DOI：10.19789/j.1004-9398.2026.01.012　　**Open Access**
文献引用：殷嘉雪，王艳慧，吕卓玥，等．基于舒适物理论的城市吸引力测度及时空演变分析：以长江中游城市群为例[J]．首都师范大学学报（自然科学版），2026，47（1）：102-113. YIN J X，WANG Y H，LYU Z Y，et al. Measurement and spatiotemporal evolution analysis of urban attractiveness based on amenities theory：a case study of the urban agglomeration in the middle reaches of the Yangtze River [J]. Journal of Capital Normal University（Natural Science Edition），2026，47（1）：102-113.

基于舒适物理论的城市吸引力测度及时空演变分析：以长江中游城市群为例*

殷嘉雪，王艳慧**，吕卓玥，栾贻锦

（首都师范大学资源环境与旅游学院，北京　100048；首都师范大学三维信息获取与应用教育部重点实验室，北京　100048）

摘要：城市吸引力是衡量城市综合竞争力和区域可持续发展的重要指标。本文以长江中游城市群为研究区，基于舒适物理论构建城市吸引力评价模型，并使用趋势分析等时空地统计工具揭示了2011—2022年研究区城市吸引力的时空演变趋势与分布规律。结果表明：（1）研究期间长江中游城市群吸引力水平显著提升，尤其在2015—2019年期间提升速度最快。区域协同发展成效显著，但核心城市与外围城市的局部差异仍然明显，集聚效应尚未形成。（2）城市群进入多中心协同发展阶段，核心城市与新兴城市共同推动吸引力提升，湘潭、益阳和九江等城市展现出较大增长潜力；（3）武汉市辐射带动作用尚未完全显现，未来需着重强化武汉的辐射效能，以缩小区域差距。

关键词：舒适物理论；城市吸引力；综合测度；时空演变
中图分类号：K902　　**文献标志码**：A

Measurement and spatiotemporal evolution analysis of urban attractiveness based on amenities theory: a case study of the urban agglomeration in the middle reaches of the Yangtze River*

YIN Jiaxue，WANG Yanhui**，LYU Zhuoyue，LUAN Yijin

（College of Resources，Environment and Tourism，Capital Normal University，Beijing　100048；Key Laboratory of 3D Information Acquisition and Application，Capital Normal University，Beijing　100048）

Abstract：Urban attractiveness is an important indicator for measuring the comprehensive competitiveness of cities and the sustainable development of a region. Taking the city cluster in the middle reaches of the Yangtze River as the study area，the study constructs an evaluation model of urban attractiveness based on amenities theory，and uses spatial and temporal statistical tools such as trend analysis to reveal the spatial and temporal evolution trends and distribution patterns of urban attractiveness in the study area between 2011 and 2022. The results show that：（1）the level of

收稿日期：2025-03-13
*国家自然科学基金项目（42171224）
**通信作者：yanhuiwang@cnu.edu.cn

attractiveness of the city cluster in the middle reaches of the Yangtze River has increased significantly during the study period, especially in the period of 2015 to 2019, which is the fastest rate of increase. The effectiveness of regional cooperative development is obvious, but the local differences between core cities and peripheral cities are still obvious, and the inter-cluster effect has not yet been formed. (2) The city cluster has entered the stage of multi-center synergistic development, with core cities and emerging cities jointly promoting the attractiveness, and cities such as Xiangtan, Yiyang, and Jiujiang showing greater growth potential. (3) The radiation-driven role of Wuhan has not yet been fully realized, and it is necessary to focus on strengthening Wuhan's radiation effectiveness to narrow the regional gap in the future.

Keywords: amenities theory; urban attractiveness; comprehensive measurement; spatial-temporal evolution

CLC:K902 **DC**:A

0 引 言

后工业时代,随着信息技术的发展,城市已从单一经济功能转变为契合居民日益多元需求的有机综合体。在资源争夺和功能定位的双重语境下,城市之间的竞争范式已从基础设施主导的初级阶段转向综合实力全方位博弈的高阶形态[1]。面对数字化、智能化和可持续发展的国家战略的推进,城市不仅要应对资源、市场和政策等方面的竞争,还面临如何高效整合外部资源、吸引企业入驻与人才汇聚的挑战。城市吸引力已成为综合衡量城市竞争力的核心显性指标之一[2]。“吸引力”“引力”的概念源于物理学[3],最早在19世纪中期便被引入地理学领域,逐渐成为城市地理学[4]、经济地理学等[5]学科的重要研究主题。城市吸引力反映其对人才、资本、技术和资源的吸纳能力,直接影响到经济发展、社会繁荣和城市本身的全球竞争力[6]。城市吸引力具有显著的相对性和竞争性特征,其研究核心并不在于城市本身的绝对水平,而在于其在区域内在功能定位和发展潜力方面的比较优势。在此背景下,作为理解居民各类需求的层次和优先级的一个重要视角,城市舒适物(urban amenity)理论应运而生[7]。

