科技馆、图书馆、文化宫、文化活动中心	3 406
休闲娱乐	公园、棋牌室、休闲广场	1 339
养老福利	养老机构	252
医疗卫生	综合医院、专科医院、诊所、药店	2 320

资料来源:笔者自制。

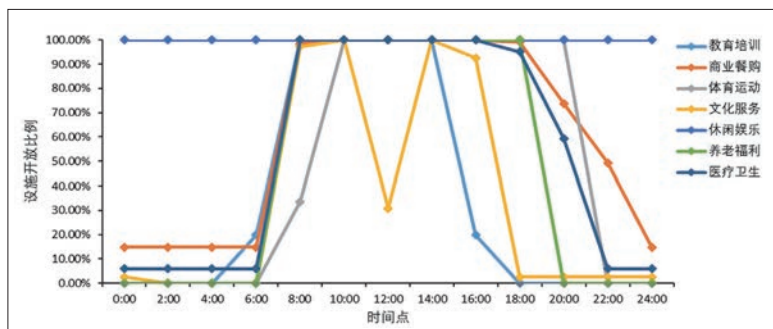


图2 不同时间段公共服务设施开放比例图
Fig.2 Open ratio of public service facilities in different time periods

资料来源:笔者自绘。

择。因此,在传统空间匹配测度方法的基础上,将居民活动时长、设施开放时长作为纵向时间因子纳入计算过程,即测度方式从二维空间分布拓展为三维时空柱体,进而选择双变量局部空间自相关方法对活动—供给匹配进行测度。除了考虑时间相关因子以外,还需要对全天24 h进行时间段划分,总结不同时间段内的变化规律和问题,通过研究一天内的不同匹配模式^[27]来理解匹配度的时间波动,使得政策制定者能够特别关注某些特定时期从而针对性地解决问题^[28]。故本文着眼于时间维度的影响,根据差异化原则将居民全天活动时间划分为不同时间段,分别提取居民日常活动和设施开放的时空分布情况,计算二者的匹配度,并进行时空差异分析(见图3)。

2.2 居民活动强度测度

首先,基于手机信令数据筛选提取的居民居住—驻留信息表,按照出行时间进行“早晨”(6:00—10:00)、“中午”(10:00—14:00)、“下午”(14:00—18:00)、“傍晚”(18:00—22:00)、“深夜”(分为两段:22:00—24:00、次日0:00—2:00)、“凌晨”(2:00—6:00) 6个时间段内的出行行为提取,考虑到凌晨(2:00—6:00)时间段内大多数设施均处于关闭状态,且也处于大多数人的休息时间,故本文将其剔除,只研究其余5个时间段。在此基础上,进一步通过驻留类型和出行距离筛选居民日常活动出行。一方面,基于上文构建的居民居住—驻留信息表选择驻留类型为“到访”的出行OD

数据,排除通勤、归家行为;另一方面,考虑到社区生活圈空间范围是以15 min的距离进行划定的,而居民的步行平均速度为6 km/h, 15 min可达的最大范围为1 500 m,因此本文提取出行距离不超过1 500 m的出行数据,构建不同时间段内的居民日常活动数据集(见图4)。

其次,基于每个网格单个时间段内的居民活动OD,累加将其作为驻留地的所有居民活动时长得到该网格的居民活动强度。

$$E_i = \sum_{m \in \{p_m \in g_i\}} t_m \quad (1)$$

式中: E_i 为终点网格 g_i 的居民活动强度值; t_m 为规定时间段中居民活动 p_m 在网格 g_i 内的活动时长。

2.3 设施供给水平测度

首先,基于POI数据,对于每个公共服务设施小类,通过大众点评、高德地图等渠道,获取其一般开放时间。在此基础上,按照设施开放情况提取分时间段可使用的POI点。

其次,对于单类设施服务水平,当前学界常用重力模型法、累积机会法、距离衰减法等测度方法^[29-30]。本文采用累积机会法,即分别累加到达每一网格可获得的就学、医疗等单类服务机会,计算公式如下:

$$T_{i,s} = \sum_{j \in \{p_{j,s} \in g_i\}} t_{j,s} \quad (2)$$

式中: $T_{i,s}$ 为网格 g_i 内 s 类设施开放的总时

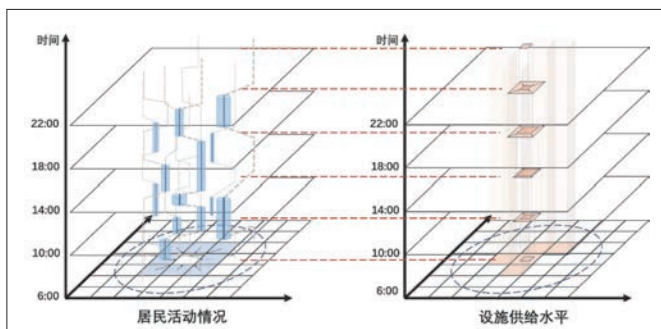


图3 研究框架示意图
Fig.3 Schematic diagram of the research framework

资料来源:笔者自绘。

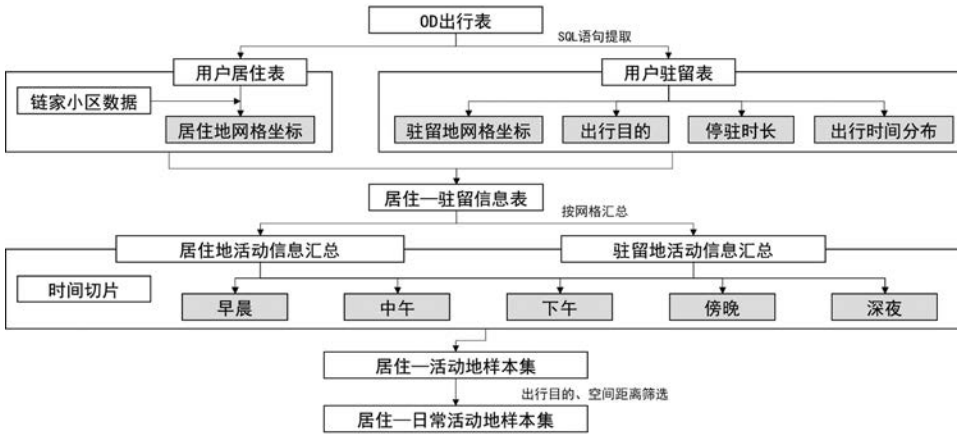


图4 居民日常活动空间识别技术路线图

Fig.4 Technical route of identification of residents' daily activity space

资料来源:笔者自绘。

长; $t_{j,s}$ 为规定时间段中网格 g_i 内的设施点 $p_{j,s}$ 的开放时长。

由于网格内部存在多类设施,所以计算其服务供给需要考虑设施多样性带来的影响^{[13]78-79, [31]}。本文选择引入熵值法进行二次计算,其在公式上呈现为幂函数的形式,底是单类设施服务供给水平;幂是熵权,即能够反映网格内部设施多样性程度的香农熵^①指数。计算公式如下:

$$T_i = \sum_s T_{i,s} \quad (3)$$

$$P_i(s) = \frac{T_{i,s}}{T_i} \quad (4)$$

$$H_i = - \sum_s [P_i(s) \times \ln P_i(s)] \quad (5)$$

式中: H_i 为网格 g_i 内设施获得的香农熵指数,取值在 0 至 $\ln m$ 之间; $P_i(s)$ 为网格 g_i 内部获得 s 设施的机会占有所有设施获得机会的比例。

$$Q_i = \frac{H_i}{\ln m} \quad (6)$$

$$TT_i = T_i^{Q_i} \quad (7)$$

式中: TT_i 为基于熵值法的多类设施综合服务供给水平。 Q_i 为基于香农熵指数构建的代表多样性的相对熵权,其值在 0 至 1 之间。当 $Q_i=1$ 时,不存在多样性,服务供给水平仍为原来的值 T_i 。

2.4 时空匹配测度

目前对于揭示地理要素空间关系大多采用耦合分析、多变量Geary指数、双变量局部空间自相关等方法^[32-33]。结合数据特征和研究目的,本文最终选择双变量局部空间自相关方法,其特点是能够从匹配模式、匹配度等多个维度展现数据之间的相互匹配关系,同时其作为地理模型会考虑空间区位的邻近性,而并不是只考虑数值关系,适配性更好。

首先,本文通过Moran散点图和LISA聚类图分析设施供给和居民需求之间的空间匹配模式。其中, Moran散点图呈现为直角坐标系的形式, I、III象限分别代表网格的设施供给水平与其邻域网格的居民需求程度均值是“高一高”“低—低”的空间正相关关系, II、IV象限则分别代表二者呈现“低—高”“高一低”的空间负相关关系。而LISA聚类图则将这种相关关系更直观地展示在地理空间上。

其次,通过Moran指数 I_{as}^i 表征服务供给与居民需求的匹配程度。 I_{as}^i 的取值始终在 $[-1, 1]$ 之间,取值为 0 表示双变量不相关,即二者没有显著的匹配关系;取值大于 0 表示双变量呈正相关,值越大则相关性越强,匹配度越高;取值小于 0 表示双变量呈负相关,值越大则相关性越弱,匹配度越低。

将服务供给水平与居民需求程度测度值代入计算公式:

$$I_{TE}^i = z_{TT}^i \sum_{j=1}^n w_{ij} z_E^j \quad (8)$$

$$z_E^j = \frac{X_E^j - X_E}{\sigma_E} \quad (9)$$

$$z_{TT}^i = \frac{X_{TT}^i - X_{TT}}{\sigma_{TT}} \quad (10)$$

式中: I_{TE}^i 为Moran指数结果; w_{ij} 为研究网格 i 、 j 之间的空间连接矩阵权重; X_{TT}^i 是研究网格 i 的设施供给水平的值; X_E^j 是研究网格 j 的居民需求程度的值; z_{TT}^i 是 X_{TT}^i 经过标准差标准化之后的观测值; z_E^j 是 X_E^j 经过标准差标准化之后的观测值; X_{TT} 、 X_E 分别是设施供给水平、居民需求程度的平均值; σ_{TT} 、 σ_E 分别是设施供给水平、居民需求程度的标准差。

