

# 宁杭城市多时空尺度居住空间分异与比较

宋伟轩<sup>1</sup>, 黄琴诗<sup>2,3</sup>, 谷 跃<sup>1,4</sup>, 何 格<sup>3</sup>

(1. 中国科学院南京地理与湖泊研究所 流域地理学重点实验室, 南京 210008; 2. 浙江科技学院土木与建筑工程学院, 杭州 310023; 3. 南京大学建筑与城市规划学院, 南京 210093; 4. 中国科学院大学, 北京 100049)

**摘要:** 城市居住分异具有社会群体与住宅空间的社会—空间双重属性, 已有研究多关注社会经济属性, 采用非空间分异指数开展单个城市和较大尺度的实证分析, 较难有效反映中国当前城市内部日趋复杂多变、异质破碎的居住分异景观。基于住宅空间视角, 采用多群体分异指数、空间分异曲线、指数分解模型与地理探测器等方法, 以南京、杭州为案例城市, 从街道、街区与网格3个尺度, 分析宁杭2009—2018年居住空间分异及其影响因素。研究表明: 空间分异指数因考虑到住宅空间位置和邻域环境, 可作为对非空间分异指数的一种改进; 南京不同住宅类型空间分异程度高于杭州, 主要是由城市空间结构差异造成的; 居住空间分异是城市社会空间资源非均衡配置的结果, 其中“中心位势”和“教育配套”等因素对城市居住空间分异的影响最为显著; 宁杭城市居住空间分异的共性与特性并存, 揭示出城市比较研究的可行性与必要性。通过创新性探索, 为中国城市居住分异研究提供新视角、新方法和新思维。

**关键词:** 社会空间; 居住分异; 多尺度; 住宅价格; 空间分异指数; 南京; 杭州

DOI: 10.11821/dlxb202110009

## 1 引言

从20世纪初芝加哥学派的三大经典模型到因子生态分析的演绎推理<sup>[1]</sup>, 到20世纪70年代计量革命带来的空间转向和实证主义思潮<sup>[2-3]</sup>, 再到20世纪末兴起的多尺度分析与动态模拟<sup>[4-5]</sup>, 居住分异 (Residential Differentiation) 一直是西方城市社会地理学关注的热点问题。21世纪以来, 全球化和经济结构调整带来职业结构变化, 城市内部社会差距甚至两极分化与空间隔离程度持续加剧<sup>[6-7]</sup>, 居住分异已然成为一种全球性城市景观, 不断激起各国学者的研究兴趣<sup>[8-9]</sup>。随着中国城市大规模拆建运动和住房市场持续分化, 形式多样的“住宅小区”成为主流居住空间, 在城市中逐渐形成多元、破碎、拼贴的居住空间分异格局<sup>[10]</sup>。具有不同经济、社会和文化属性的多元化群体, 再集聚和沉淀于具有不同区位、价值和品质的多样化社区中<sup>[11-12]</sup>。城市中的社会群体和住宅空间不断异化、互动与耦合, 形成城市复杂嬗变的居住分异景观<sup>[13-14]</sup>, 并建构出新的城市社会空间<sup>[15-16]</sup>, 使得中国大城市居住分异现象表现出前所未有的复杂性<sup>[17]</sup>。因此, 基于社会空间数据融合和多时空尺度比较的分析方法, 成为当前居住分异研究的主流趋势<sup>[18]</sup>。

国内研究多基于人口普查数据和街道、社区等预先聚合的行政区划与统计单元, 重点针对北京<sup>[19]</sup>、上海<sup>[20-22]</sup>、广州<sup>[23-25]</sup>、南京<sup>[20, 26]</sup>等单个城市, 根据年龄、民族、户籍、职业

收稿日期: 2021-01-30; 修订日期: 2021-06-30

基金项目: 国家自然科学基金项目(41771184, 42171234) [Foundation: National Natural Science Foundation of China, No.41771184, No.42171234]

作者简介: 宋伟轩(1981-), 男, 吉林敦化人, 博士, 副研究员, 研究方向为城市社会地理。E-mail: wxsong@niglas.ac.cn

通讯作者: 黄琴诗(1990-), 女, 浙江温州人, 博士生, 讲师, 研究方向为城市社会地理。E-mail: huangqinshi@zust.edu.cn  
2458-2476 页

等社会属性考察不同群体在城市空间中的分布差异<sup>[27-28]</sup>。然而,具有大尺度和滞后性特征的社会统计数据已难以准确、及时描刻城市居住分异格局。采用统计数据和传统方法测度的城市居住分异可能并不显著<sup>[21, 29]</sup>,掩盖了中国大城市内部不断加剧的社会空间分异现象<sup>[26, 30-31]</sup>,产生所谓的隔离悖论(Segregation Paradox)<sup>①</sup>。例如李志刚等<sup>[21]</sup>采用“五普”居民委员会尺度数据对上海城市社会空间分异展开研究,发现基于社会经济属性数据的社会空间分异并不明显,但住房分异现象突出。尽管已有学者从居住用地<sup>[32]</sup>、住房条件<sup>[8, 20, 23]</sup>、住宅价格<sup>[11]</sup>等物质空间属性层面展开城市居住分异的探讨,但显然尚处于初步阶段,从具有尺度灵活性和前瞻预测性特点的住宅视角分析居住空间分异,成为未来探索的重要方向<sup>[33-34]</sup>。

住房既反映着家庭财富,也与住房拥有者的工作机会、后代教育等社会经济状况关联密切<sup>[35]</sup>。住房阶层(Housing Class)理论认为:住房水平是阶层分化和居住分异的重要标识<sup>[36]</sup>。中国城市房价和住房自有率不断升高<sup>[37]</sup>,使住房成为城市家庭的最主要资产<sup>[38]</sup>和衡量城市家庭经济地位的重要指标<sup>[39]</sup>,甚至正取代职业类型成为社会分层的具象化表达<sup>[40]</sup>。城市住宅差异不只是群体分化在空间上的投影,也是驱动社会群体分化与再分化的重要机制<sup>[41]</sup>。社会群体对住宅空间的占有和选择差异,将对其家庭财富分配、阶层认同和代际传递等产生直接或间接的影响,促进、强化阶层分化和亚文化层次上的再分化<sup>[37, 42]</sup>,其结果是群体分化与住宅分异在城市空间中表现为日益显著的耦合性,这为以住宅视角窥探城市居住分异现象提供了理论依据和逻辑基础。在住宅差异的表征参数方面,住宅空间分化是包括区位交通、配套服务、景观质量、社区环境和住宅类型等多样性因素的叠加结果,实质上反映的是城市资源要素在地理空间上的不均衡现象<sup>[43]</sup>,而住宅价格差异是上述社会资源空间非均衡配置的综合性和市场化表达,因此可作为衡量居住空间分异的相对可靠指标与有效工具<sup>[11, 44]</sup>。

此外,针对当前中国大城市居住空间的异质拼叠与快速嬗变特点,在以往研究基础上,尚需从以下方面进行更为深入的探索与拓展:①在研究对象方面,城市之间因自然与人文社会环境各异,可能在居住分异格局、过程与机理等方面存在显著差异<sup>[45]</sup>,从一个城市的分析结果得出结论容易产生过度概括的问题,有必要针对多个同类型城市并采用相同规范展开比较研究,揭示城市居住空间分异的一般规律与特性差异;②在时空尺度方面,考虑到居住空间分异的时空动态特性与地理尺度效应<sup>[46]</sup>,城市不同时期和地理尺度下的居住异质性可能呈现出不同的空间格局<sup>[47]</sup>,单一尺度或时间视角的分析难以全面阐释城市社会空间分异模式,需要从多时空尺度对城市居住分异现象进行系统分析;③在分析手段方面,常用的分异测度方法,如基尼系数、阿特金森系数、分异指数、暴露度指数和信息熵指数等都属于“非空间指数”<sup>[48-49]</sup>,未能考虑到居住位置之间的空间关系<sup>[50]</sup>,因存在“棋盘格问题”<sup>②</sup><sup>[51]</sup>和“可变面元问题”<sup>③</sup><sup>[52-53]</sup>而饱受批评<sup>[54-55]</sup>。而且除少数例外如信息熵指数,传统分异指数主要针对两个群体,越来越不足以描述多元化社会空间隔离与融合的复杂模式<sup>[56]</sup>。因此,需要采用能够考虑居住位置信息和体现居住邻域环境的“空间指数”,并将两个群体的分异指数推广到多群体情景,才能更精准刻画城市居住空间分异现象<sup>[57-58]</sup>。

①“隔离悖论”可通俗理解为虽然分异指数看上去降低了,但实际上社会分异的程度却在加剧。

②棋盘格问题(Checker Board Problem)是指非空间分异指数忽略邻里的空间邻近性,而只关注邻里的群体构成。

③可变面元问题(Modifiable Areal Unit Problem)是指由于居住人口数据通常是针对预先划定且不可再分的行政边界或社会空间单元(如人口普查区)进行采集、聚类和发布的,这种数据采集方案隐含的假设是,住在不同空间单元格群体间的社会距离比住在相对较远但同一空间单元中的群体间社会距离更远。非空间指数对普查区的数量和群体数量变化敏感,却难以反映此类空间邻近性问题。

鉴于此,本文选择南京和杭州为案例城市,基于2009—2018年城市住房市场交易数据,采用多群体分异指数、空间分异曲线、分异指数分解和地理探测器等方法,以住宅视角多尺度透视宁杭城市居住空间分异程度及其演化过程,并比较宁杭居住空间分异的结构性差异,分析影响宁杭城市居住空间分异的主导因素。通过拓展城市居住分异的研究视角、测度方法和实证领域,探索为中国城市居住分异研究赋予新的活力。

## 2 数据与方法

### 2.1 研究对象

南京与杭州同为长三角中心城市和副省级省会城市,在区域地位、发展阶段、经济总量和房价水平等方面具有相似性。同时,在人口规模、发展模式和城市结构等方面存在一定差异性。出于增强可比性的考虑,选择南京和杭州绕城公路围合范围作为研究区域。2018年宁杭研究区域面积分别为677 km<sup>2</sup>和778 km<sup>2</sup>,均表现为一江穿城而过、新老城区隔江相望、大型山水资源富集的空间结构特征(图1)。