1954年美国地理学家Ullman[8]首次提出“城市舒适物”这一概念,其将之界定为能够提升生活愉悦感的条件。在传统经济学理论视域下,舒适物更贴近“舒适性”的定义,即“无明确价格且不直接用于生产的公共产品或服务”[9]。早期的舒适物多聚焦于自然环境因素,如Smith[10]将舒适物与城市生态环境相联系,指出城市舒适物涵盖环境健康、舒适与优美程度以及环境保护3个维度。随着城市经济的演进以及地理学家的深入探索,Clark[11]提出城市舒适物还囊括能够使居民身心愉悦并吸引其定居的各类便利设施,并进一步把西方城市舒适物划分为自然(如气候、水文条件等),人工(如基础设施、娱乐场所等)和社会氛围(如教育水平、文化多样性等)3类。在中国城市化进程加速的背景下,部分国内学者开始将舒适物理论引入中国[12-13],将文化、科技创新等因素纳入其范畴[14],舒适物被细分为自然环境、公共服务、基础设施、生活环境和科技文化等[15]。舒适物是塑造城市吸引力的核心要素,其理论框架为城市吸引力评价提供了重要的理论基础[16]。城市舒适物在吸引高端人才汇聚、推动创新型企业入驻以及促进城市和区域经济发展等方面有着显著的推动作用,已逐渐成为影响城市发展及吸引力的关键因素[17]。

城市吸引力评估是一个复杂且多维度的概念,涵盖城市的科技创新、文化多样性及社会发展等诸多因素。在尺度选取方面,当前研究多聚焦于国家、省份或同层级多个城市的吸引力研究为主[18],重点描述区域整体的吸引力水平及空间异质性[19]。在指标选取方面,早期集中在宏观经济指标的选择上,随着舒适物理论的引入及中国由传统经济向知识与创新经济的持续转型,指标开始关注能够提升居民生活质量、增强归属感与满意度的“非市场性”等因素,如生态环境质量、文化活力、公共服务便利性和科技创新能力等。在此背景下相关研究逐步将自然环境、公共服务和科技创新等纳入评估体系[20]。在研究方法方面,多采用综合指数法,通过构建城市吸引力评价指标综合测度吸引力;并选择聚类分析[21]、空间自相关分析[22]、障碍度分析[23]、地

理加权回归[24]等多种时空地统计分析方法揭示城市吸引力的时空演变规律。

综上所述,既有的城市吸引力实证研究为本研究奠定了方法基础。然而目前关于长江中游城市群城市发展的研究多集中在宜居性[25]、韧性[26]和城乡协调发展[27]等方面,尚缺乏从舒适物视角出发,系统评估其城市吸引力水平并揭示其时空演变格局的研究。鉴于2011年是国家"十二五"规划的开局之年,明确提出了促进经济转型、推进新型城镇化及加快区域协调发展的目标,象征着中国城市发展迈入崭新阶段,同时在全球格局下,后金融危机时代的经济重塑和区域竞争的加剧亦驱动着中国城市吸引力的动态演变。因此,本研究基于舒适物理论构建长江中游城市群城市吸引力综合评价模型,揭示其2011—2022年的时空演变,旨在为城市群的可持续发展提供科学的评价模式和技术参考。

1 研究区概况与数据处理

本文研究区为长江中游城市群,位于长江流域的中上游区域,2015年3月26日国务院正式批复《长江中游城市群发展规划》,将其确立为国家重点建设的跨省域城市群,包含28个地级市和3个县级市,是以武汉城市圈、环长株潭城市群、南昌都市圈为主体形成的特大型城市群[28]。城市群当前常住人口超过1.3亿人,地区生产总值(gross domestic product,GDP)约占全国的9.3%,是中国经济与社会发展的重要区域[29]。该城市群地处长江中游的核心地带,是长江经济带的核心枢纽,也是连接东部沿海与中西部地区的重要纽带。同时也是推动中部地区崛起、全方位深化改革开放的核心地区。随着城市吸引力成为各大城市竞争的重要指标,长江中游城市群在经济转型、科技创新等方面取得了显著进展,已然成为中国城市群竞争中不可忽视的力量[30],因此,选择长江中游城市群作为研究区,具有较强的代表性和现实意义,可为推进长江中游城市群协同发展提供有力支撑。