3 居民行为与公共服务设施时空匹配度特征

根据不同时间段的LISA聚类图(见图5),莫兰指数基本在中心区域“高一高”正相关,在边缘区域“低—低”正相关。这表明南京市中心城区的服务供需情况较为良好。不同时间段内的 I_{TE}^i 值分别为 0.587 、 0.494 、 0.584 、 0.492 、 0.308 (P值均为 0.001 (<0.05)),这意味着,从整体上看,综合设施服务水平与居民活动强度之间呈现为显著的空间正相关性;从时间变化趋势上看,其形成早晨和下午、中午和傍晚、深夜3个匹配梯度。与此同时, Moran散点图的II、IV象限也有少量样本,说明除了存在大量网格的综合设施服务水平与其邻域网格的居民活动强度均值是正相关性关系,也存在一定量的网格呈现“低—高”和“高一低”的空间负相关关系。这表明网格内综合设施服务水平与居民活动强度的匹配度及匹配模式都存在一定的时空分异,负相关网格在后续规划建设值得重点关注。

空间匹配度整体分为高水平区域(东山副城和主城)、低水平区域(仙林副城和江北新主城)2个层级。东山和主城均属于较早建设的老城区,设施配套与居民活动2个层面经过发展已经达到一定的平衡。而仙林和江北建设时间较短,设施配套相对落后,匹配度处于

注释: ① 香农熵,也称为信息熵。主要用于量化信息的不确定性和冗余度。

较低的水平。

而对于同一城区而言,综合设施服务水平与居民活动强度在匹配模型上同样存在空间差异。①各城区中心与次中心区域,大多数网格呈现为高综合设施服务水平与高居民活动强度的空间正相关性,设施服务供给充足且有效;但其中也夹杂着一些“低—高”空间负相关的网格,即网格内设施服务较少但居民活动较多,这些网格需要得到关注并进行改善。②各城区边缘区域的网格大多呈现

“低—低”的空间正相关,即网格内的服务供给较少但居民活动也相对较少,其基本生活需求可以得到满足;其中也夹杂着少量“高—低”空间负相关的网格(尤其是仙林副城),大部分是受地形要素或身处边缘的影响,虽然有较多开放设施但缺乏相应的居民活动,如何吸引人气值得思考。③其他区域呈现“不显著”关系,即双变量的相关关系在统计上不显著,各个城区中都有分布,尤其是在江北新主城和仙林副城中,出现较大比例的不显

著片区。进一步研究其作用机制,根据LISA聚类图(见图6),不显著区域大多分布在各城区中心区与边缘区的中间地带,设施供给情况相较中心区处于绝对劣势,居民可能会为了方便、快捷就地使用质量较差、等级较低的设施,也可能选择较为邻近的中心或次中心中的高质量、高等级设施。这受到居民对出行成本、生活质量等因素的重视程度的影响,存在较大的不确定性和偶然性。

从时间角度上看,虽然整体空间规律较为类似,但是不同时间段内各城区的匹配度仍互有高低:早晨、中午、下午、傍晚时间段内,各城区匹配度整体趋势是由东山、主城、仙林、江北依次递减,其中早晨、中午、下午3个时间段内东山的匹配度领先优势较为明显,但是在傍晚,主城匹配度(0.425)与东山(0.439)已经较为接近;而在深夜时间段内,各城区匹配度整体趋势是主城、东山、江北、仙林依次递减,主城(0.457)匹配度甚至出现略微上升,而其他城区尤其是仙林,下滑明显(见表2)。

各城区基本均在早晨达到匹配度的最高值,但随时间变化趋势存在较大差异,主城为稳定的“波动平衡”趋势,江北为“持续下降”趋势;东山和仙林则呈现“波动下降”趋势,在部分时间段会出现大幅下降的情况。基于不同时间段的匹配度数值计算基尼系

表2 分区分时间段综合设施服务水平与居民活动强度双变量莫兰指数 I_{TTE}^i
Tab.2 Moran's Index between the service level of comprehensive facilities and the intensity of residents' activities in different time and regions

区域	早晨	中午	下午	傍晚	深夜	全天均值	基尼系数
主城	0.499	0.458	0.462	0.425	0.457	0.4602	0.653
江北新主城	0.383	0.370	0.365	0.349	0.274	0.3482	0.969
东山副城	0.537	0.664	0.571	0.439	0.352	0.5126	3.151
仙林副城	0.470	0.409	0.397	0.442	0.180	0.3796	2.561

