

# 城市二手房价格的影响因素及其空间效应

## ——基于 MGWR 模型对南京的实证

纪宇凡 戴靓 丁子军 董俞辰 李思为<sup>1</sup>

(南京财经大学 公共管理学院, 江苏 南京 210023)

**【摘要】:** 基于二手房交易信息, 采用特征价格模型和多尺度地理加权回归法分析了 2020 年南京二手房价格的影响因素及其空间效应。结果表明: (1) 南京二手房成交单价由主城向副城区递减, 在影响因素中, 卧室数、到最近地铁站距离、到最近中学距离、到最近小学距离和到最近医院距离为全局变量; 到市中心和公园距离影响最为局限; 面积、朝向和楼层的带宽介于中间。(2) 在影响效果上, 面积和楼层对二手房单价影响为负, 卧室数、朝向、绿化率影响为正; 距离地铁站、市中心、医院、学校、公园越近, 二手房单价越高。(3) 建筑特征中, 卧室数和楼层的影响较大, 前者在仙林、东山、城南较为突出, 后者在鼓楼、秦淮、玄武老城区明显; 区位特征中, 邻近市中心比邻近地铁对成交单价的影响大, 前者集中于老城区, 后者在江宁影响强; 邻里特征中, 到小学和医院距离的影响大, 小学的影响高于中学, 从主城区往郊区递减。

**【关键词】:** 二手房价格 影响因素 空间效应 模型

**【中图分类号】:** F293.3 **【文献标志码】:** A **【文章编号】:** 1005-8141(2022)07-0777-07

### 0 引言

住房制度改革和快速城镇化促使我国城市住宅价格经历了 20 多年的持续上涨, 高房价与低收入之间的矛盾已成为当前最受关注的民生问题。随着“房住不炒”政策的推行和可开发空间的收紧, 新房市场增速放缓, 房地产市场逐渐由增量房转为存量房市场。2021 年 6 月全国住房形势显示(禧泰数据报告), 二线城市房价仍整体微幅增长, 但部分城市涨幅较大, 如南京二手房价格环比上涨 2.18%。根据易居研究院 2020 年全国房价收入比报告(fangchan.com), 南京的房价收入比为 18.6, 位居全国前十大城市, 远超合理水平。高房价不仅是经济问题, 更是影响深远的社会问题, 会导致生育率降低、人才流失、负债率增加, 从而对区域创新水平、城市竞争力和人民幸福感产生负作用。因此, 探讨南京二手房价格的影响机制, 对房地产市场的精准调控和城市经济的健康发展具有重要意义。

学者们对城市住房价格影响机制的研究主要从宏观与微观两个层面展开。从宏观来看, 影响因素包括房地产干预政策<sup>[1]</sup>、货币政策<sup>[2]</sup>、税费制度<sup>[3]</sup>、城市规划与产业升级<sup>[4]</sup>等外部区域级属性和人口与经济增长<sup>[5]</sup>、土地供应<sup>[6]</sup>、居民收入与消费水平<sup>[7]</sup>、基础设施和公共服务<sup>[8]</sup>等内在区域级属性; 从微观来看, 影响因素包括区位特征<sup>[9]</sup>、邻里特征<sup>[10]</sup>、房屋建筑结构特征<sup>[11]</sup>、居住环境特征<sup>[12]</sup>等房屋或小区级指标。相关研究方法经历了从基于空间均质性假设的随机森林理论<sup>[13]</sup>、系统动力学模型<sup>[14]</sup>、特征价格模型(Hedonic price model)<sup>[15]</sup>、多元线性回归<sup>[16]</sup>等, 到考虑空间异质性的地理加权回归(GWR)<sup>[17]</sup>、半参数地理加权回归(SGWR)<sup>[18]</sup>、时

<sup>1</sup>**作者简介:** 纪宇凡(1997-), 女, 江苏省淮安人, 硕士研究生, 主要从事土地管理与城乡规划研究。戴靓(1989-), 女, 江苏省镇江人, 副教授, 硕士生导师, 主要从事城市网络与区域发展研究。