研究数据来源于2011—2022年《中国城市统计年鉴》《湖南统计年鉴》《江西统计年鉴》《湖北统计年鉴》《中国城市建设统计年鉴》以及各城市国民经济和社会发展统计公报、生态环境状况公报,个别数据缺失,采用线性插值法填充。矢量数据的坐标系统一为通用横轴墨卡托投影。数据在使用前均进行了清洗、连接和时空配准等数据预处理工作。

2 研究方法

基于舒适物理论,设计城市吸引力水平评价指标体系,构建城市吸引力水平综合评价模型,并采用趋势分析、核密度分析和空间自相关分析等方法,从时空不同维度出发,深入剖析长江中游城市群城市吸引力的时空演变态势。

2.1 城市吸引力评价方法

本研究构建吸引力综合评价模型,旨在对城市吸引力水平开展全面且系统的评估。指标体系作为城市吸引力的具象化表征系统,是实现对城市吸引力水平进行相对准确、科学和客观评价的重要依据。舒适物理论强调城市中能够提升居民生活品质并吸引人口与资源流入的各类环境条件与基础设施,根据国内外学者对舒适物的划分原理,并参考Phillis等[31]、陶洁怡等[32]的研究成果,将舒适物划分为自然、经济、文化、公共服务和创新5种,分别对应城市吸引力评价中自然生态环境[34]、经济发展水平[35]、社会文化环境[36]、公共服务水平和城市创新活力5个一级指标,并在遵循全面性、系统性、科学性和数据可获得性等原则的基础上,构建城市吸引力综合评价指标体系。

通过以上对各维度的考量与指标选取,本研究构建了城市综合吸引力的评价指标体系,涵盖生态环境、经济发展和公共文化等5个方面。为了客观确定各指标的重要性,采用熵权法对指标进行赋权,各一级与二级指标所属的舒适物类型、名称、单位、属性及对应的权重见表1。

2.2 时空演变分析方法

本研究使用趋势分析、核密度估计和空间自相关分析等分析方法,从不同角度揭示长江中游城市群城市吸引力的时空变化特征,为深入理解城市吸引力的动态变化提供科学依据。

2.2.1 趋势分析

趋势分析使用三维视图来探索空间数据,从不同视角分析数据的全局趋势[37]。本研究利用趋势分析拟合生成长江中游城市群各城市吸引力全局趋势三维透视图,直观地反映吸引力的总体特征,揭示城市吸引力在空间上的总体布局及变化规律。计算公式为:

$$Z(x,y) = T(x,y) + \varepsilon, \quad (1)$$

$$T(x,y) = \beta_0 + \beta_1 x + \beta_2 y + \beta_3 x^2 + \beta_4 y^2 + \beta_5 xy, \quad (2)$$

式中:$Z(x,y)$表示城市吸引力在空间位置(x,y)处

表1　城市吸引力综合评价指标体系

Table 1　comprehensive evaluation index system of city attractiveness

舒适物类型	一级指标	二级指标	单位	属性	权重
自然舒适物	自然生态环境	空气质量优良天数比例	%	+	0.027 4
		人均公园绿地面积	m^2	+	0.018 4
		建成区绿地率	%	+	0.008 7
		建成区绿化覆盖率	%	+	0.006 4
		污水处理率	%	+	0.006 0
经济舒适物	经济发展水平	人均地区生产总值	元	+	0.041 4
		地区生产总值增长率	%	+	0.014 5
		城镇在岗职工平均工资	元	+	0.038 4
		城镇居民可支配收入	元	+	0.036 0
		城镇居民人均消费支出	元	+	0.033 6
		第三产业增长率	%	+	0.026 1
		第三产业占GDP比例	%	+	0.021 6
		城镇化率	%	+	0.020 2
		城镇登记失业率	%	−	0.001 5
文化舒适物	社会文化环境	每百人公共藏书量	册	+	0.064 6
		每百人图书馆数量	个	+	0.014 0
		每百人博物馆数量	个	+	0.052 4
		每百人文化馆数量	个	+	0.035 6
公共服务舒适物	公共服务水平	城市人均道路面积	m^2	+	0.029 0
		每万人城市道路长度	km	+	0.049 7
		每万人拥有公共汽(电)车运营车辆数	辆	+	0.054 0
		每万人拥有基础教育学校数	所	+	0.020 5
		每万人拥有卫生机构床位数	个	+	0.020 8
		每万人拥有卫生技术人员数	人	+	0.019 4
		城镇职工养老保险参与率	%	+	0.016 7
创新舒适物	城市创新活力	每万人专利拥有量	所	+	0.073 9
		每万人普通高等学校数量	件	+	0.084 0
		每万人高新技术企业数量	个	+	0.083 7
		教育支出占公共财政支出的比重	%	+	0.021 5
		科技支出占公共财政支出比重	%	+	0.060 0

