

北京市公共服务设施可达性及其对住房价格的影响

李然好 龚世泽 高勇[†]

北京大学地球与空间科学学院, 北京 100871; [†] 通信作者, E-mail: gaoyong@pku.edu.cn

摘要 为研究北京市公共服务设施的空间分布规律及公平程度, 基于高斯两步移动搜索法测算北京市五环内各街道教育、医疗、商业、交通和文化休闲5个维度公共服务设施的可达性, 加权得到综合可达性指数。基于特征价格模型, 分析公共服务设施可达性对住房价格的影响。结果表明, 北京市五环内公共服务设施可达性的空间差异较大, 资源高度集中在部分区域; 医疗和教育可达性中心城区明显高于其他地区, 商业可达性东部明显高于西部, 交通和文化休闲资源较为分散, 没有明显的可达性高值聚集区域; 对于住房价格, 医疗和交通可达性有显著的正面影响, 商业可达性有显著的负面影响, 教育和文化休闲可达性的影响不显著, 综合可达性的影响显著为正。研究结果可为公共服务设施的合理布局提供帮助, 为城市规划提供参考依据。

关键词 可达性; 高斯两步移动搜索法; 公共服务设施; 房价; 特征价格模型

Accessibility of Public Service Facilities in Beijing and Its Impact on Housing Prices

LI Ranhao, GONG Shize, GAO Yong[†]

School of Earth and Space Sciences, Peking University, Beijing 100871; [†] Corresponding author, E-mail: gaoyong@pku.edu.cn

Abstract With the purpose of analyzing the spatial distribution and fairness of public service facilities in Beijing, Gauss two-step floating catchment area method is applied to assess the accessibility within the Fifth Ring Road of Beijing in 5 dimensions, including education, healthcare, commerce, transportation, and culture leisure service, and the weighted composite accessibility is calculated. Then, hedonic price model is adopted to further analyze the impact of public service facilities accessibility on housing prices. It is found that the accessibility of public service facilities is unevenly distributed, and most resources are concentrated on certain district. The accessibility of education and healthcare service is significantly higher in the central urban area than that in other regions, and commerce accessibility in the eastern area is higher than that in the western. Transportation and culture leisure resources are relatively scattered. There is a significant positive impact of healthcare and transportation accessibility on housing price, a significant negative impact of commerce accessibility and no significant effect of education and culture leisure accessibility on housing price. The comprehensive accessibility is also proved to have a significant positive impact on housing price. These results provide support for urban planning, especially for the rational distribution of public service facilities.

Key words accessibility; Gauss two-step floating catchment area method; public service facilities; housing price; hedonic price model

城市化进程伴随着人口高度集中和资源分配不均^[1], 城市资源, 尤其是城市公共服务设施的空间分布与可达性影响着居民的生活质量。

公共服务设施指为满足居民日常生活需求, 为

居民提供医疗、教育和文化等公共服务的基础设施。出于对效率的追求, 城市内部公共服务设施的发展往往具有不均匀性。然而, 作为基本生活保障, 公共服务设施应当兼顾效率与公平。充足而平等的

国家自然科学基金(41971331)资助

收稿日期: 2020-08-13; 修回日期: 2020-12-02

公共服务设施布局能够提高居民的生活质量,加深居民对城市的认同感,是实现城市可持续化发展的前提^[2]。因此,特大城市能否为高度聚集的人口提供良好的公共服务是值得关注的问题。

可达性的概念最早由 Hansen^[3]提出,其实质是“从一个地方到达另一个地方的容易程度”^[4]。陈洁等^[5]根据网络特征的差异,将可达性分析模型划分为基于拓扑网络的方法和基于几何网络的方法两大类。基于拓扑网络的方法强调要素之间的连通关系,多用于对航空、地铁和公路等网络的分析,包括矩阵方法和空间句法。基于几何网络的方法^[6]中应用较多的是距离法^[7]、基于机会累积的方法^{[8][9]}和基于空间相互作用的方法^[9]。作为一种典型的机会累积方法,两步移动搜索法^[10-11]被广泛采用。

公共服务设施的可达性指某地获取公共服务的难易程度,取决于人口分布、公共服务设施的数量和规模以及交通情况。以往的文献中,单类公共服务设施可达性研究居多,包括教育可达性^[12-14]、医疗可达性^[11,15-16]、商业可达性^[17]和交通可达性^[18-20]等,对多类公共服务设施综合可达性的研究较少。在国内对公共服务设施的综合可达性研究中,以比例法^[21]和最短距离法^[21-23]为主。公共服务设施的可达性不仅关系着城市居民的生活质量,而且由于公共服务设施的外部性,会对周边的社会经济状况产生影响,特别是对住房价格有比较明显的影响。人们在进行购房决策时,除房屋质量外,还会重点考虑周围是否有学校和医院等公共服务设施。一方面,公共服务设施的便利性会对住房价格产生正面影响;另一方面,公共服务设施周边人流和车流带来的噪音等污染会对住房价格产生负面影响。

本文以北京市五环内街道行政单元为研究对象,采用可达性这一指标,衡量居民对多种公共服务的可获得程度。在经典的两步移动搜索法基础上,使用在线地图服务,估算居民公共交通出行的距离和时长,进而基于高斯函数,度量其中的距离衰减效应,以便更好地刻画城市居民在获取各类公共服务时的出行特征,使可达性的度量与居民的生活实况更加相符。在此基础上,从教育、医疗、交通、商业和文化休闲 5 个维度,综合测算北京市公共服务设施的可达性及其空间分布规律。与以往对单类公共服务设施的研究相比,可以更全面地评价城市居民生活的便利程度。通过分析多种公共服务设施可达性对房价的影响,实证检验并量化公共服

