

超大特大城市住宅价格空间分布特征、影响因素及规划启示

郭丽阁, 林善浪, 乔凝燕, 陈磊

(同济大学 经济与管理学院, 上海 200092)

摘要: 以上海的住房市场为研究对象, 基于图集数据并结合百度地图兴趣点(POI)开放数据, 构建住宅价格空间分布特性模型, 探究超大特大的住宅结构、城市交通设施、公共服务设施、商业服务设施和生态环境服务设施的可达性对住宅价格的影响, 运用地理加权模型(GWR)分析各类城市设施对住宅价格影响的空间异质性。发现城市服务设施的可达性是影响住宅价格空间分布的主要因素, 从宏观和微观两个层面探讨研究结论对城市规划的应用启示。

关键词: 价格空间分布; Hedonic 定价模型; 空间异质性; 多源数据; 规划启示

中图分类号: TU984:F29

文献标志码: A

Spatial Distribution Characteristics and Influencing Factors of Residential Prices in Megacities and Implications for Urban Planning

GUO Lige, LIN Shanlang, QIAO Ningyan, CHEN Lei

(School of Economics and Management, Tongji University, Shanghai 200092, China)

Abstract: This paper, focusing on the housing market in Shanghai and using atlas data and Baidu Map POI open data to develop a model of the spatial distribution characteristics of residential prices, explores the impact of accessibility to super-large residential structures, urban transportation facilities, public service facilities, commercial service facilities, and ecological environment service facilities on residential prices. It employs a geographically weighted model (GWR) to analyze the spatial heterogeneity of these impacts. The findings indicate that the accessibility of urban service facilities is the main factor influencing the spatial distribution of residential prices. This paper concludes with a discussion of the implications for urban planning at both

macro and micro levels.

Keywords: price spatial distribution; Hedonic pricing model; spatial heterogeneity; multi-source data; implications for urban planning

在快速工业化、城镇化及财富集聚的推动下, 我国超大特大城市的住房市场空前繁荣, 住房价格成为社会关注重点之一。住房市场的健康有序关系国计民生, 因此研究住房市场价格空间分布特征和影响因素具有重要意义。整体上, 影响房价的因素包括两个层面: 政策制度(经济社会发展)层面和空间(区位、服务可达性及环境品质)层面。本文以上海为例, 通过对住宅价格的空间特征分析, 结合相关文献研究, 构建房价及其空间影响因素的概念框架; 利用大数据技术, 整合多个 POI (point of information) 开放源数据, 运用空间计量学方法进行测度和辨析房价的影响因素, 探究超大特大城市内部各同心环之间的房价空间差异及影响机制, 并提出对城市规划的应用启示。

城市空间结构与住宅价格关系密切。以上海、北京和广州为例, 随着距离城市中心(CBD)的距离增加, 房价呈现明显梯度下降^[1-2], 居住空间分化呈现同心环格局^[3-4]。交通可达性和房价的关系在空间上是变化的, 即是异质的、非平稳的; 交通可达性或有些地区(如远郊区)房价影响显著, 但对中心城区的房价影响不显著^[5-6]。住宅价格与公共服务设施的关系研究认为: 教育设施与住宅区位之间存在显著正相关^[7]; 公立医院对房价亦有影响^[8], 国内社区附近的医院与房价呈正相关^[9]。商业等服务设施, 包括购物中心、文化娱乐设施和家政服务等, 也明显

收稿日期: 2023-06-09

第一作者: 郭丽阁, 博士后, 主要研究方向为城市产业空间发展, 城市更新, 城市规划等。

E-mail: lizaglg@163.com



论文
拓展
介绍

影响住宅价格^[10-11]。

房屋作为特殊商品,具有时间耐久性和空间固定性,影响因素繁杂。随着我国城市化进程的加快和住房数据的可用性,Hedonic特征定价模型也被广泛应用于评估住房属性^[12-14]。空间Hedonic特征定价模型将空间效应整合到模型之中,地理加权回归模型(GWR)^[15]可以准确评估因变量和自变量之间的关系及在空间上的变化,有效解决空间异质性问题,已广泛应用于住宅价格研究领域^[16-18]。近年来呈现出将Hedonic特征定价模型与地理信息系统(GIS)相结合的研究趋势。

综上,现有文献研究有以下特征:第一,研究多从宏观层面分析房地产市场,从微观层面研究超大特大城市房价的还较少。第二,研究多从市场、社会和文化角度探讨房价及其空间分布;而房价的空间异质性影响研究也较少。第三,对城市结构与住宅市场关系的研究在增多,较多研究在特征价格模型中加入与城市中心区(CBD)的距离测度,展开对房价空间分布差异的分析。第四,关于公共服务设施对房价的影响,呈现出复杂性和混合性特征。商业设施对房价的影响可通过可达性进行评估,比如城市中心区、重要交通节点及各种服务设施的可达性;城市服务设施的可达性对房价的空间溢出效应随距离增加呈衰减趋势。

1 研究对象和数据来源

1.1 研究对象

选取上海二手住房为研究对象。原因有二:一是随着上海新增住房供地不断收紧,二手房在住宅市场交易中已经占据主要份额。二是与新房相比,二手房交易受政府限购等政策的影响较小,更适合特征模型的应用。

1.2 数据来源

本文数据来源有三:一是从链家网(<https://nj.lianjia.com/>)获取的截至2021年4月上海二手房销售价格和结构特征,包括二手房的单价、总价、建筑面积、朝向、楼层、装修类型、房龄等因子。二是源自上海市统计局发布的统计公报、统计年鉴的社会经济数据,包含上海各区2020年的人均GDP、男女比例、人口密度、平均工资等指标。三是来自百度地图的兴趣点(POI)数据,包含公交站点、地铁站、银行、医院、城市/社区公园、娱乐、购物和住宅服务等服务设施,根据服务设施的位置和数量,构建住宅可达性

