

# 基于 GWR 模型的武汉市住宅地价 影响因素研究

单玉红, 聂俊成

(华中农业大学 公共管理学院, 湖北 武汉 430070)



**摘要** 采用文献综述法、地统计法、GWR 模型等方法, 在分析武汉市 2004—2011 年住宅地价空间分异特征的基础上, 筛选影响住宅地价表现的因素构建 GWR(地理加权回归)模型, 探索每一影响因素对住宅地价影响力的区位差异, 以期从微观区位的角度为城市规划和房地产开发提供建议。研究表明: 总体而言, 武汉市住宅地价空间呈现较为明显的单中心结构, 并随着到市中心距离的增加呈圈层式递减; 主干道、地铁及规划管制(容积率)对武汉市住宅地价表现的影响力较大; 规划管制(容积率)、主干道、生活品市场及教育资源对住宅地价的影响力具有明显的空间分异特征, 即以上因素对住宅地价的影响力在不同的微观区位具有统计学意义上的明显差异。

**关键词** 住宅地价; GWR 模型; 容积率; 区位差异; 武汉

**中图分类号:** F 293.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1008-3456(2014)05-0111-08

土地价格是土地市场的核心机制。从宏观层面而言, 土地价格机制是国家调控土地市场供求关系以实现土地资源有效配置的重要手段, 而微观层面上, 分析影响城市土地价格表现的因素对于指导城市规划的编制、房地产开发和实现土地资源的区位配置效率等方面都具有重要的参考决策价值。作为城市地价的重要组成部分, 住宅地价及其影响因素历来为学术界所关注, 梳理相关文献, 住宅地价类研究或是集中于研究城市住宅地价的空間表现, 如张洪等以昆明市为例, 验证了阿朗索空间结构模式与单中心城市地价空间结构的契合情况, 结果表明昆明市城市地价空间分布基本符合阿郎索空间结构模式<sup>[1]</sup>; 任辉等对南京 2000—2009 年住宅用地出让价格进行了空间探索性分析, 结果表明南京市住宅地价空间呈单中心点轴扩展模式<sup>[2]</sup>。或是使用线性回归或特征价格模型来提取影响城市住宅地价表现的主要因素, 如温海珍等以杭州市为例, 从邻里、区位、建筑、景观 4 个维度选择 25 个解释变量, 构建了对数形式的特征价格(Hedonic)模型, 对影响其住宅价格的特征景观因素进行了识别和测度<sup>[3]</sup>; 孙玉环以大连市为例, 从建筑特征、邻里特征和区位特征 3 个方面确定了 22 项影响住宅价格的变量因子, 构

建了线性形式的 Hedonic 模型, 进而对各住宅特征对住宅价格的影响方向、影响数值及影响程度进行了分析和比较<sup>[4]</sup>。然而由于地价及其影响因素在空间上均具有不稳定性<sup>[5]</sup>, 普通的线性回归、特征价格等基于空间均值假设的模型对地价空间分异的研究缺乏一定的适用性。地理加权回归模(geographically weighted regression, GWR)为空间非平稳性数据特性的研究提供了新的方法<sup>[6]</sup>, 克服了全域内独立地价变量之间存在某种齐次的假设缺陷<sup>[7-9]</sup>。GWR 模型在生态环境、经济学及地理学等领域已得到广泛运用, 然而在地价空间分异研究方面尚处于探索阶段, 研究较为少见。罗罡辉等构建宗地面积对住宅地价影响的 GWR 模型, 并将模型结果与 Hedonic 模型对比, 证明了 GWR 模型在地价影响因素分析方面的可行性, 并发现宗地面积对住宅地价的影响在空间上存在差异性<sup>[10]</sup>; 李志等运用 GWR 模型对南京市住宅地价进行了研究, 分析了城市地价影响因素及其边际价格作用的空间变化规律<sup>[11]</sup>。吕萍等在设定量化标准的情况下, 构建北京市住宅地价与影响因素的地理加权回归模型, 对住宅地价出让数据进行了统计与空间可视化分析<sup>[12]</sup>。曹天邦等分别构建 2003 年、2009 年南京市住宅地

收稿日期: 2014-03-12

基金项目: 国家自然科学基金青年基金项目“基于多主体和空间技术的城市住宅用地生态经济微观规划模型研究”(40801224); 中央高校基本科研业务费专项资金资助项目“基于生态效率的土地差别化利用的实施保障机制研究”(2662014RW007)。