注:+为正向指标,−为负向指标。

的趋势值;$T(x,y)$是用于计算拟合城市吸引力趋势值的空间趋势函数;ε表示随机误差;β_0~β_5表示待拟合的系数。

2.2.2　核密度估计

核密度估计是一种基于数据的概率密度估计方法[38]。其通过对离散数据进行平滑处理,生成连续的概率密度曲线,适用于展示空间数据的分布特征。以城市吸引力水平的测度值为横轴、时间轴为纵轴绘制核密度曲线,得到不同年份城市群内城市吸引力测度值数据的分布类型、集中程度及演变趋势,挖掘吸引力随时间的变化态势。计算公式为

$$f(x)=\frac{1}{Nh}\sum_{a=1}^{N}K\left(\frac{x_a-x}{h}\right), \tag{3}$$

式中:$f(x)$表示城市吸引力的核密度值;N为城市吸引力样本总量;K为随机核函数;x_a表示第a个城市吸引力测度值;x为全部城市吸引力测度值的均值;h为密度估计带宽。

2.2.3　聚类分析

聚类分析核心目的是根据样本的特征相似性将数据分组,使得组内样本的相似性较高,而不同组之间差异较大。研究采用K-means聚类分析方法对长江中游城市群吸引力进行分级。该算法通过迭代优化簇内平方误差,以最小化组内样本与簇中心的距离,从而实现样本的聚类分配[22]。

2.2.4　空间自相关分析

通过空间自相关分析,可揭示观测数据间潜在的相互依赖性。研究利用全局和局部空间自相关分析,揭示研究区各城市吸引力分布的空间集聚或异质模式[22]。全局空间自相关(全局莫兰指数,I)使用单一值反映属性值在空间域中是否呈聚集、离散或随机分布状态,计算公式为:

$$I=\frac{\left[\sum w_{ij}\left(x_i-x\right)\left(x_j-x\right)\right]}{s^2\sum\sum \boldsymbol{w}_{ij}},\tag{4}$$

$$s^2=\frac{\sum\left(x_i-x\right)^2}{n},x=\sum\frac{x_i}{n},\tag{5}$$

式中:n为地理单元数,x_i和x_j分别为第i和第j单元值;x为全部单元的均值;$\boldsymbol{w}_{ij}$为空间权重矩阵,i和j空间相邻为1,不相邻为0。I>0时,城市吸引力水平呈空间正相关;I<0时,城市吸引力水平呈空间负相关;I=0时,城市吸引力水平随机分布。

局部空间自相关(局部莫兰指数,I')则是从局域视角衡量研究对象空间相关性的指标。通过探讨长江中游城市群城市吸引力测度空间联系的局部指标(local indicators of spatial association, LISA)的聚集情况,能够明晰城市群内每个城市与周边城市之间的空间差异程度及其显著性特征[38],其计算公式为

$$I'=\frac{\left(x_i-x\right)\sum_{j=1}^{n}\boldsymbol{w}_{ij}\left(x_j-x\right)}{\frac{1}{n}\times\sum_{j=1}^{n}\left(x_j-x\right)^2}。\tag{6}$$

3　结果分析

3.1　城市群吸引力时空演变特征

3.1.1　城市群吸引力时序变化与分布特征

基于城市综合吸引力的评价模型对长江中游城市群吸引力进行统计分析,得到各年度城市吸引力计算结果。在时间维度上,2011、2015、2019和2022年城市群整体吸引力的平均值分别为17.60、22.13、29.00和34.57,均值的上升反映出随着时间推移,城市群在基础设施完善、城市功能增强等多种因素的共同作用下,综合吸引力逐步上升。尤其在2015—2019年期间,城市群吸引力的提升幅度最为显著,这一阶段恰逢“十三五”规划期间,得益于长江经济带发展战略、城市群一体化发展规划等政策的深入实施,多数城市在经济和公共服务水平等多个方面实现了显著提升,从而推动城市吸引力整体增长。2011、2015和2019年城市吸引力测度的标准差分别为6.06、7.54和8.83,其值持续增长表明城市群内部城市吸引力分布趋于分散,城市间差异性不断加剧;2022年标准差略有下降,值为8.36,表明城市间吸引力差异有所收敛。总体而言,2011—2022年长江中游城市群城市吸引力整体呈增长态势,但各城市吸引力提升幅度存在差异。