务便利性的现实作用,对改善城市居民生活质量以及提升城市管理水平具有参考价值。

1 研究区域与数据

1.1 研究区域

本文研究范围为北京市五环内的区域,面积约为 668.11 km²,2010 年常住人口约为 1008 万。研究区域包括东城区 17 个街道、西城区 16 个街道、朝阳区 30 个街道、丰台区 17 个街道、海淀区 20 个街道、大兴区 3 个街道和石景山区 5 个街道。图 1 和 2 分别展示北京市全域和五环内区域的人口密度。

本文以街道作为空间单元,理由如下。1) 人口数据是两步移动搜索法的核心变量,街道是我国最小的具有可靠数据的人口统计单元。2) 北京市四环内街道的面积多小于 6 km²,城市中心区街道的面积一般小于 3 km²,基于公共交通的居民出行行

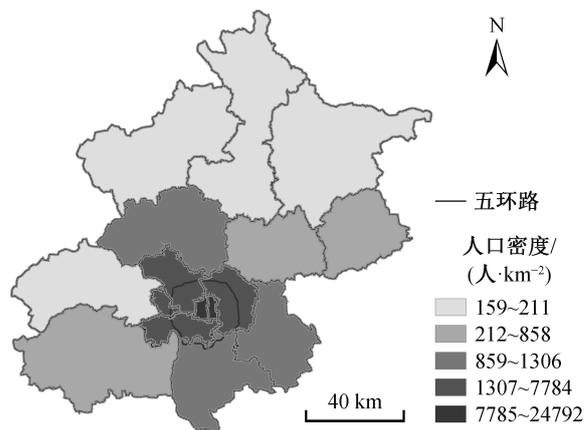


图 1 北京市人口密度
Fig. 1 Population density in Beijing

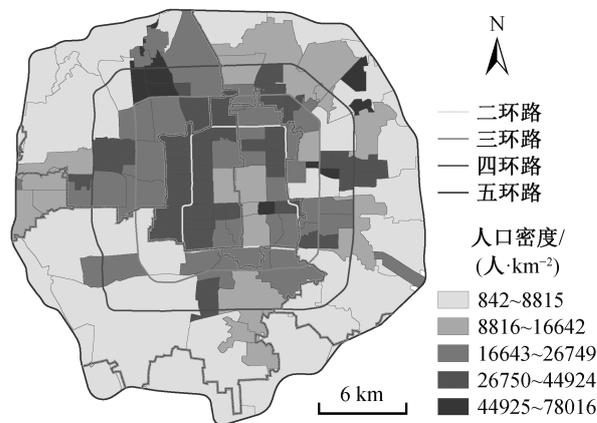


图 2 北京市五环内街道的人口密度
Fig. 2 Population density of subdistricts within the 5th Ring Road of Beijing

为在该面积尺度下的空间异质性不明显；虽然四环路与五环路之间的区域存在较大面积的街道单元，但本文选择的公共服务设施在这些区域相对稀释，所以该区域街道单元内部基于公共交通的出行特征比较相似，可达性的空间异质性也不显著。3) 已有研究者在北京市^[24]和杭州市^[25]的公园可达性研究中采用街道作为空间单元，取得较好的结果，表明在可达性研究中将街道作为空间单元是可行的。

1.2 数据

1.2.1 供方数据

可达性的计算涉及供给点、需求点及两点之间的交通连接，其中供给点(即公共服务设施点)来自高德地图的兴趣点(point of interests, POIs)数据。各维度公共服务设施及细分类别列于表1。通过高德地图搜索服务API获得各类别公共服务设施点，该HTTP接口提供按类型查询POI信息的功能。在搜索到的1434所小学和891所中学中，筛选出68所重点中学和124所重点小学。重点中学是2001, 2002, 2003和2005年4个批次认定的“北京市示范性普通高中”。由于不存在官方认定的重点小学，本文采用“新东方在线”统计的北京各区重点小学名单。

1.2.2 需方数据

本文采用街道行政单元的中心点作为需求点。为了边界区域可达性计算的准确性，本文采取先计算北京市全域的可达性，再筛选出5环内区域可达性予以分析的策略。计算所需的北京市街道单元共324个，最后分析时仅保留五环内的107个街道单元。采用2010年第六次全国人口普查的街道常住人口衡量需求点的规模。通过调用高德地图逆地理编码API，获得街道单元中心的经纬度。2010年，北京市常住人口为1961.2万。

1.2.3 住房数据

参考罗欣然等^[26]的研究方法，本文以搜房网为住房数据来源，共爬取1645条北京市二手房在售房

源数据，获取的房屋属性包括总价、每平方米单价、面积、卧室数量、客厅及餐厅数量、卫生间数量、地址和经纬度。

首先利用STATA 14.0, 对五环内每个街道的可达性数据表和二手房数据表进行连接匹配，得到1399个观察值，匹配后的新数据表中每一行包含二手房的特征信息及其所在街道的可达性信息。然后，对极端值进行处理，剔除15个单位价格小于1万元/m²，总价小于250万元，卧室数量大于7，客厅和餐厅数量大于4的观测值，处理后剩余1384个观测值。所有观测值的单位价格均值及变异系数的分区统计结果如表2所示。需要说明的是，本文计算可达性的范围包括五环内东城、西城、海淀、朝阳、丰台、大兴和石景山7个市辖区的街道单元，但五环边缘的大兴区和石景山区缺少房价交易数据，因此在计算公共服务设施可达性对住房价格的影响时只采用东城、西城、海淀、朝阳和丰台5个区的数据。

从表2可以看出，不同市辖区二手房单位价格差异巨大，均值排序为东城区>西城区>朝阳区>海淀区>丰台区，东城区和西城区二手房单位价格均值是丰台区的两倍以上。房价差异不仅存在于市辖区之间，各市辖区内部也有差异。朝阳区内部房价差异最明显，其次是海淀区和西城区，丰台区和东城区内部房价差异相对较小。

