

长春市公共服务设施空间与居住空间格局特征

申庆喜¹, 李诚固², 刘仲仪¹, 胡述聚², 刘倩²

(1. 吉林财经大学, 长春 130117; 2. 东北师范大学地理科学学院, 长春 130024)

摘要: 基于长春市790个居住小区、178所小学、301家社区医院、1681个公交站点等空间数据, 引用核密度估计、Riley's K 函数、同位区位商等分析方法, 对公共服务设施空间与居住空间的形态格局、集聚特性、“临近性”关系等进行了定量分析。研究发现: 首先, 公共服务设施空间与居住空间分布的形态格局差异显著, 同时也表现出较高的相关性, “核心—外围”网点数量的分布特征趋同性与分异性并存; 其次, 公共服务设施空间与居住空间均呈现出显著的集聚特征, 但集聚的规模与强度差异明显, 二者空间分布的协调性程度仍需提高; 第三, 从分布的空间关系来看, 居住小区具有较为明显的“临近”公共服务设施布局的倾向, 但反之不明显, 整体呈现出空间格局的“非对称性”特征。

关键词: 公共服务设施; 居住空间; 空间协调; 空间集聚; 同位区位商; 长春市

DOI: 10.11821/dljy201811010

1 引言

公共服务设施是城市社会服务的重要载体, 包括教育、医疗、交通、文体等社会性基础设施, 其空间布局、组织模式、供需公平等是城市地理学和城市规划学研究的热点^[1,2]。公共服务设施是城市运行的重要支撑与城市基本功能的重要体现, 其建设完善与空间优化配置对居民生活质量产生直接影响, 而居住空间则是城市主要的功能空间和居民主要的生活载体, 因此, 公共服务设施空间与居住空间的协调配置对于提升城市人居环境水平、消除社会隔离、维护社会和谐等具有重要的实践意义^[3,4]。

城市空间格局特征研究是近年来学术界关注较多的议题, 尤其在城市空间的结构与形态^[5,6]、格局与演变^[7,8]、扩展与模拟^[9,10]、以及功能空间耦合关系^[11,12]等方面取得了丰富的研究成果, 为本文对于服务设施空间与居住空间格局特征研究提供了重要的借鉴。西方学术界关于公共服务设施空间布局研究的重点在于对政治制度和社会公平的思考。基于对公共服务设施布局公平与效率问题的讨论, Teitz M于1968年提出了公共设施区位理论, 开创了城市地理学研究新领域。总体来看, 西方学术界的相关研究可划分为以下三个阶段: 二战后至20世纪70年代公共服务设施区位选择、供给机制研究阶段^[13,14], 20世纪70-90年代公共服务设施供给的模式与空间公平研究阶段^[15], 以及20世纪90年代以来基于社会结构视角讨论公共服务设施供给的空间分异与可达性研究阶段^[16-18]。国内关于公共服务设施布局研究也取得了丰富的成果, 研究对象主要围绕教育、医疗和休闲娱乐设

收稿日期: 2018-05-11; 修订日期: 2018-08-20

基金项目: 国家自然科学基金项目(41871158, 41601152); 吉林省社会科学基金项目(2018BS24)

作者简介: 申庆喜(1987-), 男, 山东金乡人, 博士, 讲师, 研究方向为城市地理与区域经济。

E-mail: shenqx163@nenu.edu.cn

通讯作者: 李诚固(1960-), 男, 吉林通化人, 教授, 博士生导师, 研究方向为城市地理与城市规划。

E-mail: lcg6010@nenu.edu.cn

施, 研究内容包含公共服务设施的空间配置^[19]、供给模式^[20]、可达性^[21,22]、公平性^[23]等方面, 整体来看, 空间数理模型的定量化研究逐渐增多, 涉及主题也开始呈现出多元化的特征。但不足的是, 已有研究多侧重于服务设施空间格局与供给关系的探讨, 对于服务设施空间与居住空间协调关系讨论较少, 仅有的涉及二者关联特征的研究成果多以服务设施对房价影响为切入点^[24,25], 缺乏对于二者空间布局关系以及空间协调性的案例研究, 而公共服务设施空间与居住空间的协调布局恰是实现城市空间公平与运行效率的重要途径。基于此, 本文以长春市为例, 选取主要类型的公共服务设施网点和居住用地、居住小区网点为基本数据, 旨在探索公共服务设施空间与居住空间的空间布局特征与协调性关系, 揭示公共服务设施空间分布存在的主要问题, 以期为城市公共服务设施布局的优化调整提供指导建议。

本文所指的公共服务设施空间与居住空间格局特征分析, 集中体现在二者空间分布格局特征对比与空间关联性特性方面。其创新之处在于, 基于城市功能空间协调关系的视角, 挖掘详实的空间网点数据, 引用多种数量模型, 从空间分布形态、集聚特性、“临近性”关系三个方面刻画了公共服务设施空间与居住空间的分布特征与协调关系, 初步建立城市功能空间协调关系研究的框架。对于公共服务设施空间与居住空间格局特征的深入研究有助于揭示二者空间格局方面的特性与存在问题, 进而为优化城市公共服务设施空间与居住空间关系提供参考依据, 可为城市公共服务设施供给理论与城市功能空间优化理论提供实证研究成果。

