基于空间分位数模型的住宅价格分异的影响因素研究 ——以武汉市为例

卢新海¹, 蔡大伟^{1*}, 曾 晨^{2,3}

(1. 华中师范大学公共管理学院, 武汉 430079; 2. 华中农业大学公共管理学院, 武汉 430070;
3. 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101)

摘 要:住宅价格的变化是关系我国城镇化建设和社会经济高质量发展的重要问题。为探索住宅价格分位点下的影响因素, 本文以我国中部国家中心城市——武汉市为例, 运用空间分位数模型进行定量分析, 同时将两阶段空间自回归模型结果作为对比揭示其优越性。研究表明: ① 空间分位数模型不仅能考虑住宅价格的空间自相关性, 而且还关注了住宅价格的条件分布特征, 更为全面地描述微观因素对不同价位住宅的作用效应。② 从分位点来看, 高住宅价格的空间自相关性强于低住宅价格的; 而且影响因素存在波动性和异质性, 相比较于两阶段空间自回归的均值结果, 空间分位数模型中各因素的影响程度随着分位点的变化出现上升或下降趋势, 对低价、高价等不同价位的住宅影响程度存在显著差异。③ 整体而言, 建筑年龄和医疗配套为负向影响因素, 容积率等建筑特征、区位特征和教育配套等邻里特征变量为正向影响因素。基于研究结果, 合理提高中低价位住宅区域的容积率和绿地率、加大低价住宅区的轨道交通和教育设施的投入力度等应当成为政府部门针对不同价位的住宅制定差异化政策措施的考虑方向。

关键词: 住宅价格; 分异; 空间分位数模型; 武汉市

住宅价格作为住宅市场正常运行的重要反馈信息来源, 是住房问题的核心, 更是房地产市场调控体系的重点内容^[1-2]。伴随着经济的快速发展、人口的聚集和流动, 城市建设用地不断向外扩张和蔓延, 城市空间不断在重塑, 住宅在城市内部呈现出一定的空间格局, 住宅价格产生了明显的空间分异特征^[3]。住宅价格空间分异既是居住空间结构化表征, 同时也是社会发展和国有建设用地市场化的双重作用结果, 使得住房问题变得尤为复杂^[4]。由此, 在当前经济新常态、市场转型和城市化快速推进的背景下, 准确把握和客观厘清住宅价格分异的空间

形态、变化规律和影响机制, 制定科学合理的调控措施, 充分发挥价格杠杆在房地产市场的调控作用, 成为政府部门和社会各界的核心议题、学术界的研究难点和热点。

长期以来, 研究学者围绕住宅价格分异开展了大量研究, 研究范式一般基于微观视角, 从城市内部展开深入研讨, 通常从住宅特征、地理区位和邻里设施 3 个层面去分析住宅价格的变化规律, 体现出住宅价格的空间分异和传导机制^[5]。随着大数据和空间统计方法的不断发展, 关于住宅价格影响因素的研究已经逐渐趋向于多层次、多维度的微观因

收稿日期: 2020-04-10; 修订日期: 2020-07-13。

基金项目: 国家自然科学基金项目(71673096, 41771563, 72042020); 中国博士后基金特别资助项目(2019T12013)。[Foundation: National Natural Science Foundation of China, No. 71673096, 41771563 and 72042020; China Postdoctoral Science Foundation, No. 2019T12013.]

第一作者简介: 卢新海(1965—), 男, 湖北洪湖人, 教授, 博士生导师, 主要从事土地资源管理与粮食安全研究。

E-mail: xinhailu@163.com

***通信作者简介:** 蔡大伟(1995—), 男, 广西北海人, 硕士生, 主要从事城市土地利用与管理研究。E-mail: davidcaicnu@163.com

引用格式: 卢新海, 蔡大伟, 曾晨. 基于空间分位数模型的住宅价格分异的影响因素研究: 以武汉市为例 [J]. 地理科学进展, 2021, 40(2): 283-292. [Lu Xinhai, Cai Dawei, Zeng Chen. Influencing factors of housing price differentiation based on the spatial quantile model: A case study of Wuhan City. Progress in Geography, 2021, 40(2): 283-292.] DOI: 10.18306/dlkxjz.2021.02.009

素,采用GIS技术综合自然、社会、经济等因子成为未来的发展方向。从目前学者取得的成果来看,主要基于特征价格模型的理念思想来测度微观因素的隐含价值,方法模型以多元线性回归^[6]、空间自回归^[7]、地理加权回归模型^[2]等为代表,具有易估计和应用广泛的特点。多元线性回归是最经典的均值回归模型,它由解释变量估计被解释变量的条件期望系数,从整体上描述微观因素对住宅价格的均值影响。空间自回归模型则在传统线性回归模型的基础上加入了空间滞后项,体现出住宅价格的空间关联性。这2种模型反映的是变量之间的均值关系,在住宅价格研究中的应用较为成熟,但也存在一定的局限性,如数据需要满足正态分布的假设,且无法捕捉住宅价格的尾部特征。当住宅价格处于偏态分布时,此类模型得到的研究结果是不稳健的^[8]。地理加权回归模型是一种改进的空间回归模型,通过在模型中引入地理坐标,可以估计得到不同地理位置的参数值,较好地揭示住宅价格的空间非均值性^[2]。地理加权回归模型虽然在一定程度上展示了住宅价格影响因素的空间格局,但尚无法准确解释不同价位住宅下影响因素是如何作用的。当由Koenker等^[9]首次提出分位数回归之后,住宅价格研究领域得到了进一步拓展,弥补了前述模型的局限性。该模型被应用到了城市间住宅价格差异和影响因素^[10]、城市内部的新建住宅价格^[8]和二手房价格^[11]研究中。在这些研究中,影响因素与住宅价格不再局限于均值间的关系,借助分位数的思想,可以探索影响因素对不同价位住宅的作用差异和变化。相较于均值回归和地理加权回归模型,分位数回归模型对数据的条件分布没有要求,无需满足正态分布的前提假设;并且还能描述出不同分位点住宅价格的差异,更准确地揭示分异的影响因素的异质性。