2 研究方法

2.1 公共服务设施可达性计算方法

2.1.1 高斯两步移动搜索法

早期的移动搜索法通过计算以普查单元为中心，给定半径的搜寻域内的供需比来衡量可达性，并从一个普查单元移动到另一个普查单元来遍历研究区域，如用给定半径搜索域内的医生和普查单元

表2 北京市五环内二手房单位价格均值及变异系数(CV)
Table 2 Mean and CV of second-hand housing price per square meter within the 5th Ring Road of Beijing

区域	样本量	价格均值/(元·m ⁻²)	变异系数
东城	646	136852	0.14
西城	187	125002	0.21
海淀	276	101114	0.29
朝阳	117	106122	0.31
丰台	158	59452	0.17
五环路以内	1384	116690	0.29

表1 公共服务设施分类及对应数量

Table 1 Classification and quantity of public service facilities

公共服务设施分类	细分类别
教育	重点中学 68 个, 重点小学 124 个
医疗	三级甲等医院 66 个
交通	地铁站 425 个
商业	购物中心 352 个
文化休闲	国家级景点 69 个, 省级景点 39 个, 博物馆 325 个, 美术馆 436 个

人口数的比值表示就医的可达性。与早期的移动搜索法相比, 两步移动搜索法^[10-11]有两个优点: 1) 可以解决供给与需求之间距离超过搜寻域半径的问题; 2) 考虑了搜寻域内的供给者不一定只为该区域的需求者服务, 还能为相邻的地区服务这一因素。两步移动搜索法的计算步骤如下。

第一步, 计算每个供给点 i 的供需比 R_i (即供给点 i 的供给规模与供给范围内总人口的比值):

$$R_i = \frac{S_i}{\sum_{j \in \{d_{ij} \leq d_0\}} P_j}, \quad (1)$$

其中, S_i 表示供给点 i 的规模, P_j 表示需求点 j 的人口数量, d_{ij} 表示供给点 i 到需求点 j 的距离, d_0 表示供给点能够服务的极限距离。

第二步, 计算每个需求点 j 相关服务的可达性 A_j (即需求点极限服务距离内所有供给点的供需比之和):

$$A_j = \sum_{i \in \{d_{ij} \leq d_0\}} R_i = \sum_{i \in \{d_{ij} \leq d_0\}} \frac{S_i}{\sum_{j \in \{d_{ij} \leq d_0\}} P_j} \circ \quad (2)$$

与两步移动搜索法相比, 高斯两步移动搜索法则进一步考虑到, 供给点提供服务的能力不是根据极限服务距离一分为二, 而是随着距离加大不断衰减。通过高斯距离衰减函数(式(3))可知, 距离越远, 服务能力越弱。

$$G(d_{ij}, d_0) = \begin{cases} \frac{e^{-\frac{1}{2}(\frac{d_{ij}}{d_0})^2} - e^{-\frac{1}{2}}}{1 - e^{-\frac{1}{2}}}, & d_{ij} \leq d_0, \\ 0, & d_{ij} > d_0. \end{cases} \quad (3)$$

考虑到距离衰减效应, 高斯两步移动搜索法的第一步和第二步相应地调整如下。

第一步, 计算每个供给点 i 的供需比 R_i :

$$R_i = \frac{S_i}{\sum_{j \in \{d_{ij} \leq d_0\}} G(d_{ij}, d_0) P_j}; \quad (4)$$

第二步, 计算每个需求点 j 相关服务的可达性 A_j :

$$A_j = \sum_{i \in \{d_{ij} \leq d_0\}} G(d_{ij}, d_0) R_i = \sum_{i \in \{d_{ij} \leq d_0\}} G(d_{ij}, d_0) \frac{S_i}{\sum_{j \in \{d_{ij} \leq d_0\}} G(d_{ij}, d_0) P_j} \circ \quad (5)$$

2.1.2 公共服务设施可达性的计算

本文利用高斯两步移动搜索法计算可达性, 以街道单元中心点作为需求点, 用街道人口数量衡量

需求点规模(单位为千人)。本文选取的供给点都是各类公共服务设施中最重要的, 不同供给点之间的服务能力差距不大, 因此将所有供给点的服务规模 S 统一设为 100。也就是说, 本文仅考虑需求点之间的异质性, 不考虑同一细分类别供给点之间的异质性。供给点与需求点之间的距离用通行时间表示, 通过高德地图路径规划 API 获得。与空间距离相比, 时间距离能更直接地反映居民获取服务的便利程度, 因此使用高德地图的路径规划 API 能更好地逼近城市居民交通出行的真实状况, 获得更准确的出行时间估计, 从而使得距离衰减函数更加准确, 可达性的度量更加有效。

首先, 利用高斯两步移动搜索法, 计算细分类别公共服务设施的可达性, 并归一化到 [0, 100]:

$$\text{accessibility}_{ij\text{STD}} = 100 \times \frac{\text{accessibility}_{ij} - \min(\text{accessibility}_i)}{\max(\text{accessibility}_i) - \min(\text{accessibility}_i)}, \quad (6)$$

其中, $\text{accessibility}_{ij}$ 和 $\text{accessibility}_{ij\text{STD}}$ 分别是需求点 j 归一化前以及归一化后细分类别 i 的可达性, $\min(\text{accessibility}_i)$ 和 $\max(\text{accessibility}_i)$ 分别是所有需求点细分类别 i 可达性的最小值和最大值。