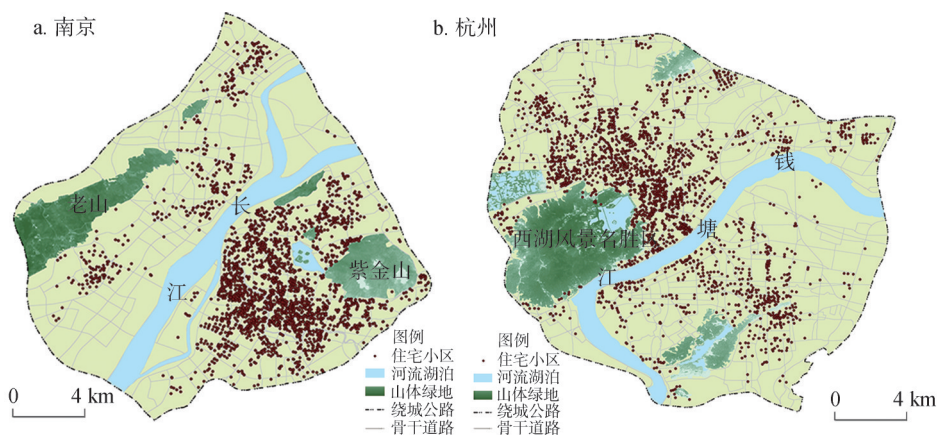


图1 研究区域与研究对象

Fig. 1 Research areas and subjects

住房价格、住宅规模、地理位置和社区配套等的住宅小区属性数据由中国房价行情平台(www.creprice.cn)提供。该平台信息来源于对9300家房地产网站、高达5000万人次用户发布和业务授权的房产交易数据的收集,通过自动化去重、排异、互补的数据整理,再重新经由人工核验,获得以存量房为主、兼顾新房的房地产挂牌数据,具有时间连续性、样本完整性、数据准确性等优势。平台为本文提供2009—2018年期间,宁杭两市研究区范围内6932个和6175个住宅小区每季度商品住宅交易的单位面积挂牌均价,剔除信息缺失较多的住宅小区,最终遴选出南京2320个、杭州2303个住宅小区作为研究样本(图1)。

### 2.2 尺度选择

本文基于住宅小区点状数据,对于空间尺度单元的选择可以更加灵活且精细,综合考虑与既有研究成果的可对话性、相同街区居住空间的相似性和住宅小区的空间异质性等因素,选取街道、街区、网格3个空间尺度进行分析。街道尺度上,统一采用2010年第六次人口普查街道行政区划,宁杭分别为60个和62个空间单元;街区尺度上,采用Han等<sup>[59]</sup>提出的利用城市主干道边界与道路交叉口,在ArcGIS中使用Topology工具和



“Feature to Polygon”命令划分街区单元的基础上,结合遥感影像目视解译进行街区合并,得到南京258个、杭州262个空间单元;网格尺度上,采用ArcGIS中的Fishnet工具将研究区划分为1 km×1 km的网格,共获得南京702个、杭州792个单元格(图2)。

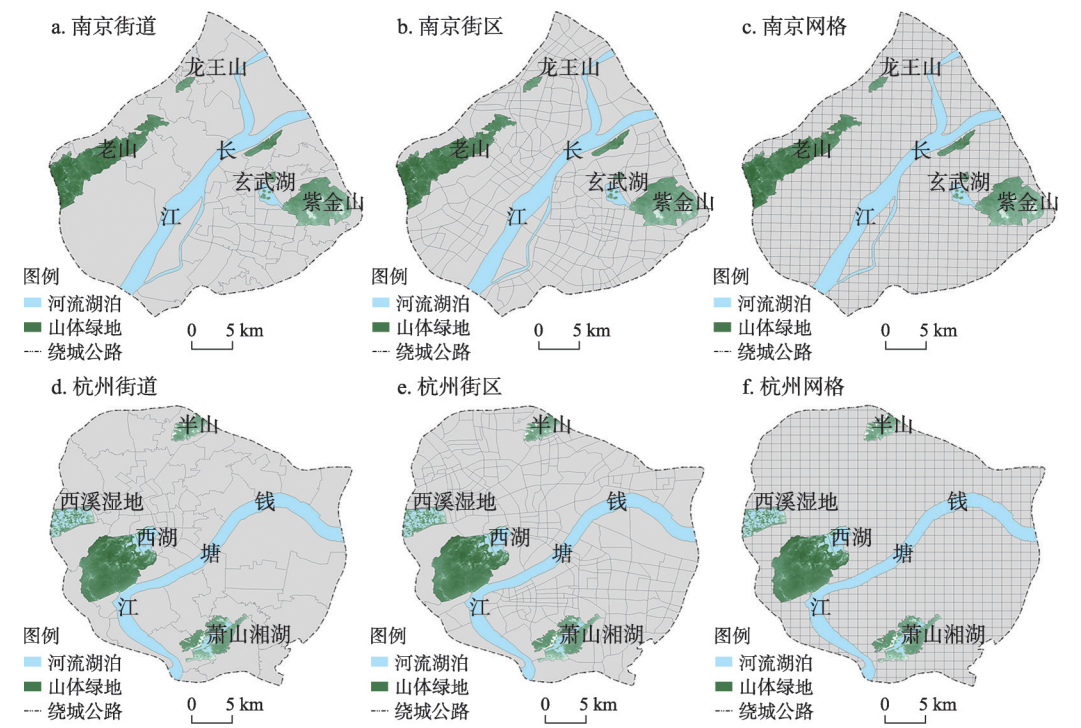


图2 宁杭街道、街区和网格空间尺度单元

Fig. 2 Spatial units between Nanjing and Hangzhou in census track, block and grid scales

选择住宅小区单位面积( $\text{m}^2$ )平均挂牌价格为统计口径,并以2009—2018年为时间跨度,获取中国房价行情平台提供的宁杭分季度住宅交易数据83911条和83502条。由于分季度房价数据可能因部分住宅小区当季交易量不足而导致误差增加,故采用住宅年度平均数据开展研究。2009—2018年是宁杭城市住宅价格快速上涨的10年。如表1所示,宁杭研究区范围住宅均价分别从2009年的10733元/ $\text{m}^2$ 和16051元/ $\text{m}^2$ ,上升为2018年的33982元/ $\text{m}^2$ 和36307元/ $\text{m}^2$ ,中位数分别从2009年的10656元/ $\text{m}^2$ 和15143元/ $\text{m}^2$ ,上升为2018年的32000元/ $\text{m}^2$ 和35103元/ $\text{m}^2$ 。

2.3 分析方法

(1)多群体分异指数。Massey等提出了测度居住分异的5个维度,即均匀度、暴露度、集群度、中心度和集中度<sup>[48]</sup>(图3)。Reardon等认为这5个维度之间存在重叠,并进

表1 2009—2018年宁杭平均房价与中位数(元/ $\text{m}^2$ )

Tab. 1 Average and median housing prices in Nanjing and Hangzhou from 2009 to 2018 (yuan/ $\text{m}^2$ )										
年份	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
南京平均房价	10733	13975	15516	15516	17753	19661	20159	24955	30685	33982
杭州平均房价	16051	21194	22613	20848	21656	20372	19083	20652	29714	36307
南京房价中位数	10656	13855	15405	15372	17311	19107	19756	23309	29043	32000
杭州房价中位数	15143	20354	21971	19900	20847	19516	18129	19673	28750	35103

一步将它们概括为“空间均匀—集聚度”(Spatial Evenness-clustering)和“空间暴露—隔离度”两个维度<sup>[5]</sup>。

为体现城市居住空间的差异化和复杂性,通过自然断裂点法将不同价格的住宅群体分为5种类型(高房价、中高房价、中房价、中低房价和低房价住宅),根据单元大小和住宅群体比例加权系数将两个群体的分异指数扩展为多群体信息熵指数 $H$ (简称均匀度,指不同群体在空间单元间的差异分布程度,值越大代表越不均匀)和多群体标准化暴露度 $P$ (简称暴露度,指一个群体在环境中与其他群体成员接触的困难程度,值越大代表越不暴露),其公式为:

$$H = \sum_{m=1}^M \sum_{j=1}^J \frac{t_j}{TE} \pi_{jm} \ln \frac{\pi_{jm}}{\pi_m} \quad (1)$$

$$P = \sum_{m=1}^M \sum_{j=1}^J \frac{t_j}{T} \frac{(\pi_{jm} - \pi_m)^2}{(1 - \pi_m)} \quad (2)$$

式中: $E$ 是全局熵; $T$ 表示所有区域的总住宅数; $t$ 表示某个单元格的住宅数; $\pi$ 表示住宅数占比; $j$ 表示空间单元; $m$ 表示不同住宅群体; $t_j$ 表示空间单元的总住宅数; $\pi_m$ 表示住宅群体类型 $m$ 的百分比; $\pi_{jm}$ 表示空间单元 $j$ 中住宅群体 $m$ 的百分比。

(2) 空间分异曲线。非空间分异指数(Non-spatial Segregation Index)可以看作是空间分异指数(Spatial Segregation Index)的一种极值情况,非空间分异指数隐含地将局部环境定义为预先设定的空间单元,空间分异指数则是定义了一种可以捕捉理论上有意义的群体互动模式的空间权重矩阵,所以更能反应实际情况<sup>[5]</sup>。尽管空间分异指数相对于传统的非空间分异指数具有理论上的优势,但由于计算上的困难而较少被使用。

建立局部环境的方法主要包括固定系数和基于城市路网两种,其中基于城市路网的方法更能反映现实情况。Reardon根据分异指数的一系列评价标准,提出空间信息熵指数更适合计算基于路网的居住分异度<sup>[5]</sup>。近年来,更有一些方法通过GIS和R包改进分异模型的实施与计算效率<sup>[60-61]</sup>,在空间计量分析和数据可视化等方面的优势日益凸显。本文基于Feitosa提出的局部隔离指数<sup>[62]</sup>和Rey等开发的PySAL(Python Spatial Analysis Library)模块<sup>[63]</sup>,采用基于核函数的空间权重系数和路网距离对非空间指数进行改进:

$$L_i = \sum_{i=1}^I k(t_i), \quad L_{ij} = \sum_{i=1}^I k(t_{ij}), \quad \tau_{ij} = \frac{L_{ij}}{L_i} \quad (3)$$