2 研究方法与数据来源

2.1 研究区概况

长春市是东北地区重要的中心城市, 2014年市辖区总人口为365.9万人, 地区生产总值达到5342.4亿元, 中心城区建设用地面积为344.72 km²。对于整个城市服务网点分布的研究, 应包含城市的整个建成区范围。本文以《长春市城市总体规划》(2011-2020年)中的中心城区为研究范围(图1), 涵盖了中心城主要的建成区和部分城乡连接地域, 总面积为612.08 km²。包括南关区、朝阳区、二道区、宽城区和绿园区5个建制区, 以及经济技术开发区、汽车产业开发区、高新技术产业开发区和净月高新技术产业开发区4个开发区。

2.2 研究方法

2.2.1 核密度估计法

核密度估计法(kernel density estimation, KDE)是一种非参数的估计方法, 广泛应用于点位数据的空间分析之中, 其原理主要借助一个移动的单元格对点格局的密度进行估计, 获取要素密度变化的图示, 输出连续的空间分布结果, 反映点位分布的空间相对集中程度^[26]。

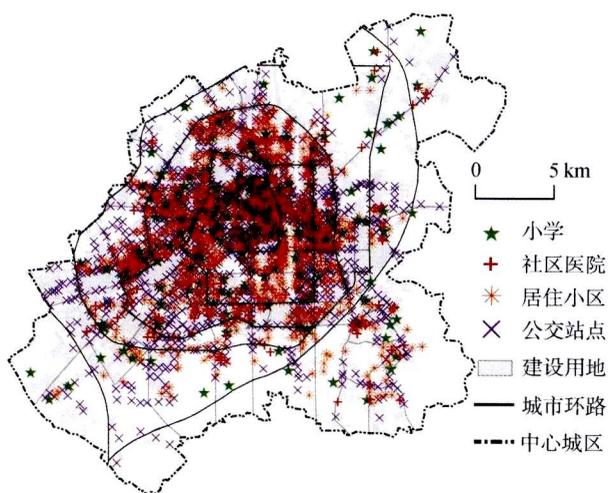


图1 长春市中心城区范围与主要研究地物

Fig. 1 The distribution of main research objects in the range of central area in Changchun

运用 ArcGIS 软件获取各类网点的 *KDE* 分布 (考虑到居住小区点位数据难以体现其规模差异, 所以居住空间的 *KDE* 是基于 2015 年长春市用地现状图中的居住用地生成的), 并提取居住与各类服务设施 *KDE* 栅格值, 导入 SPSS 软件进行相关性分析与显著性检验, 得出各类服务设施空间与居住空间的 Pearson 相关系数^[27], 分析城市主要功能空间的形态格局及空间关联性特征。

2.2.2 最近邻分析法 最近邻分析法 (nearest neighbor indicator, NNI) 是统计不同点之间最近距离的均值, 该方法以点的距离为基础, 主要用于测度点分布整体的集聚与分散程度^[28]。计算公式为:

$$d(NNO) = \sum_{i=1}^n \frac{\min(d_{ij})}{n} \quad (1)$$

$$d(NNE) = 0.5 \sqrt{\frac{A}{n}} \quad (2)$$

$$NNI = \frac{d(NNO)}{d(NNE)} \quad (3)$$

式中: n 为点的个数; $\min(d_{ij})$ 为点 i 到最近邻点的距离; $d(NNO)$ 为观测的平均最近邻距离; $d(NNE)$ 为空间随机分布条件下的理论平均距离; NNI 为标准化最近邻距离指数。 $NNI < 1$, 倾向于集聚; $NNI > 1$, 倾向于分散; $NNI = 1$, 为随机分布, 研究结果通过“ z 检验”来检验可靠性。

2.2.3 Riley's K 函数分析 最近邻指数能够判断各类网点整体的空间集聚特征, 但无法判断在不同空间尺度上的集聚特性。Riley's K 函数即多距离空间聚类分析, 是点格局分析的常用方法, 按照一定半径距离的搜索圆范围来统计点数量^[28], 本文运用 Riley's K 函数分析主要服务设施网点、居住小区在不同空间尺度上的空间集聚模式。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 为点地物的个数; $w_{ij}(t)$ 为在距离 t 范围内点 i 与点 j 之间的距离; A 为研究区面积。在随机分布状态下, $L(t)$ 的期望值为 0, $L(t)$ 与距离 t 的关系图可以验证依赖于尺度 t 的点的空间分布格局。 $L(t) > 0$, 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 (偏离置信区间的最大值) 可用于度量集聚程度, 其所对应的 t 值用来度量集聚规模。

