

基于格网分析的长沙城市空间破碎化分异机理

朱佩娟^{1, 2} 张美芳¹ 贺清云¹ 郎泽慧¹ 吴国权¹¹

(1. 湖南师范大学 资源环境科学学院, 中国湖南 长沙 410081;

2. 湖南师范大学 地理空间大数据挖掘与应用湖南省重点实验室,

中国湖南 长沙 410081)

【摘要】: 城市空间破碎化影响城市整体功能和品质提升, 探析城市空间破碎化空间分异机理有助于深化对城市空间结构理论的认识。以长沙市为研究对象, 基于 1km×1km 格网测度空间破碎化的空间分异, 结合有序多分类 Logistic 回归模型, 识别影响城市空间破碎化的主导因素, 揭示城市空间破碎化空间分异机理。结果表明: ①长沙市城市空间破碎化空间差异显著, 高破碎化区域呈分散点状集聚。②长沙城市空间破碎化类型可划分为居住破碎型、工业破碎型、生态破碎型、特殊破碎型等类型, 其中生态破碎型及居住破碎型占比较高, 不同破碎化类型空间分布差异明显。③地形位指数、开发程度、2009—2016 年建设变化程度、地价、规划政策五个因素是城市空间破碎化分异的主导因素。形态、联系与功能三个维度的破碎化指数受各因素影响程度存在差异。④城市空间破碎化水平的升高主要源于三个方面: 一是地形地貌对城市空间分割作用的大小, 二是建设主体行为的失序程度, 三是局部地区的规划失控与规划缺陷影响。基础动力 (自然环境的先天分异)、直接动力 (空间建设主体内在特性选择) 和外在推动力 (规划政策引导差异) 三种作用力相互作用, 共同推动城市空间破碎化分异格局的变化。

【关键词】: 城市空间破碎化 空间分异 分异机理 地形地貌 地价 规划政策

【中图分类号】: F291.1 **【文献标志码】:** A **【文章编号】:** 1000-8462 (2020) 06-0116-10

自 1980 年代中国实施城镇化与工业化战略以来, 城市经济增长与社会发展取得了辉煌的成就。与此同时, 城市化—市场化—分权化三重力量主导的城市空间向外扩张和内部重构不断改变着城市空间结构, 城市传统发展方式面临挑战。城市外围粗放式增长, 用地布局零乱, 城市中心过度追求高容积率、高强度开发, 大型封闭社区开发破坏了传统城市空间肌理。城市空间破碎化引发的土地利用效率低、城市功能错配、居民职住分离等问题严重地阻碍着城市的可持续发展^[1,2,3,4]。如何有效治理城市空间破碎化, 实现城市内涵提升将成为地理学、规划学等学科未来一个时期的重要议题。

城市空间破碎化是一种脱离城市整体空间结构和城市系统的空间形式, 对城市土地利用、空间行为和空间流动产生影响。与以往关注城市空间支离破碎式的空间延伸与蔓延的“土地细碎化”视角不同, 城市空间破碎化更多地关注城市内部空间关系的转型所形成的城市要素相互作用碎化。从国内外研究来看, 被高速公路与铁路分割的城市空间^[5], 孤立的工业园区^[6]、商业区^[7]或绿地^[8], 封闭社区^[9]、居住分异与极化空间^[10]等现象成为各个国家学者研究的热点, 折射出对城市空间破碎化问题的认识与思

作者简介: 朱佩娟 (1974—), 女, 湖南岳阳人, 硕士, 副教授, 硕士生导师。主要研究方向为人文地理与城乡空间结构。E-mail:mrs-zhu@163.com。贺清云 (1955—), 女, 湖南湘潭人, 教授, 博士生导师。主要研究方向为人文地理与区域发展。E-mail:763540137@qq.com。

基金项目: 湖南省重点领域研发计划项目 (2019SK2101)。

考。早期的研究以“封闭社区”(Gated Community)研究为热点展开,关注市场化对空间资源配置进行组织和重建背景下,大尺度规模的封闭社区所形成具有隔离效应的“孤岛”,并进而引发城市交通网络通达度逐渐弱化、城市功能单一化和社会网络“树状”结构逐渐退化进而出现居住分异等问题^[11]。这一视角后来衍生到城市风貌、公共空间领域^[12],认为城市空间中存在的隔离、割裂与孤立的空间斑块被看作是整体空间结构中的“碎块”^[4],与空间的物理障碍有关。城市空间的物质实体如山体、水域、封闭围墙、宽大马路等阻碍了城市空间中不同群体之间的交流接触机会^[5],其碎化机理与景观破碎化和土地分散化视角的“土地碎片”形成机理具有本质上的不同。Guerra 在布宜诺斯艾利斯的城市转型研究中指出,至少自 1990 年代以来,世界上大多数大城市和城市地区出现了城市空间碎化的现象。这些现象既包括传统意义上城市空间支离破碎式的领土延伸,也包括一种新的“碎化”,即由于就业和收入分配的相对变化以及新生活方式的采用,以及城市内部空间关系的转型所形成的城市内部空间的碎化^[13]。这种碎化无法用传统的中心和外围土地细碎化的景观斑块特征来描述和解释:一是从形态特征来看,城市空间破碎化所关注的孤立性与边缘的封闭程度有关,并受到地块面积的影响。景观斑块的形状和边缘特征是影响其生物多样性的主要原因^[8],自然生境中空间斑块面积越小,数量越多破碎化程度越高;但对于城市内部而言,空间斑块类型越少、单个地块面积越大,边缘封闭程度越强,内部就越趋向于孤立,空间破碎化程度也就越大^[14]。二是从空间联系特征看,“土地细碎化”研究中,斑块的空间配置能反映景观要素在空间格局或生态过程上的有机联系。对城市内部空间而言,空间之间的联系主要表现为联系的便利性^[15],一般而言,在同样的交通需求下道路配置数量越多,相对越便利。三是从功能组合特征看,对城市空间而言,空间功能的冲突会加剧空间的孤立与异质性,而空间功能的协调会促进空间活动的多样性,空间不同斑块之间的联系与互动多是由其功能关系决定的。