**基金项目:** 国家自然科学基金项目(编号: 41901189); 江苏省自然科学基金青年项目(编号: BK20190797); 江苏省研究生科研创新计划项目(编号: KYCX21\_1406)

空地理加权回归 (GTWR)<sup>[19]</sup> 等的演变。

不同层面不同地区的实证研究均表明房价影响机制存在明显的空间分异。宋伟轩等<sup>[20]</sup>发现,长三角区县房价受各地区行政、经济、社会和人力资源影响,且各因素对区域房价影响程度不同,其本质是区域资源支配能力的差异;McCord 等<sup>[21]</sup>采用 GWR 模型研究了英国北爱尔兰首府贝尔法斯特的住房市场,发现关键住房属性的边际价格在整个贝尔法斯特空间上并非恒定;Helbich 等<sup>[22]</sup>在 GWR 局部模型的基础上引进 SGWR 模型,刻画了奥地利住房价格影响因素的空间差异;Yao 等<sup>[23]</sup>进一步将 GWR 模型加入时间因素,通过 GTWR 模型分析房屋价格与相关影响因素间关系的时空演化;李颖丽等<sup>[24]</sup>将空间扩展模型与 GWR 模型相结合,揭示了多中心山地城市重庆市的住房市场空间异质性。相比于传统 OLS 模型,GWR 类的模型嵌入了地理位置信息,考虑了同一影响因子的空间非平稳性、空间异质性和空间依赖性特征,增强了对实际房价的解释效力,但其拟合过程中采用统一的带宽参数,没有考虑不同影响因子作用范围即尺度效应的差异。SGWR 模型一定程度上将影响变量运行尺度作出局部与全局的区分,但仍然不够精细。为了解决不同影响因素变量的同一带宽问题,Fotheringham<sup>[25]</sup>和 Yu 等<sup>[26]</sup>相继提出了多尺度地理加权回归模型(Multiscale geographically weighted regression, MGWR, MGWR)的理论基础和统计推断,从而形成了更接近现实空间过程的多带宽的非参模型<sup>[27]</sup>。

综上,本文以南京市二手房价格为例,通过 MGWR 和 Hedonic 特征价格模型,更加精准地分析城市房价的影响因素及其空间效应,揭示同一因素对房价影响在性质和程度上的空间差异,反映不同因素对房价影响作用的空间尺度与分异规律,以期为南京房地产调控和城市资源规划布局提供参考。

## 1 研究方法和数据来源

### 1.1 研究区域与数据来源

南京二手房价格来自于链家网(<https://nj.lianjia.com/ershoufang/>)2020 年南京二手房成交数据。链家在中介机构排名第一,在南京二手房市场所占份额也居第一,其网站数据更加完整且具代表性。通过 Python 爬取了南京 11 个辖区 2020 年二手房交易数据 21879 条,通过结构化编程获得每个房屋的信息,包含地理位置(经纬度)、交易价格、面积、户型、楼层、朝向、小区名称、建筑年代、建筑类型、到最近地铁站和公交站的距离、到最近中小学的距离、到最近医院和公园的距离。其中,2020 年高淳区成交记录仅有 21 条。为保证各市辖区样本数量的均衡性,研究区最终定为南京 5 个主城区(鼓楼区、秦淮区、玄武区、建邺区、雨花台区)和 4 个近郊区(浦口区、六合区、栖霞区、江宁区),未包含远郊区的高淳区和溧水区。对数据进行清洗,剔除信息空缺和错误的数据后,得到 2020 年 20351 条二手房交易数据,共涉及 2841 个小区。为纳入更多的变量,从安居客(<https://nanjing.anjuke.com/>)获取每个小区的信息,包括物业费、容积率、绿化率、停车位、总户数。鉴于 MGWR 算法的复杂性,最终以小区为研究对象,运用 SPSS 软件对 2020 年成交数据按小区进行分层随机抽样,获得 2841 个小区样本数据,包括该小区的基本信息和小区内抽样房屋的交易信息。

### 1.2 变量选择与模型设定

Hedonic 特征价格模型是研究微观尺度房价影响因素的经典方法,它从房屋商品的异质性出发,考虑房屋所具有的属性或特征对人们消费效用的影响。本文采用最常用、最直观的线性价格特征模型。参考相关研究成果,考虑到数据的可得性,本文选取建筑特征、区位特征、邻里特征 3 个维度,初步设置了 17 个自变量,分别为面积(area)、楼层(floor)、卧室数(bed)、楼龄(age)、朝向(direction)、建筑类型(type)、容积率(ratio)、物业费(fee)、绿化率(green)、车位比(car)、到最近地铁站距离(subway)、到最近公交站距离(bus)、到市中心距离(center)、到最近小学距离(primary)、到最近中学距离(middle)、到最近医院距离(hospital)、到最近公园距离(park)。通过 Stata 逐步回归,剔除掉 5%水平下不显著的变量后,最终保留表 1 中的 12 个变量,其膨胀因子(VIF)均小于 2,不存在多重共线性问题。