属性大数据库。首先对大数据进行清洗和预处理,包括删除异常值和冗余、转化为int或float形式、交叉检验等;再对大数据库进行多数据源整合,形成包含313 286套二手房价格和特征的数据集,并对数据分别进行空间分析和回归分析。

2.3 上海住宅价格空间分布特征

上海二手房数量存在明显空间不均衡性。其中,闵行、浦东、徐汇、宝山4区较多,金山、崇明最少。上海二手房的价格空间差异性显著。其中,黄浦区的均价最高,其次是徐汇区和静安区,且单套二手房总价离散程度较高,极差较大。总体看,上海二手房价格分布不符合正态分布。不仅中心城区的住宅价格存在差异,而且随着与市中心距离的增加,住宅价格呈显著梯度下降趋势;但当距离增加到30~39 km时,住宅价格基本不再变化,大致稳定在3~4万元·m⁻²(表1,图1)。

上海住宅价格的空间差异性主要存在于同心环之间。而同心环内部住宅价格差异的决定因素则由房屋的自身属性和交通服务设施可达性等外部属性共同决定(表2)。

上海住房市场呈现单中心结构,房价随着距离市中心的距离增大而趋于梯度下降(图2);单价高于10万元·m⁻²的住宅主要集中在中心城区的黄浦、静安、徐汇等区。

上海市区中环以内拥有的地铁站和公交车站的数量最多,公共交通设施的空间分布类似于住宅价格。距离地铁站、公共汽车站较远的住宅价格偏低(图3)。该趋势在同心环和传输模式中会变化:一是5.0 km缓冲区内,有地铁站的住宅单价明显偏高;二是公交站点对房价的影响较小;三是有效半径不同,地铁站对房价的有效半径约为2.5 km,公共汽车站对房价的有效半径约为1.5 km。

上海流动人口主要集中在郊区,如松江、闵行、浦东、宝山等,且流动人口密度与住房市场存在空间异质性特征(表3)。

2 模型设定和变量选取

2.1 特征价格模型改进

特征价格模型是将研究对象分解为多种属性,并获得属性估计值的一种方法。一般来说,模型可以表示为

$$P=f(S,A,N) \quad (1)$$

式中:S为结构属性;A为区位可达性属性;N为邻里

表1 上海各区住宅价格、基尼系数和劳动力市场

Tab. 1 Housing prices, Gini coefficient, and labor market by district in Shanghai

地区	平均房价/(元·m ⁻²)	基尼系数	就业机会密度/(个·人 ⁻¹)	平均工资/元	流动人口密度/(人·km ⁻²)
静安	100 839	0.113	16 650	9 171	15 326
黄浦	95 101	0.104	13 394	9 227	15 301
长宁	77 125	0.106	4 977	9 820	19 833
徐汇	77 033	0.124	6 894	9 174	19 943
虹口	70 023	0.097	8 518	8 747	19 250
闸北	65 423	0.111	7 030	9 362	23 341
浦东	63 605	0.152	778	9 533	2 182
普陀	63 663	0.105	4 665	8 836	17 840
杨浦	67 273	0.087	3 867	9 038	12 582
闵行	53 979	0.125	1 055	9 049	8 067
宝山	49 000	0.096	1 040	8 635	5 104
青浦	38 981	0.152	478	8 248	2 416
松江	41 646	0.101	726	8 337	2 804
嘉定	40 282	0.126	1 161	8 903	3 912
奉贤	18 696	0.144	410	7 214	600
崇明	28 137	0.133	463	8 015	1 381

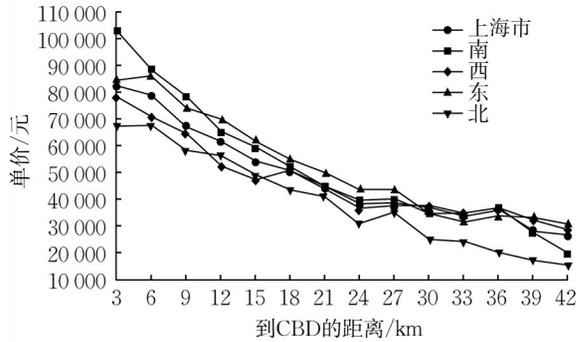


图1 上海市住宅价格与到市中心距离的关系

Fig. 1 Relationship between housing prices and distance to the city center in Shanghai

表2 同心环上的变异系数和空间集聚基尼系数

Tab. 2 Coefficient of variation and spatial agglomeration Gini coefficient on concentric rings

区域	中心城区	近郊区	远郊区	全市
总体变异系数	0.219 3	0.197 4	0.263 8	0.355 1
总体基尼系数	0.116 5	0.103 7	0.143 1	0.196 0
邻里基尼系数	0.009 3	0.003 9	0.005 9	
邻里贡献率/%	7.9	3.8	4.1	
非邻里贡献率/%	92.1	96.2	95.9	

属性。

为进一步明确交通设施和服务设施产生的影响,对特征价格模型进行拓展与改进。

$$P(H)=f(S, L, N)=f[S, (A, P_u, P_r, R), C]+\epsilon \quad (2)$$

式中: $P(H)$ 为包含房价的矩阵; S 为房屋结构属性; L 为区位属性; N 为邻里属性; A 为可达性; P_u 为公共服务设施; P_r 为商业设施; R 为环境服务设施; C 为邻里属性描述为空间相关性; ϵ 为残差项。考虑本文用

销售单价(元·m⁻²)作为自变量,故选择线性函数来描述价格分布。

2.2 计量模型构建

本文使用普通最小二乘法(OLS)、多元线性回归(MLR)来估计全局特征模型,使用地理加权回归(GWR)、空间滞后模型(SLR)来研究城市内部房价的空间异质性。

2.2.1 普通最小二乘法(OLS)

采用住宅单价的对数形式作为因变量,并根据住宅的具体特征对其进行回归。主要包括住宅的结构属性、区位属性和邻里属性。

$$\ln Y=\beta_0+\beta_1S+\beta_2L+\beta_3N+\epsilon \quad (3)$$

式中: Y 为二手房销售单价; S 为住宅结构属性的函数; L 为区位属性的函数; N 为邻里属性的函数; ϵ 为标准误差项; $\beta_0\sim\beta_3$ 为解释变量的参数。