作者简介: 单玉红(1976-), 女, 副教授, 博士; 研究方向: 土地利用规划及土地信息系统。E-mail: syh311@sina.com

价与影响因素的 GWR 模型,探讨了不同影响因素对住宅地价影响力的空间差异性及其随时间变化的特点<sup>[13]</sup>。可以看出运用 GWR 模型较 Hedonic 模型,突出了地价及其影响因素的空间差异性,可以更为深入的研究不同微观区位上城市地价的形成机理及影响因素的作用机制。基于以上研究基础,本文以武汉市为例,在分析武汉市 2004—2011 年住宅地价空间分异特征的基础上,构建住宅地价与地价影响因素的 GWR 模型,提取造成武汉市住宅地价空间分异的影响因素及其影响力的区位差异,揭示土地价格在空间变化上的规律性与差异性,发现城市基础设施建设在空间和时间上的不平衡。有助于充分发挥价格机制对于土地市场的调控作用,加强地价管理和调整土地的供求区位,从而在城市“精明增长”理念的指导下,落实土地利用的“精明规划”,促进城市土地资源的效率配置。

## 一、研究区域和研究数据

### 1. 研究区域概况

武汉市地处华中腹地,位于长江中下游,长江与汉江的交汇处,承东启西具有优越的地理位置,近些年来,随着武汉市土地有偿使用制度的不断改革,特别是随着土地使用权出让中“招拍挂”制度的全面推进,武汉市城市土地市场发育日渐成熟,国有土地使用权尤其是住宅用地使用权的出让方式中,“招拍挂”的比例不断上升,其住宅地价的空間分异特征更多地反映的是市场选择而不是行政力的意志,因而满足了对研究区域住宅地价表现客观性的要求。论文选取武汉市三环线范围内的主城区为研究区,主要包括江汉区、江岸区、硚口区、汉阳区、青山区、武昌区与洪山区 7 个区。

### 2. 研究数据来源与预处理

论文使用的住宅用地出让样本点数据来源于武汉市规划与国土资源信息网站,共收集了 2004—2011 年期间武汉市住宅用地出让的有效交易案例 347 宗。为满足模型建模要求及检查数据的适用性,对 347 个样本点数据进行预处理,主要包括以下两项内容:一是地价的修正。考虑到交易时间对住宅用地交易价格的影响,需要对住宅地价样本数据进行交易期日修正,依据武汉市发布的住宅地价指数,将收集到的在不同年份出让的样本点地价统一修正至 2011 年;二是查找和排除异常点。住宅地价的空間分异表现是住宅用地市场供需关系的区位差

异在空间层面的投影,集中体现了住宅用地资源的市场配置。由于目前武汉市的土地一级市场发育还不完善,所以并不能完全排除存在非市场行为干涉土地出让的现象。因此,在 ARCGIS9.3 环境下对修正后的地价数据进行异常点监测,剔除带有明显非市场行为特征的住宅用地出让样本案例,最终得到 284 个样本点参与分析,并建立包括出让时间、容积率、地块面积及楼面价(修正后)在内的住宅地价样本点数据文件。

## 二、武汉市住宅地价的空間分异特征研究

### 1. 研究区住宅地价样本点的探索性空间数据分析

探索性空间数据分析是依据统计学原理和图形图表相结合对空间信息的性质进行分析、鉴别,用以描述空间数据的空间依赖和空间异质现象<sup>[14]</sup>。探索性空间数据分析一般可以借助空间自相关分析方法,采用全局和局部 Moran's I 指数来测度全局和局部区域观测点的某一属性值与邻近观测点的该属性值的关联程度。其中全局 Moran's I 计算公式为:

$$I = \frac{N}{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N W(i,j)} \times \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N W(i,j)(X_i - \bar{X})(X_j - \bar{X})}{\sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^2} \quad (1)$$

式(1)中: $N$  为样本数目,此处为 284, $i, j$  为样本点编号; $X_i$  和  $X_j$  为某属性特征在  $i$  和  $j$  上的观测值,此处为各住宅样本点的楼面价; $W(i, j)$  为空间权重矩阵,表现了第  $i$  个和第  $j$  个样本点之间的空间作用力。Moran's I 值介于  $-1$  与  $1$  之间,且  $I > 0$  表示空间正相关,空间实体呈聚合分布; $I < 0$  表示空间负相关,空间实体呈离散分布; $I = 0$  则表示空间不相关,空间实体呈随机分布。 $I$  值越大表示空间分布的相关性越大<sup>[15]</sup>。

在 GeoDa 软件环境下计算得到 284 个样本点数据的全局 Moran's I 指数值为 0.61,表明样本点在全局上呈聚合分布,如图 1 中 Moran 散点大多数落在第一与第三象限,表现样本点之间呈正相关关系,而且相关性较为显著。进一步对样本点进行局部空间自相关性分析发现,样本点的空间相关性在局部范围上存在一定的差异性,LISA 图(局部自相

关集聚地图,图 2)显示位于中心的高地价区域的其邻域地价也相对较高,外围的低地价区域其邻域地价也较低,但是在汉阳区部分低地价区被高地价包围,其他区域上样本点数据间局部空间自相关性表现不显著。以上对样本点数据的探索性分析,客观反映了研究区住宅地价的空間聚集性与非平稳性。