表 1 模型变量描述

| 变量类型    | 变量名称     | 英文缩写      | 变量描述                   | VIF  |
|---------|----------|-----------|------------------------|------|
| 因变量     | 房屋单价     | price     | 二手住房的成交单价(元/㎡)         | —    |
| 建筑特征自变量 | 面积       | area      | 住宅面积(㎡)                | 1.21 |
|         | 卧室数      | bed       | 住宅卧室数量(个)              | 1.01 |
|         | 楼层       | floor     | 低楼层为 0, 中楼层为 1, 高楼层为 2 | 1.03 |
|         | 朝向       | direction | 朝向为南或东南为 1, 其他为 0      | 1.07 |
|         | 绿化率      | green     | 小区绿化率(%)               | 1.14 |
| 区位特征自变量 | 到最近地铁站距离 | subway    | 到最近地铁站的欧式距离(km)        | 1.15 |
|         | 到最近公交站距离 | bus       | 到最近公交站的欧式距离(km)        | 1.67 |
|         | 到市中心距离   | center    | 到市中心新街口的欧式距离(km)       | 1.37 |
| 邻里特征自变量 | 到最近中学距离  | middle    | 到最近中学的欧式距离(km)         | 1.25 |
|         | 到最近小学距离  | primary   | 到最近小学的欧式距离(km)         | 1.14 |
|         | 到最近医院距离  | hospital  | 到最近医院的欧式距离(km)         | 1.10 |
|         | 到最近公园距离  | park      | 到最近公园的欧式距离(km)         | 1.22 |

本文采用多尺度地理加权回归模型(MGWR),以改善经典地理加权回归模型(GWR)因采用同一带宽而过多捕捉噪声的问题。具体公式如下:

$$y_i = \sum_{j=1}^k \beta_{bwj}(u_i, v_i) x_{ij} + \varepsilon_i \dots\dots\dots (1)$$

式中:  $y_i$  为第  $i$  个二手房样本点的成交单价;  $(u_i, v_i)$  为第  $i$  个样本点的空间地理位置坐标;  $x_{ij}$  为控制变量;  $\varepsilon_i$  为随机误差项;  $bw_j$  为第  $j$  个变量回归系数使用的带宽, 每个回归系数  $\beta_{bwj}$  都是基于局部回归得到的, 且带宽各异。MGWR 模型的计算在 MGWR2.2 软件(<https://sgsup.asu.edu/SPARC>)下完成<sup>[26]</sup>, 核函数和带宽选择准则采用经典 GWR 模型的几种经典的核函数和带宽选择准则<sup>[26]</sup>。本文使用自适应带宽的二次核函数和修正的赤池信息准则  $AIC_c$ ,  $AIC_c$  值越低越好<sup>[27]</sup>。

## 2 南京二手房价格的空间格局

2020 年, 南京 2841 个二手房样本成交单价的空间分布(图 1a), 总体上呈现由主城区中心向副城外围递减的单核同心圆模式<sup>[29]</sup>。其中: 老城区鼓楼、秦淮、玄武最高成交价均超过 8.8 万元/㎡(表 2); 建邺和雨花台作为另外两个主城区, 承担着疏散老城区人口的任务, 最高成交价次之。就均价而言, 鼓楼区均价最高, 为 48306 元/㎡, 同时变异系数也最小, 整体上较为高值; 雨花台区均价处于主城区末位, 与近郊的栖霞区接近。近郊区栖霞、浦口、六合二手房成交单价的变异系数明显高于主城区。其中: 浦口区房价差异最大, 各小区品质参差; 江宁区成交均价和最高价位于近郊区之首, 在四大区中发展最早, 配套最为成熟; 栖霞

区次之，与江宁区一起依托大学城接收着主城区转移出来的大量高校师生。

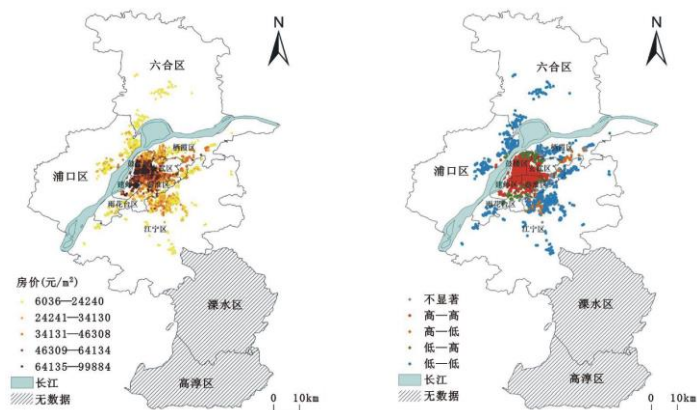


图 1 南京二手房价格空间分布及其空间自相关

2020 年，南京二手房价格的全局自相关指数为 0.216，在 1%的水平下显著，呈现出较强的空间自相关性。本文通过局部空间自相关分析南京二手房成交单价空间分布情况(图 1b)。2020 年，鼓楼、建邺、玄武、秦淮 4 个主城区呈现出显著的“高一高”集聚；“低一高”集聚区主要位于鼓楼、玄武与栖霞的邻接地带，秦淮与江宁、雨花台的邻接地带；雨花台西南部与近郊四大城区以“低一低”集聚为主；江宁北部的东山商圈和栖霞南部的仙林商圈位置为“高一低”集聚区。由此可见，南京主城区的二手房价以鼓楼为绝对中心，主城区对附近低值聚集区存在着高值空间溢出效应。