2.2.2 多元线性回归(MLR)

使用线性函数来估计特征价格函数,并采用多元线性回归方法,研究上海市居住可达性、环境和服务设施对住宅价格的影响,利用式(4)来衡量城市单中心模式下的同心环之间的差异。

$$y_{ij}=\beta x_{ij}+\alpha+\mu_{oj}+\xi_{ij} \quad (4)$$

式中: y_{ij} 是环 j 内住宅 i 的销售单价; x_{ij} 是影响住宅价格的自变量; μ_{oj} 是环 j 的误差项; ξ_{ij} 是环 j 内住宅 i 的误差项; β 为 x_{ij} 的影响系数; α 为常数。

2.2.3 空间滞后模型(SLR)

空间特征价格模型的残差中可能存在显著的空间自相关,需建立空间滞后模型对特征价格模型进行拓展和检验。

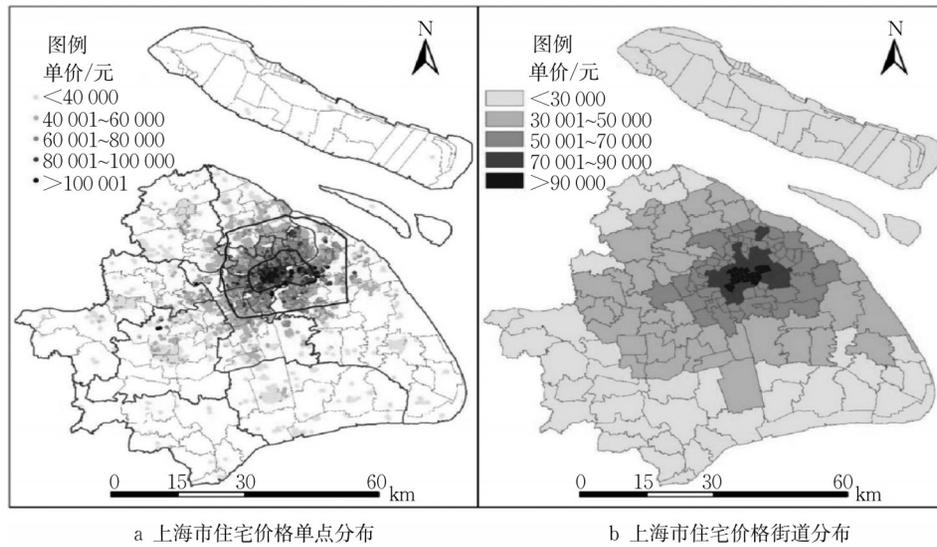


图 2 上海市住宅价格在点和街道层面的分布示意图

Fig. 2 Distribution of residential prices in Shanghai at the point and street levels

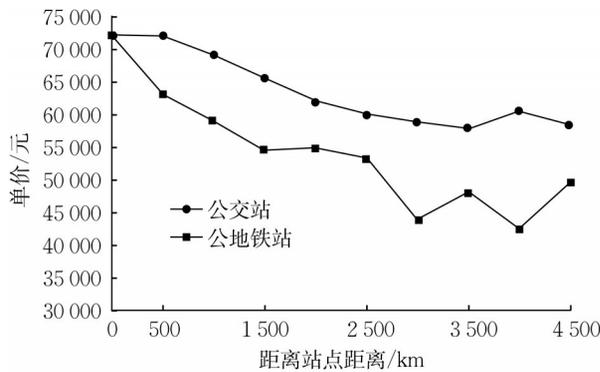


图 3 距离地铁站和公交站点不同距离的住宅价格

Fig. 3 Prices of dwellings at different distances from subway stations and bus stops

$$Y = \rho W y + \beta X + \epsilon \quad \epsilon \sim N(0, \sigma^2 I) \quad (5)$$

式中: Y 为住宅价格; ρ 为自回归参数; W 为住宅的空间权重矩阵; y 为随机变量的观测向量; X 为解释变量, 如结构属性、可达性和服务设施; β 为解释变量的参数; ϵ 为正态分布的误差项; σ^2 为正态分布的方差; I 为系数。

2.2.4 地理加权回归(GWR)

GWR 是一种局部回归方法, 其参数在空间上是变化的, GWR 结合自变量和因变量建立不同的回归方程, 能够有效地解决住宅价格分布的空间非平稳性。

$$Y_i = \sum_j \beta_{ij}(u_i, v_i) X_{ij} + \alpha_{ij} + \epsilon_i \quad (6)$$

式中: Y_i 为住宅 i 的价格; (u_i, v_i) 为观测的空间位置; X_{ij} 为一组协变量; β_{ij} 为变量 j 在住宅 i 处的回归系

表 3 上海各区土地面积、流动人口及人口密度

Tab. 3 Land area, floating population, and population density by district in Shanghai

地区	行政区划面积/km ²	常住人口/万人	流动人口/万人	人口密度/(人·km ⁻²)
全市	6 340.50	2 428.14	977.71	3 830
浦东新区	1 210.41	556.70	234.22	4 599
黄浦区	20.46	65.08	17.83	31 808
徐汇区	54.76	109.46	27.45	19 989
长宁区	38.30	69.36	17.96	18 110
静安区	36.88	105.77	26.83	28 680
普陀区	54.83	127.58	34.03	23 268
虹口区	23.48	79.40	15.46	33 816
杨浦区	60.73	130.49	27.63	21 487
闵行区	370.75	254.93	125.14	6 876
宝山区	270.99	204.43	83.78	7 544
嘉定区	464.20	159.60	90.48	3 438
金山区	586.05	80.70	27.32	1 377
松江区	605.64	177.19	106.31	2 926
青浦区	670.14	123.31	71.43	1 840
奉贤区	687.39	115.78	57.72	1 684
崇明区	1 185.49	68.36	14.12	577

