

北京市景观可达性与住宅价格空间关联

吴文佳, 张晓平, 李媛芳

(中国科学院大学资源与环境学院, 北京 100049)

摘要:随着城市居民对住宅环境要求的不断提高,城市景观对城市住宅价格分异影响日趋显著。分析景观对住宅价格分异格局的影响,可为城市住宅空间结构的规划提供依据,为规划与管理部门提供决策参考。以北京城区二手房小区为样本,基于ArcGIS空间分析方法和特征价格模型,探讨景观因素对北京市住宅价格空间分异格局的影响。以主流房地产交易网站二手商品房报价资料为基础数据,共采集到2012年1月北京市城六区有效住宅小区样本3174个,对住宅样点进行空间化处理,并建立住宅空间信息数据库。运用密度分析、空间插值等方法,分析北京市住宅空间分布特征与价格空间分异格局。核密度分布图显示:北京市住宅空间分布呈现显著的向心化与离心化并存现象,总体上以天安门为中心向周边呈衰减趋势,在地铁转换站点形成了多个集聚次中心。在此基础上,从住宅属性、交通因素、区位特征等方面选择主要解释变量,构建地理加权回归模型,对住宅价格影响因素进行分析,重点探讨景观可达性(如绿地、水景、山景等)与住宅价格的关联。结果表明:次中心与住宅价格关联最为显著,绿地、水景、山景与住宅价格存在一定程度关联。其中,山景和高绿化率对住宅价格增效明显;由于水质较差,北京城六区内河流与住宅价格存在负相关;污水处理以及丧葬场所等污染源与住宅价格也存在显著负相关。远离污染源、靠近宜人景观、低容积率、高绿化率是居民选择住宅的需求。

关键词:地理加权回归;景观可达性;住宅价格;北京

doi: 10.11820/dlkxjz.2014.04.006

中图分类号:K902

文献标识码:A

1 引言

城市是人口较稠密的居住集聚点,居住功能是城市用地功能的主要体现,与居住区位相关的交通、生活服务用地功能的配置格局主导着城市空间结构的形成与演化(王兴中, 1995)。对城市住宅空间结构以及城市住宅价格分异格局的构建是刻画城市空间结构的重要视角(邹利林等, 2013)。国外学者早在20世纪60年代就对住宅价格与城市空间结构关联性进行了验证,认为住宅价格以城市核心区为中心呈现随距离衰减趋势(Alonso, 1964)。人口结构(Case et al, 1990; Kingsley, 1997)、货币政策(Iacoviello et al, 2008)、金融政策(William, 2002)等宏观因素都被证实在一定时期与住宅价格存在一定相关性。

20世纪80年代,中国开始实施住房改革,住宅逐步实现商品化,房地产市场空前繁荣,大中城市

房价大幅上涨,城市房价的空间分异和影响因素越来越受到社会各界的关注。大量研究证实,城市居民在住宅选择上存在对交通便利的偏好特点,使得公共汽车(William, 2002)、城市快速公交系统(BRT)的步行可达性(Ramon, 2010)、轨道交通建设(卢茜等, 2010)等对住宅价格的影响显著。

住宅特有的区位属性,使得城市住宅价格普遍存在明显的空间差异。随着城市化进程的不断推进,居民物质生活水平大幅度提升,人口剧增带来的住房资源紧缺、生态破坏、环境污染等一系列问题也逐渐凸显。城市居民在选择住宅时,开始越来越多的考虑住宅附近的景观因素(水景、绿地、公园等),景观房因此成为近年来房地产开发的热点。

国外学者自20世纪70年代开始,对景观与周边住宅价格的关系进行了深入探讨,证实了居民愿意为公园附近的房屋支付更高的费用,开放空间如公共绿地、高尔夫球场、自然区域等对周边住宅价

收稿日期:2013-07;修订日期:2014-01。

基金项目:国家自然科学基金项目(40971075);中国科学院大学2012年度校长基金项目。

作者简介:吴文佳(1987-),女,安徽安庆人,硕士研究生,主要研究方向为人文地理,E-mail: wwjjiajia@163.com。

通讯作者:张晓平(1972-),女,河南南阳人,副教授,主要从事经济地理相关领域研究,E-mail: zhangxp@ucas.ac.cn。

格有增值效应(Bolitzer et al, 2000; Chiesura, 2004; Earnhart, 2001; Jim et al, 2006; Luttik, 2000; Tyrvaainen et al, 2000)。海景(Choy et al, 2007; Hui et al, 2007)、湖景、水景(Damigos et al, 2011)附近住宅出现显而易见的高值区。

21世纪以来,中国城市现状与居民择房偏好使得国内学者开始关注景观因素对住宅价格的影响作用。研究表明,居住环境区位优势度高的地区商品房价格也相对较高(张文忠等, 2005)。城市森林、公园、大型绿地、湖泊、河流等均能产生住宅价格增值效应(尹海伟等, 2009; 钟海玥等, 2009)。其中,公园绿地所带来的住宅价格增值效应既具有时间上的差异性,又与加权距离存在着显著的二次函数关系,随着距离增加其增值幅度呈下降趋势,公园、绿地可达性越好,住宅价格越高(石忆邵等, 2010; 王松涛等, 2007)。目前,大多数研究选择的范围比较小,围绕某一个公园或湖泊展开,大尺度研究并不多见。

住宅周边景观能给居民带来舒适与满足感,相关研究通过特征价格模型,量化居民愿意为住宅属性所支付的价值,从而探讨景观的增值效应。特征价格法一直被国内外学者广泛运用于住宅价格影响因素研究。住宅价格构成复杂,影响因子很多,可以通过特征价格模型分解住宅价格,得到各项特征的隐含价格,便于进行其影响因素的分析。

近年来,在特征价格模型基础上,结合GIS技术的研究方法得到更多应用(Kong et al, 2007),例如英国Newcastle大学地理统计学家Fortheringham基于非参数建模思想提出的地理加权回归(Geographically Weighted Regression, GWR)模型。基于住宅所特有的“区位”特征,近年来,一些学者将GWR模型应用于住宅价格分异与影响因素相关研究中,对南京、北京、上海、杭州等城市地价及住宅价格开展实证分析,验证了GWR模型相对传统的OLS模型具有一定的优越性(Samaha et al, 2008; Tu et al, 2008; 李志等, 2009; 吕萍等, 2010; 张晓平等, 2013)。但截至目前,利用GWR模型对景观因素与住宅价格宏观空间关联性开展系统研究的成果还比较少见。