式中: $k$ 是核函数,用于估计每个面积单元对局部性的影响。利用置于统计单元 $i$ 质心上的核估计,通过距离衰减函数和参数的选择给出权重,计算单元 $i$ 的局部住宅密度( $L_i$ )和 $j$ 住宅群体的局部住宅密度( $L_{ij}$ ),并计算 $j$ 住宅群体在空间单元 $i$ 中的局部比例( $\tau_{ij}$ )。基于空间接近度和局部环境,计算每个单元 $i$ 的空间加权信息熵指数( $\tilde{H}$ ):

$$\tilde{H} = \sum_{m=1}^M \sum_{j=1}^J \frac{t_j}{TE} \tilde{\pi}_{jm} \ln \frac{\tilde{\pi}_{jm}}{\tilde{\pi}_m} \quad (4)$$

(3) 分异指数的分解。为量化和识别宁杭居住空间分异指数差值成因,采用指数分解方法(Shapley Decompose)来衡量空间结构因素和群体特征因素的贡献率。相对传统Kakwani-Subbarao<sup>[64]</sup>和Datt-Ravallion<sup>[65]</sup>的分解法,Shapley分解法具有彻底性和对称性的

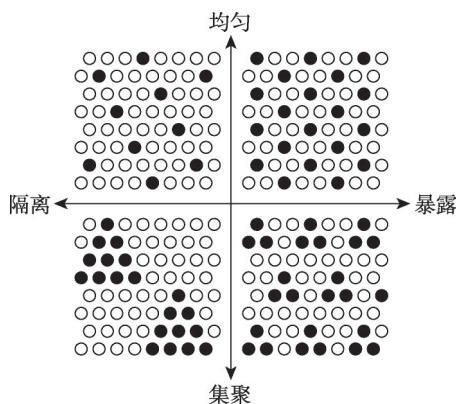


图3 居住分异的维度

Fig. 3 Dimensions of residential differentiation

优势，公式为：

$$\Delta H = C_s + C_a \tag{5}$$

$$C_s = \frac{1}{2}\{H(s, a) - H(s = \bar{s}; a)\} + \frac{1}{2}\{H(s, a = \bar{a}) - H(s = \bar{s}; a = \bar{a})\} \tag{6}$$

$$C_a = \frac{1}{2}\{H(s, a) - H(s; a = \bar{a})\} + \frac{1}{2}\{H(s = \bar{s}, a) - H(s = \bar{s}; a = \bar{a})\} \tag{7}$$

式中： $\Delta H$  为两个城市居住空间分异指数的差值； $C_s$ 表示空间结构要素贡献率，通过计算先变动空间结构要素，后变动群体特征要素时的平均分异程度而来； $C_a$ 表示群体特征要素贡献率，通过计算先变动群体特征要素，后变动空间结构要素时的平均分异程度而来<sup>[66]</sup>。

(4) 地理探测器。地理探测器 (Geographic Detector) 是一种能够度量空间分异性、探测影响因素解释力、揭示因素间交互作用关系的空间分析模型，具有无需线性假设、对于共线性免疫等优点<sup>[67-68]</sup>。本文主要运用因子探测器与交互探测器从不同尺度分析宁杭城市居住空间分异的主导影响因素及组合特征。计算公式如下：

$$q = 1 - \frac{1}{N\sigma^2} \sum_{i=1}^n N_i \sigma_i^2 \tag{8}$$

式中： $q$  为影响因素的解释力大小； $n$ 代表分区数量； $N$ 代表整个研究区域内所有住宅小区的数量， $N_i$ 代表*i*分区内的住宅小区数量， $\sigma^2$ 和 $\sigma_i^2$ 分别代表整个研究区内的房价方差和各子分区内的房价方差。 $q \in [0, 1]$ ， $q$ 值越大表明该因素对房价的影响力越强。

3 宁杭城市居住空间的异质性分析

3.1 不同空间尺度分异指数表现

通过计算南京、杭州 3 个尺度、5 类住宅多群体信息熵指数  $H$  和多群体标准化暴露度  $P$ ，结果如图 4 所示。不同城市、不同尺度的两类分异指数均集中分布在 0.3~0.6 之间，根据欧美分异指数表征分异程度的标准判断<sup>④</sup><sup>[69-70]</sup>，宁杭城市居住空间分异程度属于“中等”；居住空间分异度表现出较强的尺度效应，空间单元越小，分异程度越高；随时间变

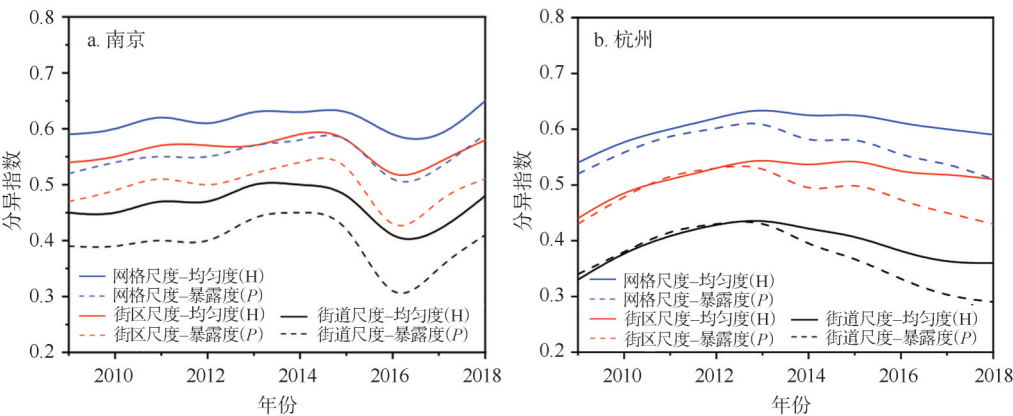


图4 2009—2018年宁杭多群体均匀度(H)与暴露度指数(P)

Fig. 4 Multi-group evenness (H) and exposure (P) in Nanjing and Hangzhou from 2009 to 2018

④ 分异指数小于0.3表明空间分异程度低,大于0.6表明空间分异程度高。

化, 同一城市不同尺度分异指数变化保持相对一致的波形走势; 南京和杭州分异程度总体变化不大, 差别是南京略高于杭州, 表现出前期相对平稳, 2014—2018 年期间出现“U”型波动, 均匀度指数 ( $H$ ) 始终高于暴露度指数 ( $P$ ), 而杭州分异指数变化呈现较为平缓的倒“U”型曲线, 均匀度指数在 2013 年以前与暴露度指数相当, 后期则越发高于暴露度指数。

为探测居住空间分异程度随尺度变化的敏感性, 本文选取 2018 年宁杭居住空间均匀度 ( $H$ ) 指数, 分别采用基于路网距离的线性核函数 (Linear Kernel) 与指数核函数 (Exponential Kernel) 模型, 构建 0~3000 m 的空间信息熵曲线 (图 5)。发现城市居住空间分异度随尺度变大而持续衰减的特征明显, 符合尺度越大、分异越小的基本原则<sup>[71]</sup>, 而且采用指数核函数计算的  $H$  指数比线性核函数  $H$  指数衰减更快。根据分异指数随尺度衰减规律, 结合社区邻里尺度特点, 最终选择 500 m 为带宽的线性核函数模型计算空间信息熵指数  $\tilde{H}$ 。

计算结果显示 (图 6), 空间指数 ( $\tilde{H}$ ) 显著低于非空间指数 ( $H$ ), 例如 2018 年南京街道、街区和网格尺度的  $\tilde{H}$  指数分别为 0.38、0.48 和 0.59, 而  $H$  指数分别为 0.48、0.58

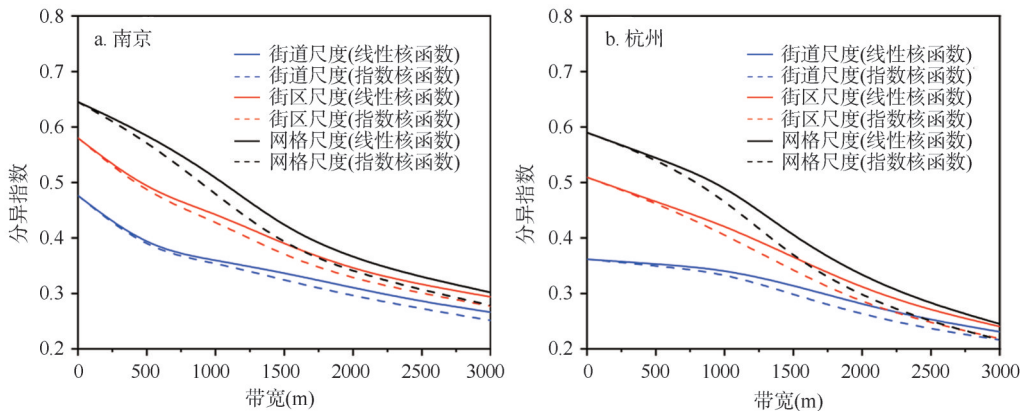


图 5 2018 年宁杭居住空间分异尺度衰减曲线

Fig. 5 Multi-scalar profiles of residential spatial differentiation in Nanjing and Hangzhou in 2018

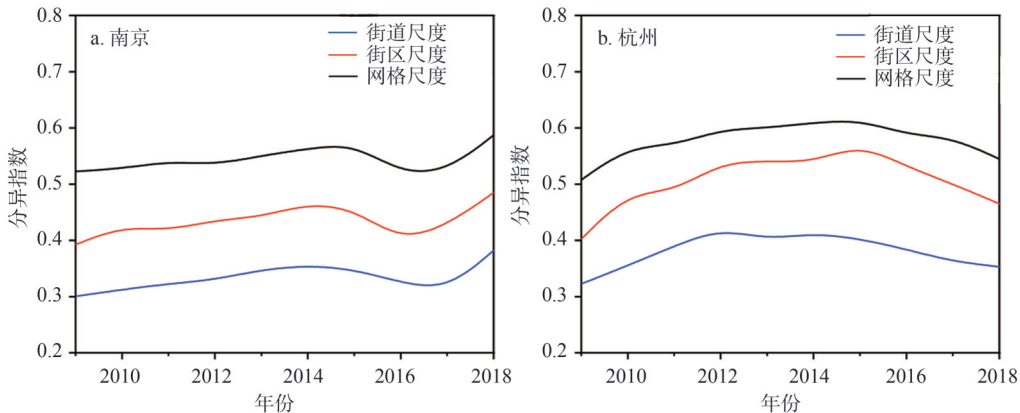


图 6 2009—2018 年宁杭基于路网的多群体空间信息熵指数 ( $\tilde{H}$ )

