

基于多源数据的长沙市半城市化地区识别与演变研究

刘朝君, 李 丹

湖南科技大学建筑与设计学院, 湖南 湘潭

收稿日期: 2025年5月20日; 录用日期: 2025年6月23日; 发布日期: 2025年6月30日

摘 要

半城市化地区是城乡职能混杂交织、城乡景观相互渗透的复杂地域结构, 科学识别该类地区并探索其发展规律是优化国土空间格局、推进城乡融合发展的关键。在多源数据支持下, 本文以中部特大城市长沙市为研究区, 从社会经济、利用类型、景观特征、集聚水平四个特征切入, 运用Densi-Graph核密度估计法、信息熵及G-统计量综合量化2010、2015、2020、2023年长沙市半城市化空间范围, 分析其时空演变规律。研究结果表明: (1) 长沙市半城市化区域在不同年份展现出相似的分布模式, 均呈现出以核心区为中心的圈层式分布格局; (2) 长沙县、望城区存在大量半城市化地区, 其面积远高于其他区域, 芙蓉区已实现完全城市化; (3) 长沙市的半城市化地区在2010~2023年呈现逐渐减少的趋势, 半城市化地区以内圈收缩为主, 并伴有少量的外圈扩张, 表明长沙市城镇化发展趋于有序, 乡村工业化及城市无序蔓延明显放缓。

关键词

半城市化地区, 空间识别, 长沙市, 时空演变

Research on the Identification and Evolution of Semi-Urbanized Areas in Changsha City Based on Multi-Source Data

Zhaojun Liu, Dan Li

School of Architecture and Design, Hunan University of Science and Technology, Xiangtan Hunan

Received: May 20th, 2025; accepted: Jun. 23rd, 2025; published: Jun. 30th, 2025

Abstract

Semi-urbanized areas are complex regional structures with intermingled urban and rural functions

文章引用: 刘朝君, 李丹. 基于多源数据的长沙市半城市化地区识别与演变研究[J]. 地理科学研究, 2025, 14(3): 645-656. DOI: 10.12677/gser.2025.143063

and interpenetrating urban and rural landscapes, and the key to optimizing the spatial pattern of land and promoting the integrated development of urban and rural areas is to scientifically identify such areas and explore their development rules. With the support of multi-source data, this paper takes Changsha, a megacity in central China, as the study area, and analyzes its spatiotemporal evolution law by using the Densi-Graph kernel density estimation method, information entropy and G-statistic to comprehensively quantify the spatial scope of semi-urbanization in Changsha in 2010, 2015, 2020 and 2023 from the four characteristics of socio-economy, utilization type, landscape characteristics and agglomeration level. The results show that: (1) The semi-urbanized areas of Changsha show similar distribution patterns in different years, and all of them show a circle-like distribution pattern centered on the core area; (2) there are a large number of semi-urbanized areas in Changsha County and Wangcheng District, which are much higher than other areas, and Furong District has been fully urbanized. (3) The semi-urbanized areas of Changsha show a gradual decreasing trend from 2010 to 2023, and the semi-urbanized areas are mainly shrinking in the inner circle, accompanied by a small amount of expansion in the outer ring, indicating that the urbanization development of Changsha tends to be orderly, and the rural industrialization and urban disorderly sprawl have slowed down significantly.

Keywords

Semi-Urbanized Areas, Spatial Recognition, Changsha City, Temporal and Spatial Evolution

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

半城市化地区是指在大城市周边普通发育形成的一种广泛而连续、兼具城市和乡村特征、具有过渡性、动态性和复杂性的“非城非乡、半城半乡”地域类型[1], 此类地域不仅是城市扩展与建设的“前缘带”, 也是乡村城镇化的“先导区”[2]。随着新型城镇化与国土空间规划工作的推进, 半城市化地区已成为我国城市化发展的主体之一, 对地方经济的持续和健康发展具有重要引导作用。然而, 其在土地利用、产业结构、人口模糊等方面的高度异质性及边界模糊性使得城市规划者与管理者对其空间范围认知模糊, 难以把握其发展规律及演变趋势, 从而难以指导半城市化地区的发展实践及规划调控。因此, 科学识别半城市地区范围并把握其发展规律及空间演变特征, 对优化国土空间格局、城乡融合发展、城市空间治理等方面具有重要理论及实践意义。

目前, 学术界正密切关注并高度重视半城市化地区的识别研究。在识别方法上, 主要分为经验判别法、单因素指标判别法及多因素指标判别法。经验判别法即主要通过设定空间距离即人口阈值定性方法“圈定”半城市化地域范围, 如 L·鲁旺斯认为是城市建成区外 10 km² 左右的环城地带[3]; sharp 认为是人口超过 100 万且距离市区边缘 35 公里以内的区域[4]; 该类方法虽操作简单但主观性强, 只能粗略得到半城市化空间范围, 且难以精确反映不同城市发展的多样性。单因素指标判别法即选取能够刻画半城市化地区特征的要素指标进行定量识别, 是在 RS、GIS 技术发展形成的定性定量相结合的方法。Russwum 采用非农人口与农业人口的比例这一指标进行量化界定, 指出 1.1~5.0 间的区域为半城区, 大于 5.0 的区域为城市区域[5]; Desai 和 Gupta 运用将郊区化指数大于 50% 的区域划分为半城市化地区[6]; 此外, 常见的单指标还包括人口密度[7]、不透水表面指数[8]、土地利用动态度[9]等。其相比于经验判别法更具有客观性, 但其仅依赖于单一指标, 仍难以反映半城市化地区复杂性及动态性。随着半城市

化研究的不断推进及数学模型、计量方法的不断发展, 部分学者开始综合考虑半城市地区自然地理、社会经济、景观格局等多方面特征[10]-[12], 并构建多维综合评价指标体系, 利用引力模型[13]、断裂点法[14]、滑动 T [15]技术方法进行识别。多指标判别法能够更全面地反映半城市化地区的综合特征, 有效提升识别的准确性和科学性。但其对于社会经济活动的反应能力不足, 其数据高度依赖统计数据, 数据相对单一。而随着大数据时代的到来, 承载地理实体空间和属性信息的地理大数据为地理复杂性提供了新的机遇[16], 也为城市化空间的研究带来了新的可能。此外, 在分析尺度上, 量化分析主要分为行政边界尺度[17]及网格尺度[18], 前者多基于统计数据进行全域分析, 但缺乏半城市化地区流动性与跨行政区域的把握, 后者一般在考虑数据精度的基础上将指标统一于网格上, 能够较为清晰的反映半城市化地区内部的变化。