本文选择北京城六区为研究区域,采集3174个二手住宅小区样本,将公园、绿地、湖泊、河流、山体、污染源等进行数字化处理,建立空间信息数据

库,从住宅属性、交通因素、区位特征、景观可达性等方面选择主要解释变量,建立系统的指标体系,构建地理加权回归模型,对住宅价格影响因素进行分析,探讨景观与住宅价格的关系,以期在城市用地空间布局与城市规划管理提供建议,为居民住宅选择提供参考。

2 数据与方法

2.1 研究区及数据来源

本文以北京市城六区为研究区域,包括西城区、东城区、海淀区、朝阳区、丰台区、石景山区。北京作为中国的政治、经济、文化中心,房价在全国名列前茅,备受关注,具有重要的研究意义。受城市用地限制,北京市新建住宅范围逐年缩减,而二手房分布较广,且二手房市场交易活跃,有一定的研究价值。

以北京市商品房住宅小区为研究对象,选取专业房地产网站安居客为数据源,同时借鉴其他主流房地产交易网站如百度乐居、搜房网、新浪乐居、购房网等,获取研究区内住宅样本点的区位、价格、地产类型、周边设施等属性,共筛选出3174个有效住宅小区信息,建立住宅样本信息数据库。

由于住宅价格信息存在很强的时效性,本文着重于研究景观可达性与住宅价格关联程度的空间分异,关联程度随时间的变化并非研究重点,因此取2012年1月为时间截面,这一数据获取方式已应用于上海、杭州等城市住宅价格影响因素研究中(汤庆园等, 2012; 温海珍等, 2012)。另外,基于Envi和ArcGIS空间分析模块,利用遥感图像获取北京市城六区绿地、水景、山景等景观数据,以及学校、医院、超市等公共服务设施数据。

2.2 趋势面分析

由于获取的样本量较大,数据库中大量离散点不便于直接整体插值,因此需对数据进行趋势特征分析,获取整体趋势并剔除离群值。GIS趋势面分析是利用数学曲面模拟地理系统要素在空间上的分布及变化趋势的一种数学方法,实质上是通过回归分析原理,运用最小二乘法拟合一个二元非线性函数,模拟地理要素在空间上的分布规律,展示地理要素在地域空间上的变化趋势。通过趋势面分析,可以获取北京市住宅价格的总体变化趋势;同

时,还可通过揭示研究区内的偏离部分来剔除异常值,提高分析的准确度与可信度。

2.3 核密度分析

密度估计是通过输入的样点数据计算整个区域的数据聚集状况,从而产生一个连续的密度表面。核密度估计(Kernel Density Estimation, KDE)则是在每个样本点周围画一个圆形邻域,应用从中心到边界为由1至0变化的数学函数,形成一个适合每个样本点的平滑、弯曲的表面(吴秀芹等, 2007)。KDE分析在自然灾害、公共健康、产业空间布局热点分析与探测等不同领域得到了广泛的应用(Zhang et al, 2013)。点*x*上的KDE可以用式(1)计算:

$$f(x)=\sum_{i=1}^n\frac{1}{nh^d}K\left[\frac{1}{h}(x-x_i)\right]$$
 (1)

式中: $K[\cdot]$ 为核函数; h 是KDE的搜索半径(又称带宽); n 是带宽范围内的已知点数目,即样点的个数; d 为数据的维数。文中主要使用KDE法来评价北京住宅样本、绿地、水景等的空间集聚格局。

2.4 空间插值

住宅价格信息为离散点状数据,需要通过空间插值获取研究区域内房价整体分布格局。克里金法(Kriging)是广泛运用于空间插值的地统计学方法,以变异函数理论和结构分析为基础,在有限区域内对区域化变量进行无偏最优估计,不仅考虑待估点位置与已知数据位置的相互关系,还考虑到变量的空间相关性。其原理是根据*n*个已知样点*x_i*的属性值*Z(x_i)*通过内插得到未知点*x₀*的属性值。

$$Z^*(x_0)=\sum_{i=1}^n\lambda_iZ(x_i)$$
 (2)

式中:*x_i*为样本点;*Z(x_i)*为样本点的住房价格; λ_i 为权重系数(已知点对未知点的影响程度)。借助ArcGIS空间分析模块,运用克里金插值法来分析研究区商品住宅价格的空间分异格局。

2.5 地理加权回归

回归分析是确定两种或两种以上变数间相互依赖的定量关系的一种统计分析方法。GWR模型(公式(4))扩展了传统的回归分析模型(公式(3)),容许局部而不是全局的参数估计,通过在线性回归模型中假定回归系数是观测点地理位置的位置函数,将数据的空间特性纳入模型中,为分析回归关系的空间特征创造了条件。

$$y_i=\beta_0+\sum_{j=1}^kx_{ij}\beta_j+\varepsilon_i$$
 (3)

式中:*y_i*为第*i*个点的因变量;*x_{ij}*为第*j*个自变量在第*i*点的值;*i*为样本点记数;*k*为自变量个数;*j*为自变量记数; β_0 为回归常数; β_j 为回归系数; ε_i 为随机误差项。

$$y_i=\beta_0(u_i,v_i)+\sum_{j=1}^k\beta_j(u_i,v_i)x_{ij}+\varepsilon_i$$
 (4)

式中:(*u_i, v_i*)为第*i*个采样点的坐标; $\beta_j(u_i,v_i)$ 是第*i*个采样点上的第*j*个回归参数,是地理位置的函数,计算公式如下:

$$\beta(u_i,v_i)=(X^TW(u_i,v_i)X)^{-1}X^TW(u_i,v_i)y$$
 (5)

$$X=\begin{pmatrix} 1 & x_{i1}\cdots & x_{ik} \\ 1 & x_{21}\cdots & x_{2k} \\ \cdots & \cdots & \cdots \\ 1 & x_{n1}\cdots & x_{nk} \end{pmatrix}; W(u_i,v_i)=\begin{pmatrix} w_{i1} & 0 & 0 \\ 0 & \cdots & 0 \\ 0 & 0 & w_{in} \end{pmatrix};$$

$$\beta(u_i,v_i)=\begin{pmatrix} \beta_0(u_1,v_1) & \beta_1(u_1,v_1)\cdots & \beta_k(u_1,v_1) \\ \beta_0(u_2,v_2) & \beta_1(u_2,v_2)\cdots & \beta_k(u_2,v_2) \\ \cdots & \cdots & \cdots \\ \beta_0(u_n,v_n) & \beta_1(u_n,v_n)\cdots & \beta_k(u_n,v_n) \end{pmatrix}$$