表 2 南京二手房成交单价统计

| 区域   | 最高值(元/㎡) | 最低值(元/㎡) | 平均值(元/㎡) | 变异系数 |
|------|----------|----------|----------|------|
| 鼓楼区  | 99884    | 10000    | 44271.85 | 2.53 |
| 建邺区  | 84616    | 20797    | 42579.16 | 3.34 |
| 玄武区  | 88805    | 21069    | 39527.67 | 3.05 |
| 秦淮区  | 94381    | 14019    | 36812.39 | 3.80 |
| 雨花台区 | 74506    | 12879    | 29885.27 | 3.25 |
| 栖霞区  | 47427    | 11129    | 27387.98 | 3.86 |
| 江宁区  | 53349    | 6847     | 24907.02 | 3.59 |
| 浦口区  | 41461    | 11425    | 21986.75 | 4.62 |
| 六合区  | 24043    | 6036     | 14553.81 | 3.88 |

3 拟合模型对比分析

3.1 模型精度对比

对房屋单价和影响因子依次使用多元线性回归 (LRM)、传统地理加权回归 (GWR)、多尺度地理加权回归 (MGWR) 进行建模分析，3 组模型指标如表 3 所示。

表 3 LRM、GWR 与 MGWR 拟合模型指标

| 模型   |                    | LRM           | GWR        | MGWR       |
|------|--------------------|---------------|------------|------------|
| 模型精度 | AIC <sub>c</sub> 值 | 61112         | 58744      | 58436      |
|      | R <sup>2</sup>     | 0.371         | 0.801      | 0.861      |
|      | 调整 R <sup>2</sup>  | 0.369         | 0.779      | 0.823      |
|      | 残差平方和              | 3260396       | 1147068    | 872724     |
|      | 残差自相关              | 0.139*** (集聚) | 0.001 (随机) | 0.001 (随机) |
| 变量带宽 | area               | 2841          | 125        | 609        |
|      | bed                | 2841          | 125        | 2840       |
|      | floor              | 2841          | 125        | 643        |
|      | direction          | 2841          | 125        | 1207       |
|      | green              | 2841          | 125        | 2012       |
|      | subway             | 2841          | 125        | 2840       |
|      | bus                | 2841          | 125        | 2829       |
|      | center             | 2841          | 125        | 88         |
|      | middle             | 2841          | 125        | 2840       |
|      | primary            | 2841          | 125        | 2840       |
|      | hospital           | 2841          | 125        | 2758       |
|      | park               | 2841          | 125        | 234        |

注:\*\*\*表示在 0.01 水平下显著。

对 3 组模型的残差进行全局空间自相关检验发现，LRM 的残差存在显著的空间正自相关，而 GWR 和 MGWR 残差较为随机，证实了考虑空间异质性的必要性。从拟合优度来看，局部模型 MGWR 和 GWR 优于全局模型 LRM，而局部模型中变异带宽 MGWR 优于恒定带宽 GWR。从表 3 可见，MGWR 对南京房价的解释力高达 82.3%，说明该市二手房价格可以用所选择的 12 个影响因素建模。MGWR 的 AIC<sub>c</sub> 值与残差平方和均低于 GWR 和 LRM，说明 MGWR 能够以相对少的参数得到更接近实际的结果。综上所述，MGWR 可更好地反映房价的空间变化，更准确地刻画各变量对房价影响作用的空间变化及其尺度差异<sup>[30]</sup>。

### 3.2 运行尺度对比

相比于 LRM 的全局固定带宽 2841 和 GWR 的局部固定带宽 125, MGWR 模型中每个房价影响变量都有专属的最优带宽(表 3), 带宽变化区间为[88, 2840], 说明不同因素对房屋单价的影响具有空间异质性且作用尺度不同。具体而言, 卧室数、到地铁站、公交站、中学、小学、医院距离 6 个变量的带宽均大于 2000, 说明其在较大空间尺度甚至全局范围内影响二手房成交单价。到市中心距离、到公园距离带宽低于 300, 这些因素在局部范围对房屋单价影响明显, 即影响作用的空间异质性较强。其中, 到市中心距离变量最优带宽为 88, 占总样本的 3.10%。南京 9 个辖区的总面积约 4733km<sup>2</sup>, 3.10%的面积为 146km<sup>2</sup>, 与老城区鼓楼、秦淮和玄武的总面积接近。因此, 对于城市中心的样本点而言, 该因素平均影响作用在老城区范围。面积、朝向和楼层的带宽值分别为 609、643、1207, 处于中间水平。

## 4 影响因素及其空间效应

根据 MGWR 回归系数及其显著性结果(表 4), 到公交站距离在 0.05 水平下表现为不显著, 其他 11 个影响变量均有样本点显著。面积、卧室数、绿化率, 到地铁站、小学、中学、医院距离的回归系数为整体显著; 楼层、朝向、到市中心距离显著样本超过 70%, 而到公园距离为局部范围内显著。对于不显著的影响因素, 在此不做过多解释。