2.2.4 同位区位商分析法 区位商 (location quotients) 通常用于判断一个产业是否构成地区的专业化部门, 在区域经济学、地理学等研究中得到广泛应用^[29,30]。“同位区位商” (the colocation quotient, CLQ) 是区位商的衍生形式, 可用于测度不同类别点之间分布的“临近性”程度, Leslie 等对同位区位商公式进行了验证和完善, 并以菲尼克斯为例分析不同产业之间的关联问题^[31], 目前国内文献对这一方法仍鲜有涉及。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”的同位区位商, $C_{A \rightarrow B}$ 指 A 类网点中距 B 类网点距离近 (相对于 A 类网点本身) 的个数, N_A 和 N_B 分别指网点类型 A 和 B 的个数, N 为两种网点的总个数。 $CLQ_{A \rightarrow B} < 1$, A 趋向于远离 B; $CLQ_{A \rightarrow B} = 1$, 二者呈随机分布; $CLQ_{A \rightarrow B} > 1$, A 趋向于靠近 B。本研究运用 CLQ 测度主要公共服务设施网点与居住小区的空间“临近性”关系。

2.3 数据来源

基础教育、基础医疗和公共交通设施是和居民生活关系最为密切的公共服务设施。考虑数据收集的可行性与代表性,本文以小学代表基础教育设施,以社区医院代表基础医疗设施,以公交站点代表公共交通设施。各类网点数据主要来源于腾讯、谷歌、百度等电子地图。由于不同类别电子地图数据略有差异,为保证数据的准确性,综合多种电子地图数据,对于不确定的网点数据进行实地考察,同时参考长春市政府与规划部门颁布的各类文件、网站公布数据(如小学数据参考各区教育网站公布的学区划分方案等信息,社区医院数据参考各区卫生局网站等信息,居住小区数据参考安居客、二手房网站等信息)^[32]。共获取社区医院302家、小学178所、公交站点1681个、居住小区790个,结合谷歌地图,确定每个点的经纬度,将所获取网点数据导入ArcGIS 10.0软件进行矢量化,以点要素的形式标注于长春市2015年用地现状矢量图上。居住用地数据主要来源于长春市2015年建设用地现状图,运用ArcGIS 10.0软件平台对数据进行转换、几何配准与纠正,获取居住用地的矢量数据。

3 结果分析

3.1 空间形态格局特征

从核密度分析结果来看,公共服务设施空间与居住空间分布形态的差异性与相关性特征并存,居住空间与各类型服务设施空间虽然KDE分布存在显著差异,但整体上均呈现出了核心区集聚的分布特征。其中,居住空间广泛分布于“4环”内,整体呈“圈层式”分布格局,出现多个KDE高密度组团区域,呈现出“圈层+多中心”形态分布特征(图2a);小学的中心集聚分布格局特征明显,KDE高密度值主要分布于上海路两侧的老城区(图2b),与居住空间KDE分布相关系数为0.573,在0.01水平上(双侧)显著相关(检验结果下同),具有一定的相关性;社区医院的分布格局与小学较为相似,KDE的极高值片区位于长春大街与亚泰大街交汇的老城区,分布的带状特征明显,沿“青年路—普阳街—宽平大路—前进大街—卫星路”“东风大街—和平大街”分别呈现出两个明显的带状,整体呈现出“中心+轴状+点状”的空间格局(图2c),与居住空间KDE分布相关系数为0.695,为较强的相关关系;公交站点分布较为分散,其核密度值由城市中心向外围逐渐降低,高新南区、净月区等外围区域的密度值较低,说明新城区的公共交通设施配套仍然滞后(图2d),与居住空间的KDE分布相关系数为0.718,为强相关关系。

从“核心—外围”各圈层的网点分布来看,服务设施网点与居住小区网点分布的“错位”问题突出。利用长春市区4个城市环路将中心城区划分为“核心—外围”5个圈

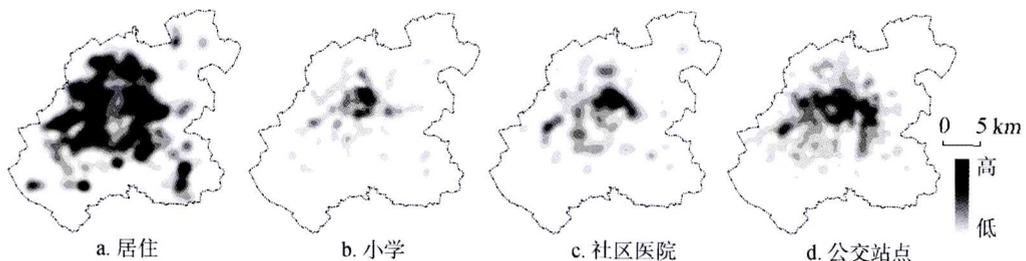


图2 各类服务设施网点与居住用地分布的核密度图

Fig. 2 The kernel density of all kinds of service facilities networks and residential areas