鉴于此, 在多源大数据的支持下, 本研究采用 POI 表征区域经济社会水平, 选取土地覆盖及人口密度等关键数据, 通过 Densi-Graph 核密度分析、信息熵及 G-统计量法等技术方法, 在 $1\text{ km} \times 1\text{ km}$ 尺度下, 从社会经济、利用类型、景观特征、集聚水平四个维度综合界定长沙市 2010、2015、2020、2023 年半城市化地区空间范围, 并对其时空演变特征进行分析。以期为长沙市及其他地区半城市化地区识别及城市规划、政府决策提供理论参考。

2. 研究区概况与数据来源

2.1. 研究区概况

长沙市地处湖南省东北部, 位于湘江下游及长浏盆地西缘($111^{\circ}53'E \sim 114^{\circ}15'E$ 、 $27^{\circ}51'N \sim 28^{\circ}40'N$), 东与江西省的宜春市、萍乡市毗邻, 南与株洲市、湘潭市接壤, 西与娄底市、益阳市相连, 北与岳阳市、益阳市相接, 总面积为 $11,819\text{ km}^2$ 。截至 2023 年末, 长沙市的常住人口数量达到 1051.31 万人, 城市化率高达 83.59%, 地区生产总值达到 14331.98 亿元。全市下辖芙蓉区、天心区等六个区以及长沙县, 并代管浏阳市、宁乡市两个县级市。

在 2010~2023 年期间, 长沙市的常住人口累计增长了 346.92 万人, 地区生产总值增长了 9757.92 亿元, 城镇化率从 68.49% 提升至 83.59%。在此期间, 长沙市经历了人口的快速增长、经济规模的快速扩张以及城镇化水平显著提升, 致使城乡结构发生了显著变化, 为半城市化地区的形成与演变提供了多重动力。因此, 以长沙市作为案例区进行半城市化地区研究, 具有一定的典型性和现实意义。本次研究区域设为 6 区 1 县: 芙蓉区、开福区、雨花区、天心区、岳麓区、望城区与长沙县, 面积约为 3946 km^2 。

2.2. 数据来源

本研究的数据集包括 POI 数据、土地利用/覆盖变化数据、人口密度数据以及其他空间数据, 研究年限涉及 2010、2015、2020、2023 年。其中, POI 数据通过网络爬虫技术从高德地图平台获取; 土地利用/覆盖变化数据(分辨率为 $30\text{ m} \times 30\text{ m}$)源自中国科学院资源环境科学数据中心(<http://www.resdc.cn>), 并根据本研究的需求, 将用地类型重新划分为农用地、建设用地、水域和未利用地四大类别; 人口密度数据则来源于 Landscan 全球人口动态数据库(<https://www.satpalda.com/product/landscan/>)。

3. 研究方法

3.1. 半城市化地区识别指标体系构建

城市化地区作为城乡要素相互渗透、相互作用的独立地域实体[19], 其在经济结构、土地利用、景观特征、人口特征等方面具有显著城乡梯度差异性, 仅用单一指标量化半城市地区范围具有片面性。因此本文在参考相关研究[12][18][20]的基础上, 针对长沙市的实际情况, 遵循科学性、完备性、可操作性等

原则,从社会经济、利用类型、景观特征、集聚水平四个维度构建半城市化空间范围识别指标体系(表 1)。

Table 1. Identification index system for semi-urbanized areas
表 1. 半城市化地区识别指标体系

维度	指标	指标含义	指标方向
社会经济	POI 密度	反映经济社会水平	适度
利用类型	建设用地占比	反映城市用地特征	适度
	农用地占比	反映乡村用地特征	适度
景观特征	景观多样性	反映景观复杂程度	正向
集聚水平	人口密度	反映人口集聚水平	适度

在社会经济领域,城市化的快速进程不仅推动了城市经济的迅猛增长,同时也引发了城乡经济结构的显著转变。城市经济要素的持续流动与积极扩散,使得半城市化区域的经济要素虽未完全达到城市水平,但优于传统乡村地区。POI 密度作为衡量经济社会水平的一个重要指标,能够反映出地区的经济活动强度和产业发展状况,因此选择 POI 指标表征半城市化地区的社会经济水平;在土地利用类型方面,农村地区主要以集中连片的农用地为主导,而城市地区则以建设用地为主导。半城市化地区由于其交通位置的相对便利性和土地价格的相对低廉性,建设用地的占比高于农村地区而低于城市地区,农用地的占比则高于城市地区而低于农村地区,因此选取建设用地占比及农用地占比两项指标衡量半城市化地区土地利用结构及开发强度;在景观特征方面,半城市化地区土地各类用地相互交错、混合利用,呈现出高度的用地破碎化特征,因此选择景观多样性衡量半城市化地区景观特征;在人口方面上。半城市化地区多劳动密集型产业,因此其人口密度低于城市地区而又高于农村地区,因此选择人口密度指标反映人口集聚水平。

3.2. Densi-Graph 核密度法

Densi-Graph 法是分析点线要素密度的主要技术手段之一,其基本思路是观察密度值 d 与相对应闭合曲线围城面积 S_d 的理论半径 $\sqrt{S_d}$ 的变化情况,找到密度等值线的临界值,进而确定半城市化空间边界,其被广泛应用与 POI 数据的可视化及空间热点分析测算过程中[21]。在城市核心区域,等值线分布呈现密集且间距均等的特征;而在乡村地区,等值线间距逐渐增大;在城乡交界地带,等值线间距则表现出集聚性增加的趋势[22],因此采用 Densi-Graph 法通过确定核密度等值线由密集到稀疏的阈值拐点判断半城市化地区边界具有合理性。

$$r = \lim_{dd} \frac{d(\sqrt{S_d})}{dd} \tag{1}$$

式中,当 $r > 0$ 时,表面等值线向外发散,通过其稀疏变化程度最大的区间范围即可确定半城市化空间范围。

3.3. 多指标线性加权法

本文选取的指标从不同维度反映了长沙市的半城市化特征,为实现多维度的集成,进一步采用多指标线性加权计算每个网格单元的半城市化特征值,具体步骤包括:指标正向化与标准化、权重计算及线性加权:

(1) 指标正向化与标准化:本文涉及的指标包括建设用地占比、农用地占比、人口密度 3 个适度指标

及景观多样性 1 个正向指标。对适度指标按以下公式进行正向处理, 后为消除量纲影响, 对所有指标进行标准化处理:

$$x_{t,i}^* = - \left| x_{t,i} - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n_g} x_{t,i} \right| (i = 1, 2, \dots, n_g) \quad (2)$$

$$x'_{t,i} = \frac{x_{t,i} - \min(x_{t,i})}{\max(x_{t,i}) - \min(x_{t,i})} (i = 1, 2, \dots, n_g) \quad (3)$$

式中, n_g 代表研究区内网络总数, 本研究中 $n_g = 4208$ 。

(2) 指标权重计算: 本文采用熵权法客观赋权各项指标权重。具体而言, 需依次计算中网格 i 的 j 指标在 t 年在样本中的相对重要性 p_{ij} 、熵值 e_j 及指标权重 w_j 。

$$p_{t,i,j} = \frac{x'_{t,i,j}}{\sum_{i=1}^n x'_{t,i,j}}, i = 1, 2, 3, \dots, n, j = 1, 2, 3, \dots, m \quad (4)$$

$$e_{j,t} = - \frac{1}{\ln n_g} \sum_{i=1}^{n_g} p_{t,i,j} \times \ln(p_{t,i,j}) (0 \leq e_j \leq 1) \quad (5)$$

$$d_{j,t} = 1 - e_{j,t} \quad (6)$$

$$w_{j,t} = \frac{d_{j,t}}{\sum_{j=1}^n d_{j,t}}, 0 \leq w_j \leq 1 \quad (7)$$

半城市化特征值计算: 计算第 t 年网络 i 的半城市化特征值, 计算公式如下:

$$I_{j,t} = \sum_{i=1}^{n_g} x'_{t,i,j} w_{j,t} \quad (8)$$

3.4. G-统计量法

托布勒地理学第一定律——“任何事物都是相关, 只是相近的事物关联更紧密”, 阐述了距离对于地理现象的影响[23]。G-统计量用以区分高值值簇及低值簇, 可以用于识别空间位置上的高值簇及低值簇。Z 值得分为正并通过检验时, 则说明其为热点区, 相反则为冷点区。因此, 利用 G-统计量可以确定半城市化指标高低值集聚区, 进而确定半城市化地区空间界限。

$$G_i(d) = \frac{\sum W_{ij}(d) x_i y_i}{\sum x_i y_i}, i \neq j \quad (9)$$

$$Z(G_i) = \frac{G_i - E(G_i)}{\sqrt{Var(G_i)}} \quad (10)$$

式中: x_i 为点 i 处值, $W_{ij}(d)$ 为空间权重, $E(G_i)$ 和 $Var(G_i)$ 为 G_i 的数学期望和变异数。Z(G_i) 为正且显著, 则表明位置 i 周围值相对较高, 属于高值空间集聚(热点区); 反之, 如果 Z(G_i) 为负, 且显著, 则表明位置 i 周围值相对较低(低于均值), 属于低值空间集聚(冷点区)。

4. 本城市化地区范围识别

4.1. 基于 POI 数据的 Densi-Graph 函数的半城市化范围识别

核密度分析是一种非参数估计的空间分析方法, 通过计算每个点的核密度值, 描绘出要素的空间分

布特征, 核密度值的高低直接指示了要素在特定区域的聚集程度。而带宽参数的选择对分析结果具有重要影响, 因此本文以 2023 年 POI 核密度为例, 运用 Arcgis 核密度分析绘制核密度图(图 1), 通过多次带宽设置显示: 当带宽小于 1000 m 时, POI 核密度结果过于细碎, 导致整体分布特征不明显, 难以捕捉到要素的宏观分布规律; 当带宽大于 4000 时, 整体特征明显, 但局部特征弱化。当带宽值在 2500~3000 之间时, 核密度分析结果能够保持密度中心的稳定性, 满足研究需要。进一步通过比较及结合 sliverman“经验法则”, 综合将各年核密度带宽值设置为 3000 米, 像元值大小为 500 米, 进行 POI 数据空间可视化。

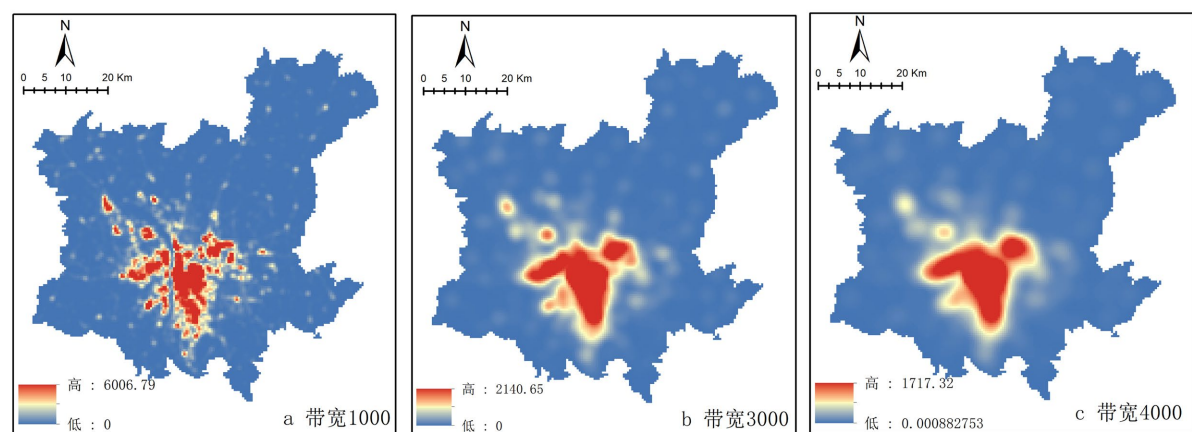


Figure 1. Kernel density estimation results under different bandwidth conditions in 2023
图 1. 2023 年不同带宽情况下的核密度估计结果