总的来看,国外城市空间破碎化的研究已经由城市外部空间转向城市内部空间,研究的内容较丰富。相比之下,国内学者对城市内部空间的破碎化研究起步较晚,研究成果相对较少,对城市空间破碎化程度研究更多地拘泥于定性的现象描述,定量研究多围绕城市边缘地区的“土地碎片”展开。实证研究相对比较微观,通常以典型城市或地区进行个案描述性研究,结合个案对城市空间破碎化形成原因的探讨,难以系统探索具有一定普适性的规律从而更好地满足城市发展管理的需求。从地理学视角来看,城市空间结构的发展过程受到自组织与他组织双重作用,是各种经济要素和非经济要素作用下使各种空间要素在城市地域范围内的重新组合与再结构化过程^[16,17]。而城市空间破碎化是综合反映城市空间结构发展特征、揭示城市空间格局分异和识别城市空间重构要素的重要指标,是城市内部各种功能的复杂交互与影响过程重要表现。因此,城市空间破碎化的空间分异可视为城市空间结构重构过程在微观尺度的具体表现。而深入探析新时期城市空间破碎化空间分异的机理有助于把握城市空间结构发展过程和机理,从而为国家 and 地方城市空间重构实践,实施城市空间治理提供帮助。

城市空间破碎化是在多重因素作用下所造成的空间结构的碎化,集中表现为城市空间分割加强、空间联系弱化和空间整体功能下降^[18]。本文以长沙市城市空间为研究对象,从城市空间破碎化本质出发,在格网尺度上展开城市破碎化空间识别与分析,结合有序多分类 Logistic 回归模型,得出影响城市空间破碎化的主导因素。分析城市内部空间破碎化的特征及空间分异机制,可进一步丰富城市地理学的空间结构理论实证,进而为空间资源的有效利用、空间功能的有机整合提供科学依据,为规划管理与空间管治提供决策参考。

1 研究区域、数据来源与研究方法

1.1 研究区域

长沙是湖南省会,处于湘中丘陵与洞庭湖平原的过渡地带,是全国“两型社会”综合配套改革试验区——长株潭城市群和长江中游城市群的重要中心城市。2018 年,长沙地区生产总值(GDP)12075.7 亿元,常住人口 731.15 万人,城镇化水平 72.34%。根据《全球城市竞争力报告(2011-2012)》,长沙是我国全球城市竞争力提升速度最快的 10 座城市之一,位居第 4。近年来,人口和产业快速集聚、用地快速扩张、城市竞争力稳步提升,也促发了交通拥堵、雾霾频发、用地过快扩张等各类城市问题的集中爆发^[19]。

本文研究范围的划定主要结合城市建设现状，遵循功能性、连片发展性、指标匹配性等特性^[20]，将内部较小的非城市建设用地以及完全位于建设用地区内部的湖泊等水体划入城市建成区，舍去城市外围乡村建设用地^[21]，最终得到 703.87km² 的研究范围，共涉及 84 个街道。该范围既是城市发展的主体，也是城市经济发展的中心区域，可以综合反映典型的的城市空间基本特征^[22]。同时，该范围统计资料相对详实，可以满足研究的数据需求。面积相对较小，便于实地考察与调研开展评价结果的验证反馈。根据开展分析的需要，按照土地利用状况及各区功能布局现状，以五一广场为中心，进一步将研究区域划分为 5km 的核心区、5~10km 的中心城区以及 10km 外的近郊区三个区域（图 1）。

1.2 数据来源及处理

研究所涉及的数据包括基础地理数据、公共服务设施调研数据及其他数据：(1)基础地理数据：2016 年的 LandsatTM 遥感影像，其像元空间分辨率为 30m，利用 ArcGIS 平台对遥感影像进行几何校正、影像镶嵌、研究区裁剪等图像预处理；并基于人机交互监督分类对遥感影像进行解译。通过与同一时期城市地图、土地利用现状图、长沙市城市总体规划历版用地与道路数据对比，获得三期土地利用数据和道路交通数据。(2)公共服务设施数据：基于 2016 年百度地图 POI 数据，结合实地调研开展公共服务设施调研核对，根据研究的需要将项目类别划分为街道级以上、街道级以及基层社区级三级。获取街道级以上公共服务设施信息共计 1325 个。(3)其他数据：《长沙市市区基准地价（2010 年）》《长沙市市区基准地价更新成果（2018 年）》及相关统计年鉴等。为消除指标量纲、数量级和指标性质差异的影响，选用极差标准化方法对原始数据进行标准化处理。