数; α_{ij} 为采样点*i*上第*j*个回归参数; ϵ_i 为误差项。本文选择自适应高斯核函数对观测值进行加权,使得带宽随回归点周围样本观测值密度的变化而变化,即

$$w_{ij} = \begin{cases} (1 - d_{ij}^2/\theta^2)^2 & d_{ij} < \theta \\ 0 & d_{ij} \geq \theta \end{cases} \quad (7)$$

式中: w_{ij} 为估计局部回归方程时*j*点对于*i*点的权重; d_{ij} 为*i*与*j*的欧式距离; θ 为固定带宽。

2.3 指标选择

2.3.1 结构属性指标

选择建筑面积、卧室数、客厅数、楼层、朝向、装修状况和房龄等来构建住宅的结构属性。其中,朝向和装修类型设置为虚拟变量,令朝南为1,其他朝向为0;毛坯房为0,其他装修类型为1;楼层采用相对高度,即楼层数与总楼层数之比。

2.3.2 区位属性指标

(1)公共交通可达性。选择住宅3 km范围内的

地铁站点和公共汽车站点的数量。

(2)公共服务设施可达性。使用距离住宅3 km范围内的公立学校、银行和医院的数量。

(3)商业服务设施可达性。选择住宅1 km范围内娱乐设施、购物设施和家政服务设施的数量和规模。基于对POI数据内的娱乐、购物和家政服务进行分类和提取。

(4)环境服务设施可达性。利用ArcGIS计算住宅到绿地、水体、森林、公园的最短距离作为代理指标。

2.3.3 邻里属性指标

选取平均工资、流动人口密度、人口密度、人均GDP和男女比例等作为衡量该地区发展程度的关键邻里属性。为避免多重共线性问题,对所有自变量进行相关分析,所有变量间的相关性均低于0.75。同时,解释变量的方差膨胀因子(VIF)也小于4.5,即在本文提出的模型和变量中,没有出现明显的多重共线性(表4)。

表4 变量的描述性统计

Tab. 4 Descriptive statistics of variables

变量	符号	最小值	最大值	均值	方差
单价/(元·m ⁻²)	P	9 807.33	109 953.33	22 135.43	2 296.24
建筑面积/m ²	FA	30.90	567.00	77.90	22.86
卧室数量/个	N_B	1.00	6.00	2.44	0.86
客厅数量/个	N_L	1.00	3.00	1.69	0.48
楼层/层	FL	1.00	67.00	17.20	10.69
朝向	FR	0	1.00	0.60	0.56
装修类型	DEC	0	1.00	0.42	0.65
房龄/年	HA	0	30.00	10.24	5.87
3 km内地铁站点数量	N_MS	3.00	10.00	6.14	0.96
3 km内公共汽车站点数量	N_BS	4.00	12.00	6.84	0.92
到CBD的距离/km	D_CBD	2.15	9.75	7.98	0.81
3 km范围内公立义务教育学校的数量	N_PCS	0	5.00	1.42	1.45
3 km范围内公立非义务教育学校的数量	N_PNCS	0	3.00	0.87	3.28
3 km内银行的数量	N_PB	0	13.00	4.67	7.39
3 km内公立医院的数量	N_H	0	5.00	1.56	6.34
3 km内娱乐设施的数量	N_E	2.00	95.00	25.34	10.24
3 km内购物设施的数量	N_S	5.00	25.00	8.54	9.42
3 km内家政服务的数量	N_D	2.00	40.00	12.45	13.59
到绿地的最短距离/km	D_G	0.69	8.74	6.81	1.57
到水体的最短距离/km	D_W	4.39	8.89	7.86	0.71
到森林的最短距离/km	D_F	1.61	8.84	7.34	1.01
到公园的最短距离/km	D_P	0.69	8.36	6.50	1.07
人口密度/(人·km ⁻²)	PD	63.43	463.32	328.83	3.20
平均工资/元	AW	39 248.63	5 839 285.30	128 493.30	24.28
人均GDP/元	PGDP	9.20	18.64	13.29	14.24
男女比例	MFR	0.89	1.24	1.02	0.45
流动人口密度/(人·km ⁻²)	FP	12.43	126.47	53.97	13.29

3 实证分析的结果与阐释

3.1 基准回归结果

通过OLS、SLR和MLR回归模型来检验上海

城市单中心结构、住房自身结构属性、服务设施可达性等因素与上海市全域住房市场价格之间的关系。

表5显示,3种模型下所有自变量的回归系数,空间权重(Rho)在SLR中的显著性,以及OLS、

表5 基准回归结果
Tab. 5 Baseline regression results

变量		OLS	SLR	MLR	
结构属性	FA	4.38***	6.98***	3.20***	
	N_B	20.34***	86.13***	13.78***	
	N_L	0.30	0.35	0.29	
	FL	74.84***	75.90***	79.09***	
	FR	59.79***	61.93***	398.6***	
	DEC	43.48***	21.93***	3873***	
	HA	-25.58***	-16.37***	-281.8***	
区位属性	公共交通设施	N_MS	29.34***	30.18***	13.84***
		N_BS	5.93***	7.10***	4.97**
	公共服务设施	D_CBD	-15.89***	-20.56***	-13.93***
		N_PCS	13.58***	21.94***	18.32***
		N_PNCS	2.89*	7.02*	4.37***
		N_PB	5.38***	3.33***	4.11***
		N_H	12.54***	14.564***	13.61***
		N_E	0.264***	0.35***	0.19***
	私人服务设施	N_S	0.12**	0.13***	0.130**
		N_D	1.049***	2.39***	1.690***
	环境服务设施	D_G	-34.30***	-21.38***	-24.33***
		D_W	-16.68***	-14.29***	-14.69***
		D_F	-11.87*	-3.28***	-8.39***
		D_P	-23.67***	-19.28***	-22.48***
邻里属性	PD	5.23***	6.92***	5.39***	
	AW	4.58***	4.29***	6.39***	
	PGDP	8.48***	6.28***	8.29***	
	MFR	5.29***	9.38***	7.48***	
	FP	12.93***	11.39***	15.39***	
AIC	1 043 602	993 430	1 033 380		
Obs	313 082	312 040	313 006		
R ²	0.71				
MIR	0.660***	0.021*	0.129**		