通过“等值线”工具绘制核心区的密度等值线, 以密度值 d 为 X 轴, 其所对于的等值线围城面积的半径增量 $\Delta\sqrt{S_d}$ 为 Y 轴绘制 2010 年、2015 年、2020 年及 2023 年 Densi-Graph 曲线(图 2)。并以首次理论半径发生波动变化的密度值作为城市地区与半城市地区的分界, 以密度曲线波动趋势呈现显著增长且不可逆处密度为半城市化地区与乡村地区分界线, 由此界定半城市化地区范围。因此, 根据计算结果, 将 2010 年半城市化地区定义为密度值 60~200 区间; 将 2015 年半城市化地区定义为密度 60~240 区间; 将 2020 年半城市化地区定义为 60~240 区间; 将 2023 年半城市化地区定义为 60~240 区间。

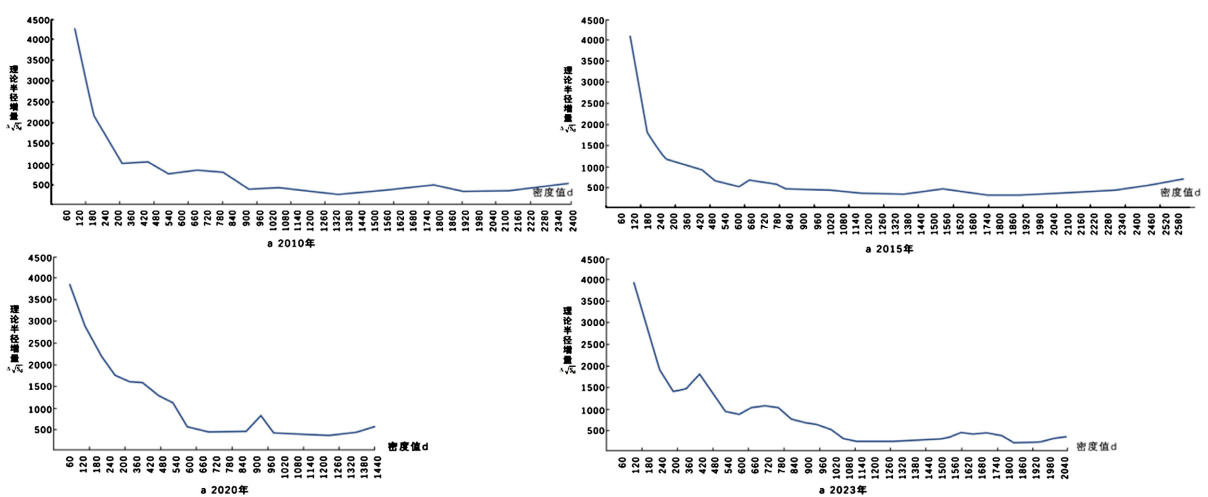


Figure 2. Densi-Graph curves for the years 2010, 2015, 2020, and 2023
图 2. 2010、2015、2020、2023 年 Densi-Graph 曲线

4.2. 基于信息熵与 G-统计量的半城市化范围识别

以行政区划为界绘制 1 km×1 km 网格作为行政单元, 在统一坐标系统及投影方式下, 基于网格单元实现 2010、2015、2020、2023 年建设用地占比、农用地占比、景观多样性及人口密度四项指标的空间化(图 3)。并通过线性加权法计算得出四项指标的权重均为 0.25, 从而得到研究区内长沙市网格尺度下的半城市化特征值(图 4)。