表 4 MGWR 拟合系数统计

| 特征属性 | 变量        | 均值       | 最小值      | 中位数      | 最大值      | p≤0.05 数量 | p≤0.05 (%) |
|------|-----------|----------|----------|----------|----------|-----------|------------|
| 建筑特征 | area      | -42.59   | -64.52   | -43.66   | -20.85   | 2841      | 100.00     |
|      | bed       | 1949.90  | 1942.68  | 1950.06  | 1954.42  | 2841      | 100.00     |
|      | floor     | -1038.16 | -1049.01 | -1040.08 | -913.43  | 2106      | 74.13      |
|      | direction | 361.27   | 0.03     | 341.16   | 886.64   | 2564      | 90.25      |
|      | green     | 140.21   | 139.58   | 140.25   | 140.49   | 2841      | 100.00     |
| 区位特征 | subway    | -306.24  | -556.72  | -296.32  | -146.10  | 2841      | 100.00     |
|      | bus       | 352.67   | 345.25   | 353.18   | 356.81   | 0         | 0.00       |
|      | center    | -730.25  | -2125.03 | -757.92  | 134.03   | 2661      | 93.66      |
| 邻里特征 | middle    | -318.06  | -322.94  | -318.91  | -304.56  | 2841      | 100.00     |
|      | primary   | -1019.17 | -1041.38 | -1020.37 | -984.12  | 2841      | 100.00     |
|      | hospital  | -1139.53 | -656.03  | -1162.35 | -1210.80 | 2841      | 100.00     |
|      | park      | -139.07  | -157.82  | -138.15  | -89.58   | 798       | 28.09      |

对于各变量对二手房成交单价影响程度即回归系数的空间格局, 图 2 仅展示出通过显著性检验的系数值。整体而言, 卧室数对房屋单价影响最大, 其系数平均值为 1949.90, 即同等条件下每增加 1 个卧室, 二手房成交单价将增加 1949.90 元。面积对房屋单价影响最小, 同等条件下房屋每增加 1m<sup>2</sup>, 二手房成交单价将下降 42.59 元。楼层越高, 成交单价平均越低。房屋朝向和绿化

率正向影响房屋单价。到地铁和市中心距离每增加 1km, 二手房成交单价将分别下降 306.24 元和 730.25 元。同等条件下, 距离医院、学校和公园越近, 二手房成交单价越高。具体而言, 每个因素对成交单价的影响程度和作用范围均具有空间异质性。