资料来源:笔者自制。

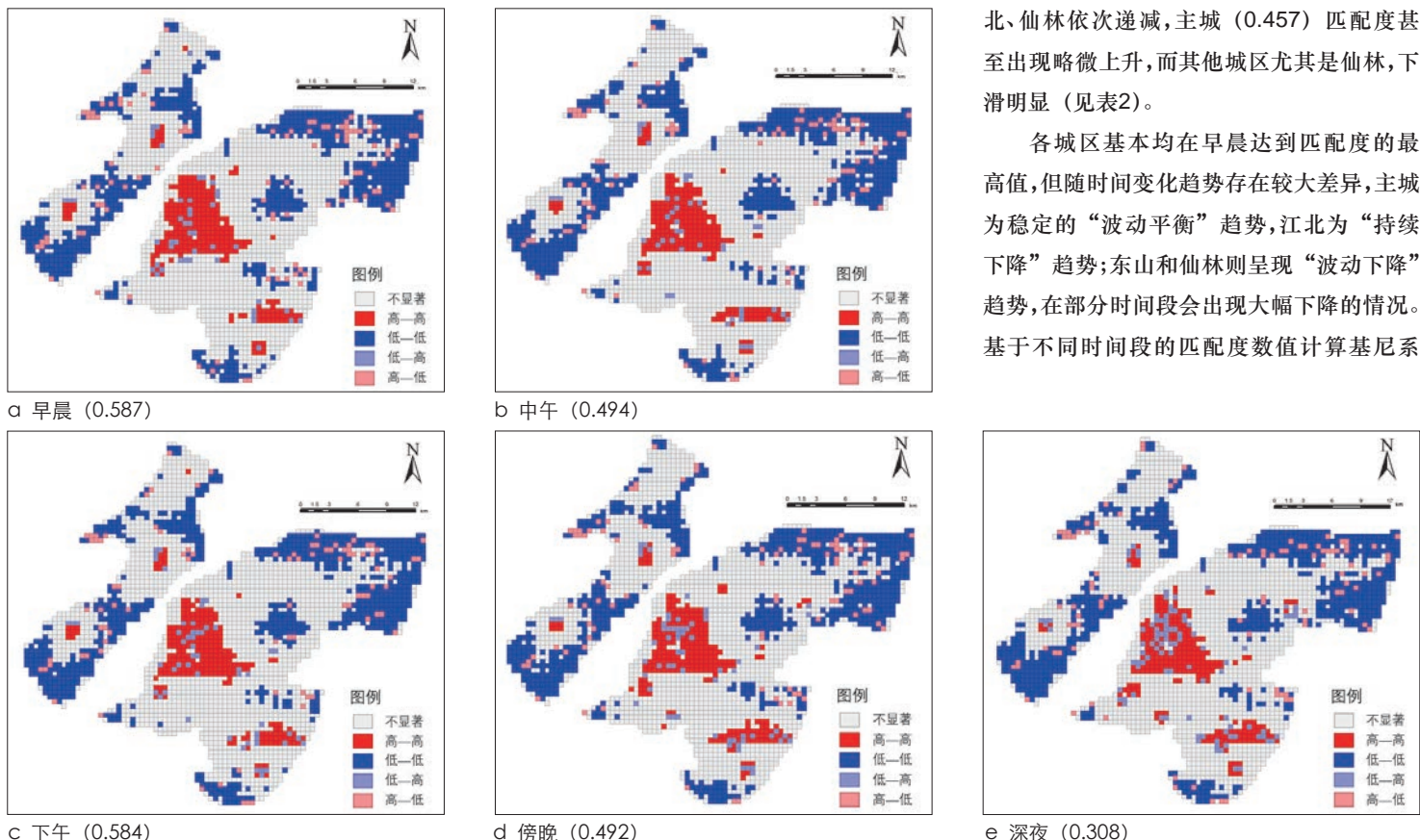


图5 综合设施服务水平与居民活动强度匹配程度LISA聚类图

Fig.5 LISA clustering of the degree of matching between the service level of comprehensive facilities and the intensity of residents' activities

资料来源:笔者自绘。

数,其中主城作为南京市的核心,全天的匹配度呈现为高水平稳定型,即维持高匹配度的同时并未随时间出现较大波动。江北则呈现低水平稳定型,与其整体设施配套建设不足有关,大量网格始终处于“低—高”负相关。东山呈现高水平不稳定型,其建设情况较

早,在白天能够形成更高的匹配度,但是深夜的设施—活动错配较为严重,匹配度出现大幅下滑。仙林则呈现低水平不稳定型,其匹配度同样在深夜出现下滑,边缘区域出现较多“高—低”网格,设施开放但缺少相匹配的居民活动。