式中:*n*为样本量; $W(u_i,v_i)$ 为空间权矩阵,可由Gauss函数法获得:

$$W_{ij}=\exp[-(d_{ij}^2/b)^2]$$
 (6)

式中:*d_{ij}*为*i, j*两点间地理位置距离;*b*为衰减参数(又称带宽)。

以住宅样点价格的自然对数值为因变量,构建模型,分析影响因素。

3 北京市住宅与景观空间分布格局

3.1 北京市住宅价格概况

分析样本信息,所有住宅均价约24580元/m²,其中远郊区县部分住宅低于10000元/m²,少数别墅等高级住宅高于100000元/m²。对住宅信息数据库进行空间化处理,输出样本散点图(图1),判断北京市在售二手房主要集中在二环至四环间。运用趋势面分析工具对研究区内所有样本点进行空间变化趋势模拟,得到住宅价格趋势面分析示意图(图2)。中间部分为散点,两个侧面分别表示样本点在不同方位的投影,其中S-N轴反映的是南北走向的变化趋势,W-E轴为东西走向的变化趋势,Price轴线反映的是住宅价格高低。从图2可看出,北京市住宅分布东西扩张趋势比南北更为明显。S-N轴与W-E轴的多项式曲线都呈现倒U字型趋势,即价格

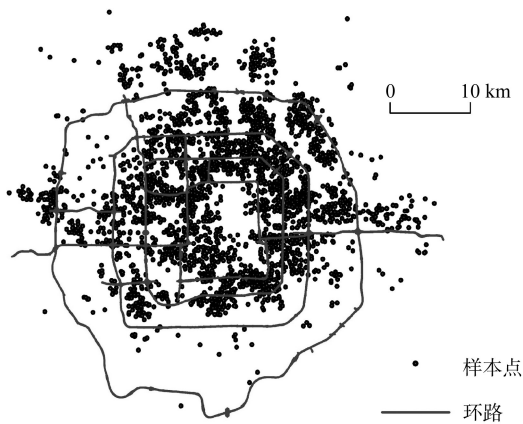


图1 北京市住宅样本点分布

Fig.1 Distribution of residential sample points in Beijing

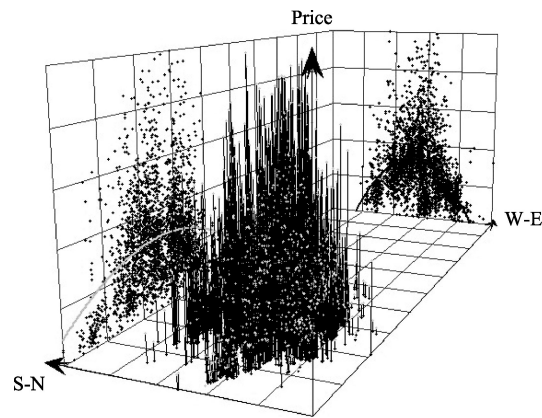


图2 北京市住宅均价趋势面分析

Fig.2 Trend surface analysis of residential price in Beijing

从区域中心向各个边缘都呈现递减趋势(最大值出现在区域的中心,最小值出现在边界的附近)。由投影平面的曲线弧度对比可看出,南北走向的递减趋势比东西走向的递减趋势更明显。

通过趋势面分析图,筛选出 3174 个有效样本点,建立住宅样本数据库。最终研究样本基本信息见表 1。

3.2 北京市住宅分布格局

借助 ArcGIS 空间分析模块进行核密度分析,绘制出北京市二手房小区分布图。为使分布特征更直观,将人口集聚现象较明显的国贸、西直门、复兴门、广安门、潘家园、东直门、中关村、亚运村、西单 9 个城市次中心加以标注。

图 3 展示了北京 2012 年 1 月住宅分布情况,其特点为:① 住宅分布存在较显著的向心化与离心化并存现象,二环到四环间住宅集聚较为明显;② 国贸、西直门、芍药居、三元桥等地铁转换站点形成了多个集聚次中心;③ 沿地铁一号线有明显的东西向

表 1 住宅样本基本信息

Tab.1 Basic information of residential sample points in Beijing

样本点数量	住宅价格/(元/m ²)			
	极大值	极小值	均值	标准差
3174	69625	15000	28098	8274

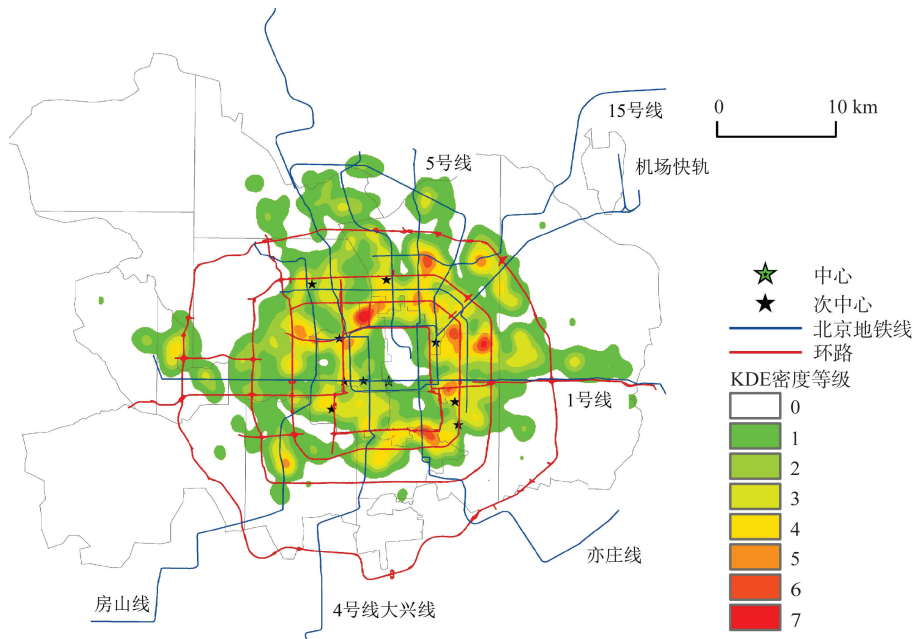


图3 2012年1月北京市住宅小区核密度分布

Fig.3 Kernel density distribution of housing in Beijing in January 2012

扩张趋势,石景山、通州几个次中心已经初具规模;
④ 沿地铁5号线、8号线、15号线都已形成多个次中心;
⑤ 南三环方庄出现较明显住宅集聚,南部轨道交通开通较晚,南四环外住宅分布相对较少。