注:***、**、*分别代表1%、5%、10%的显著水平;AIC为AIC信息准则;Obs为观测值;MIR为残差的全局Moran's I。下同。

MLR和SLR的残差的全局Moran's I值的降低证明空间自相关在SLR中得到适当的控制,基准回归的结果与以往的研究结果一致。第一,3种回归模型中结构属性的建筑面积、楼层、朝南朝向和装修状况与销售单价均显著正相关。卧室的数量并没有显著的正相关,房龄对住宅价格呈负面影响。第二,购房者愿意为更近的公共交通设施付费,特别是地铁站。地铁站的数量每增加1%,约增加周围3 km内住宅房价0.04%~0.08%。第三,公共服务设施通过改善居民的居住环境和生活质量显著影响房地产市场的价格。3种回归模型中学校、银行和医院的变量对二手房价格都有显著的正向影响。附近有优质的学校和医院的社区更具吸引力。银行和医院数量每增加1%,附近的住宅价格约增加0.02%。义务教育阶段的学校数量及其教育质量对住宅价值有着相当大的正向影响,影响程度远高于银行和医院。第四,控制同心环的空间异质性后,购物、娱乐和家政服务变量的回归系数均显著为正。第五,在城市环境设

施对房价的影响中,实证回归结果表明,到森林、公园、水体、绿地的距离对住房价格均有正向影响。

3.2 稳健性检验

3.2.1 固定效应

空间非平稳性是空间数据集中普遍存在的情况,研究认为将住房市场划分为不同的区域,并为每个子市场分别估计特征方程,是检验空间非平稳性的有效方法。上海市不同行政区发展水平差异较大,即使每个行政区内的许多基础设施基本相似,仍存在房价产生差异的因素。为获取更准确的地理位置信息并捕捉区域间的更多差异,本研究数据使用街道级别和区级别的固定效应进行回归。表6显示街道层面和区层面固定效应的实证结果。将位置固定效应从区域水平转换到区水平后,估计结果变化不大,说明回归结果的稳健性。

3.2.2 GWR解决空间自相关

本文所构建的特征价格模型中的空间效应采用了空间自相关和空间异质性。Moran's I表示为

表 6 街道层面和区层面固定效应

Tab.6 Fixed effects at the street level and district level

变量	中心城区			近郊区		
	OLS	SLR	GWR	OLS	SLR	GWR
FA	7.59***	11.04***	10.99***	5.67***	2.12***	4.95***
N_B	-3.18*	-1.26*	1.99***	3.86***	8.59***	9.42***
N_L	-5.66**	-2.07**	-3.66***	-3.42*	3.14*	6.88***
FL	6.97***	5.88***	7.09***	2.30***	10.51***	6.57***
FR	9.84***	11.17***	3.93***	16.24***	13.79***	13.91***
DEC	59.05***	30.05***	83.24***	28.76***	17.05***	42.27***
HA	-26.22**	-12.26**	-25.01***	-30.59**	-41.79**	-57.29**
N_MS	48.92	16.78*	13.03*	15.52**	26.1**	19.96***
N_BS	7.68	1.713	6.98	-72.63**	-15.95**	-11.29**
D_CBD	-1.388**	-1.15**	-4.79**	-3.37**	-9.03***	-13.74**
N_PCS	14.44***	13.86***	6.31***	4.73***	6.49***	1.62***
N_PNCS	1.28*	2.19*	9.32*	5.12*	8.08**	8.85**
N_PB	1.39***	-0.35	8.93**	10.48*	6.82	0.69*
N_H	18.34***	13.07***	5.58***	9.24***	1.78***	6.24***
N_E	-4.18	6.28*	9.22*	8.11**	0.65**	2.84***
N_S	3.29**	1.29*	3.20**	3.58***	8.00***	3.78***
N_D	2.94**	3.29*	1.68**	13.62***	9.46***	7.88***
D_G	2.19***	3.18***	8.02***	16.25***	0.44***	8.12***
D_W	3.28*	3.45*	5.80*	6.62**	6.28**	9.07**
D_F	2.49	4.28	7.34	15.91*	3.63*	10.72
D_P	5.38***	4.89***	8.93***	7.71***	6.29***	0.12***
PD	3.28***	4.29***	5.21***	-2.62***	-3.12***	-8.23***
AW	4.10***	6.37***	5.91***	12.67***	13.41***	11.41***
PGDP	6.38***	5.83***	9.10***	10.55***	14.24***	19.61***
MFR	-8.29***	-9.59***	-7.68***	18.59***	5.62***	9.06***
FP	-10.39**	-14.29**	-10.66***	3.02***	1.74***	11.94***
AIC	238 879	230 690	238 590	20 801	20 801	20 801
Obs	14 857	15 930	14 982	8 493	8 392	8 593
R ²	0.23	0.35	0.29	0.37	0.39	0.34

$$I = \frac{n \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (x_i - \bar{X})(x_j - \bar{X})}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{X})^2} \quad (8)$$

式中： n 为样本大小； x_i 为*i*地的房价； x_j 为特定区域*j*的房价； \bar{X} 为属性的均值； w_{ij} 为空间权重矩阵。

由图 4 可知，上海房价的莫兰指数为 0.371，样本房价数据存在明显空间自相关，意味着相似价格的住宅产生了空间聚集； p 值几乎为 0，表明该数据几乎不可能是随机空间过程。本文采用地理加权回归(GWR)模型，通过设定空间权重矩阵 W 在空间上对房价进行加权来处理空间自相关问题。