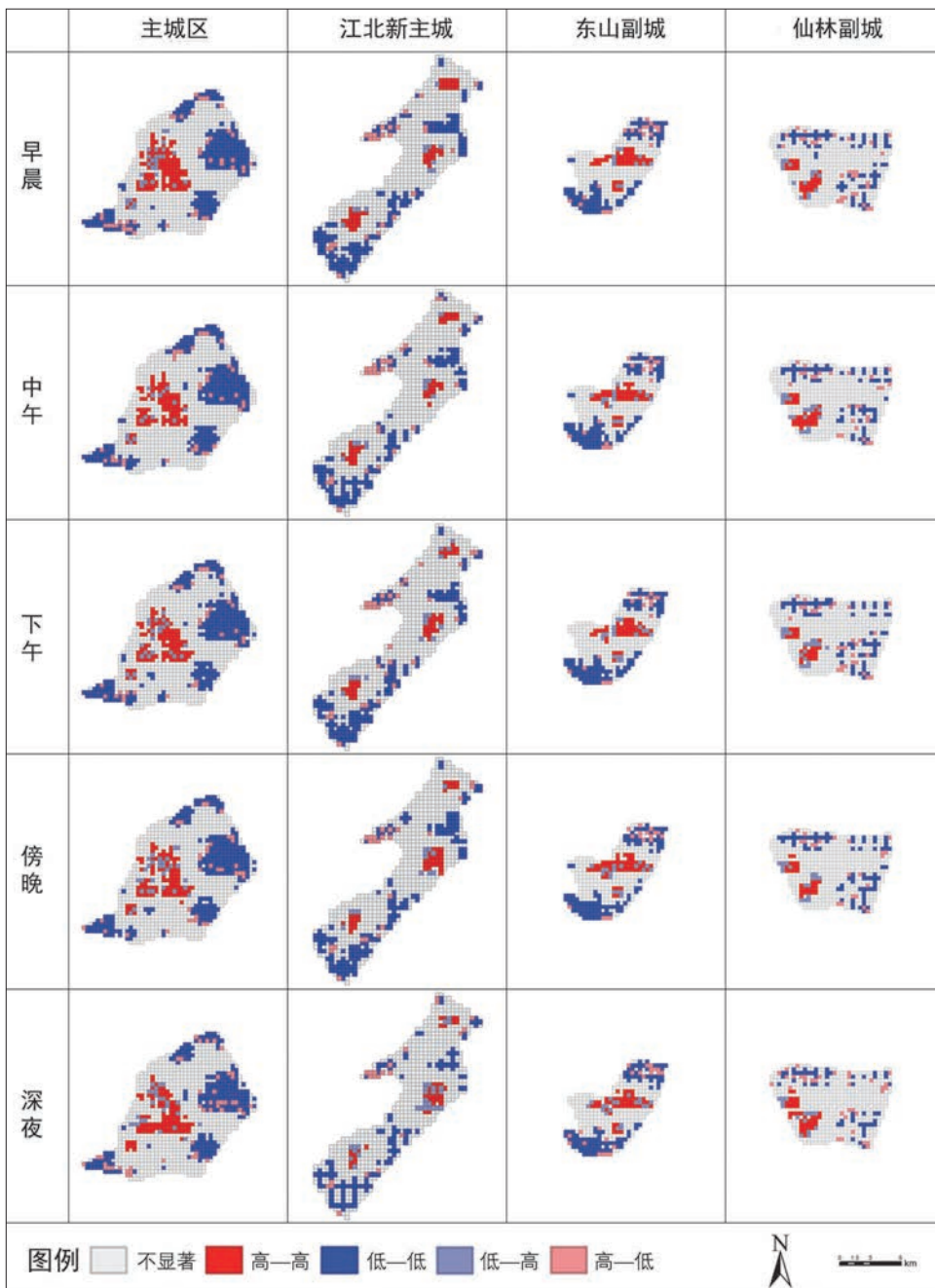


图6 分区域综合设施服务水平与居民活动强度时空匹配程度分析图

Fig.6 Analysis of the degree of spatial-temporal matching between the service level of comprehensive facilities and the intensity of residents' activities in difference regions

资料来源:笔者自绘。

4 基于时空匹配度评价的设施配置策略

4.1 设施空间差异化配置策略

南京市中心城区人口结构呈现出典型的空问差异化特征,由于不同区域的性质和职能不同,导致各个区域人口年龄结构、收入结构存在巨大差异,对设施的需求也不同,生活圈规划应当根据居住地类型和人口结构制定差异化的设施配置方案。主城区居住人口密度高,人口结构较为均衡,设施配置上也相对完善。江北新主城目前定位上要高于仙林和东山两大副城,向主城的均衡模式看齐,但由于起步较晚,设施类别和数量均存在明显不足,应按照步行5 min、10 min、15 min的可达范围配置相应的服务设施,强调设施的全覆盖、全可达、全可用。仙林由于经济开发区和仙林大学城的存在,人口结构趋向于年轻化,故而需要针对性地从青年人群需求出发,补充配套设施,尤其是休闲、商业设施,适当削减养老设施等相关性较弱的设施,优化服务供给模式。东山作为起步建设较早的老城区,一定程度上出现“老龄化”现象,因此需要重点保障居家生活所必须的医疗、体育、教育等设施供给,增加非必需设施的服务范围共享,削减设施数量,提高服务质量,真正做到便民、利民。

时间维度上,各城区均存在显著的时段服务人群动态差异化倾向,白天各个城区中心区聚集了更多的人口,出现了大量“低—高”网格,中心区设施承受了更多的压力;而边缘区则出现大量“高—低”网格,配套设施遭遇白天无人使用的窘境。这种情况下,需要进行资源合理调配与服务供给的适当引导,使之符合居民需求。一方面,设施建设与配置需要考虑工作地点周边服务供给的适当扩容;另一方面,要考虑对边缘地区居住地的设施供给进行相应的折减,并通过引导设施开放时间实现动态平衡。