然后, 通过加权平均得到医疗、教育、交通、商业和文化休闲的可达性, 并对教育和文化休闲可达性再次归一化到 [0, 100], 计算方法同式(6)。

最后, 通过加权平均得到北京市公共服务设施的综合可达性指数, 用同样的方法归一化。各维度及其细分类别的极限通行时间和权重如表 3 所示。

极限通行时间及权重的设置主要参考前人的研

表 3 公共服务设施的公共交通通行时间阈值及权重
Table 3 Public transit time threshold and weight of public service facilities

设施分类	细分类别	通行时间 阈值/min	细分类别 权重	大类权重
医疗	三级甲等医院	60	0.200	0.200
	重点小学	40	0.150	
教育	重点中学	40	0.150	0.300
	地铁站	30	0.200	
交通	购物中心	60	0.200	0.200
	美术馆	60	0.025	
文化休闲	博物馆	60	0.025	0.100
	省级景点	60	0.020	
	国家级景点	60	0.030	

究,并结合实际背景进行调整。医疗方面,车莲鸿^[15]认为高级别医疗服务可达性的时间阈值设置为60分钟较为合理。教育方面,张玉婷等^[14]将优质中学的极限出行时间设置为30分钟,但他们采用驾车出行的交通方式,而本文采用公共交通,因此将出行时间延长至40分钟。交通方面,王磊等^[20]将公交站点的服务可达性极限时间设为30分钟,本文将地铁站可达性的时间阈值设为30分钟。商业方面,浩飞龙等^[17]将市级和区域级商业中心服务可达性的极限时间分别设为70和45分钟,本文将购物中心的可达性极限时间折中地设为60分钟。文化休闲方面,考虑获取服务的频率不高,居民出行时能接受较长的通行时间,将可达性时间阈值设为60分钟。在权重设置方面,Zhao等^[2]在计算厦门市公共服务设施综合可达性时,将各维度权重设为相等,本文考虑到居民获取不同服务的频率存在差异,其中对医疗和文化休闲服务需求的频率比对教育、交通和商业服务需求的频率低,但医疗可达性对人们的生活影响较大,而文化休闲可达性对生活影响稍小,另外,教育可达性往往是人们购房时考虑的重点因素,因此将文化休闲可达性的权重降至0.1,将

教育可达性的权重升至0.3。

2.2 公共服务设施可达性对住房价格影响的回归模型

本文利用由Lancaster^[27]提出的消费者理论和Rosen^[28]提出的供需均衡模型发展而来的特征价格模型,采用多元线性回归的方法,研究可达性对住房价格的影响。参考罗欣然等^[26]的研究方法,本文考虑住房的建筑、邻里和区位三大特征。其中,建筑特征包括房屋面积、卧室数量、客厅和餐厅数量以及卫生间数量;邻里特征包括教育、医疗、商业、交通、文化休闲和综合可达性,是本文的关键解释变量;区位特征包括所属市辖区以及位于几环内。本研究选取的所有变量名称及描述见表4。另外,多元线性回归方法假设变量服从正态分布,但房价数据往往是偏态分布。取自然对数后的房价频数分布比原始数据更符合正态分布,因此本文将取对数后的房价作为被解释变量。

综上所述,本文采用的多元回归模型如下:

$$\ln(\text{total_price}_i) = \alpha_0 + \sum \alpha_k \text{accessibility}_{ki} + \sum \alpha_m \text{structure}_{mi} + \sum \alpha_n \text{location}_{ni} + \varepsilon_i, \quad (7)$$

表4 变量类型、名称及描述
Table 4 Type, name and description of variables

变量类型	变量名称	变量描述
被解释变量	总房价(total_price)	单位: 万元
	教育可达性(accessibility _{education})	公交通行时间阈值为40分钟的归一化重点小学和重点中学可达性的加权和
	医疗可达性(accessibility _{healthcare})	公交通行时间阈值为60分钟的归一化三甲医院可达性
	交通可达性(accessibility _{transport})	公交通行时间阈值为30分钟的归一化地铁站可达性
	商业可达性(accessibility _{commerce})	公交通行时间阈值为60分钟的归一化购物中心可达性
	文化休闲可达性(accessibility _{culture})	公交通行时间阈值为60分钟的归一化博物馆、美术馆、国家级景点和省级景点可达性加权和
解释变量	综合可达性(accessibility _{total})	归一化的教育、医疗、交通、商业、文化休闲可达性加权和
	房屋面积(area)	单位: m ²
	卧室数量(num_bedrooms)	单位: 个
	客厅及餐厅数(num_halls)	单位: 个
	卫生间(num_bathrooms)	单位: 个
	二环(ring_2nd)	若位于二环路以内, ring_2nd = 1; 否则 ring_2nd = 0
	三环(ring_3rd)	若位于三环路和二环路之间, ring_3rd = 1; 否则 ring_3rd = 0
	四环(ring_4th)	若位于四环路和三环路之间, ring_4th = 1; 否则 ring_4th = 0
	朝阳(chaoyang)	若位于朝阳区, chaoyang = 1; 否则 chaoyang = 0
	东城(dongcheng)	若位于东城区, dongcheng = 1; 否则 dongcheng = 0
	西城(xicheng)	若位于西城区, xicheng = 1; 否则 xicheng = 0
	丰台(fengtai)	若位于丰台区, fengtai = 1; 否则 fengtai = 0

其中, $accessibility_{ki}$ 表示观测值 i 维度 k 的可达性, $structure_{mi}$ 表示观测值 i 的第 m 个建筑特征, $location_{ni}$ 表示观测值 i 的第 n 个区位特征, a_0 为常数项, ε_i 表示观测值 i 的随机误差。

3 研究结果

3.1 公共服务设施可达性计算结果

首先通过高斯两步移动搜索法计算北京市各类公共服务设施的可达性, 然后利用 ArcMap 筛选出五环内的街道单元, 计算五环内各市辖区可达性的均值, 结果如表 5 所示。在分析各维度的可达性之前, 对计算结果进行可视化处理, 采用自然间断法进行分级, 得到北京市教育、医疗、商业、交通、文化休闲以及综合可达性地图, 如图 3 所示。