3.3 北京市主要景观分布格局

参照相关研究,采集北京市绿地数据,包括公共绿地、公园绿地、居住区绿地、单位附属绿地、风景林地、防护绿地、高尔夫球场绿地等(Bolitzer et al, 2000; Swanwick et al, 2003)(图4a)。通过栅格化处理、空间关联、缓冲区分析、地图叠置等空间分析方法获取每个住宅样点的实际绿化率,以供后期影响因素分析。采集汇总北京市城六区自然湖泊、河流、人工池、人造湖以及水库等水体数据以及山脉数据,数字化处理后得到北京水景及山景分布(图4b)。为使分布特征更直观,以天安门为中心分别构建5、10、15、20 km的同心圆。

3.4 北京市住宅价格空间分异格局

不同类型住宅价格存在较大差异,可比性较弱,所选取住宅物业类型为普通住宅,不包括别墅等高级住宅,价格在15000~70000元/m²之间。借助ArcGIS空间分析模块对北京市住宅价格样本进行空间插值分析,绘制北京市住宅小区价格空间分异格局(图5)。从图中可明显看出,北京市住宅价格基本呈现中心向四周递减趋势,二环内中心城区为峰值中心。从中心向西沿地铁一号线复兴门→月坛街道→万寿路呈衰减趋势;向北从建国门→朝阳门→东四→北新桥→和平里地区呈衰减趋势;沿地铁一号线向东从建国门→建外→八里庄→高碑

店呈衰减趋势;从中心向南从前门→天坛→永定门外逐步衰减。北四环来广营、北四环内苏州街、西四环四季青及东三环酒仙桥多个次中心小有规模。北五环与京承高速交接带、机场快轨北六环附近、地铁房山线及大兴线延伸区域均有次中心形成。

4 北京市住宅价格影响因素

4.1 影响因素量化及模型构建

根据住宅影响因素文献整理,考虑北京居民住宅选择偏好,从区位属性、住宅属性、公共服务设施可达性、景观可达性4个方面选择18个指标,构建指标体系,量化方法见表2。

通过逐步回归构建模型对指标体系进行优化,全局回归模型结果见表3。其中次中心对住宅价格影响最为显著,随着到最近次中心距离的增加,住宅价格呈现衰减趋势。山景对住宅价格影响也颇为明显,随着到最近的山景的距离增加,住宅价格也呈现出明显的衰减趋势。高绿化率对住宅有增值效应,而污染性企业、工厂则造成住宅价格的降低。水景对房价产生一定程度的负影响,其原因是北京城六区内河流几乎都为无水或劣V类,无法给居民带来感官上的享受。

以全局回归模型结果为依据,对指标进行筛选,剔除未通过显著性检验的变量,构建指标体系,进行地理加权回归分析。 y_i 为坐标 (u_i, v_i) 处住宅价格,构建GWR模型。