将 GWR 的回归结果和系数分布绘制成图 5，发现工资对浦东的住宅价格影响最大。与基准回归模型的结果相似，流动人口密度随距离市中心的距离增加而增加。从地铁站和学校的回归系数分布来看，郊区的公共设施分布极不均衡。与浦东相比，地铁站和学校对松江、宝山、金山、青浦等区更重要。

上海人口密度对房价的影响相对复杂。在静

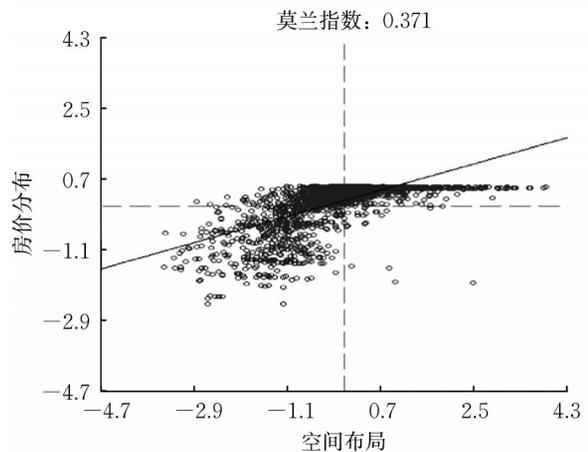


图 4 上海二手房单价的空间自相关性

Fig. 4 Spatial autocorrelation of unit price of second-hand housing in Shanghai

安、黄浦等中心城区，可供用地和商品房越来越少；但高层办公楼的聚集吸引大量高收入群体，在供求关系驱动下，人口密度对房价的正向影响在中心城区尤其显著。徐汇区和长宁区土地供应相对充裕，人口密度不高，但教育文化水平偏高，带来高收入群

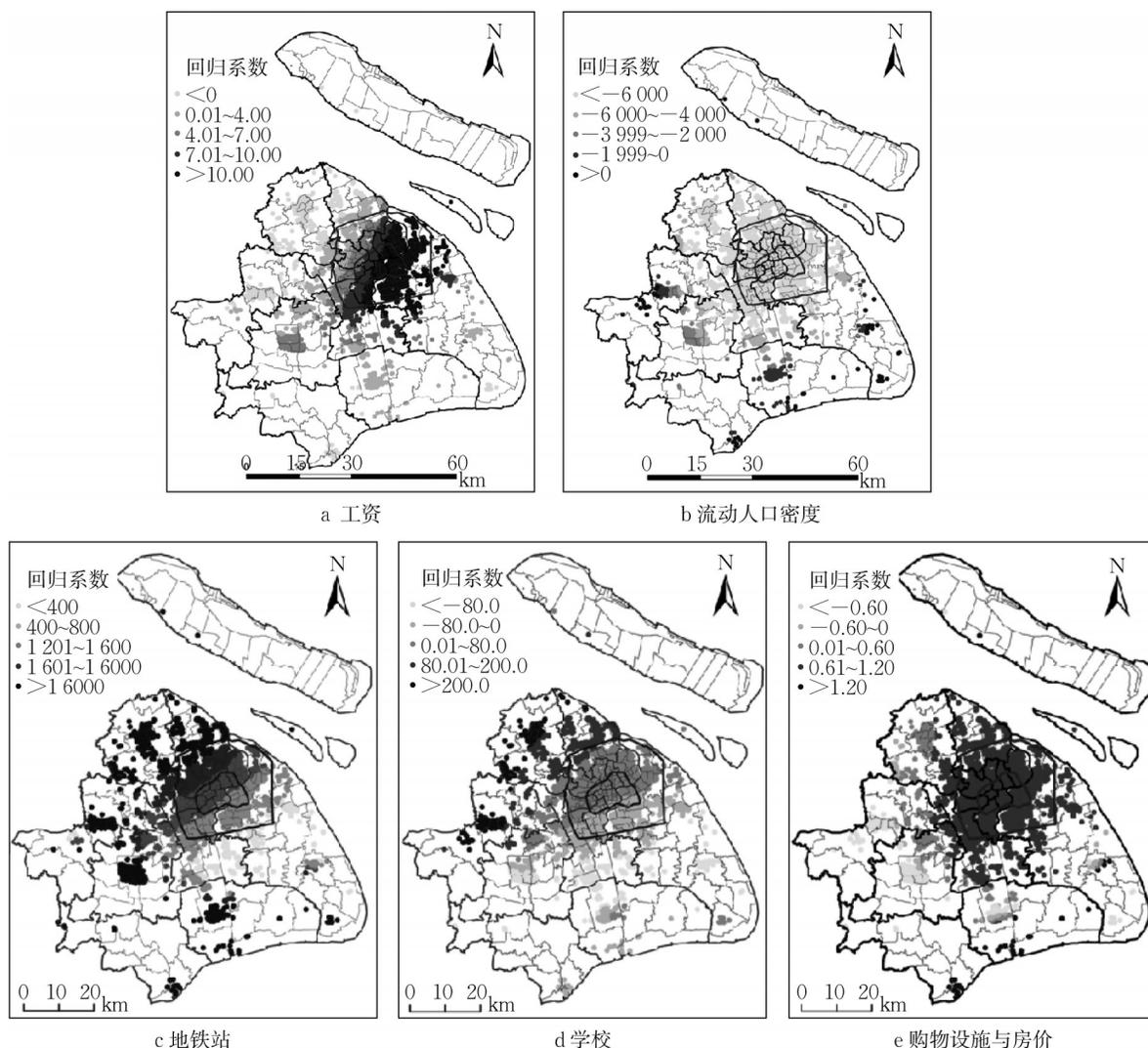


图5 GWR局部回归系数

Fig. 5 GWR local regression coefficients

体的住房需求,房价仍不低于静安和黄浦等区,人口密度对房价产生负向影响。杨浦区和虹口区由于“老”上海人口比例较高,对住宅的需求相对较低,人口密度与房价负效应也较为显著。在闵行区、宝山区等远郊地区,建设用地面积较大、人口密度较低、房价较低,人口密度对房价的影响是正向的。