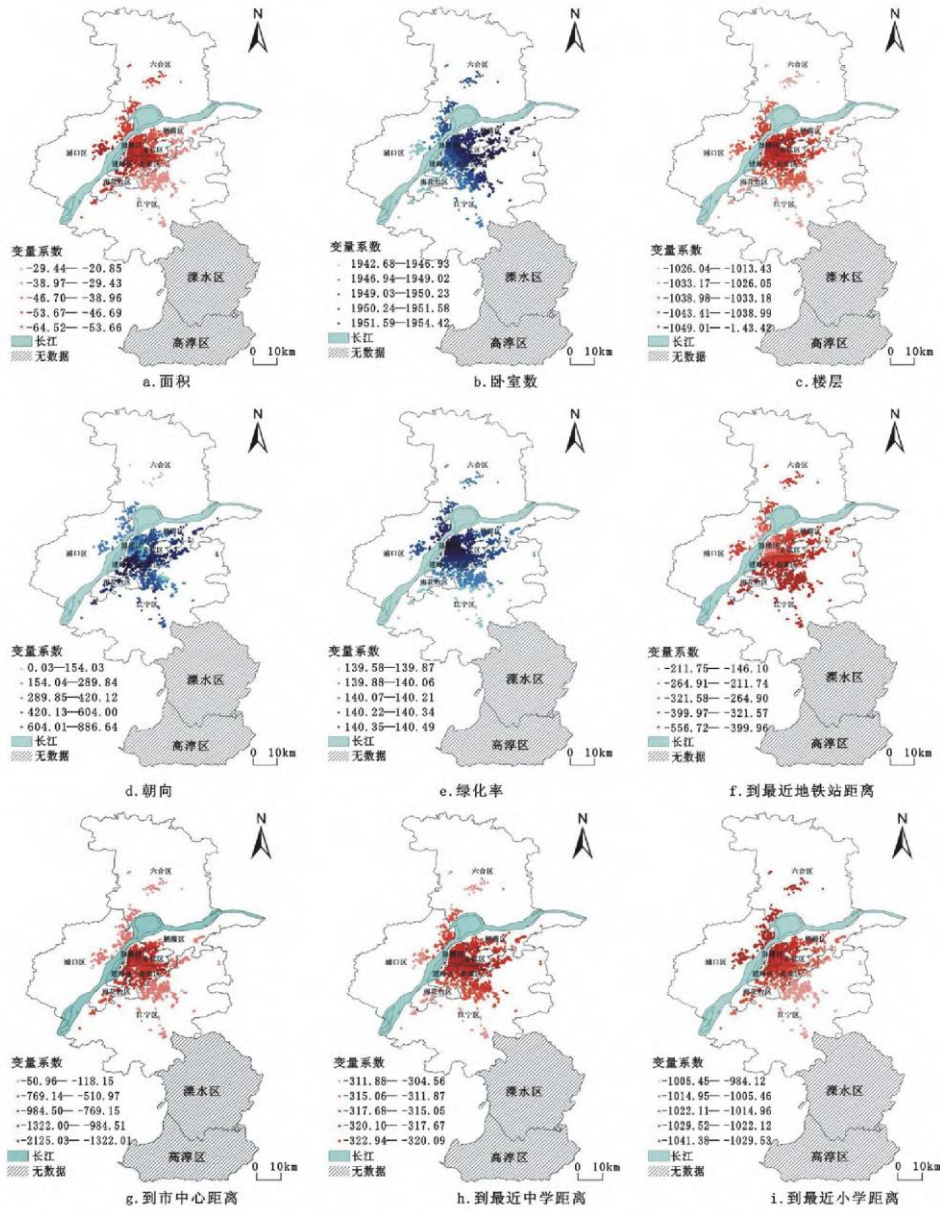


图 2 MGWR 回归系数的空间格局

#### 4.1 建筑特征影响

面积对房屋单价具有负向影响, 带宽为 609, 该变量存在一定的空间异质性, 系数值从-53.66 变化至-29.44(图 2a), 尤其是鼓楼、玄武和秦淮 3 大老城区和河西、江北的二手房成交单价对面积较为敏感。老城区房屋单价均值较高, 消费者更倾向于购买小户型, 以获得优质医疗和教育资源的最大边际效用。卧室数与二手房成交单价呈正比, 变量系数变动较小, 其中栖霞区和江宁区的系数相对较大, 尤其是栖霞的仙林和江宁的东山区域(图 2b)。楼层对二手房成交单价具有负向影响, 表明低楼层的房屋价格高于中高楼层, 其影响主要集中在老城区, 该变量系数取值在-1043.42—1026.04 之间(图 2c), 平均值为-1038.16, 即低楼层

二手房成交单价比中楼层房屋整体上高出 1038.16 元。朝向与二手房成交单价呈正比, 变量系数变化较大, 取值在 0.03 至 886.64 之间(图 2d), 平均值为 361.27, 即朝向为南或东南比其他朝向的房屋单价高 361.27 元。绿化率对二手房成交单价具有正向影响, 对老城区的影响较大(图 2e)。老城区建筑密度较大, 较高的功能混合度易导致交通拥堵、人员嘈杂和居住体验差等问题<sup>[30]</sup>, 因此人们对小区环境和景观的需求较强。

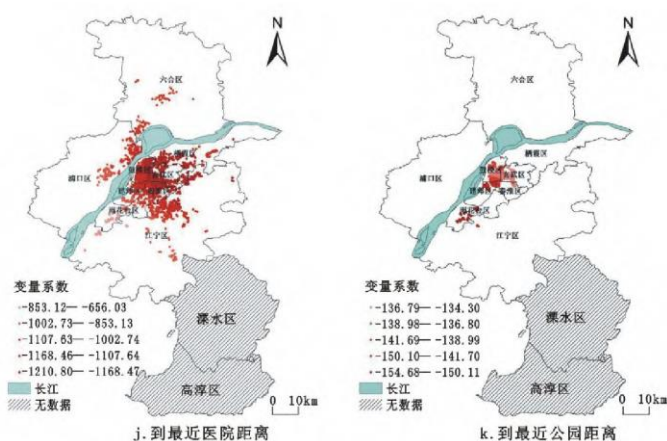


图 2 MGWR 回归系数的空间格局

## 4.2 区位特征影响

在 5% 的水平下, 到最近公交站距离的回归系数均不显著, 而到最近地铁站距离的回归系数全局显著, 这与沈体雁等<sup>[27]</sup>关于北京二手住宅影响机制的研究结果一致, 表明地铁对房价的影响更强。变量系数为负, 表明距离地铁站越近, 房屋的单价越高, 每距离地铁近 1km, 二手房的成交单价平均将增加 306.24 元。该变量对主城区房屋单价影响较弱(图 2f), 而对江宁区的的影响显著。主城区交通网络密布、出行便利, 而江宁作为近郊区, 其到市内的通勤以地铁为主导, 因此二手房的成交单价对地铁更敏感。到市中心距离变量系数的最大值为 134.03, 最小值为-2125.03, 但在 0.05 的水平下变量系数均为负值, 带宽值为 88, 空间异质性最强, 对二手房成交单价影响强度高于地铁。该变量影响程度呈现出明显的圈层结构(图 2g), 对主城区的影响最大, 尤其是老城区, 对新街口商圈的各项功能依赖程度较高。