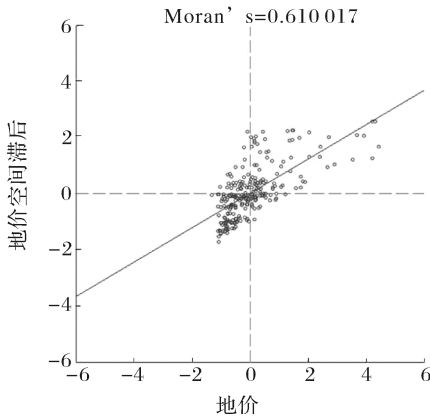


图 1 住宅地价全局 Moran 散点图

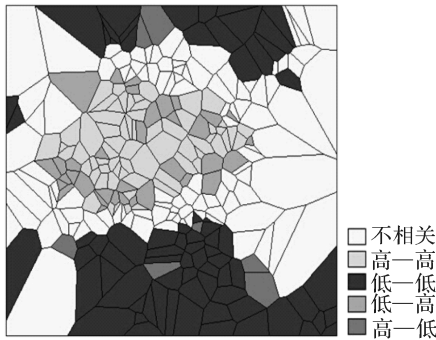


图 2 住宅地价 LISA 聚集图

## 2. 研究区住宅地价空间分异特征

克里金(Kriging)插值法是一种空间局部插值方法,即以空间自相关性为基础,利用半变异函数的结构性,在有限区域内对区域化变量取值进行局部无偏最优估计。该方法可以在计算样本点距离的基础上,充分利用已有观测值的空间结构特征,并综合考虑已知样本点的空间分布及与未知样本点的空间方位关系,能有效避免系统误差,优化评估结果。

本文采用克里金插值方法,对离散的 284 个样本点进行插值分析,以生成连续的地价曲面来模拟真实的地价空间分布形态,从而分析研究区住宅地价的空間分异特征。

因为样本点数据呈正态分布及样本点之间存在空间相关性是进行克里金插值的前提,因此,在使用克里金插值法构建研究区的住宅地价数字模型之

前,首先在 ARCGIS 环境下检验了样本点的概率分布,检验结果表明:未变换的原始样本点数据概率分布并不符合正态分布,而经过对数转换后服从正态分布。而且住宅地价样本点具有较强的空间相关性,满足使用克里金插值方法的前提,建立武汉市住宅地价数字模型如下图 3 所示,研究区住宅地价的空間分异特征主要表现在以下两点。

(1)根据竞租原理,地租是关于区位的函数,如果某几个区域聚集各类空间经济要素,必然会带来更多的外部效应,使得这个区域呈现出明显的区位优势,而土地使用者享受该区域的优越条件就必须支付更高的地租,因而成为地价峰值区。虽然武汉市域被长江和汉水分割为武昌、汉口和汉阳三镇,而且三镇也具有较为明确的分工定位,初步形成了各自的区域副中心,但就图 3 来看,武汉市住宅地价总体上尚表现为单中心结构,多中心架构并不明显。

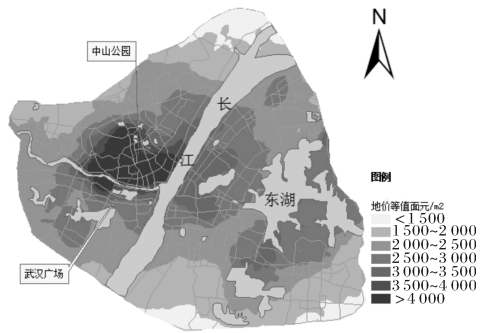


图 3 武汉市住宅地价数字模型图

地价格值区位于汉口的解放大道—建设大道—江汉北路沿线,住宅地价在 4 000 元/m<sup>2</sup> 以上,这一区域也与城市中心区相契合,表明武汉市住宅空间结构还处于商业与住宅混合配置的初级阶段,传统的商业形式仍对武汉市住宅空间分布产生深远影响,住宅地价仍表现出明显的空间向心性。3 000~3 500 元/m<sup>2</sup> 住宅地价等值面主要包围了二环线以内的江汉区、江岸区与武昌区部分区域。随着距市中心距离的增加,住宅地价基本呈现圈层式的向外递减,在空间上具有一定的连续性。

(2)住宅地价虽在整体空间上表现出一定的连续性,但在局部呈现明显的突变和跳跃性。在东湖风景区、墨水湖、沙湖等区域,住宅地价呈现出陡升的突变状态。住宅地价的突变或跳跃区域都具有其独特的微观区位特征,如亲水性。随着经济水平的提高,城市居民更加注重生活品质与区域环境质量,逐渐形成了住宅用地开发的热点区域,从而在与距



市中心等距的不同区位相比,局部表现出了明显的差异性。

总体而言,武汉市住宅地价分布表现了较强的向心性,区位、交通、商业繁华度、自然条件对地价的分布形态影响较大,住宅地价较高区主要呈现出临江、临湖与临商业圈的特点。从等值面由市中心到城市边缘区域的变化梯度来看,住宅地价递减梯度随距市中心距离的增加而减小,说明市中心区域住宅地价对区位因子的敏感性较高。