为深入剖析2011—2022年城市吸引力水平测度分布的中心趋势及离散程度,本研究绘制了城市吸引力核密度曲线(图1)。2011—2022年核密度曲线出现峰值向右移动,且整体高度降低的态势,表明长江中游城市群整体吸引力水平不断提高。同时,核密度曲线的宽度逐年加大,反映出随着时间的演进,城市群的城市吸引力水平测度值分布逐渐分散,不同城市在提升自身吸引力方面的进展不一致,进一步拉大城市间吸引力水平的差距。此外,4年的核密度曲线均存在右尾拉长现象,且分布延展性在一定程度存在拓宽趋势,表明城市群中存在少数核心城市,其吸引力水平远远高于其他城市,随着时间推移,其他城市的吸引力提升幅度相对较小,进一步加剧了城市群内部发展的不均衡性。综上所述,2011—2022年长江中游城市群城市吸引力水平逐步提高,核心城市吸引力水平远超其他城市,与其他城市的差距不断扩大。

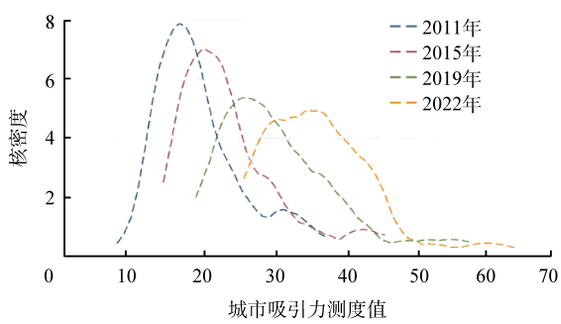


图1　2011—2022年长江中游城市吸引力核密度曲线

Figure 1　kernel density curve of urban attraction in the middle reaches of the Yangtze River from 2011 to 2022

3.1.2　城市群吸引力空间演化特征

为探究长江中游城市群吸引力水平在空间上的分布状况,利用ArcGIS地统计分析中的趋势分析工具,拟合生成城市群吸引力水平全局趋势三维透视图,以揭示城市吸引力整体布局,如图2所示。结果显示:2011年长江中游城市群吸引力水平中部对东西部的优势,以及南部对北部的优势;2015和2019年空间分布特征基本相似,东部城市吸引力持续提高,整体水平高于西部,南部吸引力亦明显高于北部,这一格局保持稳定;2022年东西方向的吸引力差距有所收窄,东部略高于西部,同时中部和南部略高于北部。2011—2022年城市群吸引力空间分布总体趋势逐渐形成东部略高于西部,南部高于北部的格局。

3.2　城市吸引力时空演变特征

3.2.1　城市吸引力时序演化特征

利用多柱状图展现长江中游城市群中各个城

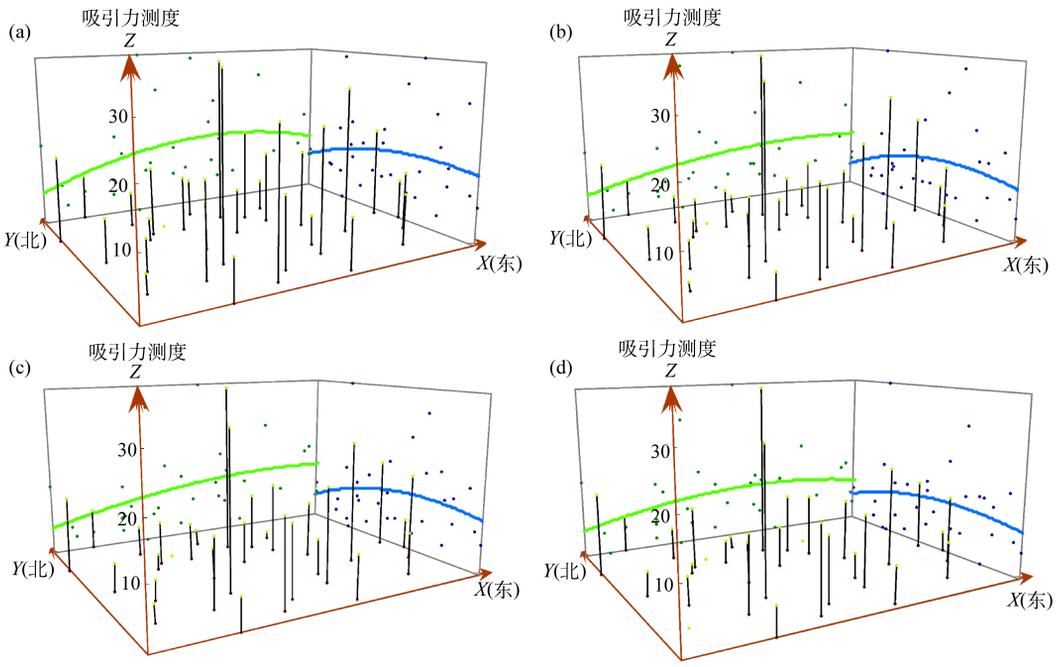


图2　长江中游城市吸引力变化趋势

(a)2011年;(b)2015年;(c)2019年;(d)2022年

Figure 2　variation trend of urban attractiveness in the middle reaches of the Yangtze River