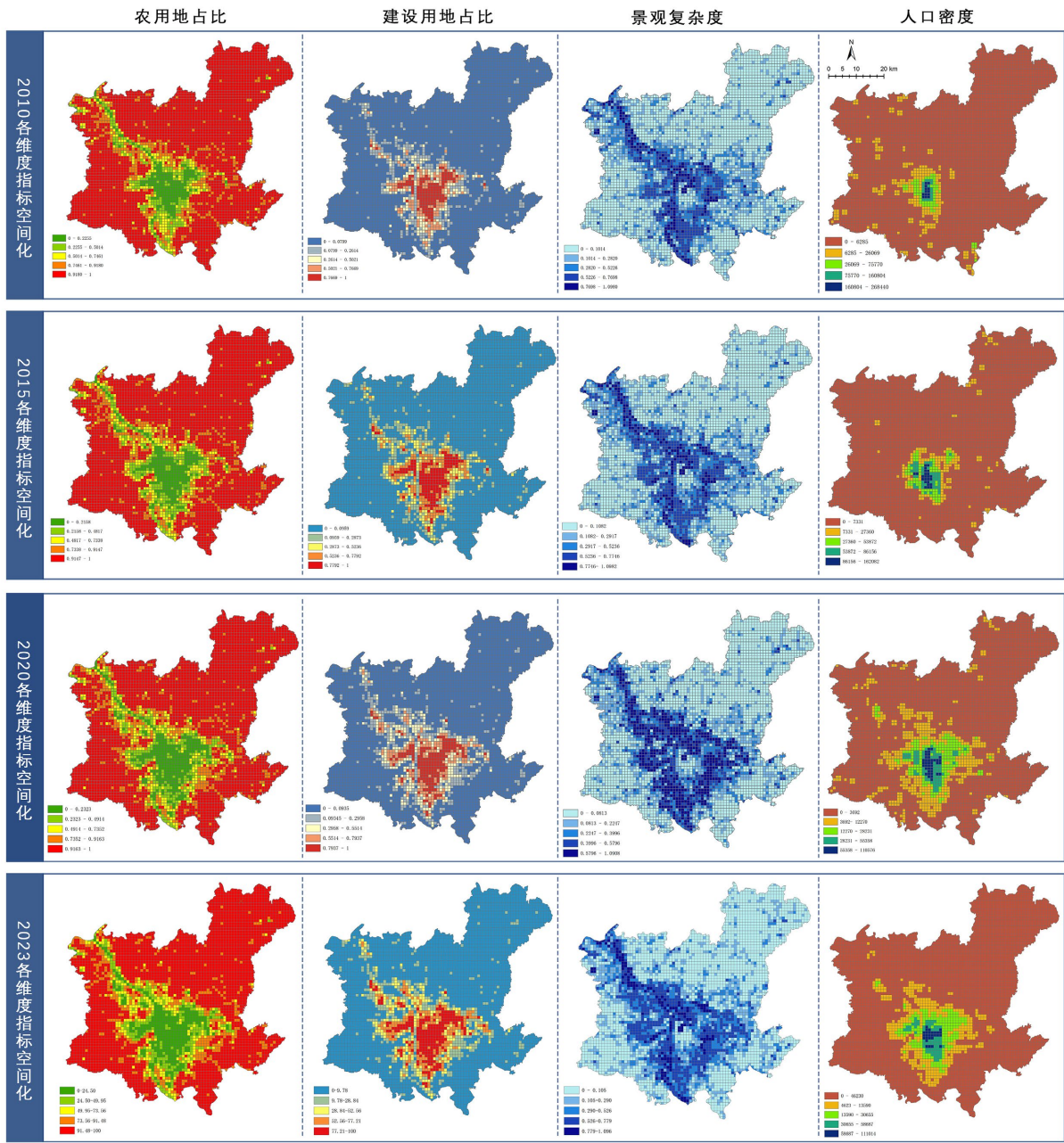


Figure 3. Spatialization results of Changsha city indicators for the years 2010, 2015, 2020, and 2023 across various dimensions
图 3. 2010、2015、2020、2023 年长沙市各维度指标空间化结果

并根据前文计算结果, 运用 Arcgis 热点分析工具, 对前文划定的 4208 个网格单元半城市化特征值空

间布局进行分析, 基于 90%显著水平识别半城市化空间高值与低值, 主要识别具有统计显著性的高值(热点)和低值(冷点)的空间聚类, 得到长沙市研究区内半城市化空间高低值集聚图(图 5)。

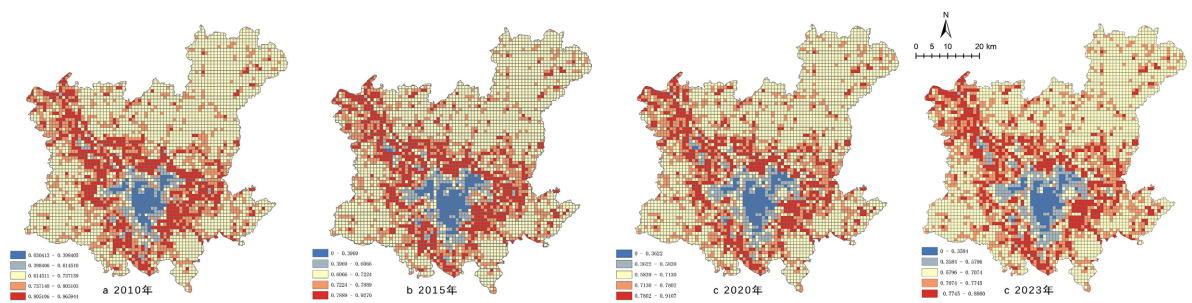


Figure 4. Results of the spatial characteristics of semi-urbanization in Changsha from 2010, 2015, 2020, and 2023
图 4. 2010、2015、2020、2023 年长沙市半城市化空间特征值结果

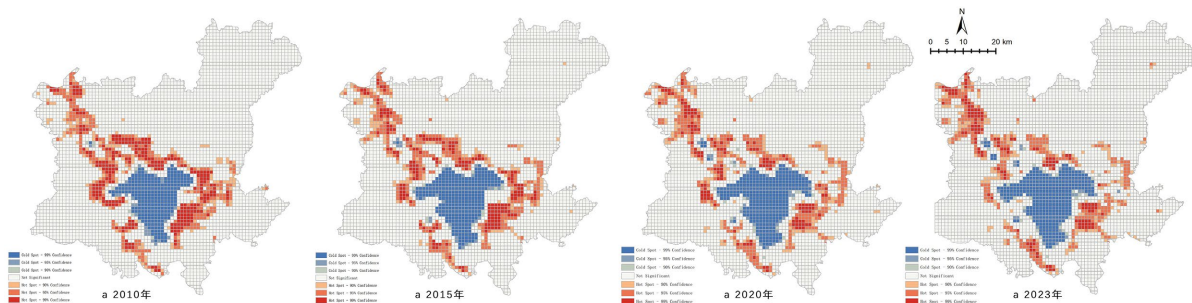
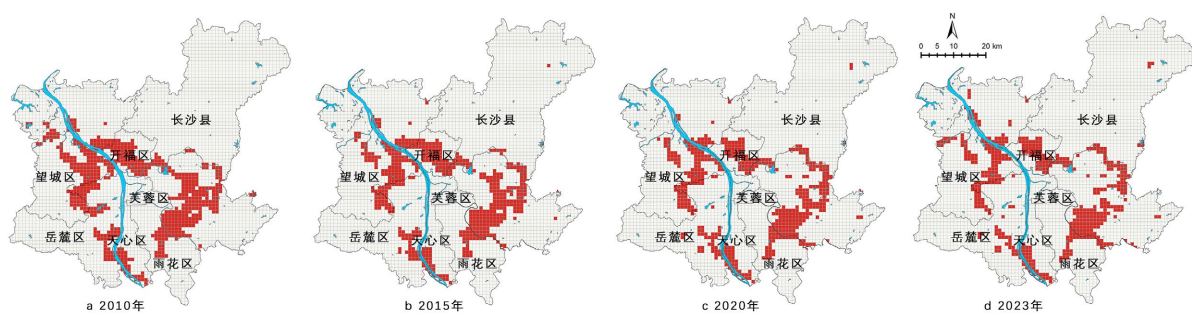