层区域,分析各圈层服务设施网点与居住小区的比例(某环内某类设施网点数占该类设施网点总数的比)数量关系。从比例变化来看(图3):“1环”内与“4环”以外服务设施网点比例高于居住小区,“1~3环”低于居住小区,说明各类服务设施与居住空间“中心—外围”存在空间“错位”现象,并且这种空间的“错位”以小学最为明显,小学的布局不仅受到政府规划调控的影响,还存在显著的历史发展惯性,老城区仍是基础教育设施集中地域,并且集聚了丰富的优质教育资源,而核心区外围广阔建成区域的基础教育设施普遍较为缺乏。公共服务设施空间与居住空间的“错位”一方面说明服务设施过度集中于城市核心区的事实,另一方面也反映出了城市核心区外围由于居住区稀疏、人口密度较低等原因,导致某些公共服务设施使用效率低下的问题。

3.2 空间集聚性特征

最近邻距离指数结果显示,公共服务设施网点与居住小区网点空间分布均呈现出显著的空间集聚特征。中心城区整体范围内各类公共服务设施、居住小区的 NNI 值均小于1.0(表1),置信水平达到99%,即均表现为显著的集聚分布模式,但集聚程度存在一定差异,集聚程度依次为“社区医院>居住小区>公交站点>小学”。社区医院的 NNI 为0.575,明显低于居住小区的0.731,表现为较强的集聚特征,反映出社区医院在城市整体空间布局上较为集聚的特性。事实也正是如此,由于历史惯性原因和核心区街道(社区)面积较小等的影响,城市核心区的社区医院分布较为集中;公交站点、小学的 NNI 分别为0.806、0.878,集聚程度略低于居住小区,主要得益于在空间配置上受政府规划调控作用明显,外围组团、郊区亦具备一定数量的分布,整个中心城区范围内布局相对分散,空间配置相对均衡。

虽然各类网点均呈现为显著的空间集聚状态,但集聚强度与集聚规模却存在显著差异,反映出各类网点空间分布的差异性特征。借助Crimestat 3.3软件中的Ripley's K 函数分析,根据Monte Carlo模拟检验,获得各类服务设施网点与居住小区多尺度空间分布格局特征。结果显示,各类网点的 $L(t)$ 曲线整体大于上包迹线(图4),呈集聚分布模式,在99%的置信度上全部通过检验。从集聚的空间特征尺度来看,依次为“公交站点(7508.76 m)>居住小区(6205.09 m)>小学(6133.21 m)>社区医院(5729.23 m)”,集聚规模差异明显,其中公交站点最大,社区医院最小。从相应的 $L(t)$ 峰值来看,依次为“公交站点(3456.32)>小学(2528.11)>社区医院(2099.43)>居住小区(1605.74)”,集聚强度亦差异显著,各类服务设施网点的集聚强度均明显大于居住小区,其中公交站点的集聚强度是居住小区的两倍多。

无论是集聚规模还是集聚强度,公交站点都明显大于居住小区,集聚的模式较为独特,主要由于其“点多、面广”式的分布特性;小学与居住小区的空间集聚模式也存在

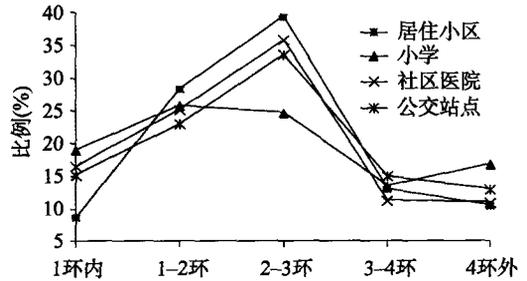


图3 各圈层服务设施网点与居住小区分布的比例
Fig. 3 The distribution proportion of service facilities networks and residential areas in different loops

表1 各类服务设施网点与居住小区的平均最近邻距离分析参数

Tab. 1 The parameters of the NNI analysis of various service facilities networks and residential areas

类型	社区医院	居住小区	公交站点	小学
NNI	0.575	0.731	0.806	0.878
z 得分	-14.104	-14.458	-15.184	-3.118
P 值	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01