### 三、基于 GWR 模型的武汉市住宅地价的影响因素分析

#### 1. GWR 模型

GWR 模型,即地理加权回归模型,它是通过对传统的回归模型的扩展,使得参数可以进行局部估计,其模型公式为:

$$y_i = \beta_0(u_i, v_i) + \sum_k \beta_k(u_i, v_i)x_{ik} + \epsilon_i \quad (2)$$

式(2)中,  $(u_i, v_i)$  表示第  $i$  个样本点的空间坐标;  $\beta_k(u_i, v_i)$  表示连续函数  $\beta_k(u, v)$  在  $i$  的函数值,  $\epsilon_i$  为随机误差<sup>[6]</sup>。

由式(2)可知,GWR 模型要求研究数据必须包含如空间坐标、空间相关关系等空间度量指标,从而使其在分析具有明显的空间自相关特征的社会经济现象方面,较一般的回归模型具有明显的优势,即:一般的回归模型忽略了变量间的局部异质性,分析结果是基于研究区内均质状态的假设,自变量对因变量的影响只对应一个回归系数值;而在 GWR 模型中,嵌入了研究数据空间位置特性,可在局部区域优化权重,使自变量对因变量的影响在每个研究样本点都对应一个回归系数值,反映出因变量与自变量之间空间异质现象,并且真实地刻画了自变量对

因变量影响力的具体情况;此外,相对于一般的回归模型而言,GWR 模型可以借助 ARCGIS、Surfer 等地理信息系统软件,在空间上可视化地反映每个样本点对应的回归参数,使模型结果的表现更为直观。

在 GWR 模型分析前必须选取权重函数并确定影响带宽,在实际运用中一般采用高斯函数来确定权重函数,其公式<sup>[16]</sup>为:

$$W_{ij} = e^{-\frac{1}{2}(\frac{d_{ij}}{b})^2} \quad (3)$$

式(3)中,  $b$  是带宽,任意点数据的权重按高斯函数曲线随到被观测数据  $i$  的距离  $d_{ij}$  的增加而减少,如果距离  $i$  足够远,大于给定带宽  $b$ ,则权重函数将趋于 0。带宽的选择可以根据交叉确认法(CV)来确定,对于给定带宽  $b$  值,CV 值计算公式<sup>[17]</sup>为:

$$CV(b) = \sum_{i=1}^n [y_i - \hat{y}_{\neq i}(b)]^2 \quad (4)$$

式(4)中,  $y_i$  为因变量  $y$  在  $(u_i, v_i)$  处的观测值,  $\hat{y}_{\neq i}(b)$  为带宽  $b$  下去掉  $(u_i, v_i)$  的观测之后  $y_i$  的拟合值,选定不同的  $b$  值计算相应的 CV 值,选择 CV 值最小下的  $b$  值为模型带宽。

#### 2. GWR 模型的构建

通过空间自相关性分析,证实了住宅地价的空间非稳定性,满足了 GWR 模型的前提条件,因此,本文选取 GWR 模型分析各影响因素对住宅地价影响力的区位差异。根据武汉市基准基地评估对地价影响因素的考量及相关学者的研究<sup>[18]</sup>,本文选取研究区大型的生活品市场与超市作为本研究的商业网点、选取三级以上的医院、武汉市示范中小学、二本以上高等院校、研究区内湖与江、主干道、地铁站点(1、2 号线)以及宗地面积、规划容积率 10 个因素作为住宅地价影响因素,并借助 ARCGIS9.3 中的 New closest facility 分析工具对影响因素进行量化,具体参数与量化标准见表 1。

表 1 影响因素的选择与量化

影响因素	参数表示	量化标准	参数预期符号
地块面积	AREA	各样本点宗地面积	+
容积率	FAR	样本点容积率	+
生活品市场	$D_{shp}$	距离大型生活品市场的最短距离	-
大学	$D_{col}$	距离二本以上大学的最短距离	-
地铁	$D_{metro}$	距离地铁站的最短距离(1、2 号线路)	-
中小学	$D_{sch}$	距离市示范中小学的最短距离	-
湖(江)域	$D_{lake}$	距离江、湖的最短距离	-
公园	$D_{park}$	距离公园的最短距离	-
医院	$D_{hosp}$	距离三级以上医院的最短距离	-
主干道	$D_{road}$	距离城市主干道的最短距离	-