Figure 5. High and low value agglomeration map of semi-urbanization space in Changsha City in 2010, 2015, 2020, and 2023
图 5. 2010、2015、2020、2023 年长沙市半城市化空间高低值集聚图

5. 结果与分析讨论

5.1. 长沙市半城市化地区识别结果与分析

将上述利用 Densi-Graph 和 G-统计量识别的范围进行空间叠加。对于交集部分直接划定为半城市化地区, 对于不重合区域采用人口密度阈值进行辅助判断, 所满足 1000~6000/km² 人口密度阈值则可判定为半城市化地区, 因此综合得到 2010、2015、2020、2023 年长沙市半城市化地区范围(图 6), 并进一步统计长沙市各地区的半城市化面积(图 7)。



注: 该图基于自然资源部标准底图服务网站下载的审图号为 GS(2019)1822 号的标准地图制作, 底图无修改。

Figure 6. Land use spatial identification results for Changsha in 2010, 2015, 2020, and 2023
图 6. 2010、2015、2020、2023 年长沙城市化空间识别结果

从空间整体分布来看, 长沙市内半城市化区域在不同年份展现出相似的分布模式, 均呈现出以核心区为中心的圈层式分布格局。这些区域主要聚集于城市的西北部和东南部, 其分布特征与长沙市的自然地理环境及交通网络布局密切相关。具体而言, 长沙市西南和西北方向受到山脉的阻隔, 限制了半城市化区域的扩展, 导致其沿山脉和河流呈带状分布; 相对而言, 东部地区地势较为平坦, 为半城市空间的形成与发展提供了有利条件, 从而促成了半城市化东部组团的形成; 西部地区同样地势平缓, 在核心区的辐射效应下, 形成了东部组团, 并沿着 G5517 国道呈现出西北侧的带状发展趋势。此外, 从各地区半城市化面积总量可见, 长沙县及望城区内存在大量半城市化地区, 其总面积显著高于其他地区。进一步分析, 2011 年望城撤县设区, 破除行政壁垒, 促进城乡资源要素流动, 长沙县连续多轮位列全国百强县, 在绿色发展、科技创新等方面势头强盛, 因此, 其发展高于乡村地区而又低于城市地区, 呈现出较高的半城市化地区。相反地, 芙蓉区内无半城市化地区, 已完全实现城市化。根据长沙市统计局发布的数据, 芙蓉区在研究时间序列中, 城镇化率均为 100%。

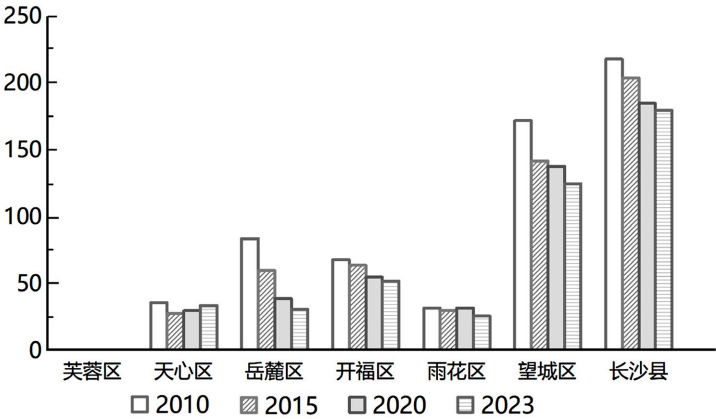


Figure 7. Suburbanization statistics by region in Changsha from 2010, 2015, 2020, and 2023
图 7. 2010、2015、2020、2023 年长沙市各地区半城市化分地区统计

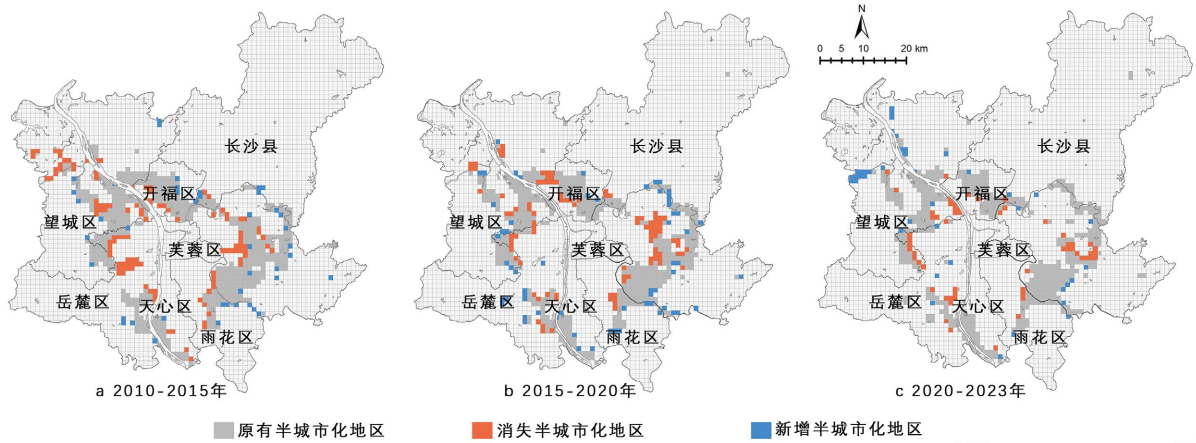
从时间序列来看, 长沙市的半城市化地区在 2010~2023 年呈现逐渐减少的趋势。具体而言, 芙蓉区未出现半城市化现象, 而天心区的半城市化空间面积在 2015 年经历了一次缩减后, 开始出现缓慢增长的态势。雨花区的半城市化面积在研究期间保持相对稳定。其余四个区域则表现出逐年下降的趋势。这一现象反映了长沙市在 2010 年至 2023 年间城市化进程的显著加速, 以及在引导半城市化区域向完全城市化转变方面取得的显著成效。