从上述总结可以发现,学术界关于住宅价格分异和影响因素的方法模型研究较为丰富,从均值回归模型、地理加权回归模型到分位数回归模型,并且测度不同价位住宅对影响因素的敏感程度成为了新的研究方向和热点,分位数回归模型的应用价值得到突显。然而,住宅价格在地理上存在较强的空间滞后性,分位数模型还无法体现此类空间自相关性。随着空间计量学科的发展,国外已有学者将分位数回归和空间计量模型相结合得到空间分位数模型^[12-13],使这一问题得到了解决。该模型既考

虑了空间自相关性,同时拥有分位数回归的优越性,如允许异方差的存在、待估系数不易受异常值的影响等^[14]。

事实上该模型已被应用到住宅价格的研究中^[12,14-15],但选取的因素多为住宅特征,对区位和邻里特征的因素关注过少。随着物质水平的日益提高,城市居民的生活方式不断发生改变,交通的便利性、良好的教育资源、生活配套和居住环境等成为购房者的偏好,这部分价值的体现还有待进一步探讨,微观因素对不同价位住宅的影响研究仍有提升空间。鉴于此,本文以武汉市为例,基于空间分位数模型,在住宅价格定量评定体系上完善前人的研究内容,试图揭示住宅价格的分位点空间格局,并科学测度住宅、区位和邻里因素对不同分位点住宅价格的空间影响,以期房地产市场调控和城市规划提供依据和参考,同时也为引起更多学者关注空间分位数模型在住宅价格研究当中的应用价值。

1 研究区域和方法

1.1 研究区概况

武汉是湖北省省会,地处中国腹地中心,是我国内陆地区重要的水陆空交通枢纽,在长江经济带、长江中游城市群、武汉“1+8”城市圈中发挥着重要的辐射带动作用。自2004年“中部崛起”国家战略提出以来,武汉市社会经济发展水平不断提高,2004—2018年GDP增长率高达134.92%,在中部地区处于领先地位,成为重要的经济增长极。作为新冠肺炎疫情最严重地区,武汉市的房地产市场受到一定程度的波动和冲击影响,短期内存在购房需求和能力疲软现象,中心城区受到的影响比远城区的更为明显。但从长远来看,核心的地理位置、中部的战略地位、大量的流动人口和雄厚的经济实力决定武汉市的住宅市场在供需关系下依然会保持良好的发展态势,住宅资产属性不断保值增值。作为新一线城市,武汉已经形成城市环状发展结构,各环带承担着不同的社会经济作用。在城市发展边界扩张约束的背景、城市更新和旧城改造的政策引导下,武汉市三环以内成为城市的中心城区,也是房地产市场活跃区和住宅价格敏感区。基于此,本文以武汉市三环以内作为研究区进行分析研究(图1)。

图1 研究区域
Fig.1 The study area

1.2 指标体系构建

1.2.1 特征价格模型

现有住宅价格研究中,特征价格模型作为最经典的模型已被广泛应用于指标体系的构建。该模型起源于消费者理论^[16]和隐形市场理论^[17],认为一种商品具有多重的属性和特征,消费者的偏好决定了该商品特征的效用,而商品的价格就是这些特征产生的隐含价格总和。住宅作为房地产市场的商品,具有众多不同的属性特征。其中,区位和邻里特征越来越受到购房者的喜爱,继而不断影响着住宅价格。鉴于此,本文选择典型的特征价格模型来构建住宅价格的指标体系。建筑特征指住宅本身的属性特征,选择建筑年龄、容积率和绿地率予以表征^[9];区位特征主要指住宅的地理位置,根据区位理论,选择交通区位和环线区位予以表征^[18];邻里特征指的是住宅周边与居民生活相关的配套设施,选择教育、生活、环境、医疗和金融设施予以表征^[19]。武汉市水体众多,依傍长江、湖泊建造了众多公园,为避免指标的重复性,本文用“小区距最近公园的距离”对环境设施进行量化,故未考虑水体指标。具体特征变量和量化方式见表1。

1.2.2 数据来源与预处理

住宅价格来源于安居客网(<https://anjuke.com/>) 在2020年1月公布的二手房小区平均单价,成交时间为2019年11月至2020年1月中旬,该网站是国内最大的房地产经济信息服务平台,具有覆盖区域广、住宅信息翔实等特点。经过剔除异常和过滤重复信息等数据清洗工作,并对住宅小区坐标进行核对和矫正,最终得到2030个有效样本,住宅类型为公寓住宅(不含别墅等)。住宅特征数据同样来源于安居客网,与住宅小区对应;区位特征和邻里特征