图 3(a)显示, 北京市五环内各区教育可达性分布不均衡, 高值区域主要位于三环以内, 均值排序为西城区>东城区>朝阳区>石景山区>海淀区>丰台区>大兴区。教育可达性最高的街道为西城区的展览路街道和新街口街道、东城区的天坛街道、朝阳区的建外街道和团结湖街道(朝阳区教育可达性高的原因主要是重点小学较多), 南四环路以南和北四环路以北的区域教育可达性均较低。

图 3(b)显示, 北京市五环内各区医疗资源分布不均衡, 医疗可达性西部优于东部, 北部优于南部, 三环内优于三环外, 均值排序为西城区>东城区>丰台区>朝阳区>海淀区>石景山区>大兴区。医疗可达性最好的是东城区和西城区, 其中新街口街道、展览路街道和天坛街道优势医疗资源最集中, 南四环路以南和东四环路以东医疗可达性较差。

图 3(c)显示, 北京市五环内商业可达性东部明显优于西部, 均值排序为东城区>朝阳区>西城区>

丰台区>海淀区>大兴区>石景山区。作为商业服务的供给点, 购物中心在东城区东华门街道和崇文门外街道以及朝阳区朝外街道和建外街道的密度远高于其他地区, 这些街道周边区域的商业可达性明显较高。商业可达性除在上述街道较高以及在南四环路以南地区较低外, 在其他区域差异较小。

北京市五环内各市辖区交通可达性均值排序为朝阳区>西城区>东城区>丰台区>海淀区>石景山区>大兴区。本文选取地铁站作为供给点, 交通可达性主要受地铁线路影响, 没有出现从城市中心向外可达性越来越低或优势资源集中于某一区域的现象(图 3(d))。朝阳区垡头街道的情况比较特殊, 尽管位于四环外, 但交通可达性仍很高。回潮地铁站的分布, 可以发现该街道内有两个地铁站, 狭长区域的两端分别紧邻一个地铁站, 因此交通便捷。

北京市五环内各市辖区文化休闲可达性均值排序为西城区>东城区>朝阳区>海淀区>丰台区>大兴区>石景山区。图 3(e)显示, 文化休闲可达性均值高值区较分散, 主要有西城区的展览路街道和新街口街道, 东城区的天坛街道, 海淀区的香山街道和中关村街道, 朝阳区的建外街道、南磨房地区、望京街道、酒仙桥街道和将台地区。整体而言, 文化休闲可达性北部高于南部, 其中朝阳区东北部博物馆和美术馆密度较高, 因此文化休闲可达性较高。

北京市五环内各市辖区公共服务设施综合可达性均值排序为西城区>东城区>朝阳区>丰台区>海淀区>石景山区>大兴区。图 3(f)显示, 公共服务设施综合可达性最差的街道除西城区的广安门街道外, 主要分布在四环至五环之间; 综合可达性最好的街道主要位于三环以内, 包括西城区的展览路街道、新街口街道和椿树街道, 东城区的交道口街

表 5 北京市五环内各市辖区公共服务设施可达性均值
Table 5 Mean of public service facilities accessibility of districts within the 5th Ring Road of Beijing

行政区	街道数量	公共服务设施可达性均值					
		教育	医疗	商业	交通	文化休闲	综合
东城	17	37.93	54.40	54.94	22.49	46.00	47.94
西城	15	43.62	58.51	46.83	22.88	47.86	49.29
海淀	20	16.92	35.44	26.81	13.67	29.92	25.89
朝阳	30	27.64	35.85	50.68	25.47	44.30	39.60
丰台	17	13.18	36.68	30.05	16.90	26.52	25.98
大兴	3	1.25	8.16	21.06	1.55	2.99	6.92
石景山	5	22.29	21.38	13.49	4.20	2.71	16.10
五环路以内	107	26.30	40.70	40.47	19.33	36.50	35.58