3.3 异质性检验

考虑到单中心结构城市住房市场的决定因素对不同区域的影响不同,本文利用空间自回归模型,按上海市同心环的空间结构分样本回归,考察不同地区房价对影响因素的响应。中心城区、近郊区和远郊区分样本的回归结果见表7。研究显示,中心城区和近郊区具有较高的相似性,而远郊区则显示出完全不同的结果,表明居民的社会和经济异质性与同心环模式密切相关。各因素对不同地区的房价影响程度存在显著的空间异质性。其中,在结构属性方

面,住宅面积、楼层和房龄对远郊区的住宅价格影响更大,对中心城区住宅价格的影响较小;分析认为中心城区更吸引购房者的是丰富的公共服务设施和商业服务设施。在公共交通设施方面,地铁站和公交站对郊区的住宅价格存在积极影响。在公共服务设施方面,公园、学校、银行和医院等公共设施对中心城区住宅的单价影响更大。在商业服务设施方面,由于近郊区和远郊区购物和娱乐设施相对分散且品质不高,使得购房者必须为近距离优质商业服务设施支付高房价。

4 规划启示

4.1 规划理论层面

本研究与城市规划关系极为密切。从规划理论层面看,有助于增进对超大特大城市空间发展与与住

表7 按同心环空间结构分样本回归

Tab. 7 Sample regression based on spatial structure of concentric rings

变量	中心城区			近郊区			远郊区		
	OLS	SLR	GWR	OLS	SLR	GWR	OLS	SLR	GWR
FA	7.59***	11.04***	10.99***	5.67***	2.12***	4.95***	8.50***	-1.28***	11.69***
N_B	-3.18*	-1.26*	1.99***	3.86***	8.59***	9.42***	15.78***	14.88***	12.85***
N_L	-5.66**	-2.07**	-3.66***	-3.42*	3.14*	6.88***	8.3**	-10.40	6.48***
FL	6.97***	5.88***	7.09***	2.30***	10.51***	6.57***	9.77	7.25***	6.34***
FR	9.84***	11.17***	3.93***	16.24***	13.79***	13.91***	15.42***	18.49***	12.53***
DEC	59.05***	30.05***	83.24***	28.76***	17.05***	42.27***	26.32***	13.43***	37.93***
HA	-26.22**	-12.26**	-25.01***	-30.59**	-41.79**	-57.29**	-27.9***	-10.8***	-48.61**
N_MS	48.92	16.78*	13.03*	15.52**	26.1**	19.96***	26.78***	31.6***	39.75***
N_BS	7.68	1.713	6.98	-72.63**	-15.95**	-11.29**	78.61***	15.22***	95.87***
D_CBD	-1.388**	-1.15**	-4.79**	-3.37**	-9.03***	-13.74**	-1.30*	-3.92*	-0.14**
N_PCS	14.44***	13.86***	6.31***	4.73***	6.49***	1.62***	0.74***	5.64**	6.85***
N_PNCS	1.28*	2.19*	9.32*	5.12*	8.08**	8.85**	8.27**	5.32***	7.44**
N_PB	1.39***	-0.35	8.93**	10.48*	6.82	0.69*	4.74*	9.38**	0.55**
N_H	18.34***	13.07***	5.58***	9.24***	1.78***	6.24***	7.75***	1.48***	1.04***
N_E	-4.18	6.28*	9.22*	8.11**	0.65**	2.84***	1.09***	1.88***	6.72***
N_S	3.29**	1.29*	3.20**	3.58***	8.00***	3.78***	7.18***	5.32***	9.16***
N_D	2.94**	3.29*	1.68**	13.62***	9.46***	7.88***	5.10*	4.15**	1.75*
D_G	2.19***	3.18***	8.02***	16.25***	0.44***	8.12***	5.59***	7.15***	7.31***
D_W	3.28*	3.45*	5.80*	6.62**	6.28**	9.07**	5.23***	1.42***	5.45***
D_F	2.49	4.28	7.34	15.91*	3.63*	10.72	9.46***	8.60***	2.60***
D_P	5.38***	4.89***	8.93***	7.71***	6.29***	0.12***	1.37***	7.36***	9.09***
PD	3.28***	4.29***	5.21***	-2.62***	-3.12***	-8.23***	7.22***	5.95***	4.04***
AW	4.10***	6.37***	5.91***	12.67***	13.41***	11.41***	6.34*	0.83**	0.05*
PGDP	6.38***	5.83***	9.10***	10.55***	14.24***	19.61***	3.79***	6.21***	0.90***
MFR	-8.29***	-9.59***	-7.68***	18.59***	5.62***	9.06***	7.98***	9.56***	4.72***
FP	-10.39**	-14.29**	-10.66***	3.02***	1.74***	11.94***	6.41**	4.02*	2.54*
AIC	238 879	230 690	238 590	20 801	20 801	20 801	160 237	160 237	160 237
Obs	14 857	15 930	14 982	8 493	8 392	8 593	10 924	9 931	10 932
R ²	0.23	0.35	0.29	0.37	0.39	0.34	0.36	0.40	0.38

房市场关系的认知。

上海住宅价格空间分布受单中心结构影响显著,而房屋自身的结构属性和区位属性(如交通和公共服务设施)也会影响房价。到市中心的距离很大程度决定房价,房价与城市圈层结构一致;随着到市中心距离的增加,房价呈明显梯度下降趋势。且房价的空间异质性很大程度上是同心环之间的价格差异,而非同心环内的分布不均衡。

SLR和MLR模型证实公共交通设施和公共服务设施共同影响上海的住宅市场。在结构属性方面,住宅面积、楼层和房屋年龄对远郊区的房价影响更大,对中心城区房价影响较小,研究认为中心城区更吸引买家的是其丰富优质的公共服务设施和商业服务设施。在公共交通方面,地铁站和公交站对郊区房价存在正相关关系。本文认为由于上海公共服务设施的扩散相对缓慢,高服务水平和质量的公共设施仍然集中在上海的中心城区,导致相对独立的远郊区购房者必须为优质便利的商业服务设施支付高房价。