Fig. 6 Multi-group spatial information theory index ( $\tilde{H}$ ) based on road network in Nanjing and Hangzhou from 2009 to 2018



和0.65;空间指数与非空间指数走势基本保持一致,但空间指数曲线相对平缓且与非空间指数存在一定差异,说明引入邻域环境空间变量,不只是产生空间分异指数的衰减效应,还可能出现与非空间指数差异性的计算结果。例如,南京和杭州非空间指数( $H$ )最高的年份分别是2014年和2013年,而空间指数( $\tilde{H}$ )最高的年份则是2018年和2015年;再如,2009—2018年期间,宁杭年平均 $H$ 值是南京(0.561)高于杭州(0.515),而平均 $\tilde{H}$ 值则是杭州(0.506)高于南京(0.435)。

3.2 不同住宅类型空间分异特征

信息熵指数( $H$ )、标准化暴露度( $P$ )和空间信息熵指数( $\tilde{H}$ )均反映的是多群体整体分异程度,为探究不同住宅类型各自分异特征,本文分别测度宁杭各类住宅的均匀度指数( $H$ )和暴露度指数( $P$ )<sup>⑤</sup>,观察和比较不同类型住宅空间分布的不均衡程度,以及该类型住宅接触到其他类型住宅的困难程度。

考虑到宁杭不同尺度空间分异指数间波形的相似性,选择街区尺度为分析对象。原因是:街道尺度空间单元偏大,反映在计算结果中为分异指数较低,难以揭示真实的空间分异情况;1 km×1 km网格空间尺度偏小且格网划分较为机械,可能因过度放大居住空间的异质性而“失真”;根据路网结构划分的街区尺度可以相对规避以上问题,更好反映实际居住空间分异情况。从图7宁杭各类型住宅空间分异的均匀度( $H$ )和暴露度( $P$ )指数来看:

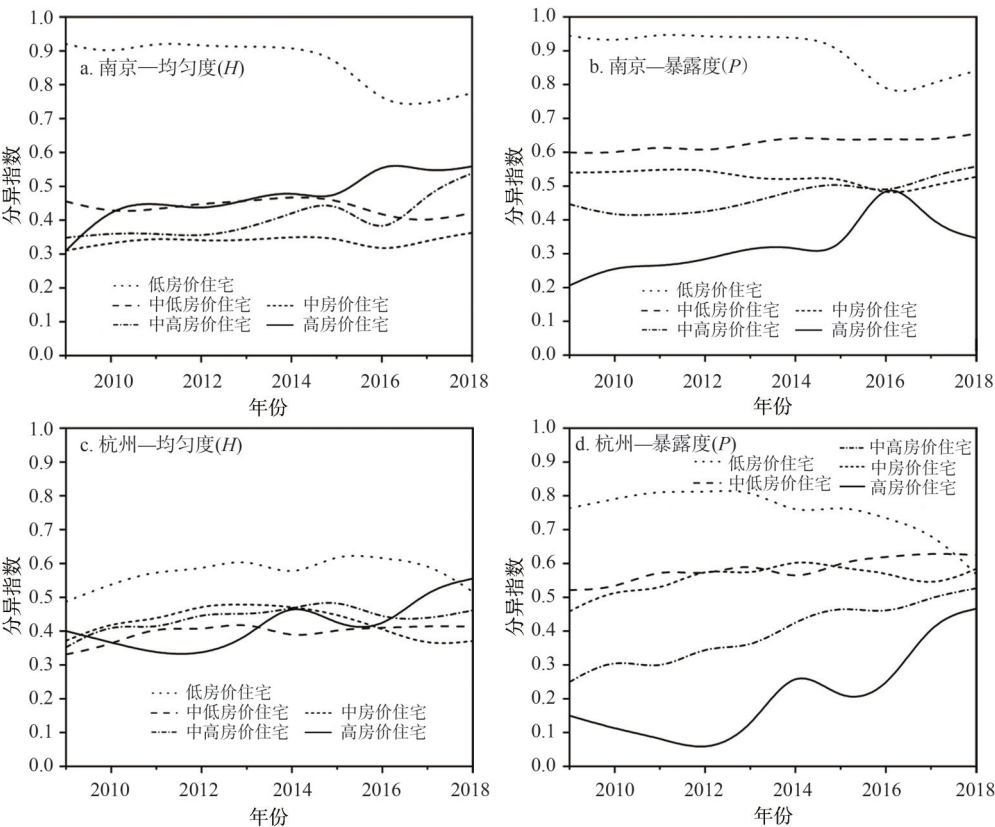


图7 2009—2018年宁杭街区尺度不同住宅类型的空间分异程度

Fig. 7 Segregation profiles of different housing groups on block scale between Nanjing and Hangzhou from 2009 to 2018

⑤ 为兼顾均匀度和暴露度,本文选择对非空间指数( $H$ 、 $P$ )进行分群体测度与指数分解计算。



(1) 低房价住宅表现出最高的空间分异程度(高均匀度和高暴露度),即在各类住宅中空间分布最不均匀,与其他类型住宅空间接触的程度最弱;其他类型住宅的均匀度指数较为接近,而暴露度指数差异较大,住宅档次越高,越容易与其他类型住宅接触;从宁杭城市低房价住宅分异指数波形与多群体分异指数波形最为相似上判断,低房价住宅的空间分异是导致城市整体居住空间异质性的主要原因。

(2) 均匀度指数与暴露度指数相互关联,从图7中能够看出,相同类型住宅的两个指数在波形上极为相似,即 $H$ 指数所代表的不均衡程度越高,不同类型住宅间相互接触的难度( $P$ )就越高;同时,均匀度与暴露度指数存在内涵上的不同,暴露度更取决于群体的相对规模,例如高房价住宅占比小,接触到其他类型住宅的概率就大,各类住宅占比差距较大(表2),使得宁杭各类型住宅间的 $P$ 指数差异比 $H$ 指数差异更为显著。

表2 2009—2018年宁杭各类住宅规模占比(%)

Tab. 2 Percentages of different housing groups in Nanjing and Hangzhou from 2009 to 2018											
住宅规模		2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
南京	高房价住宅	5.10	2.98	2.59	3.90	3.79	3.11	3.14	8.72	2.79	2.43
	中高房价住宅	19.09	14.87	14.75	15.69	16.21	16.83	17.11	18.17	15.45	15.16
	中房价住宅	32.14	30.73	30.20	30.91	26.86	25.20	26.96	23.89	24.44	30.23
	中低房价住宅	23.71	28.34	30.08	26.04	28.91	30.81	29.32	36.18	37.00	43.84
	低房价住宅	19.95	23.08	22.39	23.45	24.23	24.05	23.47	13.04	20.31	27.62
杭州	高房价住宅	1.46	0.96	0.79	0.43	0.70	2.48	1.68	2.53	5.13	4.65
	中高房价住宅	9.17	8.95	7.47	7.66	7.45	10.74	10.19	12.67	16.48	16.67
	中房价住宅	28.72	31.82	27.16	31.32	25.06	32.27	27.13	28.43	26.09	31.51
	中低房价住宅	41.54	37.22	39.13	34.82	37.53	31.67	34.44	33.03	32.92	32.78
	低房价住宅	19.12	21.04	25.44	25.77	29.26	22.84	26.56	23.35	19.37	14.39

注:资料来源于中国房价行情平台。

(3) 南京不同类型住宅空间分异水平差距大于杭州,在均匀维度上,南京低房价住宅 $H$ 指数平均达到0.86以上,其他类型住宅 $H$ 指数在0.3~0.6区间内,而杭州所有类型住宅均匀度指数都保持在0.3~0.6区间;在暴露维度上,2009年南京高房价与低房价住宅 $P$ 指数差距达到0.74,2018年也接近0.50,杭州不同类型住宅暴露度指数差距从2009年的0.61下降为2018年的0.16;说明南京低房价住宅分布更加不均且空间上更为集聚,杭州低房价住宅空间上趋向分散而高房价住宅趋于集聚。

3.3 宁杭居住分异的结构性差异

根据南京与杭州各类型住宅空间分异指数的差值判断(图8),南京不同类型住宅空间分异指数整体上高于杭州,特别是高房价住宅和低房价住宅类型表现尤为明显。

为考察宁杭居住分异差异及演化的结构性原因,进一步选择高房价和低房价两种住宅类型,通过Shapley分解法对宁杭居住分异指数的差异值进行贡献率分解,结果如图9所示。宁杭居住分异差异是空间结构差异和群体特征差异共同作用的结果,空间结构和群体特征因素的贡献可能是正向(即南京分异更强),也可能是负向(即杭州分异更强),两类因素的贡献率之和形成宁杭分异指数差值;总体上看,空间结构差异的贡献率超过群体特征差异的贡献率,从空间结构要素贡献率基本为正值可以推断,空间结构差异是造成南京居住分异程度高于杭州的主导因素。

为更进一步探究宁杭居住空间分异的结构性差异,重点比较2018年高房价和低房价两类住宅的空间分布格局(图10)。南京高房价住宅主要集中分布在内城以拉萨路小学、力学小学、琅琊路小学为代表的顶级公办小学学区,以及河西新城的龙江片区、玄

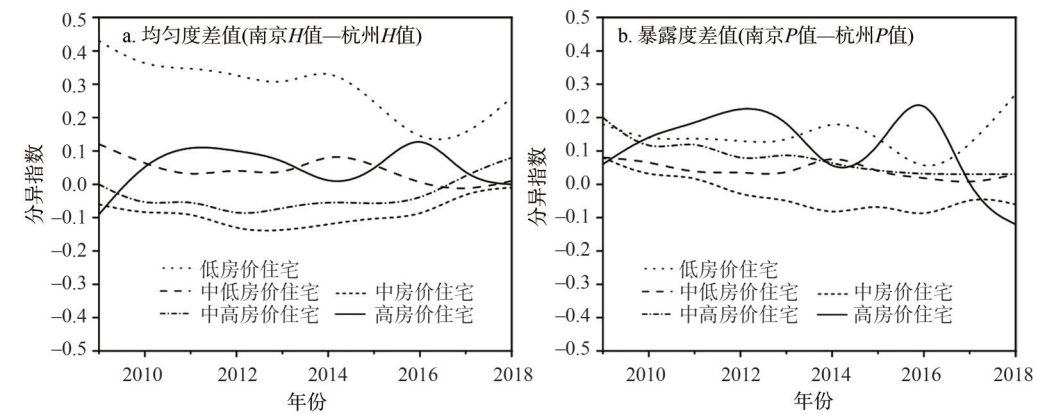


图8 2009—2018年宁杭街区尺度不同住宅类型空间分异指数差值  
Fig. 8 The difference of residential differentiation in different housing groups at block scale between Nanjing and Hangzhou from 2009 to 2018