表1 住宅特征价格模型的指标体系

Tab.1 Variables of the housing price model

特征类型	变量名称	量化方式
建筑特征	建筑年龄	距小区建成年份
	容积率	小区的建筑总面积/小区宗地面积
	绿地率	小区绿化面积/小区宗地面积
区位特征	交通区位	小区距最近地铁站的距离
	环线区位	小区所处环线位置(一环内:3分;一环外二环内:2分;二环外三环内:1分)
邻里特征	教育配套	小区附近1 km内有无幼儿园、小学、中学、大学,每项设为1分,共4分
	生活配套	小区附近1 km内有无商场、超市、菜市,每项设为1分,共3分
	环境设施	小区距最近公园的距离
	医疗设施	小区距最近医院(不含诊所、卫生院的距离)
	金融设施	小区距最近银行(不含ATM机)的距离

数据来源于高德开放平台(<https://lbs.amap.com/>),通过Python代码抓取并进行坐标转换,最后将以上数据整合得到住宅特征价格地理信息数据库。武汉新冠肺炎疫情爆发时间为2020年1月下旬,发生在本文获取时间之后;且国家统计局数据显示,2020年1月武汉市的二手住宅销售价格指数基本保持稳定,没有出现明显波动现象,故本文的研究内容不包含疫情对住宅价格的影响。

1.3 空间分位数回归模型

空间分位数回归模型是在空间计量经济学的基础上融入分位数回归的思想,因此本节首先回顾分位点、分位数回归,再阐述空间分位数模型的构造及其估计方法。根据分位点的思想,可将本文研究对象划分为不同价位层次的住宅,如高价格、中等价格和低价格。在此基础上,包含分位点的住宅价格研究模型就能准确估计出微观因素是如何影响不同价位的住宅,包括影响方向和程度的变化,从而有效解决传统计量模型只能解释各因素对住宅价格条件期望影响的不完整描述。

1.3.1 分位点、分位数回归

对于一个连续变量 Y ,它的分布函数定义为 $F(y)=P(Y\leq y)$,则变量 Y 的第 τ 分位点的分位数函数表示为:

$$Q(\tau)=\inf\{y:F(y)\geq\tau\}$$
 (1)

分位数回归模型自提出以来就受到学术界的重视,理论和方法不断得到发展,已被广泛应用于经济学、生态学、医学等领域^[20]。该模型可以得到不同分位点的估计结果,有助于分析微观因素对不同价位住宅的影响。若按照分位数的高低将住宅

价格进行分组得到不同价位的样本,对每个样本进行分组回归,这种截断回归方法会造成样本损失和选择偏误的问题,参数估计是有偏的^[21-22]。分位数回归是条件回归,以不损失样本为前提,在回归过程中使用的是全部样本,估计解释变量 x 对整个条件分布 $y|x$ 的影响,避免了上述问题。另外,OLS 回归属于均值回归,其结果只能描述解释变量对被解释变量的均值影响,不能捕捉到被解释变量的分布特征;并且当数据存在尖峰、偏峰或者异方差的情况时,OLS 的估计就是有偏的。而分位数回归模型却有效解决了这些问题,并且能够捕捉数据的尾部特征(如左偏和右偏),全面地刻画出被解释变量的分布特点,估计结果比 OLS 更加稳健。分位数回归的基本模型^[9]如下:

$$y = \beta_{\tau} x + \varepsilon \quad (2)$$

式中: β_{τ} 为待估系数; ε 为随机扰动项。

1.3.2 空间分位数回归模型及其估计方法

根据地理学第一定律,住宅价格具有较强的空间依赖性,邻近地区的住宅价格会对本地区的住宅价格造成影响,产生空间滞后效应,但分位数回归模型尚未考虑此空间自相关性。空间分位数模型在分位数模型的基础上,纳入空间滞后项,该模型最早由 Zietz^[12]提出,目前主要应用于住宅价格^[12,14-15]和土地价格^[13]研究当中,此外,还有环境科学^[23]和医疗卫生^[24]领域。鉴于此,本文结合研究内容,构建的空间分位数回归模型^[12]如下:

$$\ln y = \rho_{\tau} W \ln y + \beta_{\tau} x_i + \beta_{\tau} \ln x_j + \varepsilon \quad (3)$$

式中: y 表示住宅价格; τ 表示分位点; x_i 表示比例型特征变量(包括容积率、绿地率、环线区位、教育和生活配套), x_j 表示非比例型特征变量(包括建筑年龄、交通区位、环境、医疗和金融设施); W 为反距离空间权重,参考文献[14]并结合本文研究对象的实际情况,将阈值设为 1 km,并进行标准化处理; ρ_{τ} 、 β_{τ} 和 β_{τ} 为待估系数; ε 为随机扰动项。

当引入空间滞后项后,模型就会有内生性问题。为处理分位数模型的内生性,Kimr 等^[25]和 Chernozhukov 等^[26]分别提出了两阶段分位数回归(2SQR)以及工具变量分位数回归(IVQR)2 种解决方法。2SQR 方法只需要对每个分位点进行 2 次连续回归,具有更高的估计效率;而 IVQR 方法需要一个必要的中间步骤,分离的估计过程使得模型估计效率较低^[14]。鉴于此,本文选择 2SQR 方法对模型进行估计。同时,为更好地凸显空间分位数模型的优越性和异质性,选择空间自回归的估计结果进行对比,估计方法同样选择 2SQR 方法。