4.2 重点时段的服务时空精准化供给策略

除主城区外,江北、东山、仙林均在深夜出现服务供需匹配度大幅度下滑的情况,但原因各异,需要进行精准施策。

江北中心区“低—高”网格数量在深夜

进一步增加,说明其整体设施空间配置不足。南京市已经提出打造江北为夜经济集聚区,江北应该在此基础上进一步围绕中心和次中心打造葛塘、弘阳广场、公园北路3大“夜经济”品牌,着重加强3地的配套设施建设,同时也要注意对设施开放时间进行引导,真正做到深夜间段内服务供需匹配度的提高。

仙林的“高一低”网格大多集中于南京经济技术开发区范围内,是企业集中地,白天工作人口多,深夜居住人口少,这使得深夜的开放设施缺乏使用人群。针对这种情况,一方面进行设施的开放时间引导,减少夜间开放的设施数量;另一方面,考虑昼夜人口差异,加大产居融合型居住地建设或建议企业进行部分宿舍配备,实现职住的相对平衡。

东山的河定桥、百家湖、东山社区附近出现“低—高”网格,与南京市提出的建设百家湖1912等夜经济集聚区的要求仍有一定差距,需要进一步加强设施建设和引导。同时,东山南部为产业园和企业聚集地,所以会出现昼夜人口差异,可以通过职住平衡方式提高服务供给的匹配度。

5 结论与讨论

社区生活圈规划已经成为新时代国土空间规划体系的重要一环,其内涵中对于居民活动和时空资源的重视逐渐引起学界的关注。本文基于居民的时段差异化使用需求,构建了时空双重视角下居民日常活动强度与设施服务供给水平匹配的评价方法,以南京市中心城区为例,对其有效性进行验证。

空间维度上,设施供给和居民活动的匹配度整体表现为显著的正相关,但二者在匹配关系上存在一定的空间分异:一是老城区匹配度明显大于新城;二是各城区中心区域以“高一高”为主,边缘区域以“低—低”为主。时间维度上,整体供需匹配度随时间变化呈现先下降后上升再下降的趋势,下午匹配度最高,深夜下降幅度最大,各城区中主城的匹配度全天较为稳定,东山、江北、仙林在深夜时间段出现匹配度大幅下降的情况。基于研究结

论,本文针对性地提出人口结构下的设施空间差异化配置、重点时段下的设施时空精准化供给、惯常活动下的个体时空行为引导等改进建议,以期提高南京市中心城区的生活圈服务供需匹配度。

设施供给与居民活动具有典型的时空间二元属性:当仅考虑设施供给和居民活动的空间分布而不考虑时间分布时,整体匹配度较高,而实际上各地区的匹配度均存在时间上的动态差异,甚至会出现较大程度下滑的现象。故相较传统的空间研究方法,本文的研究方法能够更综合地识别设施时空配置和居民活动引导上存在的实际问题,具有更强的实用性与合理性。

本文试图为社区生活圈规划提供一种新的视角,综合分析设施供给与居民活动的时空差异,并指出二者在时间维度上的错配等问题,结合时间资源规划、个体行为建议等非强制性、引导性的规划手段,以期对现有研究和规划方法进行有效的补充。本文也存在一定的局限性。一是本文结合手机信令数据和南京市中心城区基站特质,选取500 m×500 m的网格为基本研究单元,可能会存在尺度效应问题,未来可进一步结合社区边界进行更加精细化的研究,为具体社区生活圈的建设提供明确指引。二是百度地图获取的POI数据缺少等级、规模等属性,对于服务强度的计算会产生一定程度的影响。三是本文对居民的个体属性缺乏考虑,未来可以利用活动日志、访谈等获得居民的日常活动轨迹并构建活动时间表,同时借助智能技术整合线下时空资源,从而将人的时空活动模式与设施的时空供给模式相结合,提出时空资源优化配置、个体时空行为引导等供需匹配优化方案。

参考文献 References

[1] 柴彦威,李春江. 城市生活圈规划:从研究到实践[J]. 城市规划, 2019, 43(5):9-16.
CHAI Yanwei, LI Chunjiang. Urban life circle planning: from research to practice[J]. City