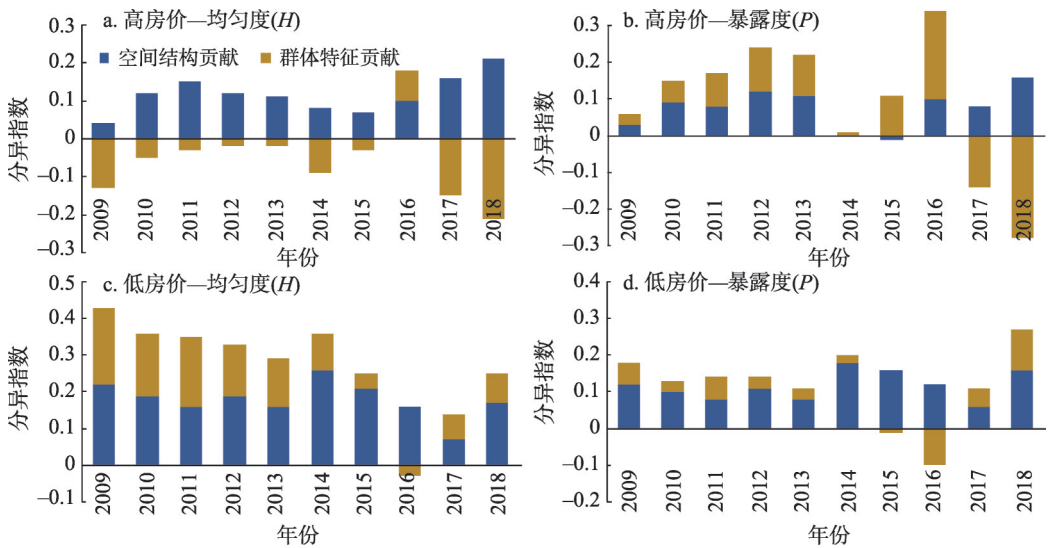


图9 2009—2018年宁杭街区尺度高、低房价住宅分异指数值差异与贡献率分解  
Fig. 9 The difference and decomposition of residential differentiation index of high and low housing prices between Nanjing and Hangzhou from 2009 to 2018

武湖周边与紫金山东麓，低房价住宅集中分布在江北北部地区；杭州高房价住宅主要分布在老城以学军小学、天长小学和求是小学为代表的“名校”学区，以及西湖东岸延安路沿线、西溪湿地周边和钱江新城等地区，低房价住宅主要分布在外围区域，特别是绕城公路周边；从宁杭差异上看，南京高房价与低房价住宅更加集聚，而杭州相对分散。

## 4 宁杭居住空间分异的主导因素

### 4.1 分异影响因素

以往研究发现，城市内部住宅价格差异主要受到交通区位、景观质量、居住品质和配套服务等多种因素的叠加影响<sup>[72]</sup>。从宁杭高、低房价住宅空间分布（图10）可看出，

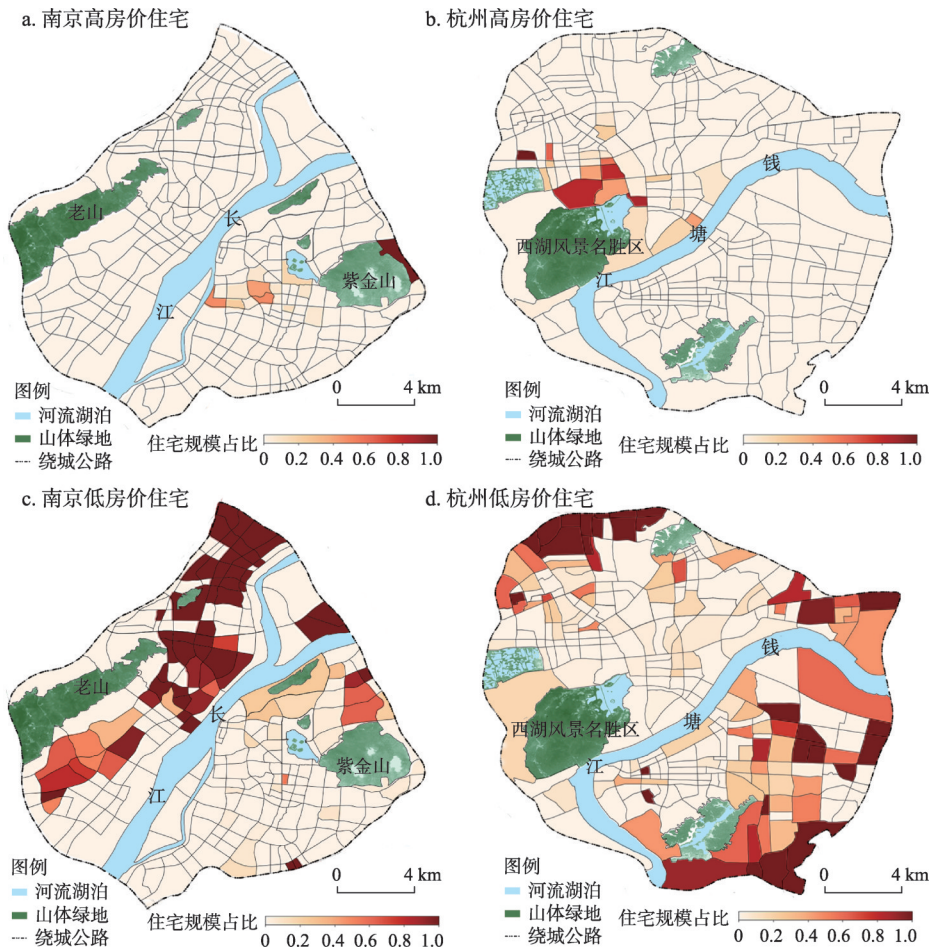


图 10 2018 年宁杭街区尺度高、低房价住宅规模占比

Fig. 10 Percentage of high and low housing groups at block scale in Nanjing and Hangzhou in 2018

高房价住宅往往靠近城市核心区、毗邻山水景观、位于优质学区和重点新城新区等地段，低房价住宅则通常位于城市边缘交通区位和服务配套欠佳地区。因此，本文从区位特征、配套环境和住宅属性 3 个层面，选择中心、交通和景观位势，商业、休闲、教育和政策配套水平，以及住宅小区建成年代和绿化品质等 9 个指标（表 3），采用地理探测器方法<sup>⑥</sup>，探析 2009 年和 2018 年在街道、街区、网格 3 种空间尺度下，影响宁杭居住空间分异的主要因素及组合特征变化，并分析造成宁杭居住空间结构性差异的原因。

#### 4.2 地理探测结果

地理探测器对单因子探测分析结果如表 4 所示。

（1）在因子整体表现上，“中心位势”和“教育配套”两个因子的  $q$  值较高，即区位条件和学区质量对于居住空间分异具有最强的解释力；其次是“景观位势”“休闲配套”和“住房年代”；再次是“商业配套”“交通位势”和“绿化品质”；解释力相对较差的是“政策配套”指标。从多数指标  $q$  值偏低上判断，居住空间差异并非由单一指标决定，而是多元因素叠加作用的结果。

⑥ 由于地理探测器适合分析离散型数据，为使离散化后同类数据内部的相似性和各类数据间的差异性都尽可能明显，本文在结合轮廓系数判定最佳分类数的基础上，运用 K-means 聚类方法对部分连续性自变量数据进行离散化处理。

表3 宁杭城市住宅价格空间分异的特征变量与描述

Tab. 3 Variables and description of spatial differentiation for urban housing prices in Nanjing and Hangzhou		
特征类型	解释变量	变量描述
区位特征	中心位势	街道、街区、网格中心与城市中心和最近次级商业中心距离之和
	交通位势	街道、街区、网格内部地铁口与公交站数量
	景观位势	街道、街区、网格中心与大型山水景观资源的空间毗邻程度
配套环境	商业配套	街道、街区、网格内部商业场所数量
	休闲配套	街道、街区、网格内部休闲场所数量
	教育配套	街道、街区、网格所属学区教育质量
	政策配套	街道、街区、网格是否属于重点开发的新城新区
住宅属性	住房年代	街道、街区、网格内部住宅距离建成年份的平均年数
	绿化品质	街道、街区、网格内部绿化面积与规划建设用地面积的比值

注：南京城市中心为新街口，次级中心为湖南路、夫子庙、河西、城南；杭州城市中心为延安路（武林广场至高银街），次级中心为钱江新城—钱江世纪城。南京大型山水景观包括紫金山、老山、幕府山、玄武湖、长江和秦淮河（包括内外秦淮及护城河）；杭州包括西湖群山、西湖、西溪湿地、钱塘江和江南运河。商业场所包括商场、超市、酒店、银行和写字楼。休闲场所包括城市公园、广场、景点和文化体育场馆。所属学区中小学学校排名在全市前10、11~20、21~30和31位以后的社区分别赋值7分、5分、3分和1分，中小学分别打分后累加。南京新城新区包括河西新城、南部新城、中新生态科技岛、江北新区（核心区）；杭州包括城东新城、钱江新城、钱江世纪城、南部卧城、南站新城（核心区）、萧山科技城、大运河新城、武林新城和艮北新城。