2 住宅价格的空间分异特征

2.1 空间分位点格局

根据式(1),计算 1~9 分位点的住宅价格;依据分位点划分住宅价格区间,得到住宅价格分位点的空间分布图(图 2)。每个区间所包含的住宅小区数

图2 住宅价格分位点的空间分布

Fig.2 Spatial distribution of housing price quantile

量为203个,0.1分位点表示武汉市有10%的小区的住宅价格低于14540元/m²;0.5分位点(即中位数)住宅价格为18838元/m²;0.8分位点则表示大多数小区(80%)的住宅价格低于22770元/m²。

整体来看,住宅价格呈现出3个明显的特征。其一,“沿江环湖”特征。长江和汉江将中心城区分成三镇:武昌、汉阳和汉口,住宅依傍长江和汉江呈现明显的沿江分布特点;另外住宅还具有环湖分布特征,长江以东的环大湖分布,长江以西的环小湖分布。其二,“圈层递减”特征。住宅价格高值区主要分布在一环内、一环和二环中间地带,中值区主要分布于二环附近,而低值区则分布在二环外三环内。其三,“条带延伸”特征。长江以西有2条住宅价格低值条带区,一条位于汉阳区二环附近,平行于汉江分布;另一条则出现在江汉区二环附近,延伸至三环与汉江的交汇处。长江以东出现一条明显的住宅价格中高值条带区,从武汉长江大桥、中南路和街道口延伸至光谷广场,这些地方多为城市副中心区域。

2.2 空间关联特征

本文选择探索性空间分析(ESDA)中的全局和局部的空间自相关探讨武汉市住宅价格的空间关联特征^[27-28]。①全局空间关联特征。全局Moran's I估计值为0.3714,通过1%的显著性水平检验,表明武汉市住宅价格存在显著的、正向的空间自相关性,住宅价格较高的小区愈趋近于较高的小区,住宅价格较低的小区则愈趋近于较低的小区。②局部空间关联特征。依据局部Moran's I估计值并借助LISA图将武汉市住宅价格划分为“高一高集聚”“高一低集聚”“低一高集聚”“低一低集聚”和“不显著”4种局部空间

关联类型(图3)。“高一高集聚”主要分布在一环西北角(江岸区)和东南角(武昌区),此外,还有江汉区和硚口区,这些区域在活跃的商务活动和完善的基础设施等因素的综合作用下,住宅价格不断提高,对周边小区产生明显的正向推动作用;值得注意的是二环外的武汉大学附近和光谷广场也出现了“高一高集聚”现象,说明教育配套和大型商场会对周边小区产生高价集聚效应。“低一低集聚”主要存在于二环附近和二环外三环内,明显的特征是“低一低集聚”也呈现出了“条带分布”特征,与分位点空间分布中的低值条带区域相吻合。进一步说明了住宅价格的空间正相关性,区域自身价格越低,邻域的价格水平也越低。“高一低集聚”和“低一高集聚”的空间关联特征不明显,零星地分布于二环内。

3 基于空间分位数模型的影响因素分析

两阶段空间自回归模型(2SLS)和空间分位数回归模型(SQR)的估计结果见表2。进一步地,为更好地展现住宅价格的分位点条件分布情况,揭示在不同价位的住宅下影响因素的变化趋势,本文估计了从0.06至0.94共45个分位点(间隔为0.02)的模型结果(图4),分位点越大,住宅价位就越高。2SLS的空间滞后项系数为0.712,SQR的空间滞后项系数随着分位点的变化而呈现出“下降—上升”的形态,并且均通过了1%的显著性水平检验,进一步说明了住宅价格存在着显著的、正向的空间自相关性,而且不同分位点的住宅价格的空间滞后性存在差异,高住宅价格的空间自相关性比低价格的空间自相关性要强。

3.1 住宅特征因素

整体来看,建筑年龄对住宅价格的影响是负向,容积率和绿地率是正向。距住宅小区建造年份越近,价格就越高;容积率和绿地率是居住空间和生态空间的表征,居住空间越大、生态环境越好,住宅价格就会增长,起着正向的影响作用。从分位点来看:

(1)建筑年龄的估计系数从-0.112到-0.151再到-0.144,表明其对住宅价格的影响效果呈现出先上升后缓慢下降的特点。就实际而言,中高价格的小区比低价格的小区更容易受到建筑年龄的影响。可能的原因是低价格小区一般分布于二环外