设修正地价为  $y_i$ , 第  $i$  点的坐标为  $(u_i, v_i)$ , 则武汉市住宅地价影响因素的 GWR 模型如下:

$$y_i = \beta_0(u_i, v_i) + \sum_{j=1, k} \beta_1(u_i, v_i)x_{ij}(AREA) + \sum_{j=1, k} \beta_2(u_i, v_i)x_{ij}(FAR) + \sum_{j=1, k} \beta_3(u_i, v_i)x_{ij}(Dshp) + \sum_{j=1, k} \beta_4(u_i, v_i)x_{ij}(Dcol) + \sum_{j=1, k} \beta_5(u_i, v_i)x_{ij}(Dmetro) + \sum_{j=1, k} \beta_6(u_i, v_i)x_{ij}(Dsch) + \sum_{j=1, k} \beta_7(u_i, v_i)x_{ij}(Dlake) + \sum_{j=1, k} \beta_8(u_i, v_i)x_{ij}(Dpark) + \sum_{j=1, k} \beta_9(u_i, v_i)x_{ij}(Dhosp) + \sum_{j=1, k} \beta_{10}(u_i, v_i)x_{ij}(Droad) \quad (5)$$

式(5)中,  $\beta_k$  为第  $k$  个变量对应的参数,  $(u_i, v_i)$  指第  $i$  个地价样点的地理坐标, 而  $\beta_k(u_i, v_i)$  指连续函数  $\beta_k(u, v)$  在回归点  $i$  的值。

由于住宅地价样点在空间上非均匀分布, 故 GWR 模型的实现在 ARCGIS9.3 软件条件下以调整型空间核回归为基础, 经过计算当局部估计相邻点数为 38 时, CV 值最小, 此时  $R^2$  与校正  $R^2$  分别为 0.874 与 0.789, 模型拟合结果较好。

### 3. GWR 模型结果分析

GWR 模型运算结果见下表 2, 该表给出了 284 个样本点上各影响因素对住宅地价影响力的最小值 (Min)、上四分位值 ( $Q_1$ )、中位数 (Median)、下四分

位值 ( $Q_3$ )、最大值 (Max)、平均数 (Mean)、标准差 (S) 以及采用蒙特卡洛 (Monte Carlo) 进行显著性检验概率值  $p$ 。从各影响因素对住宅地价影响力的平均值来看, 各影响因素中容积率、地铁与主干道对住宅地价的表现影响力较大。容积率是城市政府控制城市空间密度的有效工具, 对住宅地价有显著影响, 边际作用力达到 59.02 元/ $m^2$ 。主干道与地铁反映了区位交通通达度, 对住宅地价的边际作用力分布为 0.52 元/ $m^2$  与 0.90 元/ $m^2$ , 反映出交通因素对城市住宅地价的巨大拉动作用。从显著性检验概率值  $P$  来看, 容积率、主干道、生活品市场、大学及中小学对住宅地价影响力的区位差异较大。

表 2 GWR 模型计算结果

因素	Min	$Q_1$	Median	$Q_3$	Max	Mean	S	P
AREA	-0.031	-0.004	0.001	0.003	0.009	0.001	0.006	0.489
FAR***	-431.9	-89.159	41.854	144.812	786.073	59.024	214.55	0.000
Dshp**	-4.869	-0.757	-0.053	0.637	2.612	-0.071	1.371	0.006
Dcol*	-2.203	-0.363	-0.008	0.646	6.743	0.218	1.286	0.019
Dmetro	-5.671	-0.947	-0.283	0.096	1.054	-0.516	0.965	0.189
Dsch*	-3.087	-0.082	-0.266	0.192	4.193	-0.203	1.242	0.026
Dlake	-2.575	-0.199	-0.090	0.185	4.949	-0.073	1.173	0.056
Dpark	-4.639	-0.485	0.065	0.293	2.797	-0.173	1.025	0.136
Dhosp	-1.363	-0.293	0.046	0.597	4.502	0.240	0.951	0.195
Droad***	-5.454	-1.978	-1.109	0.015	8.214	-0.904	3.081	0.003

注: \*\*\*, \*\*, \* 分别表示在 0.1%, 1%, 5% 水平上显著。

在 ARCGIS9.3 软件环境下生成各影响因素对武汉市住宅地价影响力的区位差异图, 逐一分析各影响因素:

(1) 规划控制力度的影响。表 2 显示, 容积率对住宅地价影响力的区位差异通过了 0.1% 上显著性水平的检验, GWR 模型测算的容积率在 284 个样本点上对住宅地价的贡献度在  $[-431.900, 786.073]$  之间, 跨度较大, 表明容积率因素对住宅地价的影响力度差异较大。图 4 中大部分区域容积率对住宅地价的影响呈正相关关系, 容积率越大, 地价越高, 与预期符号相符。但在武汉动物园区域与楚河汉街周边, 容积率的提高反而促使住宅楼面价降低, 主要原因在于武汉动物园与周边墨水湖区域形成了良好的自然景观, 人们对居住环境的偏好取代了容积率对土地的增值作用, 因此该区域应严格控制规划容

积率; 楚河汉街是 2011 年建成的兼具旅游、商业、商务、居住功能的世界级文化旅游项目, 区域规划对容积率的控制也是对该旅游项目的一种保护, 旅游项目促进楼面价的提升幅度大于容积率。