表4 因子探测器分析结果  
Tab. 4 Analysis results of factor detector

q 值	2009 年						2018 年					
	南京			杭州			南京			杭州		
	街道	街区	格网	街道	街区	格网	街道	街区	格网	街道	街区	格网
中心位势	0.722	0.666	0.689	0.379	0.184	0.008	0.619	0.031	0.495	0.032	0.114	0.252
交通位势	0.118	0.199	0.332	0.141	0.023	0.004	0.006	0.015	0.131	0.027	0.025	0.043
景观位势	0.271	0.135	0.318	0.253	0.121	0.021	0.177	0.036	0.231	0.014	0.054	0.092
商业配套	0.162	0.328	0.197	0.069	0.039	0.027	0.073	0.054	0.072	0.006	0.045	0.146
休闲配套	0.258	0.291	0.218	0.268	0.121	0.030	0.185	0.057	0.190	0.020	0.049	0.153
教育配套	0.346	0.402	0.561	0.428	0.338	0.157	0.228	0.039	0.473	0.437	0.419	0.400
政策配套	0.030	0.028	0.092	0.038	0.000	0.015	0.022	0.011	0.167	0.005	0.001	0.000
住房年代	0.244	0.188	0.073	0.182	0.104	0.183	0.208	0.039	0.033	0.284	0.267	0.059
绿化品质	0.119	0.057	0.011	0.047	0.106	0.010	0.109	0.025	0.015	0.011	0.017	0.032

(2) 在空间尺度效应上，街道、街区和网格层面的影响因素解释力排名具有一定相似性，比如排名靠前和靠后的指标基本保持稳定；但不同尺度间也存在明显差异，例如“中心位势”“住房年代”“休闲配套”和“商业配套”等指标在不同尺度的q值排序可能存在较大差异，说明尺度效应不仅体现在分异程度上，还体现在分异的主导因素与组合特征上。

(3) 在解释度稳健性上，“中心位势”“交通位势”“休闲配套”“住房年代”和“绿化品质”等指标受尺度影响较大，在同年份同城市但不同尺度上的q值可能存在数量级上的差异，特别是在街道尺度和格网尺度之间，说明相对于内部差异显著的大尺度街道和异质破碎的小尺度网格而言，街区尺度可能更适合用于分析居住空间分异的影响因素。



(4) 在宁杭城市差异上,“中心位势”在南京居住空间分异主导影响因素中占据首位,反映出南京作为传统单中心城市,“中心性”对于居住空间分异的重要作用,而“教育配套”排名第二;杭州则是“教育配套”占首位,其次是“中心位势”和“住房年代”等因素,对城市“中心性”的敏感度相对不高。

如前所述,考虑到居住空间分异的多样化因素叠加影响,本文在单因子探测的基础上,采用交互因子探测器进一步分析。从排名前十位的组合因子上看(表5),首先,双因子交互作用下对居住空间分异的解释力( $q$ 值)显著提高,并且在不同空间尺度上的稳健性亦有明显改善;其次,双因子与单因子探测结果表现出一定相似性,例如“中心位势”与“教育配套”的组合,以及两者与“景观位势”“住房年代”“商业配套”和“休闲配套”等其他因素,甚至与“政策配套”等不显著因素的组合也可能表现出较好的解释力,揭示出多因素叠加分析应是解释居住空间分异机理的更理想手段。

### 4.3 宁杭差异原因

由上文可知,宁杭(不同城市)街道、街区、网格(不同尺度)2009年和2018年(不同时间)住宅价格空间分异的主要影响因素表现出一定相似性,教育质量、中心区位、景观环境、休闲和商业配套等外部因素,以及房龄等住宅自身属性,均会影响城市住宅价格,而影响因素间可能存在明显的内在关联,比如城市中心区通常具有优质的教育资源和丰富的休闲、商业配套。不同要素的叠加影响和共同作用形成城市住宅价格的空间分异格局。

基于此判断,结合南京与杭州的实际情况,分析宁杭街区尺度高、低房价住宅的空间分异格局及差异性成因:①南京以新街口地区、杭州以武林广场—湖滨地区为核心,呈现出鲜明的“强中心”特点。尽管伴随城市规模扩张,郊区副中心和新城新区不断培育壮大,但宁杭老城区依然集聚着最顶级的公办中小学、最优越的区位条件和最完善的配套服务,老城外围则拥有更好的景观环境和住宅品质,因此高房价住宅主要集中在老城的名校学区,以及南京河西新城、玄武湖畔、紫金山下,杭州钱江新城、西湖风景区和西溪湿地周边等地区。②南京江北、老下关和杭州萧山、下沙、良渚等地区远离城市中心,教育、商业、休闲等配套设施较老城区相对欠缺,成为低房价住宅的集聚区,但南京江北(浦口北部、六合南部)位于城市边缘,区位交通、服务配套和景观环境等与主城区存在较大落差,一直是住宅价格洼地,而杭州萧山和下沙与主城区的各项差距相对较小,因此,南京低房价住宅更加集聚而杭州更趋分散,这种结构上的差异导致南京住宅空间分异高于杭州。

通过对宁杭居住空间分异指数、格局与影响因素的比较,可看出两个城市既有共性亦有差异,这种比较虽然增加了分析的困难,却可以更好规避依靠单个城市的经验总结可能带来的偏差风险,而且对共性规律的掌握更有利于提出切实有效的居住分异调控建议。例如从宁杭比较来看,由于城市空间结构因素对居住分异影响较大,推动城市向多中心结构转变,促进义务教育和商业休闲等配套服务的空间均衡,或可作为控制城市居住分异或隔离的有效手段。

## 5 结论与讨论

### 5.1 结论

通过将城市居住分异解构为耦合互动的社会—空间两个维度,提出住宅空间作为居住分异的物质维度属性,因具有时间连续且时效性强、尺度划分灵活和空间位置准确等

表5 双因子探测q值排名前10位的组合因子  
Tab. 5 Top 10 combined factors in q value of two-factor detection

q值 排序	2009年						2018年					
	南京			杭州			南京			杭州		
	街道	街区	格网	街道	街区	格网	街道	街区	格网	街道	街区	格网
1	中心∩景观 (0.867)	中心∩景观 (0.766)	中心∩教育 (0.767)	教育∩景观 (0.819)	教育∩休闲 (0.686)	年代∩教育 (0.286)	中心∩教育 (0.832)	景观∩绿化 (0.231)	教育∩中心 (0.668)	教育∩年代 (0.544)	教育∩商业 (0.531)	教育∩景观 (0.539)
2	中心∩教育 (0.855)	中心∩教育 (0.729)	中心∩景观 (0.765)	教育∩休闲 (0.691)	教育∩绿化 (0.674)	年代∩景观 (0.238)	中心∩景观 (0.709)	商业∩教育 (0.191)	教育∩景观 (0.635)	教育∩中心 (0.527)	教育∩景观 (0.518)	教育∩中心 (0.514)
3	中心∩商业 (0.796)	中心∩年代 (0.720)	教育∩景观 (0.741)	景观∩交通 (0.690)	教育∩中心 (0.593)	教育∩休闲 (0.225)	中心∩绿化 (0.703)	商业∩景观 (0.190)	教育∩政策 (0.586)	教育∩景观 (0.524)	教育∩年代 (0.502)	教育∩商业 (0.477)
4	中心∩政策 (0.765)	中心∩休闲 (0.706)	中心∩绿化 (0.725)	中心∩交通 (0.639)	教育∩商业 (0.532)	年代∩中心 (0.223)	中心∩交通 (0.697)	休闲∩年代 (0.176)	中心∩年代 (0.577)	教育∩商业 (0.512)	教育∩交通 (0.488)	教育∩休闲 (0.474)
5	中心∩休闲 (0.764)	中心∩商业 (0.701)	中心∩年代 (0.712)	教育∩交通 (0.627)	教育∩年代 (0.523)	年代∩商业 (0.223)	中心∩年代 (0.696)	教育∩景观 (0.175)	中心∩绿化 (0.573)	教育∩休闲 (0.506)	教育∩休闲 (0.479)	教育∩交通 (0.459)
6	中心∩绿化 (0.761)	中心∩交通 (0.699)	中心∩休闲 (0.708)	中心∩景观 (0.622)	教育∩景观 (0.495)	年代∩休闲 (0.222)	教育∩休闲 (0.684)	商业∩交通 (0.172)	中心∩商业 (0.560)	教育∩绿化 (0.502)	教育∩中心 (0.476)	教育∩绿化 (0.458)
7	中心∩交通 (0.758)	中心∩绿化 (0.693)	中心∩商业 (0.699)	教育∩中心 (0.617)	中心∩绿化 (0.477)	年代∩绿化 (0.210)	中心∩商业 (0.675)	商业∩绿化 (0.168)	教育∩绿化 (0.555)	教育∩交通 (0.486)	教育∩政策 (0.441)	教育∩年代 (0.451)
8	中心∩年代 (0.742)	中心∩政策 (0.676)	中心∩交通 (0.698)	休闲∩交通 (0.616)	教育∩交通 (0.441)	年代∩交通 (0.209)	中心∩政策 (0.655)	休闲∩商业 (0.168)	中心∩景观 (0.554)	教育∩政策 (0.459)	教育∩绿化 (0.436)	中心∩绿化 (0.411)
9	教育∩年代 (0.740)	教育∩商业 (0.610)	中心∩政策 (0.691)	中心∩休闲 (0.607)	中心∩休闲 (0.384)	教育∩商业 (0.208)	中心∩休闲 (0.650)	景观∩中心 (0.164)	中心∩政策 (0.553)	年代∩景观 (0.398)	年代∩商业 (0.399)	教育∩政策 (0.410)
10	教育∩景观 (0.688)	教育∩休闲 (0.579)	教育∩休闲 (0.656)	教育∩绿化 (0.566)	教育∩政策 (0.377)	教育∩景观 (0.196)	教育∩景观 (0.644)	休闲∩教育 (0.162)	教育∩休闲 (0.550)	年代∩休闲 (0.396)	年代∩景观 (0.380)	中心∩景观 (0.363)

优势,可以更加及时、动态、精准描刻居住空间分异,真实呈现城市居住分异的复杂性和层次性。以住宅价格为测度指标和分类标准,采用多群体空间分异指数等方法,发现空间分异指数因考虑到空间位置和邻域环境,在一定程度上可以对传统非空间分异指数产生改进作用,从而更真实反映城市居住分异程度。

宁杭城市共性与差异并存,中心区位和教育质量成为影响城市居住空间分异的重要因素,而南京居住空间分异高于杭州,归因于其更为显著的“核心—边缘”空间结构。居住空间分异意味着城市社会空间资源配置的失衡,为避免城市社会空间极化和促进阶层正常流动,地方政府应采取加强房地产市场的调控与监管、建立多元化的住房保障体系、构建多中心城市空间结构和促进公共服务设施均等化配置等路径,适当控制城市居住分异程度,保障新时代城市社会空间的健康可持续发展。