图3 住宅价格局部空间自相关

Fig.3 Local spatial autocorrelation of housing price

表2 空间分位数回归模型的估计结果

Tab.2 Estimation results of spatial quantile regression model

变量	2SLS	SQR								
		0.1分位点	0.2分位点	0.3分位点	0.4分位点	0.5分位点	0.6分位点	0.7分位点	0.8分位点	0.9分位点
ln 建筑年龄	-0.138*** (0.007)	-0.112*** (0.011)	-0.122*** (0.011)	-0.124*** (0.010)	-0.135*** (0.008)	-0.147*** (0.009)	-0.148*** (0.011)	-0.150*** (0.012)	-0.151*** (1.186)	-0.144*** (0.018)
容积率	0.012*** (0.003)	0.005 (0.003)	0.006 (0.006)	0.009* (0.005)	0.013** (0.005)	0.012*** (0.004)	0.015*** (0.005)	0.017** (0.007)	0.013* (0.015)	0.018* (0.010)
绿地率	0.425*** (0.072)	0.485*** (0.153)	0.365*** (0.123)	0.320*** (0.105)	0.310*** (0.065)	0.341*** (0.067)	0.411*** (0.107)	0.411*** (0.126)	0.374*** (0.008)	0.348* (0.193)
ln 交通区位	-0.013* (0.007)	-0.005 (0.009)	-0.005 (0.009)	-0.008 (0.011)	-0.015** (0.007)	-0.020*** (0.007)	-0.020*** (0.008)	-0.024** (0.011)	-0.016 (0.110)	-0.020 (0.016)
环线区位	0.050*** (0.010)	0.041*** (0.014)	0.061*** (0.014)	0.051*** (0.012)	0.047*** (0.010)	0.045*** (0.010)	0.038** (0.015)	0.033** (0.015)	0.039** (0.018)	0.068*** (0.023)
教育配套	0.020*** (0.007)	0.028** (0.011)	0.018* (0.010)	0.019** (0.007)	0.022*** (0.006)	0.017* (0.010)	0.007 (0.010)	0.019* (0.010)	0.020** (0.010)	0.034** (0.015)
生活配套	0.019* (0.011)	0.027 (0.017)	0.055*** (0.018)	0.040*** (0.014)	0.028** (0.012)	0.015 (0.014)	0.010 (0.019)	-0.006 (0.020)	0.001 (0.020)	-0.004 (0.026)
ln 环境设施	-0.032*** (0.009)	-0.032** (0.014)	-0.026* (0.015)	-0.038*** (0.009)	-0.037*** (0.007)	-0.038*** (0.008)	-0.034*** (0.009)	-0.027*** (0.010)	-0.028*** (0.011)	-0.039** (0.017)
ln 医疗设施	0.014** (0.006)	0.011 (0.008)	0.015** (0.008)	0.022*** (0.006)	0.021*** (0.006)	0.014* (0.007)	0.010 (0.008)	0.011 (0.008)	0.012 (0.012)	0.019 (0.015)
ln 金融设施	-0.017*** (0.005)	0.001 (0.009)	-0.014* (0.008)	-0.013* (0.007)	-0.014** (0.005)	-0.011* (0.006)	-0.015* (0.008)	-0.022** (0.009)	-0.030*** (0.011)	-0.024* (0.012)
常数项	3.145*** (0.785)	3.400*** (1.255)	4.892*** (1.314)	4.699*** (0.963)	4.347*** (0.905)	3.538*** (1.033)	2.600* (1.423)	2.574* (1.364)	1.975* (1.186)	3.826*** (1.323)
ρ	0.712*** (0.079)	0.648*** (0.124)	0.501*** (0.128)	0.537*** (0.097)	0.586*** (0.092)	0.684*** (0.106)	0.786*** (0.146)	0.795*** (0.141)	0.858*** (0.120)	0.669*** (0.129)

注: *、**、***表示系数分别通过了0.1、0.05和0.01的显著性检验;括号内为通过100次bootstrap抽样得到的标准误。

三环内,远离市中心,导致住宅年龄对价格的影响效果没有市中心的小区强。

(2) 一般而言,容积率代表居住拥挤程度,低密度住宅的居住舒适度比高密度的高层住宅要高,在理论预期上容积率与住宅价格呈负相关关系。但模型结果显示,容积率对住宅价格的影响方向为正向,并且这种增值作用效果随着分位点的升高而不断加强。合理的解释是,随着城市精明增长的推进和土地利用效率的提高,城市空间由低层向高层方向发展,建成年份越新的住宅,层数和容积率越高,总体档次要高于低层旧住宅。在同一区位条件下,新住宅的价格一般要高于旧住宅。另外,在0.3~0.5分位点处的系数值与2SLS的均值系数值相当,表明容积率对中低价格的住宅小区和对整体小区的影响效果是一致的。

(3) 随着住宅价格分位点的升高,绿地率的正向影响作用呈现U型特点,有效揭示了SQR可以捕

捉到住宅价格的分布特征。高值区的系数值存在平缓的波动现象,且高价格小区受绿化空间的影响比中等价格小区的要大,但大都低于均值水平。可能的解释是高价小区的住户一般为高收入家庭,对生活品质和绿化环境要求较高,小区的绿化空间越大,越受到这些住户的青睐;中等收入的家庭虽然也有居住环境的需求,但绿化空间的影响作用却没有高收入家庭大。

3.2 区位特征因素

整体来看,交通区位和环线区位都能促进住宅价格的提升,距最近地铁站的距离越小,住宅价格越高。随着武汉市轨道交通建设的推进和规划线路的增加,地铁逐渐成为居民出行主要的公共交通方式,地铁的可达性对住宅的增值效应也在不断攀升。另外,越处于市中心环线,价格也会越高,这与住宅价格的分位点空间分布特征一致。从分位点来看:

(1) 交通区位只对中高价格的小区有显著正向

图4 各分位点的空间分位数回归估计值

Fig.4 Spatial quantile regression estimates by quantile

影响,系数绝对值最高可达0.024,并高于均值水平0.013,但对低价和高价的住宅没有显著影响。合理的解释是低价的住宅小区大多分布于二环外三环内,这一环带的地铁线路没有中心城区的多,生活在这些区域的居民的主要交通方式还是公交车和客车,导致地铁站对这部分住宅价格没有产生显著的影响。当住宅价格处于高分位点时,意味着高收入家庭小区的私家车拥有量会增多,他们的出行方式不再局限于轨道交通,私家车出行更为便捷和舒适,导致地铁同样没有产生显著影响。