(a)2011;(b)2015;(c)2019;(d)2022

市吸引力测度的时空演化(图3)。2011—2022年各城市吸引力测度值为8.25~62.00,最低数值为2011年的天门市,最高数值为2022年的武汉市。2011年,核心城市武汉、长沙、南昌已具备明显的吸引力优势,其凭借雄厚的经济基础、丰富的教育资源以及便捷的交通条件,成为区域发展的关键核心驱动力;而周边小城市吸引力较低,导致区域内部发展差距较大;2015年绝大部分城市吸引力均有所增长,其中核心城市的增长幅度较为明显,武汉市的吸引力显著提升,进一步巩固了其在区域中的龙头地位。其中鄂州市虽地理位置靠近武汉,但在2015年的吸引力测度值却略低于2011年,究其原因,该市在"十二五"规划期间,缺乏与武汉的联通能力,未能充分汲取武汉的辐射带动效能,在一定时期内制约了其竞争力和吸引力的发展。2019年后各城市吸引力增长幅度最大,与2015年《长江中游城市群发展规划》的逐步落实密切相关,各城市在服务提升、科技创新等方面均有所提升。至2022年,核心城市吸引力进一步提高,带动区域整体竞争力持续增长,长沙、南昌对周围城市带动作用颇为明显,诸如湘潭、益阳和九江等城市表现出较大的增长潜力,与核心城市吸引力的差距正在逐步缩小,武汉的吸引力仍远高于其他城市,且与周边城市的距离进一步加大。大部分城市的吸引力呈现出稳步上升的趋势,其中2015—2019年间吸引力测度值涨幅最大,标志着城市群发展进入多中心协同发展的阶段。

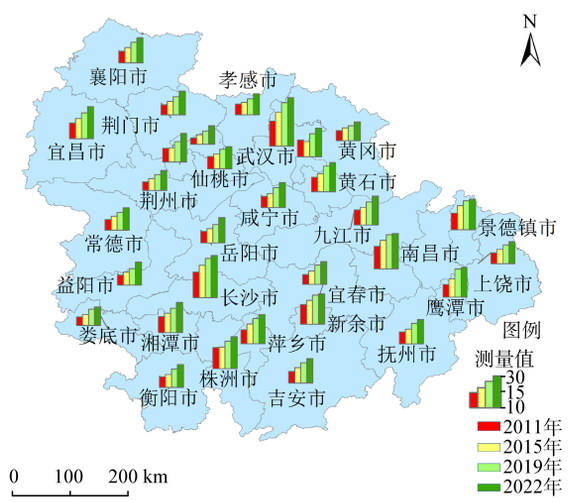


图3　2011—2022年各城市吸引力测度柱状图

Figure 3　bar chart of attractiveness measurement by city from 2011 to 2022

3.2.2　城市吸引力空间分布特征

利用SPSS中的*K*-means聚类分析对研究区各城市吸引力水平进行分级处理,将城市吸引力等级

划分为5种,分别为低水平(8.25~19.26)、较低水平(>19.26~27.26)、中等水平(>27.26~35.33)、较高水平(>35.33~50.21)和高水平(>50.21~62.00),并用ArcGIS软件对其进行可视化显示(图4)。2011年吸引力水平普遍较低,大部分城市处于低水平,较低水平的城市为宜昌、湘潭、九江和景德镇市,中等水平的城市为武汉、长沙、南昌和株洲市。此时城市群规划尚未推出,吸引力水平整体较低。2015年,低水平城市仍占据主导地位,但部分城市等级有所提升,襄阳、萍乡、吉安和鹰潭市提升至较低水平,同时武汉市、长沙市和南昌市跃迁至较高水平,核心城市与其他城市的差距逐渐显现。2019年除湖北省的黄冈市和天门市外,其余低水平城市均转变为较低水平,其他城市都在中等城市及以上,武汉市与长沙市由较高水平转为高水平,吸引力水平明显提升。与2019年相比,2022年高水平城市仍然为武汉市与长沙市,大部分较低水平城市转为中等水平和较高水平且呈连片分布趋势。然而湖北省的天门市、孝感市和黄冈市环绕高水平的武汉市,却仍处于较低水平,表明武汉市对周边城市的辐射带动作用尚不充分。长江中游城市群城市吸引力趋向高水平发展,空间上逐渐形成南高北低的分布格局,区域差异逐渐明显。核心城市的吸引力水平显著高于周边城市,尤其是武汉市与周边城市的差距较为突出。