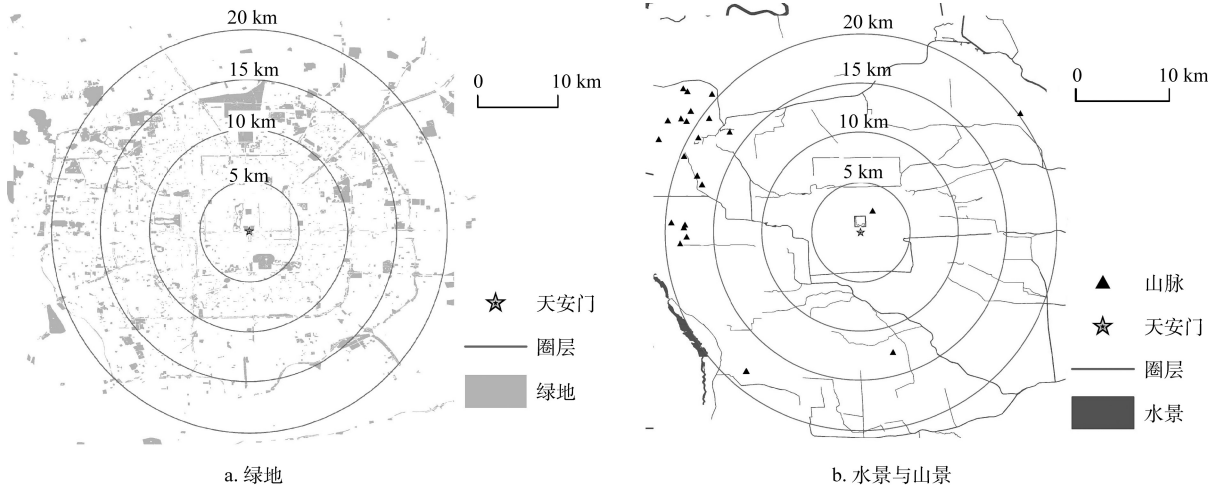


图4 北京市主要景观分布

Fig.4 Location of green space, mountain and waterside sites in Beijing

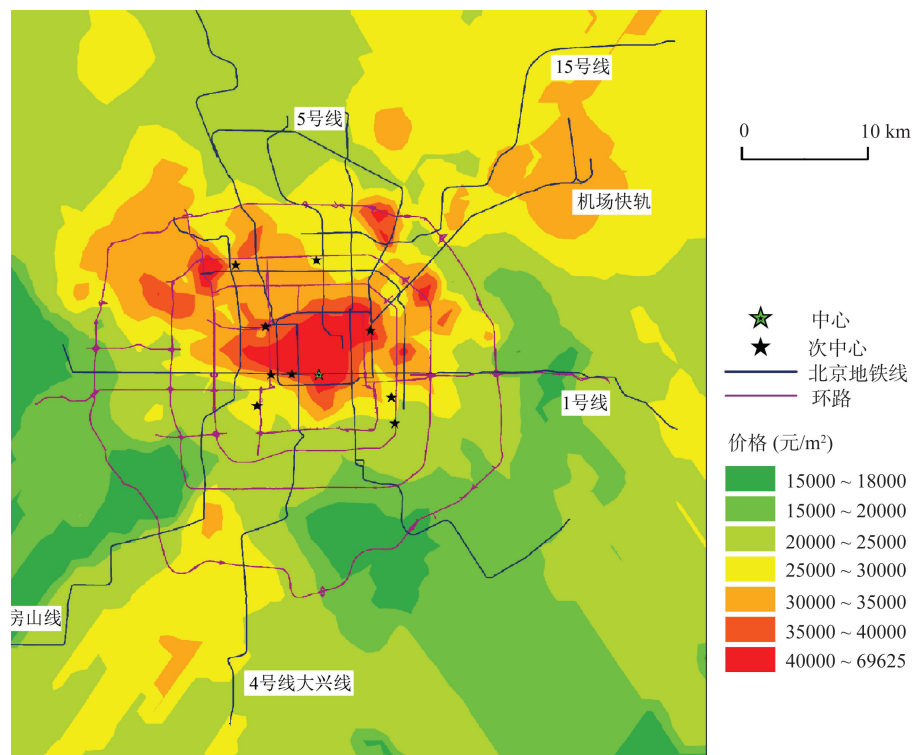


图5 北京市住宅价格空间分异格局
Fig.5 Spatial variation of housing prices in Beijing

表2 解释变量及量化方法

Tab.2 Definition of explanatory variables and quantification methods		
特征变量	变量名称	量化方法
区位属性	Near-center	到天安门 的距离
	Near-subcenter	到最近的城市次中心的距离:分别选取西单、复兴门、西直门、国贸、东直门、中关村、亚运村、广安门、潘家园9个次中心
	Near-subway	到最近的地铁站点的距离
	Bus	每一样点缓冲区 500 m 范围内公交车站点数量
住宅属性	Time	住宅竣工时间
	Man fee	小区物业费
	Parking	小区人均停车位
	Plot rate	小区容积率
公共服务设施 可达性	Hospital	每一样点缓冲区 1 km 范围内医院数量
	School	表示每一样点缓冲区 500 m 范围内小学、中学数量
	Shopping	每一样点缓冲区 500 m 范围内购物中心数量
	Restaurant	每一样点缓冲区 500 m 范围内宾馆、餐厅数量
	Supermarket	到最近超市的距离
景观可达性	Green rate	样本点 1 km 内绿化率
	Near-mountain	到最近的山景的距离
	Near-water	到最近的水景的距离
	Near-park	到最近的公园的距离
	Near-pollution	到最近的污染企业、丧葬场所的距离

表3 全局回归模型结果
Tab. 3 Results of global regression model

模型	<i>B</i>	标准误差	<i>t</i>	<i>Sig.</i>
(常量)	10.265	0.029	449.606	0.000
区位属性	<i>Near-subcenter</i>	-0.166	0.005	-32.184 0.000
住宅属性	<i>Time</i>	0.116	0.006	19.102 0.000
	<i>Parking</i>	0.039	0.007	5.575 0.000
	<i>Plot rate</i>	-0.035	0.009	-3.945 0.039
公共服务设	<i>School</i>	0.021	0.005	4.211 0.000
施可达性	<i>Supermarket</i>	-0.013	0.005	-2.565 0.000
景观可达性	<i>Green rate</i>	0.078	0.012	6.448 0.000
	<i>Near-mountain</i>	-0.165	0.008	-21.928 0.000
	<i>Near-water</i>	0.027	0.004	6.073 0.000
	<i>Near-pollution</i>	0.030	0.007	4.259 0.000
	<i>R²</i>	0.455		
调整 <i>R²</i>		0.453		

$$y_i = \beta_0(u_i, v_i) + \sum_{j=1, k} \beta_1(u_i, v_i) x_{ij}(subc) +$$
$$\sum_{j=1, k} \beta_2(u_i, v_i) x_{ij}(time) + \sum_{j=1, k} \beta_3(u_i, v_i) x_{ij}(prk) +$$
$$\sum_{j=1, k} \beta_4(u_i, v_i) x_{ij}(gre) + \sum_{j=1, k} \beta_5(u_i, v_i) x_{ij}(plot) +$$
$$\sum_{j=1, k} \beta_6(u_i, v_i) x_{ij}(rtr) + \sum_{j=1, k} \beta_7(u_i, v_i) x_{ij}(sch) +$$
$$\sum_{j=1, k} \beta_8(u_i, v_i) x_{ij}(moun) + \sum_{j=1, k} \beta_9(u_i, v_i) x_{ij}(water) +$$
$$\sum_{j=1, k} \beta_{10}(u_i, v_i) x_{ij}(plt) + \varepsilon_i$$

4.2

4.2 地理加权回归模型结果及分析

将指标变量引入公式(7),进行地理加权回归分析,模型的运行通过 ArcGIS 中 GWR 模块实现。回归结果汇总见表4。相对全局回归结果,各影响因子系数符号大致相符,影响大小如下:到次中心距离>到最近的山景的距离>住宅竣工时间>绿化率>停车位>容积率>到最近的污染源距离>缓冲区内中学的数量>到最近的水景的距离>到最近的超市的距离。而 GWR 模型对住宅价格分异格局的解释力度优于全局空间回归模型,方程拟合优度检验值调整后的 *R²* 由全局回归模型的 0.453 提高到 0.530,部分样点局部 *R²* 达 0.634。

通过 GWR 可以获得每一样点各因素对该点价格的影响效果,为直观地展示景观因素以及负面影响较大的污染源对住宅价格的影响,将系数通过空间分析方法分别关联到城六区 157 个街道(图 6)。

从图 6a 中可看出,绿化率与住宅价格存在显著的正相关,绿化率与住宅价格的关联大小大致呈现

表4 地理加权回归模型结果
Tab. 4 Results of geographically weighted regression (GWR) model

模型	均值	标准差
(常量)	10.367	0.019
区位属性	<i>Near subcenter</i>	-0.197 0.017
住宅属性	<i>Time</i>	0.099 0.010
	<i>Parking</i>	0.042 0.012
	<i>Plot rate</i>	-0.030 0.015
公共服务设施	<i>School</i>	0.013 0.009
可达性	<i>Supermarket</i>	-0.003 0.010
景观可达性	<i>Green rate</i>	0.077 0.020
	<i>Near-mountain</i>	-0.177 0.016
	<i>Near-water</i>	0.007 0.009
	<i>Near-pollution</i>	0.025 0.014
	<i>Bandwidth</i>	0.564
<i>Sig.</i>		0.188
<i>AICC</i>		-1560.230
<i>R²</i>		0.535
调整 <i>R²</i>		0.530