(2) 环线区位基本上对所有分位点的住宅小区有显著的正向影响作用。环线区位对中低价小区的影响值与2SLS的均值系数值持平,影响程度在0.05左右,但对中高价小区的影响程度却低于均值系数值。合理的解释是这部分中高价小区分布于二环线

附近,导致环线区位的影响程度不高。另外,SQR模型结果还捕捉到了高住宅价格这一尾部特征,这部分住宅受到环线区位的影响效果高于均值水平。

3.3 邻里特征因素

整体来看,教育配套、生活配套、环境设施和金融设施对住宅价格产生显著的正向影响效果,医疗设施的影响方向为负向。近年来,学校和公园作为公共服务资源和公共物品资源的代表,对住宅价格的推动作用越来越明显,人们对学区房的争相追逐成为最好的验证。公园兼有净化环境和娱乐休憩功能,对周边住宅价格产生正向影响。生活配套和金融设施作为居民日常生活不可或缺的场所和地点,也在不断推动周边住宅价格的上涨。而医院作为病患、药品、医疗器械等的集中场所,有害病菌密度高于其他区域,居民出于自身健康的考虑,在购

房意愿上往往选择远离医院的住宅,导致医院周边的住宅价格要低于远离医院的。从分位点来看:

(1) 教育配套对中高值小区的影响效果低于均值水平0.02,并且在高分点处呈现上升态势,最高可达到0.034。可能的解释是中高值小区附近大学较多,这些大学一般设立了附属小学、中学等,导致教育资源对这部分住宅小区的影响效果没有中低值小区的高。另外,高分位点的上升趋势可能是优质学区房带来的增值效应。

(2) 生活配套只对中低住宅价格产生显著的正向影响作用,系数值从0.055到0.028变化。可能的原因是中低价小区远离市中心,对购物等日常活动场所需求较高;而中高价小区周边的生活设施较为完善,使得商场、超市、菜市等不再成为购房的考虑因素,导致生活配套的影响作用不明显。

(3) 环境配套对各分位点住宅价格的影响程度与均值影响值0.032基本相当,只在极低和极高分位点处出现极化特点。合理的解释是,随着物质水平和生活质量的提高,居民开始追逐绿色、健康的生活,公园特有的景观和休憩功能满足了各收入阶层的需求,导致对大部分价位的住宅小区的影响效果体现不出明显的差异性。

(4) 医疗设施的影响效果和生活配套类似,只对中低住宅价格产生显著的影响作用,影响程度在0.014和0.022间变化。可能的解释是中高价小区地处市中心,医院分布较为均匀,在其他因素(如环线区位、教育配套等)的主导作用下,医院对周边住宅价格没有产生显著的影响。

(5) 金融设施只对低价小区的影响作用不明显,而且对高价小区的影响程度要高于均值水平-0.017。这可能与家庭收入水平有关,低收入家庭对金融需求不高,没有显著效果;而高收入家庭对理财、贷款等需求较高,金融服务网点对高价小区的影响作用更为强烈。

4 结论与讨论

空间分位数回归模型在考虑空间自相关性的基础上,根据住宅价格的条件分布估计得到不同分位点的影响系数。相比较均值回归模型,此模型突出了不同价位住宅对影响因素的敏感程度,可更全面地揭示各因素对住宅价格分异影响的差异化特征。本文以武汉市为例,应用此模型来探讨住宅、区位和邻里特征因素对住宅价格分异的影响效应,

主要结论如下:

(1) 高住宅价格要强于低住宅价格的空间自相关性,与均值模型结果相比,各因素的影响作用随着住宅价格分位点的变化呈现明显的上升或下降的波动趋势。

(2) 武汉市住宅价格不仅存在“沿江环湖”、“圈层递减”和“条带分布”的空间分位点格局,而且还具有正的空间自相关性,“高一高”和“低一低”空间集聚特征较为明显。

(3) 整体来看,建筑年龄和医疗配套设施对住宅价格的影响为负向,容积率、交通区位和其他邻里特征因素的作用为正向,便捷舒适和绿色健康的生活成为城市居民的偏好。

(4) 各因素对住宅价格分异的影响存在程度上的异质性。建筑年龄、容积率、教育配套和金融设施对高价住宅的影响效果强于均值效应,但对低价住宅的影响低于均值水平;区位特征因素中,交通区位只对中高价格的住宅产生显著影响,环线区位对所有价位住宅均存在显著影响;邻里特征中生活配套和医疗配套只影响中低价的住宅,并且高于均值影响系数。

通过对武汉市住宅价格分异的影响因素研究,本文提出如下建议:①重视各因素对不同等级价格小区的影响异质性,针对不同价位的住宅采取差别化的调控措施,如在出让住宅用地时,对于三环附近的中低价位住宅小区,可以适当提高容积率和绿地率,一方面有利于建设紧凑型城市,同时增加住房供给,降低楼面地价,另一方面有效提升中低价位购房者的居住环境;②针对地铁可提高出行效率而对低价住宅无显著影响的问题,城市轨道交通规划逐渐由市中心向三环延伸,以减少这些区域的交通时间成本,实现城市交通公平;③平衡内环与外环之间的教育资源,加大低价住宅区附近教育设施的投入,缓解低收入群体承担学区房的压力。