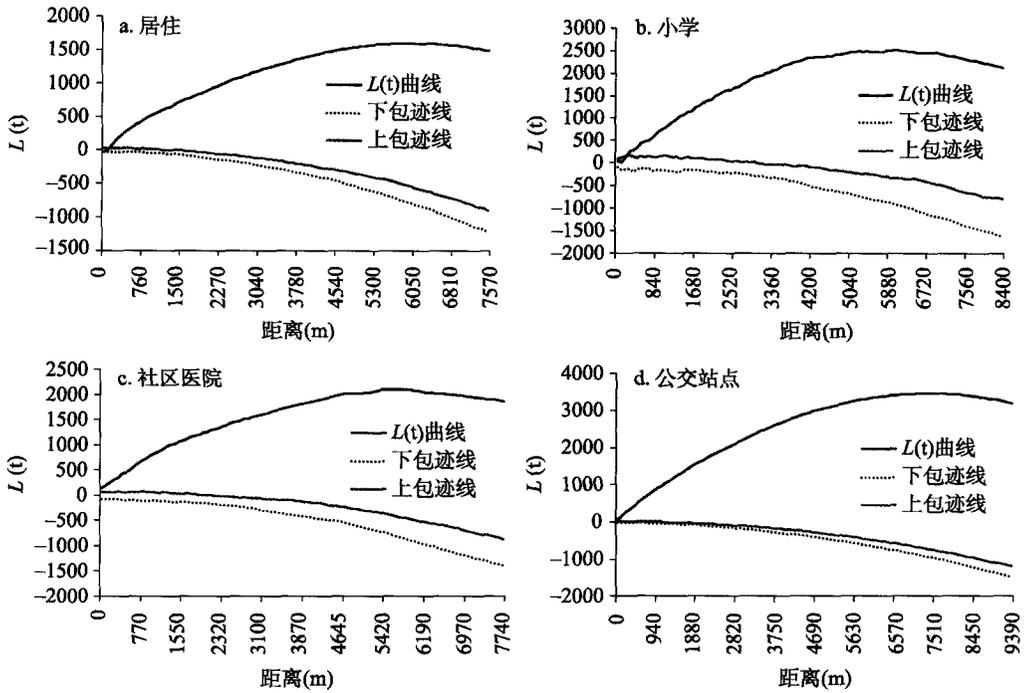


图4 各类服务设施网点与居住小区 Ripley's K 分析

Fig. 4 The Ripley's K index analysis of various service facilities networks and residential areas

一定差异，其集聚空间特征尺度对应的 $L(t)$ 峰值明显大于居住小区，说明在一定空间尺度上，基础教育设施的空间集聚强度显著大于居住小区；社区医院的集聚空间特征尺度最小，对应的 $L(t)$ 峰值也明显小于居住小区，说明其空间集聚的规模小、强度低，主要由于社区医院在空间上往往集聚于某些特定的区域（如长春大街两侧），与最近邻分析、核密度分析结果一致。不论是集聚的整体水平，还是集聚的规模与强度，公共服务设施空间与居住空间均存在明显差异，这固然与各功能网点自身属性的差别有关，但也反映出了公共服务设施空间与居住空间分布的协调性方面仍然存在不足。

3.3 空间“临近性”特征

从同位区位商分析结果来看，居住空间具有“临近”公共服务设施布局的特征，但反之不明显，体现出二者空间分布的“非对称性”特征。具体地， $CLQ_{居住小区 \rightarrow 社区医院}$ 、 $CLQ_{居住小区 \rightarrow 小学}$ 、 $CLQ_{居住小区 \rightarrow 公交站点}$ 分别为 1.210、1.176、1.133，均明显大于 1.0，说明在空间布局上居住小区具有一定的“临近”公共服务设施布局倾向，小学、社区医院的周围、公交站点密集的城市区域往往由于公共服务设施正外部性的影响受到房地产开发商和购房者的追捧，居住小区因而较为集中。反过来， $CLQ_{社区医院 \rightarrow 居住小区}$ 、 $CLQ_{小学 \rightarrow 居住小区}$ 、 $CLQ_{公交站点 \rightarrow 居住小区}$ 分别为 0.967、1.018、1.036，均趋近于 1.0，即接近随机分布，结果表明公共服务设施在空间布局上基本不受居住空间的影响。造成这种结果的主要原因在于，公共服务设施空间在布局上受到历史基础、政府调控、交通条件等多种因素影响，居住区的空间格局并非影响其布局的主要因素。如社区医院本身具有较强的集聚特性，在布局上更多的考虑是资源的共享，倾向于在特定区位集聚，导致其布局的“居住区指向性”并不明显。

居住小区“临近”不同类型公共服务设施的强度依次为“社区医院>小学>公交站点”，居住小区分布“临近”医疗设施的特征最为显著，说明基础医疗设施对居住空间的分布

格局具有重要影响作用;其次是小学,基础教育设施对居住空间尤其是房价的影响作用显著^[25],受子女入学便利性需求驱动,优质教育设施成为社会竞相争夺的宝贵资源,随着学区制度的深入实施,基础教育设施对居住空间的影响作用将会进一步加大;最后是公交站点,便捷的公共交通也是影响购房者与房地产商决策的重要影响因素,但由于公共交通站点数量较多,空间覆盖面较广,导致其对居住空间布局的影响作用相对不明显。

4 结论与讨论

基于探索公共服务设施空间与居住空间格局特征与协调关系,从而为城市公共服务设施调控、城市功能空间优化提供参考目的,利用长春市中心城区的小学网点、社区医院网点、公交站点、居住小区网点以及用地现状图等空间数据,借助ArcGIS 10.0软件平台,引用多种点要素空间分析模型,系统地分析了公共服务设施空间与居住空间的格局特征。主要得出以下结论:

第一,从空间形态格局来看,公共服务设施空间与居住空间格局差异性与关联性并存,但整体上呈现出了核心区集聚的分布特征,各类服务设施空间与居住空间的相关性依次为“公交站点>社区医院>小学”,公共服务设施与居住小区“核心—外围”数量关系变化也存在一定的差异,其中小学与居住小区的“错位”特征最为突出。基础教育设施、医疗设施和公交设施与居民生活密切相关,与居住空间在形态、格局、数量分布上的明显差异表明它们之间的协调性仍存在不足。第二,从空间集聚性特征来看,公共服务设施空间与居住空间均呈现出显著的集聚分布特征,各类网点的 NMI 均明显小于1.0,但集聚规模与强度均存在明显差异,同样反映出公共服务设施空间与居住空间协调水平仍具备较大的提升空间。公共服务设施空间与居住空间的不协调是导致服务设施利用率低、生活不便、交通拥堵、空间极化等问题产生的重要原因,促进二者空间协调性的提高是城市空间结构优化与“城市病”治理的重要路径。第三,从空间“临近性”特征来看,居住空间普遍存在“临近”公共服务设施分布的特征, $CLQ_{居住小区-社区医院}$ 、 $CLQ_{居住小区-小学}$ 、 $CLQ_{居住小区-公交站点}$ 分别为1.210、1.176、1.133,说明公共服务设施空间对居住空间的布局具有一定的引导作用,但反之不明显,反映出二者空间匹配的“非对称性”特征突出。总体来看,长春市中心城区的公共服务设施空间与居住空间在形态格局、集聚特性、布局关系等方面均存在较大的差异,公共服务设施的中心集聚特征显著,与居住空间整体的“错位”问题明显,暴露出公共服务设施空间与居住空间分布格局的“非协调性”问题突出。因此,促进各类公共服务设施空间与居住空间在格局与功能方面的双重耦合成为未来城市功能空间调控的重要方面。

总的来看,作为与居民生活息息相关的公共服务设施,与居住空间的协调关系仍存在较大的提升空间,二者空间形态格局整体上存在较大的“偏差”,尤其对于外围大面积的新城、新区而言,仍较为缺乏公共服务设施的配置,公共服务设施空间供给与需求失衡的矛盾值得警惕。如何优化各类公共服务设施空间与居住空间的布局关系,提高公共服务设施的利用效率,进而实现供给平衡,成为城市管理与规划者亟需思考的问题。基于此,本文提出以下三点调控建议:一是实现公共服务设施空间与居住空间的协调配置,促进公共服务设施数量、质量、类型等与居住空间的协调配置,避免公共服务设施空间供给与需求的“错位”,同时防止公共服务设施的空间极化,倡导空间公平。二是对城市核心区过度集聚的服务设施进行疏散,就新城区而言,规划中应综合考虑各类服务设施的需求量并适当预留服务设施用地空间,完善公共服务设施的空间配置,真正起到

疏散核心区城市功能的作用,就老城区而言,公共服务设施的高度集中导致严重的服务设施的空间极化与交通拥挤问题,服务设施的“疏散”不仅是其自身空间平衡布局的要求,也是优化城市功能空间结构的重要路径。因此,城市不仅要“退二”,也应选择性地“疏三”。第三,倡导公共服务设施引导下的城市开发模式,公共服务设施的正外部性效应用于提升居住空间的环境与品质意义重大,基于完善的公共服务设施引导居住空间的扩展是未来城市开发的重要思路,同时也是实现公共服务设施供给与需求平衡、避免“空城”“卧城”等现象产生的重要策略。

本文综合测度了公共服务设施空间与居住空间的空间格局特征,但遗憾的是,公共服务设施类型多样,限于数据可得性限制,仅讨论基础教育、医疗设施以及公共交通设施与居住空间的协调关系,未能对城市的行政、文化娱乐网点等展开研究,也未能对公共服务设施空间与居住空间耦合机制进行深入探讨,基于详实的空间数据讨论城市各功能空间的耦合机理与机制将是未来重要的研究方向。

参考文献(References)