5.2. 长沙市半城市化地区演变分析

为进一步分析长沙市半城市化地区演变特征, 基于前文半城市化特征识别结果标示出了 2010~2015 年、2015~2020 年、2020~2023 年新增及消失的半城市化地区(图 8), 并对各地区半城市化地区面积净变化量进行统计(图 9)。

从空间演变特征来看, 2010~2023 年间长沙市半城市化地区以内圈收缩为主, 并存在少量的外圈扩张; 从新增半城市化地区分布来看, 2010~2015 年间, 新增区域主要集中在长沙县, 2015~2020 年间, 长沙县、岳麓区、雨花区成为新增半城市化区域的主要地带, 其中长沙县占据较大比重; 2020~2023 年间, 新增半城市化面积有所减少, 仅望城区表现持续增长趋势; 从消失的半城市化地区来看, 2015~2023 年间, 岳麓区、望城区、开福区及长沙县的消失面积最为显著, 消失区域主要集中在原有半城市化区域的

内缘, 即与城市接壤的地带, 这些区域在城市化进程中逐渐转变为城市用地。从各地区面积净变化量来看, 2010~2023 年长沙市各地区半城市化地区均为减少趋势, 仅天心区、岳麓区、雨花区在 2015~2020 年间有过短暂的增长阶段。



注: 该图基于自然资源部标准底图服务网站下载的审图号为 GS(2019)1822 号的标准地图制作, 底图无修改。

Figure 8. Changes in the area of semi-urbanized regions in different districts of Changsha City from 2010 to 2023
图 8. 2010~2023 年长沙市内各地区半城市化地区面积变化

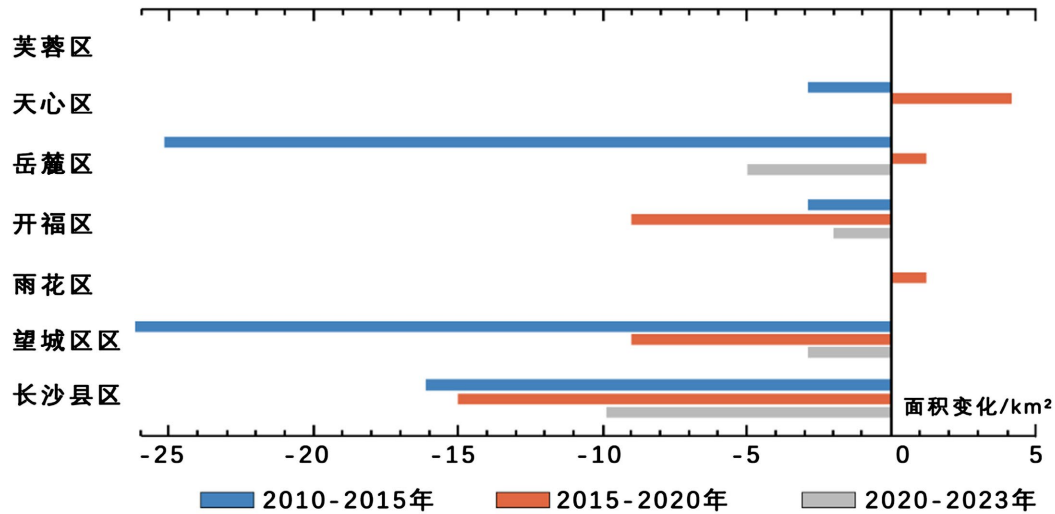


Figure 9. Evolution of the peri-urban areas in Changsha from 2010 to 2023
图 9. 2010~2023 年长沙市半城市化地区演变

实际上, 长沙市半城市化地区的演变是城市扩张、产业转移、交通改善等“拉力”与土地管控趋严、规划约束、生态保护等“阻力”动态平衡的结果。研究期内, 特别是在中后期, 代表“阻力”的政策管控和规划引导力量显著增强, 有效遏制了“摊大饼”式扩张, 推动城市发展模式从外延粗放向内涵提升转变。这直接表现为内缘半城市化地区被快速消化吸收, 而外围新增半城市化地区则受到严格限制, 仅在交通廊道、重点产业平台周边等规划引导区域有限增长。长沙县和望城区因其作为产业承载地和城市拓展空间的重要角色, 成为半城市化现象最集中、演变最活跃的区域。芙蓉区的完全城市化则是城市核心功能高度集聚和成熟发展的必然结果。这一系列驱动机制的协同作用, 共同塑造了长沙市半城市化地区

“内缩外缓”的独特时空演变格局, 印证了其城镇化正朝着更加集约、有序的方向发展。

5.3. 讨论

本文基于 POI、土地利用/覆盖变化、人口密度等数据、综合考虑半城市化地区多维特征, 从社会经济水平、土地利用强度、景观复杂性及人口集聚水平四个维度建立指标体系, 在 $1\text{ km} \times 1\text{ km}$ 网格下, 利用 Densi-Graph 函数、信息熵与 G-统计量对长沙市 2010、2015、2020、2023 年半城市化地区的空间范围进行了识别, 而后探讨了该市半城市化地区的演变特征。研究结论如下:

(1) 空间格局稳定, 圈层特征显著: 长沙市半城市化区域在不同年份展现出相似的分布模式, 均呈现出以核心区为中心的圈层式分布格局, 主要聚集于城市西北部和东南部, 其分布受到自然地理和交通网络的显著影响。

(2) 区域差异明显: 长沙县、望城区存在大量半城市化地区, 其面积远高于其他区域, 这与其作为城市产业拓展重要承载区、交通枢纽所在地以及经历撤县设区等制度变革密切相关。芙蓉区已实现完全城市化, 体现核心城区的高度成熟。

(3) “内缩外缓”的演变趋势: 长沙市的半城市化地区在 2010~2023 年呈现逐渐减少的趋势, 演变模式以内圈收缩为主, 并伴有少量的、受规划引导的外圈扩张。这一趋势深刻反映了长沙市城镇化发展模式向集约化、有序化的转型。