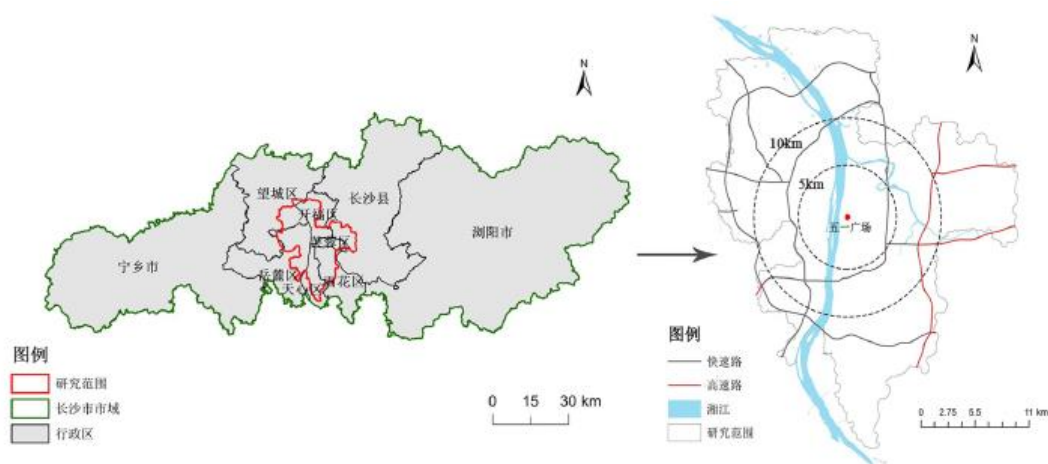


图 1 研究区域

地理格网系统由大量规则的基本单元组合而成，形成可视化观感较强的表达体系和模型^[23]。由于空间破碎化表征复杂，通过构建 1km×1km 格网作为研究单元，可满足精细化刻画空间破碎化分布格局的同时聚合多源数据展开分析的要求，研究范围内共计 711 个格网。

1.3 研究方法

1.3.1 多指标综合评价法

构建形态—关联—功能三维度测度指标，运用多指标综合评价法展开空间破碎化评价。其中，形态维作为外在表现能够明晰要素在空间上的分割程度，联系维是各类空间流相互作用阻隔程度的综合反映^[24]，功能维可反映城市空间要素组合失序分离的程度，三者相结合能够更加科学地评价城市空间破碎化形态分割、联系阻隔与功能失序水平^[18]。采用极值法对数据进行标准

化处理,运用线性加权模型进行指标合成,得到空间破碎化评价综合指数 (SFI),具体计算公式如下。

$$SFI = \sum_{j=1}^n W_j Y_j \quad (1)$$

式中: SFI 为基于地块特征空间破碎化评价指数; Y_j 为各维度指标的标准化值; n 为各维度指标数量; W_j 为各维度指标的权重,由熵值法与专家打分法相结合获得。

各指标表征内涵如下: (1)平均地块面积指数 (MBA): 从形态维来看,空间边缘的封闭、分割导致空间地块的孤立^[26]。具体到城市内部空间而言,地块 (BLOCK) 是街区的组成部分,是容纳各种建筑物、绿化、市政、公共服务等城市基础设施的用地,和道路网有着较强的联系,其规模大小能较直观反映空间被隔离的状态。其中部分工业区地块较大,地块规模最大可达 1.56km²,独立分布在城市周边,空间彼此隔离。居住区的地块大小不一,但规模最大的地块可达 0.92km²,多为封闭社区,内部道路与城市道路分离,与周边形成阻隔。而从绿地看,以社区公园为代表的细碎的绿地地块面积较小,分散分布在城市各个区域,可达性良好;城市空间中大片的生态用地最大半径可达 4201m,具有生态保障效应的同时,也不可忽视其自身的封闭性和对城市空间的割裂性 (图略)。总的来看,城市空间范围内,地块面积越大,内部越稳定,封闭性越强,空间破碎化越高。(2)空间联系阻隔指数 (SCB)。从联系维来看,主要表现为具体城市地块之间的联系阻隔,可借鉴空间句法研究中关于局部网络与整体网络之间的互动思想,通过各尺度之间道路数量的变化率反映各个局部地块对交通产生的阻隔大小^[26]。一个特定的空间斑块对外联系的便利程度受到自身所在区域的交通需求与实际获得的交通供给的双重影响,在一定的交通分区内其交通需求相对均质,路网数量是这种需求的直观反映。当路网数量的变化率发生突变时,往往是遇到了天然或人为阻隔的区域。当讨论路网数量变化的程度时,要考量其对交通的影响,就必须有一个相对合理的交通需求分区,即在同样的交通需求区内,路网密度突然降低的地块,其通达性的变差对交通的影响显著。本研究通过考量路网变化幅度与交通需求分区半径的关系来确定。(3)功能多样指数 (FD)。从功能维来看,空间地块组合的单一性是空间破碎化的重要表现。功能越单一,功能多样性越差,空间功能破碎化程度越高。参考已有研究^[27]以及分析的需要,本文将城市土地利用现状图中的用地类型进行归并,选取居住用地、公共管理与公共服务用地、商业服务设施用地、工业用地、物流仓储用地、道路与交通设施用地、公用设施用地、绿化及景观用地、特殊用地、其它用地共 10 大类用地进行功能多样性分析。