城市设施的可达性效应因类别和数量(规模)而异,城市服务设施对房价的影响在很大程度上取决于其可达性。利用可达性指标,以及空间特征价格模型,并考虑空间相关性和异质性,可测定并量化不同城市设施对上海市房价的空间溢出效应。

到地铁站和学校的距离是房地产价格模型中最重要的两个因素,距离地铁或学校越近,房价越高。其中公共交通可达性对附近房价有正向影响;地铁对房价的影响程度大于公共交通;公共交通可达性对周边房价的影响表现出空间异质性,对远郊区的价格效应大于中心城区。义务教育阶段的教育房产资本化大于非义务教育阶段,即义务教育阶段优质教育资源是造成学区溢价的最重要因素,直接导致房价上涨。

4.2 规划应用层面

中心城区及各新城需合理配置各种宏观与微观要素,构建优质居住服务条件。实现公共设施,特别是优质公立学校和公共交通的更均衡分配,满足人民更公平地获得公共服务,真正实现人民城市为人

民的目标。城市规划要注重公共服务设施和商业服务设施布局更加均匀,提高空间覆盖范围,包括远郊区和县、乡、村。要合理规划地铁线路,科学设置地铁站点,全面提升交通可达性。根据城市的公共交通发展要求和不同地区对通勤的需求,合理进行地铁的选址和规划;达到满足内在需求的“人口-产业-需求-地铁站”公共交通高质量全覆盖发展需求。要大力促进上海产城一体化的高质量融合发展。相关政策需在推进郊区公共交通设施和公共服务设施建设时,更多地关注就业的分散和上海城市发展的平等和均衡。从人性化的角度增加上海生态用地数量,满足居民对优质生态环境需求。建议政府建立差别化的生态用地保护政策,将市场导向的生态用地保护机制和政府导向的耕地补偿机制相结合,确保生态用地的持续供给。

作者贡献声明:

郭丽阁:提出主题,框架构建,论文撰写与修改。

林善浪:论文框架构建指导。

乔凝燕:大数据收集,分析和整理。

陈磊:数据收集整理。

参考文献:

- [1] HAO Q J, CHEN J. Geospatial differences of distance to CBD, transport accessibility and Shanghai housing prices [J]. *World Economic Forum*, 2007(1):22.
- [2] MA S X, LI A. Housing price influencing factors in Beijing based on hedonic models [J]. *Journal of Civil Engineering*, 2003,36(9):59.
- [3] HAN S, QIN B. The spatial distribution of producer services in Shanghai [J]. *Urban Studies*, 2009,46(4):877.
- [4] 丁雪莹,洪灿,熊孜,等.基于GIS的长沙市商品房价空间格局及影响因素分析[J].*热带地理*,2012,32(4):423.
DING Xueying, HONG Can, XIONG Zi, *et al.* Spatial pattern and influencing factors of commodity housing prices in Changsha based on GIS [J]. *Tropical Geography*, 2012, 32(4):423.
- [5] MURAKAMI J, CHANG Z. Polycentric development under public leasehold: a spatial analysis of commercial land use rights [J]. *Regional Science and Urban Economics*, 2018,7(1):25.
- [5] YANG J, LI G. Fiscal and spatial characteristics of metropolitan government and planning in China: understanding centralization trends in a decentralization context [J]. *Habitat International*, 2014, 41:77.
- [6] LI H. Institutions, economic transition and urban land expansion in China [D]. Salt Lake City: University of Utah, 2016.
- [7] TIAN G, WEI Y, LI H. Combined effects of accessibility and environmental health risk on housing price: a case of Salt Lake County, UT [J]. *Applied Geography*, 2017, 89:12.
- [8] WANG Jing, WANG Wen, YUAN Qi, *et al.* Classification system and spatio-temporal distribution of ecological land in China in the period of 1996-2012 [J]. *Geography Research*, 2017,36(3):51.
- [9] GLAESER E L, KOMINERS S D, LUCA M, *et al.* Big data and big cities: the promises and limitations of improved measures for urban life [R]. Cambridge: Harvard Kennedy School, 2015.
- [10] 王楠,吴巍,胡细英,等.城市跨江下重大交通设施对住宅价格影响的异质性——以南昌市滨江新城为例[J].*现代城市研究*,2018(10):123.
WANG Nan, WU Wei, HU Xiyang, *et al.* The heterogeneity of the impact of major transportation facilities on residential prices under the urban cross-river river: a case study of Binjiang New Town in Nanchang City [J]. *Modern Urban Research*, 2018(10):123.
- [11] CHOW G C, NIU L. Housing prices in urban China as determined by demand and supply [J]. *Pacific Economic Review*, 2015,20(1):1.
- [12] QIU R, XU W. Modes of land development in Shanghai [J]. *Land Use Policy*, 2017(61):475.
- [13] SUN B, ZHANG T, HE Z, *et al.* Urban spatial structure and motorization in China [J]. *Journal of Regional Science*, 2017,57(3):470.
- [14] LIEBELT V, BARTKE S. Revealing preferences for urban green spaces: a scale-sensitive hedonic pricing analysis for the City of Leipzig [J]. *Ecol Econ*, 2018(146):536.
- [15] HU Weiyang, WEI Anqi, ZHAO Zhishang. Literature review on mismatch of demand and supply, and synergies of multifunctional agricultural land [J]. *China Land Sciences*, 2017,31(3):89.
- [16] GIBBONS S, MACHIN S, SILVA O. Valuing school quality using boundary discontinuities [J]. *Journal of Urban Economics*, 2013(7):15.
- [17] WEI Y. Restructuring for growth in urban China: transitional institutions, urban development, and spatial transformation [J]. *Habitat International*, 2012,36(3):396.
- [18] BLACK S E, MACHIN S. Housing valuations of school performance [J]. *Handbook of the Economics of Education*, 2011(3):485.