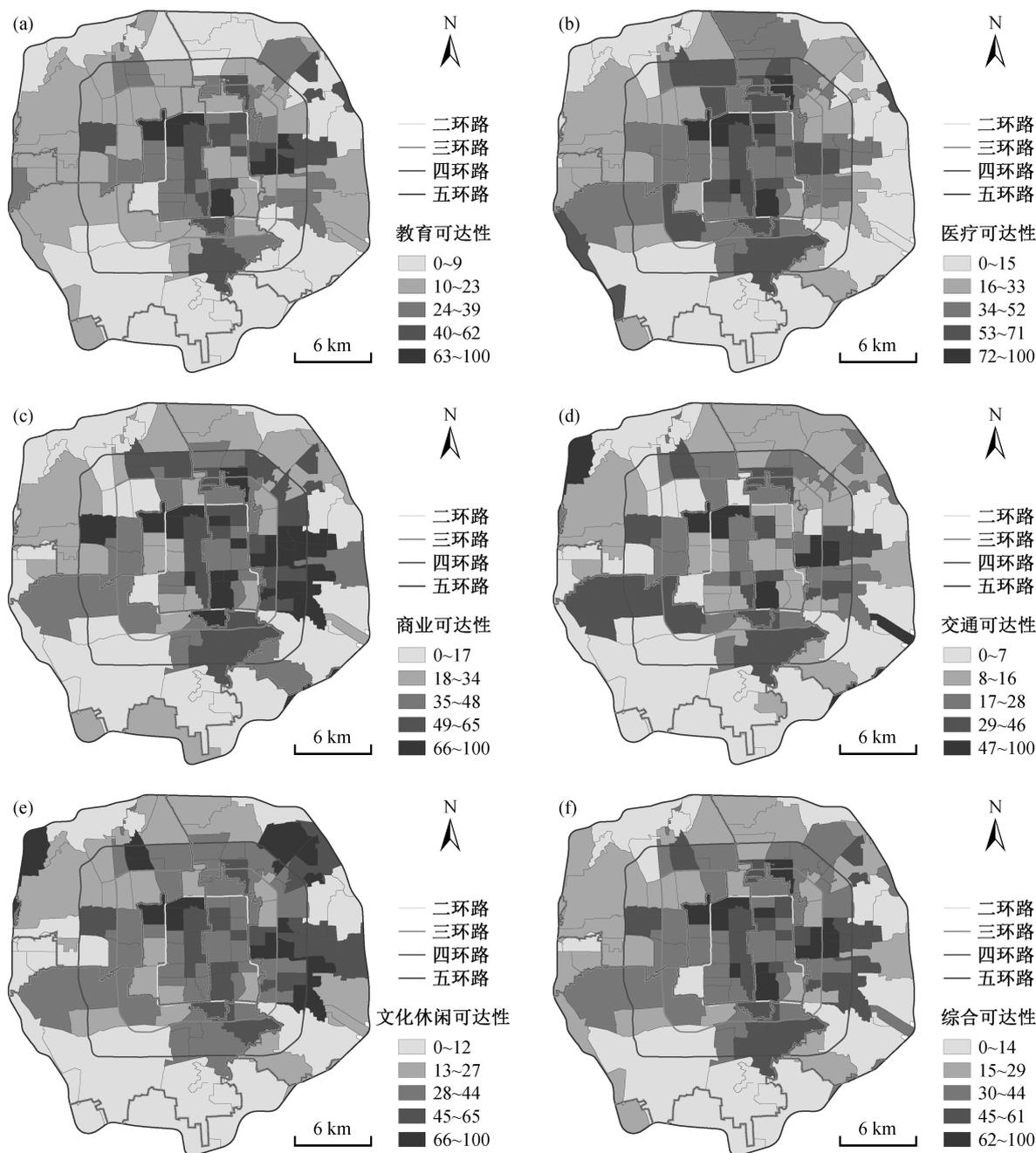


图3 北京五环内各类公共服务设施可达性地图

Fig. 3 Map of public service facilities accessibility within the 5th Ring Road of Beijing

道、前门街道和天坛街道，以及朝阳区的和平街街道、团结湖街道、呼家楼街道和建外街道。总体而言，北京市五环内各街道公共服务设施可达性差异较大，存在公共服务设施空间分布不均衡的问题。值得注意的是，南四环路以南的区域各维度可达性均很低，公共服务设施匮乏。

3.2 公共服务设施可达性对住房价格的影响

利用 STATA 14.0 分析公共服务设施可达性对

住房价格的影响。控制住房的建筑特征和区位特征后，将各维度可达性分别对住房价格进行回归分析，结果见表6中“对数房价1~5”。教育、医疗、交通和文化休闲可达性对住房价格的影响均在1%的水平上显著，且均为正面影响，商业可达性对住房价格的影响不显著。

各维度可达性之间存在相关性，各维度单独与住房价格的回归分析结果不一定能反映其对住房价

格的真实影响。因此,本文在回归方程中同时考虑教育、医疗、商业、交通和文化休闲 5 个维度的可达性,分析结果见表 6 中“对数房价 6”,可见与各维度单独回归分析结果有较大的差异。教育可达性和文化休闲的可达性系数为负,且对住房价格的影响不显著。医疗可达性和交通可达性对住房价格有正面影响,且在 1%的水平上显著。商业可达性对住房价格有负面影响,且在 1%的水平上显著。

教育可达性系数为负,对住房价格影响不显著,

与预期结果有差异。教育可达性是由重点中学和重点小学可达性加权平均得到的,因此进一步分析各细分类别公共服务设施对房价的影响,结果如表 7 所示。本文主要关注公共服务设施可达性对房价的影响,因此表 7 中省略建筑特征和区位特征变量的回归系数。从表 7 看出,重点小学可达性在 1%的显著水平上对住房价格有正面影响,而重点中学可达性在 1%的显著水平上对住房价格有负面影响。我们认为重点小学与重点中学相反的结果可能出自如

表 6 公共服务设施可达性对房价影响的回归分析结果
Table 6 Regression results of the impact of public service facilities accessibility on housing price