- [1] 高军波,周春山,王义民,等. 转型时期广州城市公共服务设施空间分析. 地理研究, 2011, 30(3): 424-436. [Gao Junbo, Zhou Chunshan, Wang Yimin, et al. Spatial analysis on urban public service facilities of Guangzhou city during the economy system transformation. Geographical Research, 2011, 30(3): 424-436.]
- [2] 高军波,周春山,江海燕,等. 广州城市公共服务设施供给空间分异研究. 人文地理, 2010, 25(3): 78-83. [Gao Junbo, Zhou Chunshan, Jiang Hanyan, et al. The research on the spatial differentiation of the urban public service facilities distribution in Guangzhou. Human Geography, 2010, 25(3): 78-83.]
- [3] Kiminami L, Button K J, Nijkamp P. Public Facilities Planning. Edward Elgar Publishing, 2006: 13-15.
- [4] 樊立惠, 蔺雪芹, 王岱. 北京市公共服务设施供需协调发展的时空演化特征: 以教育医疗设施为例. 人文地理, 2015, 30(1): 90-97. [Fan Lihui, Lin Xueqin, Wang Dai. Spatial-temporal succession characteristics of public service facilities supply and demand coordinated development in Beijing: A case study of educational and medical facilities. Human Geographical, 2015, 30(1): 90-97.]
- [5] 周春山, 叶昌东. 中国城市空间结构研究评述. 地理科学进展, 2013, 32(7): 1030-1038. [Zhou Chunshan, Ye Changdong. Progress on studies of urban spatial structure in China. Progress in Geography, 2013, 32(7): 1030-1038.]
- [6] 焦华富, 杨显明. 煤炭资源型城市产业结构演替与空间形态演变耦合: 以安徽省淮南市为例. 地理学报, 2016, 71(6): 998-1009. [Jiao Huafu, Yang Xianming. Relationship between industrial structure evolution and urban spatial form succession of the coal resource-based cities: A case study of Huainan city. Acta Geographica Sinica, 2016, 71(6): 998-1009.]
- [7] 渠爱雪, 卞正富. 徐州城市建设用地空间格局特征及其演化. 地理研究, 2011, 30(10): 1783-1794. [Qu Aixue, Bian Zhengfu. Spatial pattern and evolution of urban construction land in Xuzhou. Geographical Research, 2011, 30(10): 1783-1794.]
- [8] 渠涛, 张理茜, 武占云. 不同历史时期特殊事件影响下的城市空间结构演变研究: 以天津市为例. 地理科学, 2014, 34(6): 656-663. [Qu Tao, Zhang Liqian, Wu Zhanyun. City spatial structure evolution affected by special events in different historical periods: A case study of Tianjin. Scientia Geographica Sinica, 2014, 34(6): 656-663.]
- [9] 文雅, 龚建周, 胡银根, 等. 基于生态安全导向的城市空间扩展模拟与分析. 地理研究, 2017, 36(3): 518-528. [Wen Ya, Gong Jianzhou, Hu Yingen, et al. Simulation and analysis of urban land expansion conducted by ecological security. Geographical Research, 2017, 36(3): 518-528.]
- [10] 朱政, 贺清云. 长沙城市空间结构演变的动态模拟. 经济地理, 2016, 36(6): 50-58. [Zhu Zheng, He Qingyun. Dynamic simulation of evolution of urban spatial structure of Changsha city. Economic Geography, 2016, 36(6): 50-58.]
- [11] 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. 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. Geographical Research, 2015, 34(10): 1897-1910.]
- [12] 温锋华, 许学强. 广州商务办公空间发展及其与城市空间的耦合研究. 人文地理, 2011, 26(2): 36-43. [Wen Fenghua, Xu Xueqiang. The development of business office space of Guangzhou and its coupling relationship with the urban space. Human Geography, 2011, 26(2): 36-43.]
- [13] 高军波, 周春山. 西方国家城市公共服务设施供给理论及研究进展. 世界地理研究, 2009, 18(4): 81-90. [Gao Junbo, Zhou Chunshan. The progress of the theory and research on the supply of urban public service facilities in Western coun-