## 4.3 邻里特征影响

邻里特征变量对房屋单价均具有负向影响, 其中医院对二手房成交单价影响最大, 公园对二手房成交单价影响强度最低。到最近医院距离变量系数在-1210.80 与-656.03 之间(图 2j), 平均值为-1139.53, 表明到医院距离每缩短 1km, 二手房成交单价将上升 1139.53 元。到最近中学距离变量系数介于-322.94 与-304.56 之间(图 2h), 平均值为-318.06, 系数变化微小, 对老城区影响较大。到最近小学距离同样对老城区影响突出(图 2i)。该区域具有丰富的教育资源, 如玄武区的南京外国语和鼓楼区的南师附中, 名校附近小区离学校越近, 二手房成交单价总体越高。到最近中学和小学距离均为全局变量, 但小学对二手房成交单价的带动效果高于中学, 距离小学和中学每近 1km, 二手房成交单价平均将分别增加 1019.17 元和 318.06 元。到最近公园距离变量系数均值为-139.07, 带宽值为 234, 其空间异质性较强, 对玄武区玄武湖与建邺区莫愁湖附近小区影响较大(图 2k)。

## 5 结论与建议

本文将 MGWR 模型与 Hedonic 特征价格模型相结合, 集成两大房产交易平台(链家网和安居客)数据, 从建筑特征、区位特征和邻里特征 3 个层面探讨了南京二手房价格的影响因素及其空间效应。结论如下: ①从模型拟合看, 南京二手房价格由主城区向

副城区递减,呈现出中心外围式圈层结构。鼓楼区二手房成交单价平均最高,六合区最低,而浦口区的变异系数最大,区内各小区品质参差,房价差异大。MGWR 优于 GWR 和 LRM,其可决系数更高,赤池信息准则与残差和更小,能更准确量化变量对房价影响的作用尺度和空间异质性。②从作用尺度看,到公交站距离对二手房成交单价影响不显著。卧室数、到地铁站距离、到中学距离、到小学距离、到医院距离为全局变量,对二手房成交单价影响在空间上较平稳;到市中心距离、到公园距离为局部变量,空间变异大;面积、朝向和楼层的带宽处于中间水平,异质性中等。③从影响效果看,面积和楼层对南京二手房成交单价影响为负,而卧室数、朝向、绿化率影响为正,距离地铁站、市中心、医院、学校、公园越近,成交单价越高。在建筑特征中,卧室数和楼层影响较大,老城区二手房成交单价对面积、楼层、绿化率敏感度高,邻近老城区的仙林、东山、城南则对卧室数和朝向更为敏感;在区位特征中,市中心比地铁的影响程度大,市中心经济对二手房成交单价的带动作用集中于老城区,而地铁对主城区二手房成交单价的促进不如对南部近郊区大,对江宁的影响最大;在邻里特征中,到小学和到医院距离影响作用较强,且从主城区往郊区递减。

基于上述分析,提出 3 点建议:①对于带宽较小的局部影响因素,如到市中心和公园距离,只在小空间尺度对房价造成影响。在城市规划时,需促进不同区域多个中心的协同发展与功能布局,推进“一主城三副城八新城”建设,提升副城的综合服务能力。②对于带宽较大的全局影响因素,如交通、医院、教育等资源配套,要在较大空间范围内进行系统评估和统筹规划,促进公共服务设施的均衡化布局。③对于房地产产品开发,除了数量和面积的合理配比,更要注重户型设计与景观规划,不断满足家庭结构的变化与居民需求的提升。本文仍存在不足:由于 MGWR 本身迭代计算的复杂性,无法使用原始的 20351 个样本,而仅使用了 2841 个小区分层抽样数据;考虑了教育资源的可达性,但没考虑其质量,未将小学和中学划分学区;出于数据的可得性,未能考虑小区居民人均收入、受教育程度、建成环境等变量。这些都是未来需要深入探讨的方面。