(2) 地块面积因素的影响。地块面积因素对住宅地价影响力的区位差异不显著, 回归系数中位数为正, 表示在大部分区域, 地块面积的增加有利于楼面价的提升。与吕萍、甄辉<sup>[12]</sup>研究的地块面积对北京市住宅地价有显著影响不同, 武汉市各样本点的地块面积对于住宅地价的回归系数的绝对值接近于 0, 地块面积因素对住宅地价的边际增值能力有限, 主要原因在于本文选取的研究区为武汉市三环线以内的主城区, 土地开发较为成熟, 城市相关配套设施也较为完善, 地块面积产生规的规模效应没有显现出来; 在吕萍等的研究中, 地块面积对住宅地价表现

出显著规模效应的区域主要在四环线以外<sup>[12]</sup>,这些区域配套设施相对不足,因此研究区域配套设施状况对研究结果产生了一定的影响。

(3)教育资源及公共服务设施因素的影响。由表 2,中小学对住宅地价影响力的区位差异通过了 0.05 显著性水平的检验,表明教育资源对住宅地价的影响力存在较大的区域差异。图 5 中大部分区域,距中小学距离与住宅地价呈负相关关系,离中小

学越近,住宅地价越高,因中小学实行就近入学政策,优越的教育资源对周边住宅地价有一定的带动作用。在中小学分布较为集中的江汉区,被认为是武汉市最好的中学-武汉外国语学校所在区域出现“岛”型空间热点区域,说明在该区域优质教育资源对于住宅地价影响力的区位差异较普通学校显著,体现了名校的聚集效应,而在普通学校区域之间,教育资源对于住宅地价的影响力并无明显的区位差异。

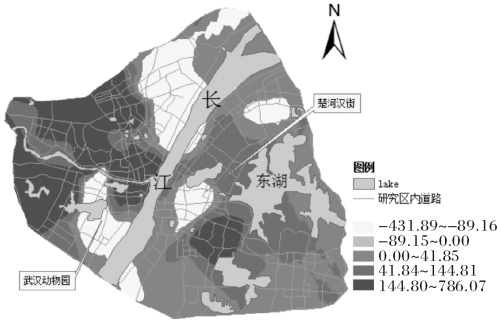


图 4 容积率对住宅地价影响力的区位差异图

武汉市高校主要集中在武昌区与洪山区,大学对周边住宅地价有显著影响,图 6 显示在大学影响范围内,距离大学越近,住宅地价越高,特别是在高校聚集的光谷步行街周边区域,距大学距离与住宅地价表现出明显的负向关系。高等院校一般具有较优良的人文环境,对周边商业发展与生活环境的改善都能起到积极的促进作用,是周边地产销售的一大卖点。

蒙特卡洛检验结果显示,医院对住宅地价影响表现不显著,武汉市大部分地区医院对周边住宅地价有负的影响,与张洁<sup>[19]</sup>分析医院对杭州市住宅地价有正向作用结果相反,可能的解释在于每个医院都有各自擅长的领域,武汉市居民较杭州市居民在选择就医时更加偏好于具有相应特长的医院,而不

图 5 中小学对住宅地价影响力的区位差异图是距离的远近。

(4)交通因素的影响。表 2 显示,主干道对住宅地价的影响力区位差异显著,且大部分范围内主干道对住宅地价产生正向作用,距离主干道越近,住宅地价越高。图 7 显示,城市的窗户-武昌火车站区域,距主干道每缩短 1 m,最高能促进地价边际增加 1.98 元/m<sup>2</sup>,表明主干道密集分布区与交通站点对住宅地价的提升影响显著。图 8 显示靠近地铁站对住宅地价有显著正向作用,在城市周边区域地铁因素对于住宅地价的影响力明显高于城市中心,原因在于地铁与主干道存在一定的互补作用,城市周边地区由于主干道分布密度较市中心底,因而对于快速通勤交通工具的需求强于市中心地区。

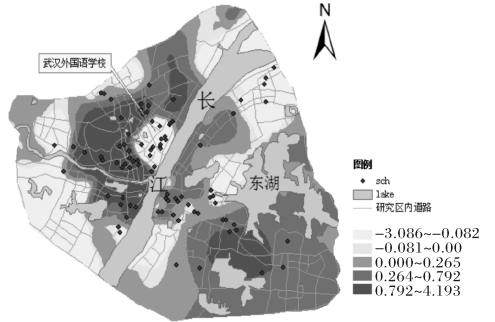


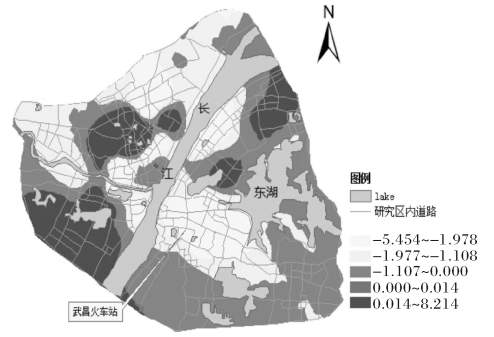
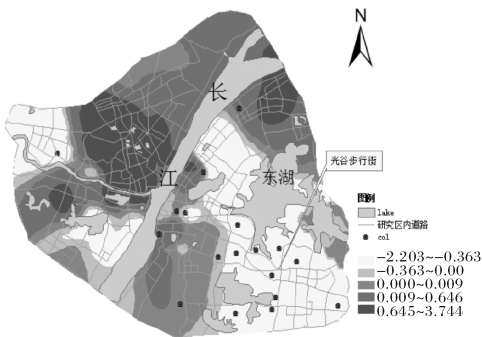
图 5 中小学对住宅地价影响力的区位差异图