- tries. *World Regional Studies*, 2009, 18(4): 81-90.]
- [14] Teitz M B. Toward a theory of public facility location. *Papers of the Regional Science Association*, 1968, 21(1): 35-51.
- [15] Scott D, Jackson E L. Factors that limit and strategies that might encourage people's use of public park's. *Journal of Park and Recreation Administration*, 1996, (14): 1-17.
- [16] Ogryczak W. Multicriteria models for fair resource allocation. *Control and Cybernetics*, 2007, 36(2): 303-332.
- [17] Yigitcanlar T, Sipe N, Evans R, et al. A GIS-based land use and public transport accessibility indexing mode. *Aust Planner*, 2008, 44(3): 30-37.
- [18] Jenna Panter, Andy Joens, Melvyn Hillsdon. Equity of access to physical activity facilities in an English city. *Preventive Medicine*, 2008, (46): 303-307.
- [19] 武田艳, 何芳. 城市社区公共服务设施规划标准设置准则探讨. *城市规划*, 2011, 35(9): 13-18. [Wu Tianyan, He Fang. On setting planning standards for public facilities in urban residential areas. *City Planning Review*, 2011, 35(9): 13-18.]
- [20] 周春山, 高军波. 转型期中国城市公共服务设施供给模式及其形成机制研究. *地理科学*, 2011, 31(3): 272-279. [Zhou Chunshan, Gao Junbo. Provision pattern of urban service facilities and its formation mechanism during transitional China. *Scientia Geographica Sinica*, 2011, 31(3): 272-279.]
- [21] 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. *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. *Progress in Geography*, 2016, 35(4): 431-439.]
- [22] 侯松岩, 姜洪涛. 基于城市公共交通的长春市医院可达性分析. *地理研究*, 2014, 33(5): 915-925. [Hou Songyan, Jiang Hongtao. An analysis on accessibility of hospitals in Changchun based on urban public transportation. *Geographical Research*, 2014, 33(5): 915-925.]
- [23] 袁奇峰, 马晓亚. 保障性住区的公共服务设施供给: 以广州市为例. *城市规划*, 2012, 36(2): 24-30. [Yuan Qifeng, Ma Xiaoya. Supply of public facilities in residential in indemnificatory residential community: A case study of Guangzhou. *City Planning Review*, 2012, 36(2): 24-30.]
- [24] 汤庆园, 徐伟, 艾福利. 基于地理加权回归的上海市房价空间分异及其影响因子研究. *经济地理*, 2012, 32(2): 52-58. [Tang Qingyuan, Xu Wei, Ai Fuli. A GWR-based study on spatial pattern and structural determinants of Shanghai's housing price. *Economic Geography*, 2012, 32(2): 52-58.]
- [25] 斯子文, 石忆邵. 三甲医院对人口分布及房价影响的研究: 以复旦大学附属儿科医院为例. *经济地理*, 2013, 33(10): 74-81. [Si Ziwen, Shi Yishao. The impacts of class 3A comprehensive hospital population distribution and housing price-take children's hospital of Fudan University for example. *Economic Geography*, 2013, 33(10): 74-81.]
- [26] 储金龙. 城市空间形态定量分析研究. 南京: 东南大学出版社, 2007: 35-42. [Chu Jinlong. *Quantitative Analysis of Urban Spatial Morphology*. Nanjing: Southeast University Press, 2007: 35-42.]
- [27] 陈晨, 王法辉, 修春亮. 长春市商业网点空间分布与交通网络中心性关系研究. *经济地理*, 2013, 33(10): 40-47. [Chen Chen, Wang Fahui, Xiu Chunliang. The relationship between the spatial distribution of commercial networks and street centrality in Changchun. *Economic Geography*, 2013, 33(10): 40-47.]
- [28] 王士君, 浩飞龙, 姜丽丽. 长春市大型商业网点的区位特征及其影响因素. *地理学报*, 2015, 70(6): 893-905. [Wang Shijun, Hao Feilong, Jiang Lili. Locations and their determinants of large-scale commercial sites in Changchun, China. *Acta Geographica Sinica*, 2015, 70(6): 893-905.]
- [29] 王铮, 李刚强, 谢书玲, 等. 中国新经济产业区域专业化水平分析. *地理学报*, 2007, 62(8): 831-839. [Wang Zheng, Li Gangqiang, Xie Shuling, et al. Industrial specialization of new economic industry in China. *Acta Geographica Sinica*, 2007, 62(8): 831-839.]
- [30] Stephen B Billings, Erik B Johnson. The location quotient as an estimator of industrial concentration. *Regional Science and Urban Economics*, 2012, 42(4): 642-647.
- [31] 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.
- [32] 申庆喜, 李诚固, 刘倩. 基于服务设施布局视角的城市空间结构研究: 以长春主城区为例. *经济地理*, 2017, 37(3): 129-135. [Shen Qingxi, Li Chenggu, Liu Qian. Urban spatial structure by service facilities distribution: A case in main districts of Changchun. *Economic Geography*, 2017, 37(3): 129-135.]

Spatial pattern of public service facilities space and living space in Changchun

SHEN Qingxi¹, LI Chenggu², LIU Zhongyi¹, HU Shuju², LIU Qian²

(1. Jilin University of Finance and Economics, Changchun 130117, China;

2. School of Geographical Sciences, Northeast Normal University, Changchun 130024, China)

Abstract: Public service facilities are the important carrier of urban social service. The space coordinate configuration of public service facilities space and living space is of great significance to enhance the level of urban human settlements environment, eliminate social isolation, and maintain social harmony. Based on Google, Baidu, Tencent and other electronic maps which include the locations of 790 residential areas, 178 primary schools, 301 community hospitals, 1681 bus stops and other data which belong to Changchun city. This paper makes a quantitative analysis of the morphological characteristics, agglomeration characteristics and proximity relation of public service facilities space and living space, by using some software and some quantitative methods, such as ArcGIS 10.0, Kernel density estimation, Nearest Neighbor Indicator, Riley's K function, and location quotient analysis. The results showed that: (1) There is a significant difference in the distribution of public service facilities and living space, but a high correlation is found. There exist convergence and differentiation in the number of "core-periphery" distribution characteristics at the same time. In particular, the dislocation between primary school and living space is obvious. (2) There is a feature of space agglomeration between the public service facilities space and living space, but the differences in agglomeration scale and intensity are significant and the coordination degree of spatial distribution still need to be improved. (3) From the spatial relationship between the distribution of public service facilities and residential space, $CLQ_{\text{residential areas} \rightarrow \text{community hospitals}}$, $CLQ_{\text{residential areas} \rightarrow \text{primary schools}}$, and $CLQ_{\text{residential areas} \rightarrow \text{bus stops}}$ values are 1.210, 1.176 and 1.133, respectively. Public service facilities have an obvious attraction for residential areas; on the contrary, it is not obvious, and the spatial pattern presented "asymmetry" characteristics. This paper argues that the coordination of public service facilities space and residential space, evacuation of public service facilities in urban core areas, and expansion of urban residential space under the guidance of public service facilities are an important path for future regulation to promote the coordination of public service facilities space and living space.

Keywords: public service facilities; residential spaces; spatial coordination; spatial agglomeration; colocation quotient; Changchun