需要指出的是,本文在指标体系上选取的均为微观影响因素,而社会发展过程中一些突发的、不确定的因素会冲击房地产市场,使住宅价格发生波动,如新冠肺炎疫情。已有研究关注了金融危机重大事件对住宅价格的影响^[29],新冠肺炎疫情作为一项重大公共卫生突发事件,是否会使住宅价格产生更加明显的分异现象,以及对不同价位住宅影响的规律如何,未来需要综合运用地理学和经济学等方法对这些问题展开深入探讨,从而不断完善住宅价格的研究内容和体系。

参考文献(References)

- [1] 张绍良, 李晶晶, 公云龙. 基于特征价格模型的城市住宅价格影响因素研究 [J]. 地域研究与开发, 2013, 32(4): 80-83. [Zhang Shaoliang, Li Jingjing, Gong Yunlong. Study on the influencing factors of urban house price based on hedonic price model. Areal Research and Development, 2013, 32(4): 80-83.]
- [2] 尹上岗, 宋伟轩, 马志飞, 等. 南京市住宅价格时空分异格局及其影响因素分析: 基于地理加权回归模型的实证研究 [J]. 人文地理, 2018, 33(3): 68-77. [Yin Shanggang, Song Weixuan, Ma Zhifei, et al. Spatial differentiation and influencing factors analysis of housing prices in Nanjing: Based on geographically weighted regression model. Human Geography, 2018, 33(3): 68-77.]
- [3] 崔娜娜, 古恒宇, 沈体雁. 北京市住房价格和租金的空间分异与相互关系 [J]. 地理研究, 2019, 38(6): 1420-1434. [Cui Nana, Gu Hengyu, Shen Tiyan. The spatial differentiation and relationship between housing price and rents: Evidence from Beijing in China. Geographical Research, 2019, 38(6): 1420-1434.]
- [4] 宋伟轩, 毛宁, 陈培阳, 等. 基于住宅价格视角的居住分异耦合机制与时空特征: 以南京为例 [J]. 地理学报, 2017, 72(4): 589-602. [Song Weixuan, Mao Ning, Chen Peiyang, et al. Coupling mechanism and spatial-temporal pattern of residential differentiation from the perspective of housing prices: A case study of Nanjing. Acta Geographica Sinica, 2017, 72(4): 589-602.]
- [5] 王福良, 冯长春, 甘霖. 轨道交通对沿线住宅价格影响的分市场研究: 以深圳市龙岗线为例 [J]. 地理科学进展, 2014, 33(6): 765-772. [Wang Fuliang, Feng Changchun, Gan Lin. Impact of rail transit on the residential property prices of submarkets: A case of the Longgang Line of Shenzhen. Progress in Geography, 2014, 33(6): 765-772.]
- [6] 宋伟轩, 马雨竹, 陈艳如. 南京城区住宅租售价格时空分异与影响因素 [J]. 地理科学进展, 2018, 37(9): 1268-1276. [Song Weixuan, Ma Yuzhu, Chen Yanru. Spatiotemporal differentiation and influencing factors of housing selling and rental prices: A case study of Nanjing City. Progress in Geography, 2018, 37(9): 1268-1276.]
- [7] 王健, 景霖霖, 彭山桂, 等. 基于空间计量模型的商品住宅开发商定价互动影响及其空间分异研究: 以济南市为例 [J]. 中国土地科学, 2019, 33(1): 24-31. [Wang Jian, Jing Linlin, Peng Shangui, et al. Study on the interactive effect and spatial differentiation of commodity housing pricing based on spatial econometric models: A case study of Jinan City. China Land Science, 2019, 33(1): 24-31.]
- [8] Zhang L, Yi Y M. What contributes to the rising house prices in Beijing? A decomposition approach [J]. Journal of Housing Economics, 2018, 41: 72-84.
- [9] Koenker R, Bassett G. Regression quantiles [J]. Econometrica, 1978, 46(1): 33-50.
- [10] 吴晓隽, 裘佳璐. Airbnb 房源价格影响因素研究: 基于中国 36 个城市的数据 [J]. 旅游学刊, 2019, 34(4): 13-28. [Wu Xiaojun, Qiu Jialu. A study of Airbnb listing price determinants: Based on data from 36 cities in China. Tourism Tribune, 2019, 34(4): 13-28.]
- [11] 程亚鹏. 城市住房子市场价格差异的分位数分解方法与实证 [J]. 中国管理科学, 2017, 25(6): 39-49. [Cheng Yapeng. Quantile decomposition method and empirical analysis of price difference between urban housing submarket. Chinese Journal of Management Science, 2017, 25(6): 39-49.]
- [12] Zietz J, Zietz E N, Sirmans G S. Determinants of house prices: A quantile regression approach [J]. Journal of Real Estate Finance and Economics, 2008, 37: 317-333.
- [13] Kostov P. A spatial quantile regression hedonic model of agricultural land prices [J]. Spatial Economic Analysis, 2009, 4(1): 53-72.
- [14] Liao W C, Wang X Z. Hedonic house prices and spatial quantile regression [J]. Journal of Housing Economics, 2012, 21: 16-27.
- [15] Mathur S. Impact of an urban growth boundary across the entire house price spectrum: The two-stage quantile spatial regression approach [J]. Land Use Policy, 2019, 80: 88-94.
- [16] Lancaster K J. A new approach to consumer theory [J]. Journal of Political Economy, 1996, 74: 132-157.
- [17] Rosen S. Hedonic prices and implicit markets: Product differentiation in pure competition [J]. Journal of Political Economy, 1974, 82(1): 34-55.
- [18] 黄静, 崔光灿, 王净净. 大型主题乐园对周边住宅价格的影响分析: 以上海迪士尼为例 [J]. 城市发展研究, 2018, 25(5): 37-43. [Huang Jing, Cui Guangcan, Wang Zhengzheng. Study on the impact of large theme resort on the surrounding housing price: Take Shanghai Disney as an example. Urban Development Studies, 2018, 25(5): 37-43.]
- [19] 毛德华, 吴亚菱, 袁周炎妍, 等. 长沙市生态景观对住宅价格的影响分析 [J]. 经济地理, 2018, 38(8): 76-82. [Mao Dehua, Wu Yaling, Yuan Zhouyanyan, et al. Impact analysis of ecological landscape on housing price in Changsha City. Economic Geography, 2018, 38(8): 76-82.]
- [20] 陈建宝, 丁军军. 分位数回归技术综述 [J]. 统计与信息论坛, 2008(3): 89-96. [Chen Jianbao, Ding Junjun. A review of technologies on quantile regression. Statistics & Information Forum, 2008(3): 89-96.]
- [21] Heckman J J. Sample selection bias as a specification error [J]. Econometrica, 1979, 47(1): 153-161.
- [22] Stephen M, Lennon C, Winky H. Quantile regression esti-