从南向北递增趋势,中心城区受影响较弱;北五环存在高尔夫球场聚集现象,绿地需求较高,使得望京等地住宅价格与绿化率关联程度较大。西六环上庄、温泉镇、香山等生态涵养区住宅价格与绿地覆盖程度相关性较强。

四环内水景与住宅价格呈现负相关(图 6b)。由于北京城区河流水质大多无水或不达标,给居民带来感官上的不适,对周边房价产生负影响。只有少数街道存在水景与住宅价格正相关的现象。结合 2012 年 1 月北京市水质监测数据可以看出,水质达 II 类的永定河部分河段附近房价随着到水景距离增加而呈降低趋势。水质达 II 类的京密引水渠河段流经的羊坊店街道、青龙桥街道等也存在水景增值效应。

由图 6c 可以看出,山景与北京市住宅价格呈现显著正相关,随着到最近山景距离的增加,住宅价格呈现衰减趋势。西五环外山脉集聚现象明显,致使住宅价格受山脉影响较弱。

污染源与住宅价格呈现负相关(图 6d),西南四环与五环间存在关联显著区域,主要由于北京建筑机械厂、北京化工机械厂、北京有机工厂等噪声污染、化工污染严重的企业位于双井、劲松街道附近,对该区域房价产生了负影响。西五环的香山、苹果园、老山等街道由于存在丧葬场所,使得周边住宅

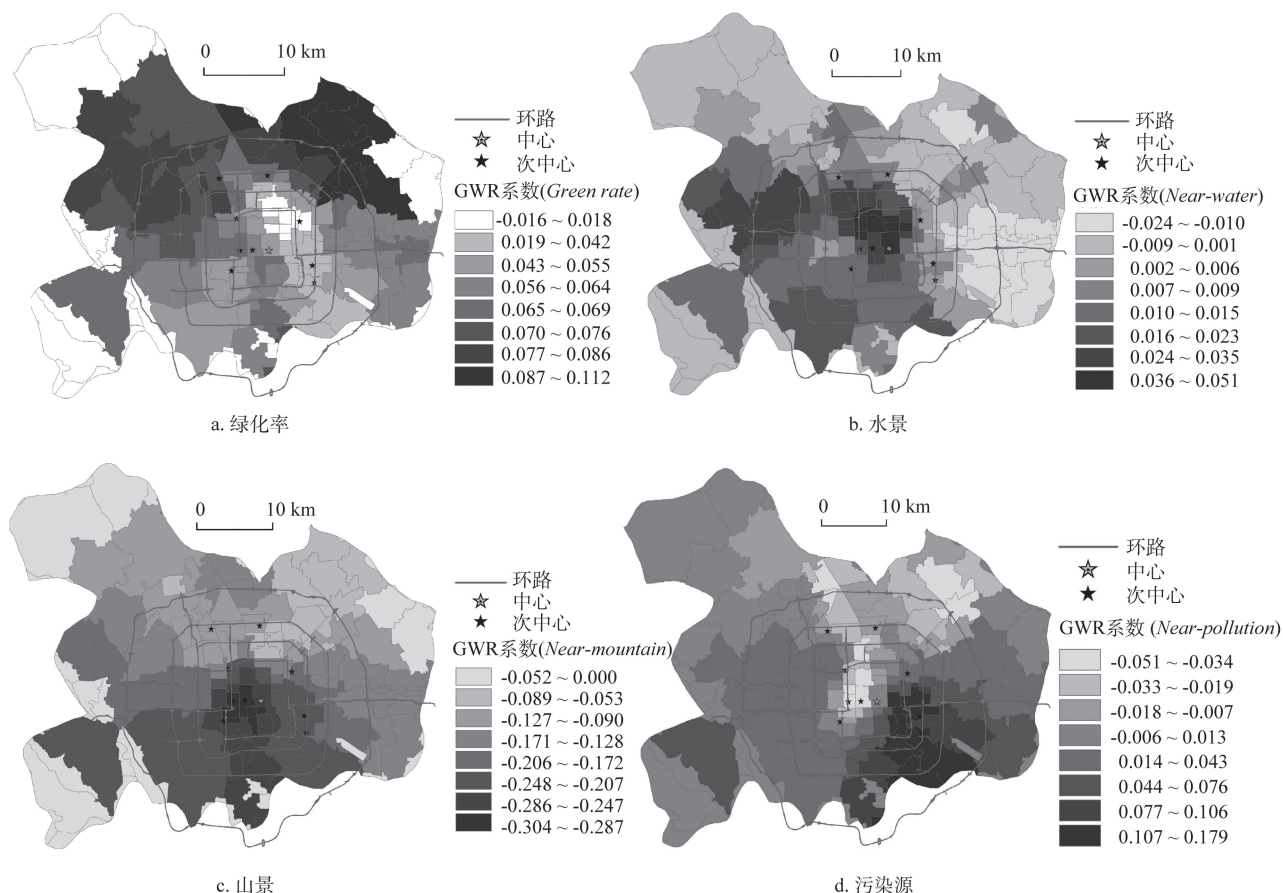


图6 主要景观要素与北京市住宅价格的空间关联程度(街道尺度)

Fig.6 Spatial correlation between main landscape features and Beijing housing price (block scale)

价格受到显著影响。小红门污水处理厂和高碑店污水处理厂所在区域房价受到较大影响,这两个污水处理厂规模较大,其中高碑店污水处理厂日处理量达北京市污水日处理量的近三分之一,且采用的是活性污泥等传统处理工艺,对居民生活造成了负面影响。

5 结论

本文以北京市2012年1月住宅价格为实证基础,分析北京市城六区住宅价格分布及影响因素。结果表明:

(1) 北京市住宅分布呈现较显著的向心化与离心化并存现象,而价格分布呈现中心向外围衰减趋势。北京市住宅分布特征体现了城区从单中心模式向多中心模式转变的趋势,在地铁转换站点形成了多个集聚次中心,石景山、通州等次中心也已经初具规模。同时,次中心与住宅价格关联性最为显

著,随着到最近次中心距离的增加,住宅价格呈现衰减趋势。值得思考的是,OLS和GWR模型模拟结果均显示交通因素与住宅价格关联不显著。这是因为指标体系中次中心的选取标准是在城市中居于重要地位的经济中心或人口聚集中心,而这些城市次中心都具有交通便利这一特点,其中西单、复兴门、西直门、国贸、东直门等均为重要的地铁转换站或公交枢纽。在模拟中,样点到城市次中心的距离在很大程度上抵消了交通因素与住宅价格的关联性。

(2) 绿地、水景、山景、污染源均对住宅价格存在影响,其中山景和高绿化率对住宅增值明显。值得关注的是:北京市城区水景对房价产生了负增长效应,这是由于北京城六区内河流几乎都为无水或劣V类水质,无法给居民带来感官上的享受,居民在选择住宅时会倾向于远离水质欠佳的河流。这一现象也说明,城市在利用水资源时,应考虑到水资源承载力,避免过度利用与水质污染带来的严重

后果。污染源也对周边房价产生了一定影响,西南四环与五环间的污水处理厂聚集区和西五环的丧葬场所聚集区,使得周边住宅价格受到显著影响。

以上结果说明,城市居民在住宅选择上开始更多的考虑生活的舒适性。远离污染源、靠近宜人的景观、低容积率、高绿化率是居民选择住宅的新需求。由于土地利用限制,北京未来住宅建设大部分将在四环以外,相对于城中心而言,四环外景观对住宅价格影响尤其显著,因此,在城市规划和住宅建设的决策中,应更多考虑居民的住宅选择偏好和需求。

同时,本研究进一步证实了GWR模型是一种优于传统模型的分析方法,可以将区位因素纳入研究框架,并通过图形的形式直观描述各影响因素空间关联程度及其差异。

本文研究还存在以下局限:①基于人口、经济等条件选择了通常被认为地位重要的区域为次中心,选择标准可能存在一定相对性和主观性;②住宅价格数据虽然综合各主流网站的数据进行了校准,并通过增加样本量减小误差,但相关信息的精准性还存在一定的讨论空间。

参考文献(References)

- 李志,周生路,张红富,等. 2009. 基于GWR模型的南京市住宅地价影响因素及其边际价格作用研究. 中国土地科学, 23(10): 20-25. [Li Z, Zhou S L, Zhang H F, et al. 2009. Exploring the factors impacting on the residential land price and measuring their marginal effects based on geographically weighted regression model: a case study of Nanjing. China Land Science, 23(10): 20-25.]
- 卢茜,林涛. 2010. 基于交通可达性的上海郊区新城房价研究. 上海师范大学学报: 自然科学版, 39(4): 426-431. [Lu X, Lin T. 2010. Research on the housing price of Shanghai metro suburbs based on the highway accessibility. Journal of Shanghai Normal University: Natural Sciences. 39(4): 426-431.]
- 吕萍,甄辉. 2010. 基于GWR模型的北京市住宅用地价格影响因素及其空间规律研究. 经济地理, 30(3): 472-478. [Lv P, Zhen H. 2010. Affecting factors research of Beijing residential land price based on GWR model. Economic Geography, 30(3): 472-478.]
- 石忆邵,张蕊. 2010. 大型公园绿地对住宅价格的时空影响效应: 以上海市黄兴公园绿地为例. 地理研究, 29(3): 510-520. [Shi Y S, Zhang R. 2010. Temporal-spatial impact effects of large-scale parks on residential prices: ex-

- emplified by the Huangxing Park in Shanghai. Geographical Research, 29(3): 510-520.]
- 汤庆园,徐伟,艾福利. 2012. 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, 32(2): 52-58. [Tang Q Y, Xu W, Ai F L. 2012. A GWR-based study on spatial pattern and structural determinants of Shanghai's housing price. Economic Geography, 32(2): 52-58.]
- 王松涛,郑思齐,冯杰. 2007. 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, 26(6): 78-85. [Wang S T, Zheng S Q, Feng J. 2007. Spatial accessibility of housing to public services and its impact on housing price: a case study of Beijing's inner city. Progress in Geography, 26(6): 78-85.]
- 王兴中. 1995. 城市居住空间结构的演变与社会区域划分研究. 城市问题, (1): 15-20. [Wang X Z. 1995. Study on the spatial evolution of urban residential structure and the division of urban social areas. Urban Problems, (1): 15-20.]
- 温海珍,李旭宁,张凌. 2012. 城市景观对住宅价格的影响: 以杭州市为例. 地理研究, 31(10): 1806-1814. [Wen H Z, Li X N, Zhang L. 2012. Impact of urban landscape on the housing price: a case study in Hangzhou. Geographical Research, 31(10): 1806-1814.]
- 吴秀芹,张洪岩,李瑞改,等. 2007. ArcGIS 9 地理信息系统应用与实践. 北京: 清华大学出版社. [Wu X Q, Zhang H Y, Li R G, et al. 2007. Application and practice of ArcGIS 9. Beijing, China: Tsinghua University Press.]
- 尹海伟,徐建刚,孔繁花. 2009. 上海城市绿地宜人性对房价的影响. 生态学报, 29(8): 4492-4500. [Yin H W, Xu J G, Kong F H. 2009. Impact of the amenity value of urban green space on the price of house in Shanghai. Acta Ecologica Sinica, 29(8): 4492-4500.]
- 张文忠,刘旺,孟斌. 2005. 北京市区居住环境的区位优势度分析. 地理学报, 60(1): 115-121. [Zhang W Z, Liu W, Meng B. 2005. On location advantage value of residential environment (LAVRE) in the urban and suburban areas of Beijing. Acta Geographica Sinica, 60(1): 115-121.]
- 张晓平,封强,李媛芳. 2013. 北京市办公用地投标租金空间分异与影响因素. 经济地理, 33(3): 73-78. [Zhang X P, Feng Q, Li Y F. 2013. Spatial heterogeneity and locational determinants of bid-rent of office land in Beijing. Economic Geography, 33(3): 73-78.]
- 钟海玥,张安录,蔡银莺. 2009. 武汉市南湖景观对周边住宅价值的影响: 基于Hedonic模型的实证研究. 中国土地科学, 23(12): 63-68. [Zhong H Y, Zhang A L, Cai Y Y. 2009. Impacts of the Nanhu Lake in Wuhan City on the price of peripheral houses: empirical research based on Hedonic model. China Land Science, 23(12): 63-68.]