## 5.2 讨论与展望

本文聚焦城市居住分异这一经典课题,试图从以下方面进行创新:①采用具有空间灵活性和前瞻预测性的住房视角开展居住空间分异研究;②结合多时空尺度和多群体“空间分异指数”测度城市居住空间分异水平;③比较宁杭居住空间分异指数差异并将其分解为空间结构和群体特征贡献。不可否认,作为一项探索性研究,本文还存在一定局限性,例如住宅空间与社会群体具体存在怎样的相互作用与对应关系?住宅价格指标是否能够全面表征居住分异的物质维度属性?无论非空间指数还是空间指数,其数值的实际意义如何解读?是否存在判断居住分异程度高低的标准?不同城市间的居住分异指数是否具有可比性?以及分异指数随时间变化出现不同波形的原因等,都是需要后续加强研究的重点方向。

居住分异的社会—空间二维属性,意味着必须基于社会群体和住宅空间综合视角,才能全面刻画在单位制度惯性延续与市场力量冲击重塑的交织与混合影响下,融合不同时代特征的社会空间拼叠景观,从而避免“盲人摸象”般地片面解读。因此,为进一步拓展中国城市居住分异的理论与实证研究深度,需要完善和创新的领域有:构建整合相关概念、融合多维要素的居住社会—空间耦合理论框架和研究体系;结合人口普查、问卷调查等群体属性数据和住房市场、POI/AOI等空间属性数据,系统开展城市居住分异社会—空间耦合模式、路径、机制与效应研究;不断探索可以整合多指标、适合多群体和多尺度的居住分异测度方法,提出符合中国国情实际、适用不同类型城市的分异程度衡量标准,并将研究侧重从城市是否存在居住分异及其程度,逐渐转向对分异指数内在意义和居住分异调控手段的探讨。

## 参考文献(References)

- [1] Knox P, Pinch S. Urban Social Geography: An Introduction. London: Longman Group Limited, 1995.
- [2] Lens M C. Measuring the geography of opportunity. Progress in Human Geography, 2017, 41(1): 3-25.
- [3] Xu Di, Zhu Xigang, Li Wei. A review of the urban social structure and its development in western countries. Progress in Geography, 2009, 28(1): 93-102. [徐昀, 朱喜钢, 李唯. 西方城市社会空间结构研究回顾及进展. 地理科学进展, 2009, 28(1): 93-102.]
- [4] Manley D, Jones K, Johnston R. Multiscale segregation: Multilevel modeling of dissimilarity: Challenging the stylized fact that segregation is greater the finer the spatial scale. The Professional Geographer, 2019, 71(3): 566-578.
- [5] Reardon S F, O'Sullivan D. Measures of spatial segregation. Sociological Methodology, 2004, 34(1): 121-162.
- [6] Clark W A V, Lisowski W. Decisions to move and decisions to stay: Life course events and mobility outcomes. Housing Studies, 2017, 32(5): 547-565.
- [7] Zhou S H, Deng L F, Kwan M P, et al. Social and spatial differentiation of high and low income groups' out-of-home activities in Guangzhou, China. Cities, 2015, 45: 81-90.

- [8] Wei Z C, Liu Y T, He S J, et al. Housing differentiation in transitional urban China. *Cities*, 2020, 96: 102469. DOI: 10.1016/j.cities.2019.102469.
- [9] Boterman W R, Musterd S, Manting D. Multiple dimensions of residential segregation. The case of the metropolitan area of Amsterdam. *Urban Geography*, 2021, 42(4): 481-506.
- [10] Song Weixuan, Wu Qiyang, Zhu Xigang. Residential differentiation of Nanjing in the new period. *Acta Geographica Sinica*, 2010, 65(6): 685-694. [宋伟轩, 吴启焰, 朱喜钢. 新时期南京居住空间分异研究. *地理学报*, 2010, 65(6): 685-694.]
- [11] 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. [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. *地理学报*, 2017, 72(4): 589-602.]
- [12] He Q, Musterd S, Boterman W. Understanding different levels of segregation in urban China: A comparative study among 21 cities in Guangdong Province. *Urban Geography*, 2021(2): 1-26. DOI: 10.1080/02723638.2021.1893049.
- [13] Wu F L. Planning centrality, market instruments: Governing Chinese urban transformation under state entrepreneurialism. *Urban Studies*, 2018, 55(7): 1383-1399.
- [14] Jiang Liang, Feng Changchun. The study of residential differentiation in Changsha based on the social-spatial perspective. *Economic Geography*, 2015, 35(6): 78-86. [蒋亮, 冯长春. 基于社会—空间视角的长沙市居住空间分异研究. *经济地理*, 2015, 35(6): 78-86.]
- [15] Huang Xiaojun, Huang Xin. Regional differentiation of the coupling between urban physical environment and social space in Changchun. *Economic Geography*, 2012, 32(6): 21-26, 45. [黄晓军, 黄馨. 长春市物质环境与社会空间耦合的地域分异. *经济地理*, 2012, 32(6): 21-26, 45.]
- [16] Li Zhigang, Liang Qi, Lin Sainan. Identity, characteristics and mechanism of migrants in large Chinese cities of transitional China. *Scientia Geographica Sinica*, 2020, 40(1): 40-49. [李志刚, 梁奇, 林赛南. 转型期中国大城市流动人口的身份认同、特征与机制. *地理科学*, 2020, 40(1): 40-49.]
- [17] Duan Hanming, Wu Tinghai, Bai Yunfan. The nature and characteristics of human settlement science from the perspective of transdisciplinary. *Studies in Science of Science*, 2020, 38(4): 603-608. [段汉明, 武廷海, 白云帆. 人居科学的超学科性质和特征. *科学学研究*, 2020, 38(4): 603-608.]
- [18] Leyk S, Gaughan A E, Adamo S B, et al. The spatial allocation of population: A review of large-scale gridded population data products and their fitness for use. *Earth System Science Data*, 2019, 11(3): 1385-1409.
- [19] Feng Jian, Zhong Yichun. Restructuring of social space in Beijing from 2000 to 2010. *Acta Geographica Sinica*, 2018, 73(4): 711-737. [冯健, 钟奕纯. 北京社会空间重构(2000—2010). *地理学报*, 2018, 73(4): 711-737.]
- [20] Wang Chunlan, Yang Shangguang, He Jun, et al. On the social space evolution of Shanghai: In dual dimensions of the hukou and the occupation. *Geographical Research*, 2018, 37(11): 2236-2248. [王春兰, 杨上广, 何骏, 等. 上海城市社会空间演化研究: 基于户籍与职业双维度. *地理研究*, 2018, 37(11): 2236-2248.]
- [21] Li Zhigang, Wu Fulong. Sociospatial differentiation in transitional Shanghai. *Acta Geographica Sinica*, 2006, 61(2): 199-211. [李志刚, 吴缚龙. 转型期上海社会空间分异研究. *地理学报*, 2006, 61(2): 199-211.]
- [22] Zhou Chunshan, Bian Yan, Zhang Guojun, et al. Spatial differentiation and the formation mechanism of the middle class areas in Guangzhou. *Acta Geographica Sinica*, 2016, 71(12): 2089-2102. [周春山, 边艳, 张国俊, 等. 广州市中产阶层聚居区空间分异及形成机制. *地理学报*, 2016, 71(12): 2089-2102.]
- [23] Wang Yang, Jin Lixia, Zhang Hong'ou, et al. The spatial differentiation pattern and formation mechanism of housing conditions in Guangzhou city, China. *Scientia Geographica Sinica*, 2017, 37(6): 868-875. [王洋, 金利霞, 张虹鸥, 等. 广州市居民住房条件的空间分异格局与形成机制. *地理科学*, 2017, 37(6): 868-875.]
- [24] Li Zhigang, Xue Desheng, Lyons M, et al. The African enclave of Guangzhou: A case study of xiaobeilu. *Acta Geographica Sinica*, 2008, 63(2): 207-218. [李志刚, 薛德升, Michael Lyons, 等. 广州小北路黑人聚居区社会空间分析. *地理学报*, 2008, 63(2): 207-218.]
- [25] Xu Xueqiang, Hu Huaying, Ye Gar-On. A factorial ecological study of social spatial structure in Guangzhou. *Acta Geographica Sinica*, 1989, 44(4): 385-399. [许学强, 胡华颖, 叶嘉安. 广州市社会空间结构的因子生态分析. *地理学报*, 1989, 44(4): 385-399.]
- [26] Wu Q Y, Cheng J Q, Chen G, et al. Socio-spatial differentiation and residential segregation in the Chinese City based on the 2000 community-level census data: A case study of the inner City of Nanjing. *Cities*, 2014, 39: 109-119.