1.3.2 全局空间自相关与热点分析法

通过全局空间自相关法和热点分析法探讨城市空间破碎化格局特征: (1)全局空间自相关能够反映一个区域单元上的某种地理现象或某一属性值与邻近区域单元上同一现象或属性值的相关程度,以此反映地理现象或某一属性值的空间分布^[29]。(2)热点分析法能较好地反映破碎化高值与低值要素在空间上的聚集程度,其主要通过查看邻近要素环境中的每一个要素,对每一个要素计算 GetisOrdG_i^{*}统计获得 z 得分和 p 值,如果 $Z(G_i^*)$ 为正值且显著,表明单元 i 周边的值相对较高 (高于均值),属于高值空间集聚 (热点区);反之,如果 $Z(G_i^*)$ 为负值且显著,表明单元 i 周围的值相对较低^[30]。

1.3.3 有序多分类 Logistic 回归模型

目前关于因素之间相互关系定量分析的研究比较多,主要采用的是相关分析法、回归分析法和灰色关联分析法等,考虑到本文研究范围样本量较大,且存在虚拟变量,因此采用有序多分类 Logistic 回归方法^[31]。根据 Logistic 回归建模的要求,假定 $X_1, X_2, X_3 \dots$ 是与 Y 相关的一组变量, p 是某事件发生变化的概率,则没有发生变化的概率为 $(1-p)$,将比数 $p/(1-p)$ 即对 p 做 Logistic 变换,记为 $\text{Logit}(p)$,相应的回归模型如下:

$$\text{Logit}(p) = \ln \left[\frac{p}{1-p} \right] = \alpha + \sum_{i=1}^n \beta_i x_i \quad (2)$$

$$p = \frac{\exp(\alpha + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + L + \beta_n x_n)}{1 + \exp(\alpha + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + L + \beta_n x_n)} \quad (3)$$

式中： $X_1, X_2, \dots, X_n$ 为影响城市空间破碎化的驱动因子； α 为常数项； $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n$ 为 Logistic 回归的偏回归系数，表示自变量 X_i 对 Y 或 $\text{Logit}(p)$ 影响的大小。

2 城市空间破碎化分异的影响因素与形成机理

2.1 城市空间破碎化空间分异特征

采用 ArcGIS 中的 Jenks 最佳自然断裂法将 2016 年长沙城市空间破碎化划分为五个等级，其中低破碎化（0.22~0.80），格网数为 83 个，面积共计 79km²；较低破碎化（0.81~1.02）格网数为 218 个，面积为 210km²；中等破碎化（1.02~1.23）格网数为 241 个，面积为 232km²；较高破碎化（1.23~1.56）格网数为 135 个，面积为 122km²；高破碎化（1.56~2.66）格网数为 34 个，面积为 34km²。分析图 2、图 3 得出：(1) 从分指数评价结果看（图 2），平均地块面积指数高值区主要分布在中心城区与近郊区（图 2a），受大型绿地、工业园区与大型封闭社区影响形成了阻隔空间的孤立碎片。空间联系阻隔指数（图 2b）呈现出高值集聚区连片分布的特征，核心区边缘、中心城区较为集中。功能多样性指数（图 2c）高值区呈现出点状集聚。运用 GeoDa 软件对各类指数进行空间自相关检验，结果显示，三类指数均呈现出显著的空间集聚特征，其中集聚最为显著的是空间联系阻隔指数。(2) 从综合评价结果看（图 3a），破碎化较强和强的区域呈分散点状分布，主要集中于长沙西部及北部地区；中等破碎化空间主要分布于长沙市东南部及西北部地区；破碎化水平较弱和弱的空间主要集中于城区周边及西部。运用 GeoDa 软件进行空间自相关检验，其 Moran's I 为 0.44, Z 值为 15.95, P 值 ≤ 0.01，具有非常显著的空间集聚特征。通过热点分析工具进行计算（图 3b）。结果显示，城市空间破碎化冷热点集聚特征差异显著。其中热点多集聚于研究区域的中心城区及近郊区，如河西地区的谷山森林公园、岳麓山，河东地区的月湖公园，雨花经济技术开发区等。冷点多位于研究区域的核心区，呈现分散的点状分布，如河东地区市中心五一广场两侧、河西地区的步步高新天地等，这些区域是城市的主要商务办公区及居住区，各类物质流及信息流加强了其与周边区域的联系，空间破碎化程度较低。进一步提取高破碎化区域共计 100 个格网，结合遥感影像、实地调研作为参照，显示城市空间破碎化高值主要落在居住用地、工业用地、绿化及景观用地、特殊用地，由此可将高破碎化区域分为居住破碎型、工业破碎型、生态破碎型、特殊破碎型四类典型的空间隔离型破碎化区域（图 4）：其中居住破碎型多为大型封闭社区（图 4a），工业破碎型多位于大型工业园区（图 4b），生态破碎型多为城市内大型山体及绿地（图 4c），特殊破碎型为城市内的特殊用地（图 4d），单个地块规模较大，在城市早期发展过程中为避免对城市干扰选址远离城区，但随着城市建设用地的快速扩张，逐步被城市其他建设用地包围而形成城市内的孤立斑块，如大托铺机场等，这一区域也是城市演替发展中需要逐步外迁和功能置换的区域。