根据聚类分析,进一步通过桑基图展示不同等级城市数量的变化以及城市吸引力水平转移态势(图5)。可以看出,从2011年城市吸引力低水平最多,逐步转向2022年无低水平城市。2015年大部分城市仍然为低水平城市,少部分的低水平城市流向较低水平;至2019年绝大部分低水平城市已跃升至较低水平,同时大量较低水平城市进一步晋升为中等水平;2022年处于中等水平和较高水平的城市最多。整体来看,随着时间推移,长江中游城市群吸

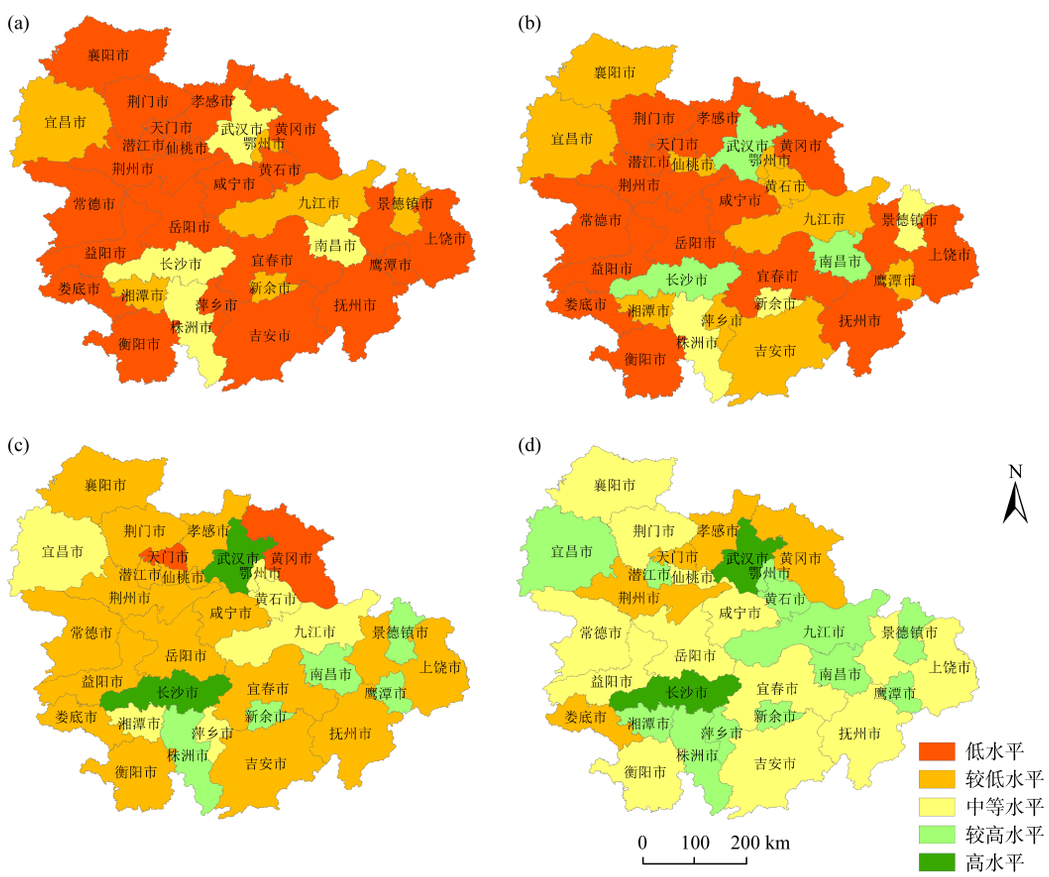


图4　长江中游城市吸引力时空分布格局

(a)2011年;(b)2015年;(c)2019年;(d)2022年

Figure 4　spatial and temporal distribution pattern of urban attractiveness in the middle reaches of the Yangtze River

(a)2011;(b)2015;(c)2019;(d)2022

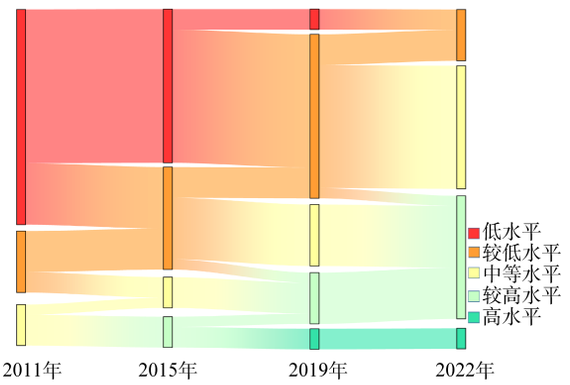


图5　2011—2022年长江中游城市吸引力水平转移情况

Figure 5　horizontal transfer of urban attractiveness in the middle reaches of the Yangtze River from 2011 to 2022