- [27] Chen Jie, Hao Qianjin. Residential segregation under rapid urbanization in China: Evidence from Shanghai. *Academic Monthly*, 2014, 46(5): 17-28. [陈杰, 郝前进. 快速城市化进程中的居住隔离: 来自上海的实证研究. *学术月刊*, 2014, 46(5): 17-28.]
- [28] Zhang Yu, Tong De, Maclachlan I. Multi-dimensional analysis of housing segregation: A case study of Shenzhen, China. *Geographical Research*, 2018, 37(12): 2567-2575. [张瑜, 仝德, Ian Maclachlan. 非户籍与户籍人口居住空间分异的多维度解析: 以深圳为例. *地理研究*, 2018, 37(12): 2567-2575.]
- [29] Gu C L, Wang F H, Liu G L. The structure of social space in Beijing in 1998: A socialist city in transition. *Urban Geography*, 2005, 26(2): 167-192.
- [30] Li Z G, Wu F L. Tenure-based residential segregation in post-reform Chinese cities: A case study of Shanghai. *Transactions of the Institute of British Geographers*, 2008, 33(3): 404-419.
- [31] Shen J, Xiao Y. Emerging divided cities in China: Socioeconomic segregation in Shanghai, 2000-2010. *Urban Studies*, 2020, 57(6): 1338-1356.
- [32] Liao Banggu, Xu Jiangang, Mei Anxin. Evolution of residential differentiation in central shanghai city (1947-2007): A view of residential land-use types. *Geographical Research*, 2012, 31(6): 1089-1102. [廖邦固, 徐建刚, 梅安新. 1947—2007年上海中心城区居住空间分异变化: 基于居住用地类型视角. *地理研究*, 2012, 31(6): 1089-1102.]
- [33] Zhang Jun, Li Chenyang. Discussion on the key problems of urban residential differentiation measurement in China. *Shanghai Urban Management*, 2019, 28(2): 76-80. [张俊, 李晨阳. 国内城市居住分异测量的关键问题探讨. *上海城市管理*, 2019, 28(2): 76-80.]
- [34] Harris R, Johnston R. Measuring and modelling segregation: New concepts, new methods and new data. *Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science*, 2018, 45(6): 999-1002.
- [35] Zavisca J R, Gerber T P. The socioeconomic, demographic, and political effects of housing in comparative perspective. *Annual Review of Sociology*, 2016, 42: 347-367.
- [36] Rex J, Moore R. *Community and Conflict*. London: Oxford University Press, 1967.
- [37] Wang F L, Zhang C Y. Housing differentiation and subjective social status of Chinese urban homeowners: Evidence from CLDS. *Housing Studies*, 2021, 36(4): 567-591.
- [38] Li S, Wan H Y. Evolution of wealth inequality in China. *China Economic Journal*, 2015, 8(3): 264-287.
- [39] Song X, Xie Y. Market transition theory revisited: Changing regimes of housing inequality in China, 1988-2002. *Sociological Science*, 2014, 1: 277-291.
- [40] Zhang Guangli, Pu Minya, Zhao Yunting. From occupation to housing: The transformation of social stratification logic. *Zhejiang Social Sciences*, 2020(3): 73-79, 158-159. [张广利, 濮敏雅, 赵云亭. 从职业到住房: 社会分层载体的具象化. *浙江社会科学*, 2020(3): 73-79, 158-159.]
- [41] Li C L, Fan Y M. Housing wealth inequality in urban China: The transition from welfare allocation to market differentiation. *The Journal of Chinese Sociology*, 2020, 7(1): 1-17.
- [42] Chen W, Wu X G, Miao J. Housing and subjective class identification in urban China. *Chinese Sociological Review*, 2019, 51(3): 221-250.
- [43] Wu Qian. *Study on the Residential Difference in Big Cities: Theory and Empirical Analysis*. Beijing: Science Press, 2016. [吴启焰. 大城市居住空间分异研究的理论与实践. 北京: 科学出版社, 2016.]
- [44] Chung H. Neighbourhood redevelopment and the making of a housing middle class: Can gentrification explain China's spatial and social changes? *GeoJournal*, 2021, 86(3): 1375-1388.
- [45] Barros J, Feitosa F F. Uneven geographies: Exploring the sensitivity of spatial indices of residential segregation. *Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science*, 2018, 45(6): 1073-1089.
- [46] Catney G. The complex geographies of ethnic residential segregation: Using spatial and local measures to explore scale-dependency and spatial relationships. *Transactions of the Institute of British Geographers*, 2017, 43(1): 137-152.
- [47] Manley D, Johnston R, Jones K, et al. Macro-, meso- and microscale segregation: Modeling changing ethnic residential patterns in Auckland, New Zealand, 2001-2013. *Annals of the Association of American Geographers*, 2015, 105(5): 951-967.
- [48] Massey D S, Denton N A. The dimensions of residential segregation. *Social Forces*, 1988, 67(2): 281-315.
- [49] White M J. The measurement of spatial segregation. *American Journal of Sociology*, 1983, 88(5): 1008-1018.
- [50] Chen Huiling, Shi Enming, Liu Wangbao. Social-spatial differentiation characteristics of Guangzhou based on time-space map. *Economic Geography*, 2020, 40(8): 9-17. [陈慧灵, 石恩名, 刘望保. 基于“时空图”的广州市社会空间分

异. 经济地理, 2020, 40(8): 9-17.]

- [51] Morrill R L. On the measure of geographic segregation. *Geography Research Forum*, 1991, 11(1): 25-36.
- [52] Openshaw S. A geographical solution to scale and aggregation problems in region-building, partitioning and spatial modelling. *Transactions of the Institute of British Geographers*, 1977, 2(4): 459-472.
- [53] Wong D W S. Spatial dependency of segregation indices. *The Canadian Geographer*, 1997, 41(2): 128-136.
- [54] Reardon S F, Firebaugh G. Response: Segregation and social distance- A generalized approach to segregation measurement. *Sociological Methodology*, 2002, 32(1): 85-101.
- [55] Wong D W S. Modeling local segregation: A spatial interaction approach. *Geographical & Environmental Modelling*, 2002, 6(1): 81-97.
- [56] James D R, Taeuber K E. Measures of segregation. *Sociological Methodology*, 1985, 15: 1-32. DOI: 10.2307/270845.
- [57] Park Y M, Kwan M P. Beyond residential segregation: A spatiotemporal approach to examining multi- contextual segregation. *Computers, Environment and Urban Systems*, 2018, 71: 98-108.
- [58] Wang Shaojian, Wang Yang, Zhao Yabo. GIS-based multi-scale and multi-mechanism research on regional inequality in Guangdong province. *Scientia Geographica Sinica*, 2014, 34(10): 1184-1192. [王少剑, 王洋, 赵亚博. 广东省区域经济发展差异的多尺度与多机制研究. *地理科学*, 2014, 34(10): 1184-1192.]
- [59] Han Z Y, Long Y, Wang X, et al. Urban redevelopment at the block level: Methodology and its application to all Chinese cities. *Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science*, 2020, 47(9): 1725-1744.
- [60] Wong D W S. Implementing spatial segregation measures in GIS. *Computers, Environment and Urban Systems*, 2003, 27(1): 53-70.
- [61] Apparicio P, Martori J C, Pearson A L, et al. An open-source software for calculating indices of urban residential segregation. *Social Science Computer Review*, 2014, 32(1): 117-128.
- [62] Feitosa F F, Câmara G, Monteiro A M V, et al. Global and local spatial indices of urban segregation. *International Journal of Geographical Information Science*, 2007, 21(3): 299-323.
- [63] Rey S J. PySAL: The first 10 years. *Spatial Economic Analysis*, 2019, 14(3): 273-282.
- [64] Kakwani N, Subbarao K. Rural poverty and its alleviation in India. *Economic and Political Weekly*, 1990, 25(13): 2-16.
- [65] Datt G, Ravallion M. Growth and redistribution components of changes in poverty measures: A decomposition with applications to Brazil and India in the 1980s. *Journal of Development Economics*, 1992, 38(2): 275-295.
- [66] Yamaguchi K. Decomposition analysis of segregation. *Sociological Methodology*, 2017, 47(1): 246-273.
- [67] Huang Q S, Zhu X G, Liu C H, et al. Spatial-temporal evolution and determinants of the Belt and Road initiative: A maximum entropy gravity model approach. *Chinese Geographical Science*, 2020, 30(5): 839-854.
- [68] Wang Jinfeng, Xu Chengdong. Geodetector: Principle and prospective. *Acta Geographica Sinica*, 2017, 72(1): 116-134. [王劲峰, 徐成东. 地理探测器: 原理与展望. *地理学报*, 2017, 72(1): 116-134.]
- [69] Denton N A, Massey D S. Residential segregation of blacks, Hispanics, and Asians by socioeconomic status and generation. *Social Science Quarterly*, 1988, 69(4): 797-817.
- [70] Massey D S, Denton N A. *American Apartheid: Segregation and the Making of the Underclass*. Cambridge: Harvard University Press, 1993.
- [71] Lee B A, Farrell C R, Reardon S F, et al. From census tracts to local environments: An egocentric approach to neighborhood racial change. *Spatial Demography*, 2019, 7(1): 1-26.
- [72] Song Weixuan, Ma Yuzhu, Li Xiaoli, et al. Housing price growth in different residences in urban Nanjing: Spatiotemporal pattern and social spatial effect. *Acta Geographica Sinica*, 2018, 73(10): 1880-1895. [宋伟轩, 马雨竹, 李晓丽, 等. 南京城市住宅小区房价增长模式与效应. *地理学报*, 2018, 73(10): 1880-1895.]

## A comparison study on residential differentiation at multiple spatial and temporal scales in Nanjing and Hangzhou

SONG Weixuan<sup>1</sup>, HUANG Qinshi<sup>2,3</sup>, GU Yue<sup>1,4</sup>, HE Ge<sup>3</sup>

(1. Nanjing Institute of Geography and Limnology, Key Laboratory of Watershed Geographic Sciences, CAS, Nanjing 210008, China; 2. School of Civil Engineering and Architecture, Zhejiang University of Science and Technology, Hangzhou 310023, China; 3. School of Architecture and Urban Planning, Nanjing University, Nanjing 210093, China; 4. University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

**Abstracts:** Residential differentiation is a timeless and classic research topic in the field of urban geography and urban sociology. Urban residential differentiation contains dual socio-spatial attributes of social group differentiation and residential differentiation. Existing studies rely largely on population statistics and social survey data, from the perspective of differentiated social groups to effectively reflect, verify and analyze data from a single city. This empirical analysis is unable to effectively reflect the increasing complexity, heterogenous and fragmented situation of residential differentiation in large cities. There have been fewer comparative studies between similar cities. This paper, in the perspective of residential space, uses housing price as an indicator, and adopts methods such as multi-group segregation index, multi-group spatial segregation index and geographic detector. In particular, Nanjing and Hangzhou from 2009-2018 are taken as cases and census tract, block and grid as basic units to carry out a quantitative study on residential differentiation and comparison in Nanjing and Hangzhou at multiple spatial and temporal scales. Through analysis of the above data, the following is observed: (1) Urban residential differentiation, characterized by residential difference, is more time-sensitive and accurate, and spatial segregation index is a correction to the traditional non-spatial segregation index. (2) The high and low-priced housing spatial segregation index in Nanjing is significantly higher than that in Hangzhou, of which spatial structure is a significant factor. (3) The influencing factors and combined features of residential differentiation in Nanjing and Hangzhou show certain similarities, of which "central location" and "education package" have the strongest explanatory power. As an innovative exploration, this paper attempts to provide new perspectives, methods and ideas for studies on urban residential differentiation, hoping to enrich the research on Chinese urban social geography in the new era.

**Keywords:** social space; residential differentiation; multiple scales; housing price; spatial segregation index; Nanjing; Hangzhou