- mates of Hong Kong real estate prices [J]. *Urban Studies*, 2010, 47(11): 2461-2472.
- [23] Han X D, Fang W, Li H J, et al. Heterogeneity of influential factors across the entire air quality spectrum in Chinese cities: A spatial quantile regression analysis [J]. *Environmental Pollution*, 2020, 262, 114259. doi: 10.1016/j.envpol.2020.114259.
- [24] Zeren F, Özcan B, Menteşe E Y. Health care convergence analysis in Turkey on the province level: Spatial quantile method [J]. *Procedia Economics and Finance*, 2016, 38: 90-97.
- [25] Kim T H, Muller C. Two-stage quantile regression when the first stage is based on quantile regression [J]. *The Econometrics Journal*, 2004, 7(1): 218-231.
- [26] Chernozhukov V, Hansen C. Instrumental quantile regression inference for structural and treatment effect models [J]. *Journal of Econometrics*, 2006, 132(2): 491-525.
- [27] 王芳, 高晓路, 颜秉秋. 基于住宅价格的北京城市空间结构研究 [J]. *地理科学进展*, 2014, 33(10): 1322-1331. [Wang Fang, Gao Xiaolu, Yan Bingqiu. Research on urban spatial structure in Beijing based on housing prices. *Progress in Geography*, 2014, 33(10): 1322-1331.]
- [28] 王洪强, 李小雪, 张英婕. 上海市住宅租金价格空间分异格局及其影响因素分析 [J]. *管理现代化*, 2019, 39(5): 95-100. [Wang Hongqiang, Li Xiaoxue, Zhang Yingjie. Analysis on the spatial differentiation pattern of residential rent price in Shanghai and its influencing factors. *Modernization of Management*, 2019, 39(5): 95-100.]
- [29] 张凌, 常欣, 温海珍. 重大事件与政策调整对杭州市住房市场价量波动的影响 [J]. *浙江大学学报(理学版)*, 2017, 44(3): 363-368, 378. [Zhang Ling, Chang Xin, Wen Haizhen. The influence of significant events and control policies on price and volume in housing market of Hangzhou. *Journal of Zhejiang University (Science Edition)*, 2017, 44(3): 363-368, 378.]

Influencing factors of housing price differentiation based on the spatial quantile model: A case study of Wuhan City

LU Xinhai¹, CAI Dawei^{1*}, ZENG Chen^{2,3}

(1. School of Public Administration, Central China Normal University, Wuhan 430079, China;

2. College of Public Administration, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China;

3. Institute of Geographical Sciences and Natural Resources Research, CAS, Beijing 100101, China)

Abstract: The change of housing price is an important issue related to urbanization and high-quality social and economic development in China. In order to explore the influencing factors in terms of the quantiles of housing price, this study took Wuhan City as a case, which is the central city of central China, and used the spatial quantile regression (SQR) model for quantitative analysis. The two-stage least squares (2SLS) model result was compared with the SQR model output to reveal its superiority. The research shows that: 1) The SQR model not only can consider the spatial autocorrelation of the housing price, but also have the capability to embed the conditional distribution characteristics, which helps to better describe the driving effects of micro-factors on different housing prices. 2) In view of the quantiles, the spatial autocorrelation of the high prices is stronger than the low prices. The influencing factors show volatility and heterogeneity. Compared with the mean result of the 2SLS model, the influencing degree of each factor in the SQR model increases or decreases with the change of the quantile. There is a significant difference in the degree of influence on housing price of different levels. 3) Overall, age of the residential building and medical facilities are negative influencing factors, and building characteristics including floor area ratio, location, and neighborhood such as nearby educational facilities are positive influencing factors. Based on the results, reasonable increase of the floor area ratio and green space ratio of low- and middle-priced residential areas, and increased investment in rail transportation and educational facilities in low- priced residential areas can be taken as alternatives for the government to formulate differentiated policy measures for housing with different levels of prices.

Keywords: housing price; differentiation; spatial quantile regression model; Wuhan City