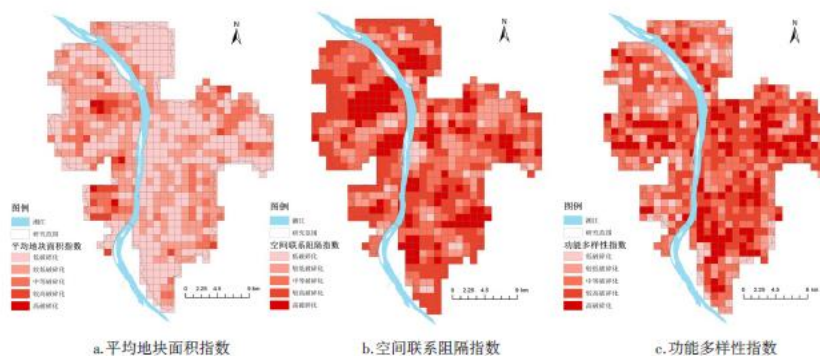


图 2 长沙市分指数破碎化水平的空间分异特征

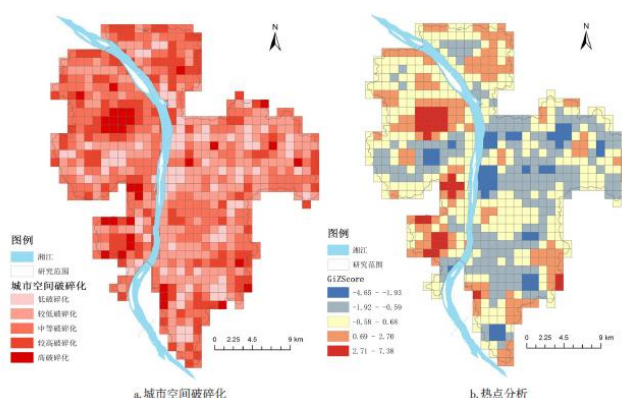


图 3 长沙市综合破碎化水平的空间分异特征

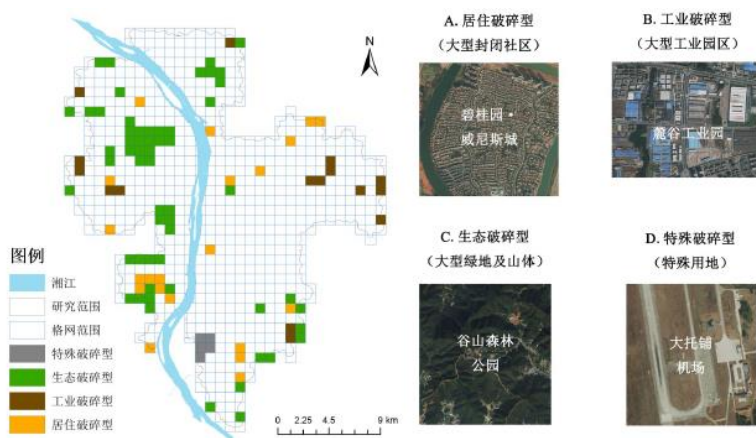


图 4 长沙市各类空间破碎化格局及样例

2.2 城市空间破碎化分异的影响因素分析

2.2.1 变量选取

参考已有实证研究和城市内部空间结构理论,城市空间破碎化分异格局主要受自然因素、建设因素和政策因素的影响。结合数据的可获取性,本文选取包含地势与坡度信息的地形位指数表征自然因素。用经济区位、开发程度、建设变化情况、地价、公交可达性和公共服务设施可达性表征建设因素。用规划政策(是否为规划建设用地)与空间政策主体数量表征政策因素。其中建设变化情况设置 2000—2009 年建设变化程度(X_4),2009—2016 年建设变化程度(X_5)两个时段指标分析。2000—2009 年长沙市进入快速城市化建设时期,城市设施建设逐步完善,大型工业企业及居住区建立,城市空间格局变化以城市外扩为主导,其反映的是城市外扩阶段的建设变化。2009 年以后,长沙城市发展进入外扩与内部重组双重主导时期,建设变化更为复杂,反映的是城市空间双重重构主导的建设变化。规划政策主要依据 2003 版长沙市城市总体规划(2003—2020 年)进行评估。