Planning Review, 2019, 43(5): 9-16.
[2] 柴彦威,于一凡,王慧芳,等. 学术对话:从居住区规划到社区生活圈规划[J]. 城市规划, 2019, 43(5):23-32.
CHAI Yanwei, YU Yifan, WANG Huifang, et al. Academic dialogue: from residential area planning to community life cycle planning[J]. City Planning Review, 2019, 43(5): 23-32.
[3] 湛东升,张文忠,张娟锋,等. 北京市公共服务设施集聚中心识别分析[J]. 地理研究, 2020, 39(3):554-569.
ZHAN Dongsheng, ZHANG Wenzhong, ZHANG Juanfeng, et al. Identifying urban public service facilities centers in Beijing[J]. Geographical Research, 2020, 39(3): 554-569.
[4] 王兰,李潇天,杨晓明. 健康融入15分钟社区生活圈:突发公共卫生事件下的社区应对[J]. 规划师, 2020, 36(6):102-106.
WANG Lan, LI Xiaotian, YANG Xiaoming. Health in 15-minute life sphere: community response to public health emergency[J]. Planners, 2020, 36(6): 102-106.
[5] 柴彦威,李春江,张艳. 社区生活圈的新时间地理学研究框架[J]. 地理科学进展, 2020, 39(12):1961-1971.
CHAI Yanwei, LI Chunjiang, ZHANG Yan. A new time-geography research framework of community life circle[J]. Progress in Geography, 2020, 39(12): 1961-1971.
[6] 王德,胡杨. 城市时空行为规划:概念、框架与展望[J]. 城市规划学刊, 2022(1):44-50.
WANG De, HU Yang. Urban spatial-temporal activity planning: concept, framework and prospect[J]. Urban Planning Forum, 2022(1): 44-50.
[7] 魏伟,洪梦瑶,谢波. 基于供需匹配的武汉市15分钟生活圈划定与空间优化[J]. 规划师, 2019, 35(4):11-17.
WEI Wei, HONG Mengyao, XIE Bo. Demand-supply matching oriented 15-minute community life circle demarcation and spatial optimization, Wuhan[J]. Planners, 2019, 35(4): 11-17.
[8] 李萌. 基于居民行为需求特征的“15分钟社区生活圈”规划对策研究[J]. 城市规划学刊, 2017(1):111-118.
LI Meng. The planning strategies of a 15-minute community life circle based on behaviors of residents[J]. Urban Planning Forum, 2017(1): 111-118.
[9] 傅行行,申悦. 面向社区生活圈构建的郊区居民社区依赖性研究——以上海市为例[J]. 地理科学进展, 2019, 38(6):818-828.
FU Xingxing, SHEN Yue. Neighborhood attachment of suburban residents in the context of community life circle construction: a case study in Shanghai[J]. Progress in Geography, 2019, 38(6): 818-828.
[10] 黄瓴,明峻宇,赵畅,等. 山地城市社区生活圈特