(4) 多重驱动力协同作用: 上述时空演变格局是城市化快速发展、土地政策调整、产业转型升级、交通基础设施引导以及空间规划与行政区划调整(等多元因素复杂互动的结果。特别是后期日益强化的土地管控和空间规划约束, 有效遏制了城市无序蔓延和乡村低效工业化, 是导致“内缩”主导、“外扩”受限的关键机制。

本文的局限性主要体现在以下两个方面: (1) 本文基于有限数据, $1\text{ km} \times 1\text{ km}$ 的网格尺度下对长沙市 2010、2015、2020、2023 年半城市化地区进行识别与分析, 但未考虑到长沙市发展起步较早, 未能观察到其半城市化地区先不断增长而后下降的半城市化空间形成发展全过程, 未来可考虑在更长的时间序列及更高精度的尺度对半城市化地区进行识别, 以更加全面、精准地探析其内部梯度变化及驱动机制; (2) 在指标选取上存在一定主观性, 未来可进一步探索更多影响半城市化地区发展的因素, 并构建更为科学、全面的指标体系, 以提高半城市化地区识别的准确性和可靠性。

致 谢

在本研究得以顺利完成之际, 我衷心地对在研究过程中向我伸出援手、给予我坚定支持的每一个人表示感谢。

首先, 我要向我的指导老师表达深深的谢意。正是他专业的引领和耐心的释疑, 使我在研究过程中避免了许多不必要的曲折。他对待科研的严谨态度和精湛的学术造诣, 对我产生了深远的影响, 帮助我在半城市化识别领域的研究中取得了实质性的进展。

同时, 我非常感谢在研究数据收集与整理过程中, 给予我无私帮助的各地统计局及相关部门的工作人员。他们提供的资料数据为我的研究提供了坚实的基础, 使得分析结果更具说服力和可信度。

基金项目

湖南科技大学大学生科研创新计划(SRIP)(YZ2451); 国家级大学生创新创业项目(S202410534056)。

参考文献

[1] Tian, Y. (2020) Mapping Suburbs Based on Spatial Interactions and Effect Analysis on Ecological Landscape Change:

- A Case Study of Jiangsu Province from 1998 to 2018, Eastern China. *Land*, **9**, Article No. 159. <https://doi.org/10.3390/land9050159>
- [2] 孟伟庆, 曹慧博. 城乡交错带规划管理问题的国际经验及对我国的启示[J]. 城市观察, 2019(3): 138-146.
- [3] 张晓军. 国外城市边缘区研究发展的回顾及启示[J]. 国外城市规划, 2005(4): 72-75.
- [4] Sharp, J.S. and Clark, J.K. (2008) Between the Country and the Concrete: Rediscovering the Rural-Urban Fringe. *City & Community*, **7**, 61-79. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6040.2007.00241.x>
- [5] Russwurm, L.H. (1970) The Development of an Urban Corridor System Toronto to Stratford Area 1941-1966. University of Waterloo.
- [6] Desai, A. and Gupta, S.S. (1987) Problem of Changing Land-Use Pattern in the Rural-Urban Fringe. Concept Publishing Company.
- [7] 顾朝林, 陈田, 丁金宏, 等. 中国大城市边缘区特性研究[J]. 地理学报, 1993(4): 317-328.
- [8] 周小驰, 刘咏梅, 杨海娟. 西安市城市边缘区空间识别与边界划分[J]. 地球信息科学学报, 2017, 19(10): 1327-1335.
- [9] 赵华甫, 朱玉环, 吴克宁, 等. 基于动态指标的城乡交错带边界界定方法研究[J]. 中国土地科学, 2012, 26(9): 60-65.
- [10] 李志鹏, 陈晨. 基于“时空过程”的特大城市市域半城市化地区识别及其类型特征研究——以福州市为例(2000-2015) [J]. 城乡规划, 2020(6): 91-104.
- [11] 简红婷. 南昌市半城市化地区的识别、演变和形成机制研究[D]: [硕士学位论文]. 抚州: 东华理工大学, 2018.
- [12] 黄琦, 王宏志, 顾江, 等. 城乡景观复杂度视角下的城乡交错带界限确定——以武汉市为例[J]. 经济地理, 2019, 39(10): 71-77.
- [13] 张利利, 余济云, 李锐, 等. 基于引力模型的城乡交错带空间边界界定研究[J]. 中南林业科技大学学报, 2017, 37(1): 99-104.
- [14] 戴俊杰, 董婧雯, 杨晟, 等. 基于空间突变特征的城市边缘区提取方法[J]. 地球信息科学学报, 2021, 23(8): 1401-1421.
- [15] 王媛, 姜博, 初楠臣, 等. 基于建设用地变化的城市边缘区提取方法与扩张模式研究——以哈尔滨市为例[J]. 经济地理, 2016, 36(5): 26-32.
- [16] 程昌秀, 史培军, 宋长青, 等. 地理大数据为地理复杂性研究提供新机遇[J]. 地理学报, 2018, 73(8): 1397-1406.
- [17] 陈晨, 刘爽, 耿佳. 成都市半城市化地区的特征、驱动机制及规划启示[J]. 现代城市研究, 2024(1): 44-51.
- [18] 叶菁, 李东倪, 关昱昕. 基于多源数据的武汉半城市化空间识别研究[J]. 世界地理研究, 2024, 33(11): 120-134.
- [19] 陈晓军, 张洪业, 刘盛和. 北京城市边缘区土地用途转换宏观动因机制研究[J]. 地理科学进展, 2003(2): 149-157.
- [20] 廖霞, 舒天衡, 申立银, 等. 城乡融合背景下半城市化地区识别与演变研究——以苏州市为例[J]. 地理科学进展, 2021, 40(11): 1847-1860.
- [21] 许泽宁, 高晓路. 基于电子地图兴趣点的城市建成区边界识别方法[J]. 地理学报, 2016, 71(6): 928-939.
- [22] 王方民, 骆畅, 杨朝现, 等. 基于兴趣点密度与城市扩张曲线的城市建成区边界识别[J]. 西南大学学报(自然科学版), 2021, 43(12): 115-126.
- [23] Tobler, W. (1970) A Computer Movie Simulating Urban Growth in the Detroit Region. *Economic Geography*, **46**, 234-240.