- 邹利林, 杨俊, 胡学东. 2013. 中国城市住宅价格时空演变研究进展与展望. 地理科学进展, 32(10): 1479-1489. [Zou L L, Yang J, Hu X D. 2013. Research on temporal-spatial changes of urban residential housing price in China: progress and prospects. Progress in Geography, 32(10): 1479-1489.]
- Alonso W. 1964. Location and land use: toward a general theory of land rent. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Bolitzer B, Netusil N R. 2000. The impact of open spaces on property values in Portland, Oregon. Journal of Environmental Management, 59(3): 185-193.
- Case K E, Shiller R J. 1990. Forecasting prices and excess returns in the housing market. Real Estate Economics, 18(3): 253-273.
- Chiesura A. 2004. The role of urban parks for the sustainable city. Landscape and Urban Planning, 68(1): 129-138.
- Choy L H T, Mak S W K, Ho W K O. 2007. Modeling Hong Kong real estate prices. Journal of Housing and the Built Environment, 22(4): 359-368.
- Damigos D, Anyfantis F. 2011. The value of view through the eyes of the real estate experts: a fuzzy Delphi approach. Landscape and Urban Planning, 101(2): 171-178.
- Earnhart D. 2001. Combining revealed and stated preference methods to value environmental amenities at residential locations. Land Economics, 77(1): 12-29.
- Hui E C M, Chau C K, Pun L, et al. 2007. Measuring the neighboring and environmental effects on residential property value: using spatial weighting matrix. Building and Environment, 42(6): 2333-2343.
- Iacoviello M, Minetti R. 2008. The credit channel of monetary policy: evidence from the housing market. Journal of Macroeconomics, 30(1): 69-96.
- Jim C Y, Chen W Y. 2006. Impacts of urban environmental elements on residential housing prices in Guangzhou (China). Landscape and Urban Planning, 78(4): 422-434.
- Kingsley E H. 1997. Labor markets and regional transportation improvements: the case of high-speed trains. The Annals of Regional Science, 31(1): 57-76.
- Kong F H, Yin H W, Nakagoshi N, et al. 2007. Using GIS and landscape metrics in the hedonic price modeling of the amenity value of urban green space: a case study in Jinan City, China. Landscape and Urban Planning, 79(3-4): 240-252.
- Luttik J. 2000. The value of trees, water and open space as reflected by house prices in the Netherlands. Landscape and Urban Planning, 48(3-4): 161-167.
- Ramon M R. 2010. Walking accessibility to bus rapid transit: does it affect property values: the case of Bogota', Colombia. Transport Policy, 17(2): 72-84.
- Samaha S A, Kamakura W A. 2008. Assessing the market value of real estate property with a geographically weighted stochastic frontier model. Real Estate Economics, 36(4): 717-751.
- Swanwick C, Dunnett N, Woolley H. 2003. Nature, role and value of green space in towns and cities: an overview. Built Environment, 29(2): 94-106.
- Tu J, Xia Z G. 2008. Examining spatially varying relationships between land use and water quality using geographically weighted regression I: model design and evaluation. Science of the Total Environment, 407(1): 358-378.
- Tyrvainen L, Miettinen A. 2000. Property prices and urban forest amenities. Journal of Environmental Economics and Management, 39(2): 205-223.
- William D L. 2002. The real price of housing and money supply shocks: time series evidence and theoretical simulations. Journal of Housing Economics, 11(1): 40-74.
- Zhang X P, Huang P T, Sun L, et al. 2013. Spatial evolution and locational determinants of high-tech industries in Beijing. Chinese Geographical Science, 23(2): 249-260.

Spatial correlation analysis of landscape accessibility and residential housing price in Beijing

WU Wenjia, ZHANG Xiaoping, LI Yuanfang

(College of Resources and Environment, University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

Abstract: Location of urban housing directly affects housing price. Choice of housing involves considerations of various public service facilities such as schools, job accessibilities, among many others, which have been widely discussed in existing literature. In this paper, we explore the spatial correlation of landscape accessibility with housing price in Beijing. Based on ArcGIS spatial analysis method and geographically weighted regression model, this paper examines the spatial heterogeneity and the main determinants of the second-hand housing prices in the urban area of Beijing. Through major real estate dealer websites, we collected the second-hand housing data on prices in January 2012 for downtown Beijing, with a total number of 3174 samples. After establishing the housing spatial database, spatial interpolation and kernel density estimation are applied to explore the spatial distribution and heterogeneity of housing price. The kernel density map shows that the residential space in downtown Beijing has evident agglomeration characteristics in general, that is, density decreases gradually from Tian'anmen Square to the periphery. High density also occurs at sub-centers formed near the subway transfer stations, and the sub-centers in Shijingshan and Tongzhou have begun to take shape. With the help of spatial interpolation analysis in ArcGIS, we mapped the spatial pattern of housing price in Beijing. It can be clearly seen from the result that housing price also decreases from city center to the periphery, which is similar to the spatial pattern of housing density. Housing price reaches the peak within the Second Ring Road, with some high price sub-centers emerge between the 3rd and the 4th Ring Road or at the outer suburban districts along the subway lines. Finally, by using geographically weighted regression model, we analyzed the influencing factors of housing price, including traffic factors, locational features, maintenance cost and landscape accessibility (green space coverage, distance to the nearest lake or river, distance to the nearest mountain) and so on. The results show that the distance to sub-centers has the most significant impact on housing price, and there is a certain degree of correlation between landscape accessibility and housing price. Specifically, houses with high greening rate and those located near a mountain is much more expensive; due to the poor water quality, waterscape has a negative impact on housing price; sewage treatment plants, burial grounds and other sources of pollution also exert negative impact on housing price. People prefer houses far from sources of pollution and near pleasant landscape features; low plot ratio and high green space coverage are also favored. The spatial correlation analysis of landscape accessibility and residential housing prices provides a foundation for the planning of urban residential space and references for the planning and management departments of the city government.

Key words: geographically weighted regression (GWR) model; landscape accessibility; housing price; Beijing