变量	对数房价 1	对数房价 2	对数房价 3	对数房价 4	对数房价 5	对数房价 6	对数房价 7
教育可达性	0.002*** (0.000)					-0.001 (0.001)	
医疗可达性		0.005*** (0.001)				0.011*** (0.001)	
商业可达性			0.001 (0.001)			-0.011*** (0.001)	
交通可达性				0.003*** (0.001)		0.007*** (0.001)	
文化休闲可达性					0.002*** (0.000)	-0.002 (0.001)	
综合可达性							0.003*** (0.000)
房屋面积	0.003*** (0.000)	0.003*** (0.000)		0.003*** (0.000)	0.003*** (0.000)	0.004*** (0.000)	0.003*** (0.000)
卧室数量	0.178*** (0.010)	0.171*** (0.010)	0.252*** (0.010)	0.178*** (0.010)	0.176*** (0.010)	0.160*** (0.010)	0.177*** (0.010)
客厅及餐厅数量	0.249*** (0.017)	0.251*** (0.017)	0.376*** (0.016)	0.247*** (0.017)	0.249*** (0.017)	0.226*** (0.016)	0.251*** (0.017)
卫生间数量	0.100*** (0.019)	0.099*** (0.019)	0.266*** (0.016)	0.091*** (0.019)	0.094*** (0.019)	0.087*** (0.018)	0.097*** (0.019)
二环	0.008 (0.046)	-0.099* (0.045)	0.013 (0.051)	-0.005 (0.043)	-0.008 (0.045)	0.101* (0.048)	-0.031 (0.046)
三环	0.179*** (0.032)	0.073* (0.035)	0.161*** (0.036)	0.148*** (0.033)	0.154*** (0.033)	0.079* (0.035)	0.147*** (0.033)
四环	0.108*** (0.031)	0.030 (0.032)	0.119*** (0.034)	0.085** (0.031)	0.060 (0.034)	0.078* (0.036)	0.079* (0.032)
朝阳区	0.076** (0.025)	0.112*** (0.025)	0.074** (0.027)	0.081** (0.025)	0.100*** (0.025)	0.214*** (0.027)	0.080** (0.025)
东城区	0.289*** (0.023)	0.315*** (0.023)	0.259*** (0.024)	0.303*** (0.023)	0.301*** (0.023)	0.365*** (0.023)	0.297*** (0.023)
西城区	0.254*** (0.028)	0.267*** (0.027)	0.261*** (0.031)	0.302*** (0.029)	0.283*** (0.028)	0.239*** (0.031)	0.274*** (0.028)
丰台区	-0.420*** (0.024)	-0.330*** (0.026)	-0.490*** (0.026)	-0.426*** (0.023)	-0.370*** (0.028)	-0.378*** (0.037)	-0.398*** (0.025)
常数项 α_0	5.336*** (0.037)	5.173*** (0.042)	5.108*** (0.040)	5.308*** (0.037)	5.288*** (0.039)	5.238*** (0.050)	5.293*** (0.039)
样本数 N	1384	1384	1384	1384	1384	1384	1384
判定系数 R_2	0.833	0.840	0.806	0.836	0.834	0.852	0.835
F 统计量	570.468	601.200	519.852	583.763	575.956	492.877	577.650

说明:***,**和*分别表示该变量对房价的影响在 1%,5%和 10%的显著性水平上显著;括号内为本研究样本中该变量的标准差;下同。

表7 细分类别可达性对房价影响的回归分析结果
Table 7 Regression results of the impact of accessibility of sub categories on housing prices

变量	对数房价
重点小学	0.005*** (0.001)
重点中学	-0.005*** (0.001)
三甲医院	0.011*** (0.001)
购物中心	-0.020*** (0.002)
地铁站	0.010*** (0.001)
博物馆	0.008* (0.004)
美术馆	-0.003 (0.002)
国家级景点	-0.001* (0.001)
省级景点	-0.009*** (0.002)
常数项 α_0	5.337*** (0.051)
样本数 N	1384
判定系数 R^2	0.863
F 统计量	428.033

下原因: 1) 入读重点中学比入读重点小学受学区影响小, 更看重学生的素质, 因此以入读重点中学为动机的购房需求不如重点小学; 2) 与重点小学相比, 重点中学选择住宿更加方便, 以上学方便为目的的购房需求也不如重点小学。因此, 尽管计算可达性时将通行阈值设为公共交通 40 分钟是可接受的时间, 但重点中学对房价的辐射范围并没有如此宽广, 可能仅限于重点中学周边较小的区域。

文化休闲可达性系数为负, 且对住房价格的影响不显著。其细分类别中, 博物馆可达性对住房价格的影响显著为正, 国家级和省级景点可达性对住房价格的影响显著为负, 美术馆可达性对住房价格的影响不显著。一方面, 旅游景点和美术馆多分布于远离城市中心的地方, 便利度不高; 另一方面, 对大多数人而言, 对文化休闲的需求往往是在节假日, 因此不会作为购房的首要考虑因素。

医疗可达性对住房价格的影响在 1% 的水平上显著为正。控制其他变量不变, 医疗可达性每增加 1 个单位数值, 住房价格平均上升 1.1%, 反映出人们对健康的重视程度, 对医疗便利有较高的要求。

交通可达性对住房价格的影响在 1% 的水平上显著为正。控制其他变量不变, 交通可达性每增加 1 个单位数值, 住房价格平均上升 0.7%。作为特大城市, 北京生活节奏快, 上下班通勤和节假日出行都对交通便捷有较高的要求。

商业可达性对住房价格的影响在 1% 的水平上

显著为负。控制其他变量不变, 商业可达性每增加 1 个单位数值, 住房价格平均下降 1.1%。本研究以大型购物中心为商业可达性的供给点, 其周边区域较为嘈杂, 拥堵及噪音问题严重, 该结果体现人们在商业便捷与环境宜人之间的权衡。

最后, 考察综合可达性对住房价格的影响, 结果见表 6 中“对数房价 7”。综合可达性对住房价格有正面影响, 且在 1% 的水平上显著。控制其他变量不变, 综合可达性每增加 1 个单位数值, 住房价格平均上升 0.3%。

4 结论

本文利用高斯两步移动搜索法, 测算北京市五环内街道在教育、医疗、商业、交通和文化休闲 5 个维度的可达性, 并得到公共服务设施综合可达性指数。结果表明, 北京市五环内公共服务设施可达性不公平程度较高, 存在公共服务设施分布过于集中的问题。优势医疗和教育资源集中在中心城区, 商业可达性东部明显高于西部, 交通资源和文化休闲资源比较分散。总体而言, 西城区和东城区公共服务设施综合可达性最好, 其次是朝阳区, 再次是海淀区和丰台区, 大兴区最差。南四环路以南各个维度的公共服务可达性均很差。

本文利用特征价格模型, 进一步分析各维度公共服务设施可达性对住房价格的影响, 结论为医疗可达性和交通可达性对住房价格有显著正面影响, 商业可达性对住房价格有显著负面影响, 教育可达性和文化休闲可达性对住房价格的影响不显著, 由各维度可达性加权得到的综合可达性对住房价格有显著的正面影响。