#### 参考文献:

- [1]王丽艳,崔炎炎,王振坡.政策干预、羊群行为与房地产价格波动[J].华东经济管理,2019,33(3):111-118.
- [2]潘海峰.货币政策、信贷与房价的非线性关系检验[J].统计与决策,2020,36(18):141-144.
- [3]李汝资,刘耀彬,王文刚,等.中国城市土地财政扩张及对经济效率影响路径[J].地理学报,2020,75(10):2126-2145.
- [4]孙彪,杨山.多中心作用下大城市房价空间分异的特征及影响因素——以合肥市为例[J].长江流域资源与环境,2021,30(7):1538-1546.
- [5]袁晨,陈雪莉.经济基本面、城镇人口改变与中国住房价格[J].中国人口·资源与环境,2016,26(S1):365-368.
- [6]牛乐德,孙学红,熊理然,等.昆明市土地供应与住房价格脱钩关系研究[J].资源开发与市场,2015,31(7):791-795.
- [7]陈艳如,宋伟轩,尹上岗,等.长三角一体化区域城市房价收入比时空分异格局[J].经济地理,2020,40(12):32-39.
- [8]陈立文,王荣,刘介立.高速铁路对城市房价的影响研究——基于石武高铁面板数据的实证分析[J].资源开发与市场,2018,34(10):1413-1417.
- [9]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.
- [10]Tse R.Estimating Neighborhood Effects in House Prices:Towards a New Hedonic Model Approach[J].Urban

---

Studies, 2002, 39 (7) : 1165-1180.

[11]Islam K, Asami Y. Housing Market Segmentation: A Review[J]. Review of Urban and Regional Development Studies, 2009, 21 (2/3) : 93-109.

[12]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.

[13]姚尧, 任书良, 王君毅, 等. 卷积神经网络和随机森林的城市房价微观尺度制图方法[J]. 地球信息科学学报, 2019, 21 (2) : 168-177.

[14]李云鹤, 曾祥渭, 王欣然, 等. 基于系统动力学的城市群商品住房价格收敛性研究——以京津冀城市群重点城市为例[J]. 建筑经济, 2020, 41 (S1) : 233-237.

[15]Hussain T, Abbas J, Wei Z, et al. Impact of Urban Village Disamenity on Neighboring Residential Properties: Empirical Evidence from Nanjing through Hedonic Pricing Model Appraisal[J]. Journal of Urban Planning and Development, 2021, 147 (1) : 04020055.

[16]韩艳红, 尹上岗, 李在军. 长三角县域房价空间分异格局及其影响因素分析[J]. 人文地理, 2018, 33 (6) : 87-95.

[17]王利, 蔡乐, 王红燕, 等. 山西省县域经济发展影响因素的空间异质性研究——基于地理加权回归(GWR)模型[J]. 资源开发与市场, 2014, 30 (2) : 152-155, 166.

[18]古恒宇, 孟鑫, 沈体雁, 等. 中国城市流动人口居留意愿影响因素的空间分异特征[J]. 地理学报, 2020, 75 (2) : 240-254.

[19]Z Zhang, J Li, T Fung, et al. Multiscale Geographically and Temporally Weighted Regression with a Unilateral Temporal Weighting Scheme and its Application in the Analysis of Spatiotemporal Characteristics of House Prices in Beijing[J]. International Journal of Geographical Information Science, 2021, 35 (11) : 2262-2286.

[20]宋伟轩, 刘春卉. 长三角一体化区域城市商品住宅价格分异机理研究[J]. 地理研究, 2018, 37 (1) : 92-102.

[21]McCord M, Davis P, Haran M, et al. Spatial Variation as a Determinant of House Price: Incorporating a Geographically Weighted Regression Approach within the Belfast Housing Market[J]. Journal of Financial Management of Property and Construction, 2012, 17 (1) : 49-72.

[22]Helbich M, Brunauer W, Vaz E, et al. Spatial Heterogeneity in Hedonic House Price Models: The case of Austria[J]. Urban Studies, 2014, 51 (2) : 390-411.

[23]Yao J, Fotheringham A. Local Spatiotemporal Modeling of House Prices: A Mixed Model Approach[J]. The Professional Geographer, 2016, 68 (2) : 189-201.

[24]李颖丽, 刘勇, 刘秀华. 重庆市主城区住房价格影响因子的空间异质性[J]. 资源科学, 2017, 39 (2) : 335-345.

[25]Fotheringham A, W Yang, W Kang. Multiscale Geographically Weighted Regression[J]. Annals of the American

---

Association of Geographers, 2017, 107(6) : 1247-1265.

[26]H Yu, Fotheringham A, Z Li, et al. Inference in Multiscale Geographically Weighted Regression[J]. Geographical Analysis, 2019, 52(1) : 87-106.

[27]沈体雁, 于瀚辰, 周麟, 等. 北京市二手住宅价格影响机制——基于多尺度地理加权回归模型(MGWR)的研究[J]. 经济地理, 2020, 40(3) : 75-83.

[28]周志凌, 程先富. 基于 MGWR 模型的中国城市 PM<sub>2.5</sub> 影响因素空间异质性[J]. 中国环境科学, 2021, 41(6) : 2552-2561.

[29]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.

[30]吴超, 刘鹏宇, 聂可. 南京市房价与影响因素的多尺度空间关系分析[J]. 现代城市研究, 2021, (4) : 93-98.