- 征识别与规划策略[J]. 规划师, 2019, 35(3): 11-17.
- HUANG Ling, MING Junyu, ZHAO Chang, et al. The character analysis and planning strategy of community life circle in mountainous cities[J]. *Planners*, 2019, 35(3): 11-17.
- [11] 萧敬豪, 周岱霖, 胡嘉佩. 基于决策树原理的社区生活圈测度与评价方法——以广州市番禺区为例[J]. 规划师, 2018, 34(3): 91-96.
- XIAO Jinghao, ZHOU Dailin, HU Jiawei. Measurement and evaluation method of community life-cycle based on decision tree theory: Panyu District of Guangzhou[J]. *Planners*, 2018, 34(3): 91-96.
- [12] 吴夏安, 徐磊青, 仲亮. 《城市居住区规划设计标准》中15分钟生活圈关键指标讨论[J]. 规划师, 2020, 36(8): 33-40.
- WU Xia'an, XU Leiqing, ZHONG Liang. Key indicators of 15-minute life cycle in the *Standard for Urban Residential Area Planning and Design*[J]. *Planners*, 2020, 36(8): 33-40.
- [13] 刘正兵, 张超, 戴特奇. 北京多种公共服务设施可达性评价[J]. 经济地理, 2018, 38(6): 77-84.
- LIU Zhengbing, ZHANG Chao, DAI Teqi. Measuring accessibility of multi-type urban public service facilities with entropy in Beijing[J]. *Economic Geography*, 2018, 38(6): 77-84.
- [14] 周岱霖, 黄慧明. 供需关联视角下的社区生活圈服务设施配置研究——以广州为例[J]. 城市发展研究, 2019, 26(12): 1-5.
- ZHOU Dailin, HUANG Huiming. Community life cycle public facility configuration study based on demand-supply correlation: a case study of Guangzhou[J]. *Urban Development Studies*, 2019, 26(12): 1-5.
- [15] 赵万民, 万国臣, 王华. 生活圈视角下的住区适老化步行空间体系构建[J]. 规划师, 2019, 35(17): 69-78.
- ZHAO Wanmin, FANG Guochen, WANG Hua. Creating a senior friendly pedestrian space system from life circle viewpoint[J]. *Planners*, 2019, 35(17): 69-78.
- [16] 赵鹏军, 罗佳, 胡昊宇. 基于大数据的生活圈范围与服务设施空间匹配研究——以北京为例[J]. 地理科学进展, 2021, 40(4): 541-553.
- ZHAO Pengjun, LUO Jia, HU Haoyu. Spatial match between residents' daily life circle and public service facilities using big data analytics: a case of Beijing[J]. *Progress in Geography*, 2021, 40(4): 541-553.
- [17] HAGERSTRAND T. What about people in regional science?[J]. *Papers in Regional Science*, 1986, 24(1): 143-158.
- [18] 端木一博, 柴彦威. 社区设施供给与居民需求的时空匹配研究——以北京清上园社区为例[J]. 地域研究与开发, 2018, 37(6): 76-81.
- DUANMU Yibo, CHAI Yanwei. Space-time matching between community facilities and resident's demand: a case of Qingshangyuan Community in Beijing[J]. *Areal Research and Development*, 2018, 37(6): 76-81.
- [19] 柴彦威, 申悦, 肖作鹏, 等. 时空行为研究动态及其实践应用前景[J]. 地理科学进展, 2012, 31(6): 667-675.
- CHAI Yanwei, SHEN Yue, XIAO Zuopeng, et al. Review for space-time behavior research: theory frontiers and application in the future[J]. *Progress in Geography*, 2012, 31(6): 667-675.
- [20] 邹思聪, 张嫻琪, 甄峰. 基于居民时空行为的社区日常活动空间测度及活力影响因素研究——以南京市沙洲、南苑街道为例[J]. 地理科学进展, 2021, 40(4): 580-596.
- ZOU Sicong, ZHANG Shanqi, ZHEN Feng. Measurement of community daily activity space and influencing factors of vitality based on residents' spatiotemporal behavior: taking Shazhou and Nanyuan Streets in Nanjing as examples[J]. *Progress in Geography*, 2021, 40(4): 580-596.
- [21] 塔娜, 柴彦威. 时间地理学及其对以人为本导向社区规划的启示[J]. 国际城市规划, 2010, 25(6): 36-39.
- TA Na, CHAI Yanwei. Time geography and its enlightenments to the human-oriented community planning[J]. *Urban Planning International*, 2010, 25(6): 36-39.
- [22] 农昉, 周素红, 解利剑. 西雅图社区规划的编制、实施机制及其启示[J]. 规划师, 2013, 29(3): 103-108.
- NONG Yun, ZHOU Suhong, XIE Lijian. Seattle community planning compilation and implementation[J]. *Planners*, 2013, 29(3): 103-108.
- [23] JRV O, TENKANEN H, SALONEN M, et al. Dynamic cities: location-based accessibility modelling as a function of time[J]. *Applied Geography*, 2018(95): 101-110.
- [24] WANG Y, CHEN B Y, YUAN H, et al. Measuring temporal variation of location-based accessibility using space-time utility perspective[J]. *Journal of Transport Geography*, 2018, 73: 13-24.
- [25] LEE W K, SOHN S Y, HEO J. Utilizing mobile phone-based floating population data to measure the spatial accessibility to public transit[J]. *Applied Geography*, 2018(92): 123-130.
- [26] 傅行行, 甄峰, 罗桑扎西. 城市访客活动时空分布特征及其影响因素研究——以南京为例[J]. 现代城市研究, 2023(2): 71-78.
- FU Xingxing, ZHEN Feng, LUO Sangzhaxi. Analyzing the spatial characteristics and the influence factors of city visitors' activity: a case study of Nanjing[J]. *Modern Urban Research*, 2023(2): 71-78.
- [27] WU X, CHENG C, ZURITA-MILLA R, et al. An overview of clustering methods for georeferenced time series: from one-way clustering to co- and tri-clustering[J]. *International Journal of Geographical Information Science*, 2020(3): 1-27.
- [28] WIDENER M J, FARBER S, NEUTENS T, et al. Using urban commuting data to calculate a spatiotemporal accessibility measure for food environment studies[J]. *Health & Place*, 2013, 21: 1-9.
- [29] 程敏, 连月娇. 基于改进潜能模型的城市医疗设施空间可达性——以上海市杨浦区为例[J]. 地理科学进展, 2018, 37(2): 266-275.
- CHENG Min, LIAN Yuejiao. Spatial accessibility of urban medical facilities based on improved potential model: a case study of Yangpu District in Shanghai[J]. *Progress in Geography*, 2018, 37(2): 266-275.
- [30] 陈建国, 周素红, 柳林, 等. 交通拥堵对急救医疗服务时空可达性的影响——以广州市为例[J]. 地理科学进展, 2016, 35(4): 431-439.
- CHEN Jianguo, ZHOU Suhong, LIU Lin, et al. Estimating the effect of traffic congestion on accessibility to emergency medical care services: take Guangzhou as an example[J]. *Progress in Geography*, 2016, 35(4): 431-439.
- [31] CHENG J, BERTOLINI L. Measuring urban job accessibility with distance decay, competition and diversity[J]. *Journal of Transport Geography*, 2013, 30(3): 100-109.
- [32] ANSELIN L, SYABRI I, KHO Y. GeoDa: an introduction to spatial data analysis[J]. *Geographical Analysis*, 2005, 38(1): 5-22.
- [33] 陈彦光. 基于Moran统计量的空间自相关理论发展和方法改进[J]. 地理研究, 2009, 28(6): 1449-1463.
- CHEN Yanguang. Reconstructing the mathematical process of spatial autocorrelation based on Moran's statistics[J]. *Geographical Research*, 2009, 28(6): 1449-1463.