根据上述结论, 在北京市城市规划中, 应更好地兼顾效率与公平, 为居民提供更易得的公共服务; 加强对非中心城区高质量教育资源和医疗资源的投入, 大力改善南四环路以南地区的公共资源现状。

本文在基于机会累积方法的基础上考虑了距离衰减效应, 较为准确地评估了北京市五环内街道各个维度的公共服务设施可达性。进一步分析公共服务设施可达性对住房价格的影响, 将可达性指标作为房价的解释变量纳入特征价格模型, 符合人们购房决策时的实际考虑, 能够检验人们购房时对不同类型公共服务需求的偏好。

本研究在以下方面需要改进: 1) 本文选取的是各个维度公共服务设施中最重要的供给点, 后续工

作中可以放宽供给点的筛选条件,并按供给能力进行分级处理;2)本文以街道行政区域为研究单元,有的街道面积过大,假设人口集中于街道中心会造成某种程度的误差,后续工作中可以考虑居民小区或方格网等更小的研究单元。

参考文献

- [1] Wei Y D, Ewing R. Urban expansion, sprawl and inequality. *Landscape and Urban Planning*, 2018, 177: 259–265
- [2] Zhao Y, Zhang G, Lin T, et al. Towards sustainable urban communities: a composite spatial accessibility assessment for residential suitability based on network big data. *Sustainability*, 2018, 10(12): 4767
- [3] Hansen W G. How accessibility shapes land use. *Journal of the American Planning Association*, 1959, 25(2): 73–76
- [4] 约翰斯顿 R J. 人文地理学词典. 柴彦威, 蔡运龙, 顾韩林, 等. 译. 北京: 商务印书馆, 2004
- [5] 陈洁, 陆锋, 程昌秀. 可达性度量方法及应用研究进展评述. *地理科学进展*, 2007, 26(5): 100–110
- [6] 宋正娜, 陈雯, 张桂香, 等. 公共服务设施空间可达性及其度量方法. *地理科学进展*, 2010, 29(10): 69–76
- [7] 张莉, 陆玉麒, 赵元正. 可达性评价与规划——以江苏省仪征市为例. *人文地理*, 2008, 23(2): 60–66
- [8] Wachs M, Kumagai T G. Physical accessibility as a social indicator. *Socio-Economic Planning Sciences*, 1973, 7(5): 437–456
- [9] Joseph A E, Bantock P R. Measuring potential physical accessibility to general practitioners in rural areas: a method and case study. *Pergamon*, 1982, 16(1): 85–90
- [10] Radke J, Mu L. Spatial decompositions, modeling and mapping service regions to predict access to social programs. *Geographic Information Sciences*, 2000, 6(2): 105–112
- [11] Luo W, Wang F H. 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: 865–884
- [12] Talen E. School, community, and spatial equity: an empirical investigation of access to elementary schools in West Virginia. *Annals of the Association of American Geographers*, 2001, 91(3): 465–486
- [13] 程顺祺, 祁新华, 林涵, 等. 移动搜索法在教育公共
- 共服务可达性评价中的改进与应用——以福州城区幼儿园为例. *人文地理*, 2017, 32(3): 53–60
- [14] 张玉婷, 孙建国, 杜立钊, 等. 六盘山地区中学教育资源空间可达性分析. *测绘科学*, 2019, 44(11): 52–58
- [15] 车莲鸿. 基于高斯两步移动搜索法空间可达性模型的医院布局评价. *中国医院管理*, 2014, 34(2): 31–33
- [16] 钟少颖, 杨鑫, 陈锐. 层级性公共服务设施空间可达性研究——以北京市综合性医疗设施例. *地理研究*, 2016, 35(4): 731–744
- [17] 浩飞龙, 王士君, 谢栋灿, 等. 基于互联网地图服务的长春市商业中心可达性分析. *经济地理*, 2017, 37(2): 68–75
- [18] Munoz-Raskin R. Walking accessibility to bus rapid transit: does it affect property values? The case of Bogotá, Colombia. *Transport Policy*, 2010, 17(2): 72–84
- [19] 季珏, 高晓路. 北京城区公共交通满意度模型与空间结构评价. *地理学报*, 2009, 64(12): 71–81
- [20] 王磊, 程钢, 原东方, 等. 改进两步移动搜索法的焦作公共交通可达性. *测绘科学*, 2016, 41(12): 151–156
- [21] 蒋海兵, 张文忠, 韦胜. 公共交通影响下的北京公共服务设施可达性. *地理科学进展*, 2017, 36(10): 57–67
- [22] 王松涛, 郑思齐, 冯杰. 公共服务设施可达性及其对新建住房价格的影响——以北京中心城为例. *地理科学进展*, 2007, 26(6): 87–94
- [23] 曾文, 向梨丽, 张小林. 南京市社区服务设施可达性的空间格局与低收入社区空间剥夺研究. *人文地理*, 2017, 32(1): 73–81
- [24] Qin J, Liu Y, Yi D, et al. Spatial accessibility analysis of parks with multiple entrances based on real-time travel: the case study in Beijing. *Sustainability*, 2020, 12: 7618
- [25] Wei F. Greener urbanization? Changing accessibility to parks in China. *Landscape and Urban Planning*, 2017, 157: 542–552
- [26] 罗欣然, 岳邦佳, 林爱文, 等. 武汉市中心城区公共服务设施可达性对住宅价格的影响——基于三网融合交通系统的分析. *地域研究与开发*, 2019, 38(2): 88–93
- [27] Lancaster K J. A new approach to consumer theory. *Journal of Political Economy*, 1966, 74(2): 132–157
- [28] Rosen S. Hedonic prices and implicit markets: product differentiation in pure competition. *Journal of Political Economy*, 1974, 82(1): 34–55