图 6 大学对住宅地价影响力的区位差异图

(5)商业网点因素的影响。生活品市场对住宅地价影响力的区位差异有显著影响,系数的显著性

图 7 主干道对住宅地价影响力的区位差异图

检验 P 值为 0.006,回归系数中值、平均值均为负数,表明生活品市场对周边住宅地价提升有正的影





响。图 9 中在江汉路步行街商业圈,距生活品市场距离每缩短 1m,最高能促进地价边际增加 4.87 元/m<sup>2</sup>,以此区域为中心,边际增值作用逐渐减小。

(6)环境因素的影响。公园、江与湖周边都能够为人们提供优良的居住环境与休闲场所,在一定程度上存在相互替代的作用。比较图 10、图 11 可以发现,长江对住宅地价的影响力高于其他湖域,而公

园对住宅地价的影响力范围大于水域。在城市周边不临长江区域,公园对住宅地价的影响力较大,而在城市中心临长江区域,水域对住宅地价影响力较大。表明人们在公园与长江比较中偏好于长江。因此在长江区域可加强保护,多建相应的亲水景观与休闲场所,在其他区域可建休闲公园,不仅能够提高居住环境质量,还可以提升土地价值。

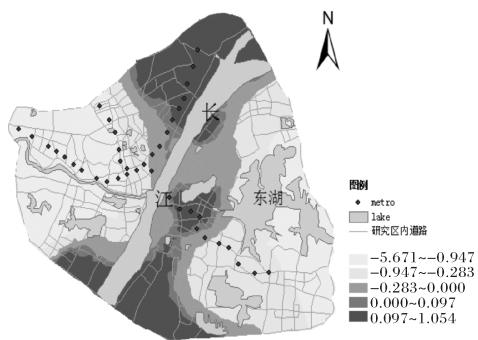


图 8 地铁对住宅地价影响力的区位差异图

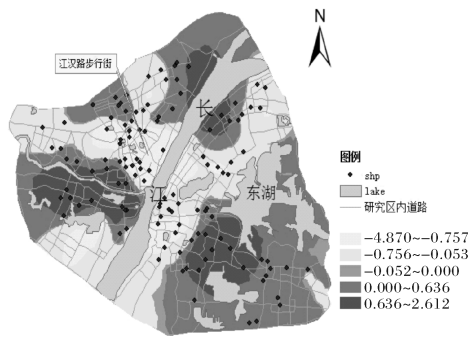


图 9 生活品市场对住宅地价影响力的区位差异图

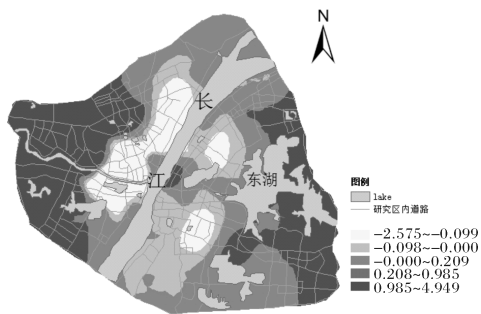


图 10 公园对住宅地价影响力的区位差异图

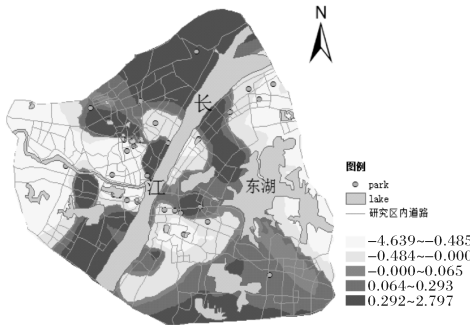


图 11 水域对住宅地价影响力的区位差异图

## 四、结论与讨论

本文通过对武汉市住宅地价进行 Kriging 插值显示,武汉市住宅地价呈明显的单中心空间结构,并随距市中心距离的增加,住宅地价逐级呈圈层式递减。基于 GWR 模型对武汉市住宅地价进行了空间计量分析,模型运行结果显示,武汉市三环线以内,主干道、地铁及容积率对住宅地价的影响力较大;容积率、生活品市场、主干道、大学及中小学对住宅地价影响力的区位差异显著,表现出人们对居住环境的舒适度、商服、教育资源及交通状况的偏好,其他因素对地价的影响力区位差异不显著,说明此类因素对住宅地价在空间上的影响力较为一致。相对于常规线性回归及特征价格模型而言,基于空间非稳定性假设的 GWR 模型不但可以提取显著影响住宅地价表现的因素,还可以描述各因素对住宅地价的