2.2.2 评估结果

运用 SPSS20.0 进行有序多分类 Logistic 回归分析,对模型中是否所有自变量偏回归系数全为 0 进行了似然比检验,所有模型均通过了似然比检验 ($P < 0.001$)。从城市空间破碎化综合水平回归结果来看,地形位指数 (X_1)、开发程度 (X_3)、2009—2016 年建设变化程度 (X_5)、地价 (X_6)、规划政策 (X_9) 5 个因素在 99% 的置信水平上显著,是城市空间破碎化分异的主导因素。

根据城市空间破碎化各指数回归结果,按照通过 1% 的显著性水平检验,提取各维度的主要影响因素,结果表明:形态、联系与功能三个维度的破碎化指数受各因素影响程度存在差异。(1)从形态维看,地形位指数 (X_1)、地价 (X_6) 以及规划政策 (X_9) 3 个因素对城市空间破碎化影响较显著。(2)从联系维看,地形位指数 (X_1)、地价 (X_6) 及开发程度 (X_3) 3 个因素对城市空间破碎化影响较显著。(3)从功能维看,地形位指数 (X_1)、规划政策 (X_9) 以及 2009—2016 年建设变化程度 (X_5) 3 个因素对城市空间破碎化影响较显著。

2.2.3 影响因素分析

(1)城市发展失调背景下,地形地貌自然因素对城市空间的分割作用易引发较高水平城市空间破碎化。在城市化过程中,城市发展与自然生态的关系缺乏协调,城市无序扩张中自然地理条件恶劣的地方,空间可能出现跳跃式扩展而形成大面积的生态“碎片”。这些生态碎片在城市建设进一步吞噬中形成城市内部的生态孤岛,并产生对城市空间的分割。从长沙来看,整体地域地形复杂,既有湘江两岸形成的地势低平的冲积平原,也有东西两侧地势较高的山地,对城市整体空间产生一定的割裂作用,也是城市空间破碎化水平较高的集聚区。

(2)在市场机制失灵背景下,开发程度、建设变化程度与地价水平三方面建设因素引导空间建设主体行为的失序程度,对城市空间破碎化产生重要影响。市场化引导的城市空间建设主体趋于多元化,市场中不同主体空间建设偏好缺乏整体控制与有效引导时,可能导致局部空间与整体空间关系的失联和功能的紊乱,从而引发城市空间破碎化。一方面开发程度会影响空间建设主体基础设施配置水平和功能配置协调水平。开发程度较低的区域,影响设施建设主体空间投入的积极性,存在一定滞后于开发建设的现象,功能协调性易被忽视。另一方面,2009—2016 年建设变化程度对空间破碎化影响较明显,代表了在城市空间双重重构背景下,空间主体对空间资源的争夺会更趋激烈,引发空间开发混杂,从而加剧空间破碎化。

再次,在地价约束下,市场开发主体有强烈的趋利性,效益更高且符合大众消费偏好的大型封闭社区的开发受到鼓励。受市场经济高速增长过程中用地需求压力的释放缺乏有效边界控制和信息不对称影响,在城市空间中构成相对孤立隔离的空间斑块,低支路网密度和地块内低空间可达性共同作用,加剧该区域的空间破碎化水平。

(3)规划调控失范易引发局部地区的规划失控或规划缺陷,导致城市空间破碎化水平提高。规划政策是影响空间结构最直接的手段,一方面基于土地资源有限性和多宜性,局部地区的规划失控导致非规划建设用地出现,进而引发非规划建设用地规模失控与功能无序。另一方面长期以来受过于强调功能分区的规划思想影响,规划政策指引下形成的大片相对功能单一的工业区、居住区也是城市功能破碎化的重要原因。

2.3 城市空间破碎化分异机理

城市空间破碎化的分异机理是通过微观层面的作用机制进而传递到宏观层面而实现的。微观层面上,地形地貌形成的天然阻隔,开发程度、建设程度、市场地价引导的空间建设主体的建设偏好以及规划政策对城市空间的直接作用不断影响着城市空间结构的变化。在这一过程中,由于城市发展失调、市场机制失灵、规划调控失协而引发一定地域空间形态封闭、碎化,空间联系中断、阻隔,空间功能失谐、低效,进而导致城市空间碎片的形成。宏观层面上,通过微观作用机制所造成的城市空间碎片,传递到宏观层面的城市空间破碎化时空格局演化系统,在基础力(自然环境的先天分异)、直接力(空间建设主体内在特性选择)和外推力(规划政策引导差异)三种作用力相互影响、相互作用下共同推动着城市空间破碎化时空格局的演化(图 5)。

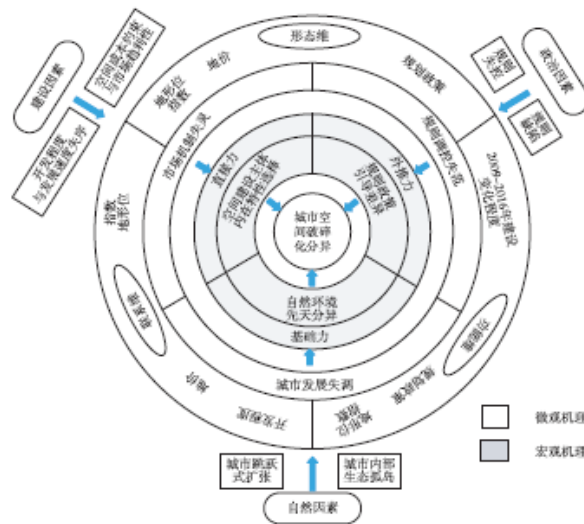


图 5 长沙城市空间破碎化分异机理

(1) 自然环境的先天分异是城市空间破碎化格局演化的基础动力。自然资源环境条件区域分异格局决定了人类活动的潜在空间格局。自然基底是城市空间破碎化形成的重要物质基础，自然资源条件的空间分异是形成空间破碎化地理分异的重要原因。经济利益最大化目标下人类活动区位选择和自然资源环境承载能力的地区差异具有空间指向的一致性^[32]。如丰裕而优越的自然资源通过降低投资、增加对外开放度等机制影响空间增长与蔓延，而在自然地理条件恶劣的地方，人们为降低开发与使用成本，空间可能出现跳跃式扩展而形成“碎片”。

(2) 空间建设主体内在特性选择是城市空间破碎化格局演化的直接动力。政府主体在以 GDP 为导向的政绩考核机制下，城市与城市之间展开对招商投资的争夺，积极主导城市扩张同时过多依赖土地生产要素，加剧了城市空间破碎化程度。地方政府领导班子为了在任期内建设出效果显著的政绩工程，将大尺度的基础设施当作城市现代化的标志，建造大量“大广场”“宽马路”等形象工程。居民主体对自由主义偏好引发“封闭社区蔓延”，门禁商品房社区成为城市居民的主流居住模式。企业主体以工业生产为主或单纯的房地产开发为主的建设，受近期利益驱动和政府监督不严等因素影响服务设施的建设往往滞后，导致用地功能多样性的降低和可达性的下降，也形成空间孤立的斑块。

(3) 规划政策引导差异是城市空间破碎化格局演化的外在推力。从城乡规划来看，长期以来规划的编制工作分散到多个部门，缺乏部门间协调和有效的评估和监控机制，导致了规划更多地只是体现地方政府一时的城市发展需求和局部偏好，陷入城市先发展再规划的窘境。城乡规划充分表达地方政府的发展意愿，造成其科学性和公共性缺失。如城市的基本功能被机械地划分；在旧城改造和新城区建设中习惯于“大手笔”，建设大规模居住区、工业区；广场、公园等公共空间更多停留在形式主义美，而没有现实主义的实用性，大尺度大规模的开放公共空间空间导致其可达性降低，边缘的封闭性、内向性加强。

3 结论与讨论

(1) 从长沙的实证看，长沙市城市空间破碎化空间差异显著，集聚水平较高，城市空间破碎化程度较高的区域呈分散点状集聚。城市空间破碎化类型可划分为居住破碎型、工业破碎型、生态破碎型、特殊破碎型，其中生态破碎型及居住破碎型占比较高，各类型呈现不同的集聚分布特征。

(2) 从有序多分类 Logistic 回归分析看，地形位指数、开发程度、2009—2016 年建设变化程度、地价、规划政策五个因素在 99% 的置信水平上显著，是城市空间破碎化分异的主导因素。形态、联系与功能三个维度的破碎化指数受各因素影响程度存在

差异。

(3)城市空间破碎化的分异机理是通过微观层面的作用机制进而传递到宏观层面而实现的。微观层面上,城市空间破碎化水平的升高主要源于三方面:一是城市发展失调背景下地形地貌对城市空间的分割作用大小,二是市场机制失灵背景下开发程度、建设变化程度与市场地价等引导空间建设主体行为的失序程度,三是规划调控失范引发局部地区的规划失控与规划缺陷影响。传递到宏观层面,在基础动力(自然环境的先天分异)、直接动力(空间建设主体内在特性选择)和外在推动力(规划政策引导差异)三种作用力相互影响、相互作用下共同推动着城市空间破碎化时空格局的演化。因此,应结合城市空间破碎化具体类型,依据主导因素与分异机理进行精准施策,提升城市空间治理的有效性,不断优化城市空间结构。

(4)城市空间破碎化评价与影响因素的测度中,指标的选择、参数的确定在一定程度上受支撑数据的影响,在将来的研究中仍需进一步验证与完善。基于格网的分析存在地理学领域的 MAUP 问题(Modifiable Areal Unit Problem),不同的格网划分方式与数据聚合方式可能会对分析造成影响,不同尺度网格对应结果是否稳健需要进一步的研究验证。空间破碎化与城市整体运行效率之间关系的研究尚不充分,不同类型的破碎化在城市中引发的生态、经济与社会效应及相应的空间破碎化阈值判定还值得进一步探究。更多典型城市研究的展开也将有利于更全面认识城市空间破碎化问题。

参考文献:

- [1]孙斌栋,华杰媛,李琬,等.中国城市群空间结构的演化与影响因素——基于人口分布的形态单中心—多中心视角[J].地理科学进展,2017,36(10):1294-1303.
- [2]张尔薇.评《世界城市和城市形态——空间破碎化、多中心、可持续发展》[J].城市与区域规划研究,2010,3(3):217-220.
- [3]周国华,彭佳捷.空间冲突的演变特征及影响效应——以长株潭城市群为例[J].地理科学进展,2012,31(6):717-723.
- [4]Janoschka,Michael.El nuevo modelo de la ciudad latinoamericana:fragmentación y privatización[J]. Eure Revista Latinoamericana De Estudios Urbano Regionales,2002,28(85):11-20.
- [5]Ribeiro M C, de Lara Muylaert R, Dodonov P, et al. Dealing with fragmentation and road effects in highly degraded and heterogeneous landscapes[C]//Biodiversity in Agricultural Landscapes of Southeastern Brazil. Sciend Migration,2016:43-64.
- [6]韦亚平,张晨,张宗彝,等.一种测度城镇建设用地碎化的指数方法[J].城市规划,2011,35(6):41-49.
- [7]Rotem-Mindali O. Retail fragmentation vs. urban livability:Applying ecological methods in urban geography research[J]. Applied Geography,2012,35(1-2):292-299.
- [8]Fahrig L. Effects of Habitat Fragmentation on Biodiversity[J]. Annual Review of Ecology Evolution & Systematics,2003,34(2):487-515.
- [9]Coy M. Gated communities and urban fragmentation in Latin America:the Brazilian experience[J]. GeoJournal,2006,66(1-2):121-132.
- [10]楚静,王兴中,李开宇.大都市郊区化下的社会空间分异、社区碎化与治理[J].城市发展研究,2011,18(3):112-116.

-
- [11]Feng D,Breitung W,Zhu H.Space of fragmentation:A study of the linkages between gated communities and their neighborhoods in Guangzhou,China[J].Geographical Research,2011,30(1):61-70.
- [12]Jenks M,Kozak D,Takkanon P.World Cities and Urban Form:Fragmented,Polycentric,Sustainable?[M].Routledge,2008.
- [13]Guerra M W.Buenos Aires a la deriva:Transformaciones urbanas recientes[M].Editorial Biblos,2005.
- [14]李昕昕,朱佩娟,秦书茜,等.基于网络房产数据的住区规模时空特征研究——以长沙市为例[J].现代城市研究,2018(1):86-92.
- [15]丁成日.城市空间结构和用地模式对城市交通的影响[J].城市交通,2010,8(5):28-35.
- [16]马学广,王爱民,闫小培.城市空间重构进程中的土地利用冲突研究——以广州市为例[J].人文地理,2010,25(3):72-77.
- [17]梅林,孙春暖.东北地区煤炭资源型城市空间结构的重构——以辽源市为例[J].经济地理,2006,26(6):949-952.
- [18]朱佩娟,贺清云,朱翔,等.论城市空间破碎化研究[J].地理研究,2018,37(3):480-494.
- [19]周国华,贺艳华.长沙城市土地扩张特征及影响因素[J].地理学报,2006,61(11):1171-1180.
- [20]王海军,翟丽君,刘艳芳,等.基于多维城市要素流的武汉城市圈城市联系与功能分析[J].经济地理,2018,38(7):50-58.
- [21]刘和涛,田玲玲,田野,等.武汉市城市蔓延的空间特征与管治[J].经济地理,2015,35(4):47-53.
- [22]黄晓军,王晨,胡凯丽.快速空间扩张下西安市边缘区社会脆弱性多尺度评估[J].地理学报,2018(6):1002-1017.
- [23]李也,龚咏喜,张兆东,等.基于矢量网格的城市土地利用邻里模式研究[J].地理学报,2018,73(11):2236-2249.
- [24]高军波,韩勇,喻超,等.个体行为视角下中小城市居民就医空间及社会分异研究——兼议与特大城市比较[J].人文地理,2018,33(6):28-34.
- [25]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[J].地理学报,2016(12):2089-2102.
- [26]杨滔.一种城市分区的空间理论[J].国际城市规划,2015,30(3):43-52.
- [27]渠爱雪,卞正富.徐州城市建设用地空间格局特征及其演化[J].地理研究,2011(10):1783-1794.
- [28]党云晓,董冠鹏,余建辉,等.北京土地利用混合度对居民职住分离的影响[J].地理学报,2015,70(6):919-930.
- [29]石忆邵,尹昌应,王贺封,等.城市综合承载力的研究进展及展望[J].地理研究,2013,32(1):133-145.

[30]张璐璐, 赵金丽, 宋金平. 京津冀城市群物流企业空间格局演化及影响因素[J]. 经济地理, 2019, 39(3):125-133.

[31]李洪, 宫兆宁, 赵文吉, 等. 基于 Logistic 回归模型的北京市水库湿地演变驱动力分析[J]. 地理学报, 2012, 67(3):357-367.

[32]盛科荣, 樊杰. 地域功能的生成机理: 基于人地关系地域系统理论的解析[J]. 经济地理, 2018, 38(5):11-19.