影响力的空间分异,更适合于从微观区位的角度为住宅空间规划和地价更新提供依据,也更为符合城市精明增长的规划理念。

本文在住宅地价影响因素的选取中,不可避免的带有一些主观因素,可能存在遗漏其他显著影响因素的情况,同时在因素量化过程中求取样本点地价到某一类影响因子最短距离,忽略了实际距离及周边同类其他因素的影响,需要下一步的探讨与改进。

## 参 考 文 献

[1] 张洪,金杰. 中国省会城市地价空间变化实证研究——以昆明市为例[J]. 中国土地科学,2007,21(1):24-30.  
 [2] 任辉,吴群. 基于 ESDA 的城市住宅地价时空分异研究[J]. 经济地理,2011,31(5):760-765.  
 [3] 温海珍,李旭宁,张凌. 城市景观对住宅价格的影响——以杭州

- 市为例[J]. 地理研究, 2012, 31(10): 1806-1814.
- [4] 孙玉环. 基于海量交易数据的房地产特征价格模型的构建[J]. 统计与决策, 2011(2): 9-13.
- [5] 林尚德. 以反应空间不稳定性为基础之土地估价模型建立[D]. 台南: 台湾成功大学公共管理学院, 2003.
- [6] FOTHERINGHAM A S, BRUNSDON C, CHARLTON M. Geographically weighted regression: The analysis of spatially varying relationships[M]. Hoboken: Wiley, 2003.
- [7] HUANG Y F. Analyzing regional industrialization in Jiangsu Province using geographically weighted regression [J]. Geographical systems, 2002(4): 233-249.
- [8] 覃文忠, 王建梅, 刘妙龙. 混合地理加权回归模型算法研究[J]. 武汉大学学报信息科学版, 2007, 32(2): 115-120.
- [9] 魏传华, 梅长林. 半参数空间变系数回归模型的两步估计方法及其数值模拟[J]. 数学的实践与认识, 2006, 10(3): 178-184.
- [10] 罗罡辉, 吴次芳, 郑娟尔. 宗地面积对住宅地价的影响[J]. 中国土地科学, 2007, 21(5): 66-69
- [11] 李志, 周生路. 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[J]. 中国土地科学, 2009, 23(10): 20-25
- [12] 吕萍, 甄辉. 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[J]. 经济地理, 2010, 30(3): 472-478.
- [13] 曹天邦, 黄克龙. 基于 GWR 的南京市住宅地价空间分异及演变[J]. 地理研究, 2013, 32(12): 2324-2333.
- [14] 刘湘南, 黄方, 王平, 等. GIS 空间分析原理与方法[M]. 北京: 科学出版社, 2005.
- [15] 孟 斌, 张景秋, 王劲峰, 等. 空间分析方法在房地产市场研究中的应用[J]. 地理研究 2005, 24(6): 956 - 964.
- [16] 玄海燕, 黎锁平, 刘树群. 地理加权回归模型及其拟合[J]. 甘肃科学学报, 2007(1): 51-52.
- [17] CLEVELLWLAND W S. Robust locally weighted regression and smoothing scatter plots[J]. Journal of the American Statistical Association, 1979, 74(3): 829-836.
- [18] 任君. 城市住宅地价微观影响因素及其空间规律研究[D]. 武汉: 华中农业大学公共管理学院, 2012.
- [19] 张洁. 基于 GWR 模型的城市住宅地价空间分异研究——以杭州市为例[D]. 杭州: 浙江大学公共管理学院, 2012.

## Influencing Factors of Residential Land Price in Wuhan Based on GWR Model

SHAN Yu-hong, NIE Jun-cheng

(College of Public Management, Huazhong Agricultural University, Wuhan, Hubei, 430070)

**Abstract** Based on literature review method, Kriging interpolation, GWR model and analysis on spatial variation characteristics of 2004-2011 residential land price in Wuhan city, this paper screens factors of residential land price and builds GWR model (geographically weighted regression) to explore the regional differences of residential land price influenced by each factor which will provide advice to urban planning and real estate development from the micro perspectives. The result shows that, first, the space of residential land price in Wuhan demonstrates single-centered structure on the whole, and shows a diminishing circle style with the increasing distance from the city center; second, the main road, metro and planning control (floor area ratio) have the big influence on residential land price; thirdly, planning control, main roads, supermarkets and educational resources have obvious spatial differentiation characteristics to residential land price. All the above factors on residential land price have great influence in different micro-locations and the obvious difference is statistically significant.

**Key words** residential land price; GWR model; volume rate; regional differences; Wuhan

(责任编辑: 陈万红)