引力水平呈现出“梯度上升”的发展态势,表明在政策扶持及多因素的共同作用下,大多数城市吸引力水平持续提升,缩小了与核心城市的差距,但仍有部分城市仍停留在较低水平,尤其是黄冈、天门市等,城市吸引力仍有较大提升空间,未来需要改善生态环境、优化公共服务设施、提升生活品质,强化城市的综合提升,实现可持续的区域发展。

3.2.3　城市吸引力空间集聚特征

(1)全局空间聚集结果分析。为揭示长江中游城市群在全局空间上的聚集情况,利用ArcGIS 10.8软件测度长江中游城市群城市吸引力,2011、2015、2019和2022年的I值分别为−0.028 899、−0.039 085、−0.033 415和−0.076 775,研究期间城市群城市吸引力测度的I<0,说明长江中游城市群城市吸引力呈现较强的随机性,缺乏明显的空间集聚效应,区域间的协同发展亟需加强。

(2)局部空间聚集结果分析。为深入探讨长江中游城市群城市吸引力测度空间联系的局部指标的聚集情况,绘制长江中游城市群城市吸引力局部空间自相关聚类地图(图6)。2011和2015年高-高聚类的城市仅有萍乡市,其位于湘赣交界处,得益于“十二五”期间2省资源共享、产业协同初步形成

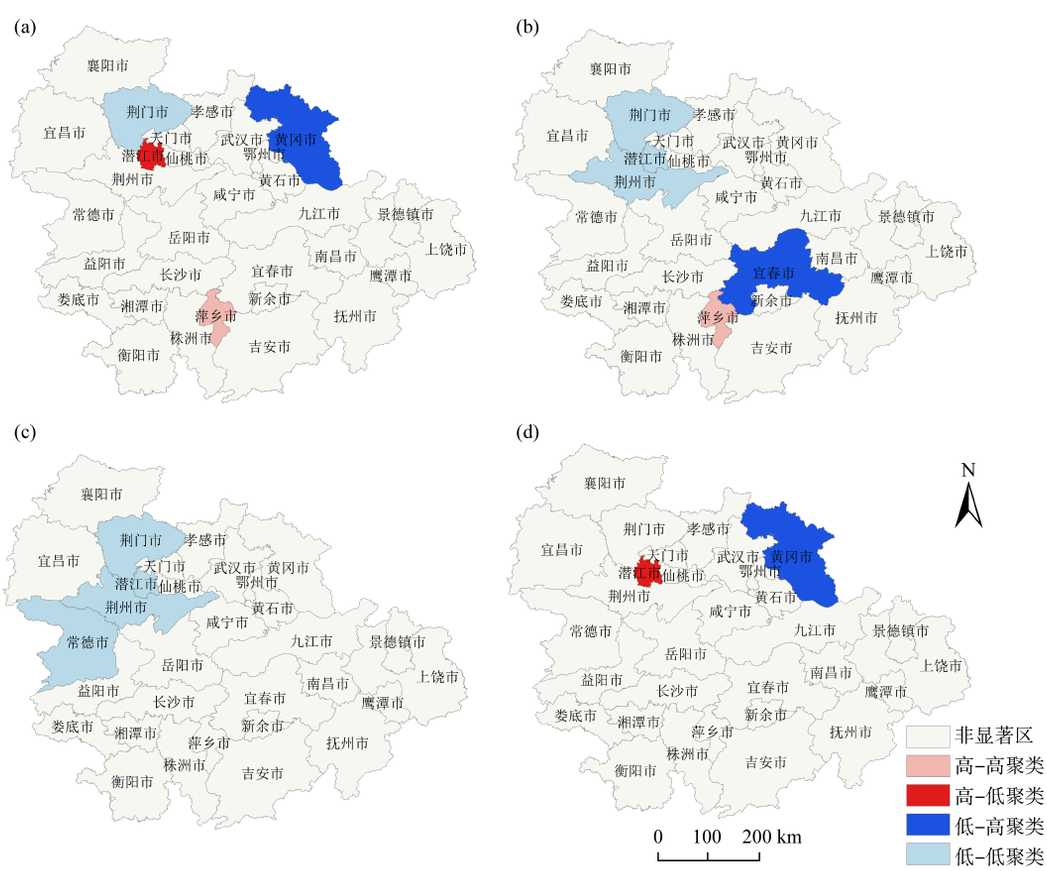


图6　2011—2022年长江中游城市吸引力空间联系的局部指标(LISA)聚类

(a)2011年;(b)2015年;(c)2019年;(d)2022年

Figure 6　LISA cluster graph of urban attraction in the middle reaches of the Yangtze River from 2011 to 2022

(a)2011;(b)2015;(c)2019;(d)2022

所带来的集聚效应;高-低集聚类型属于城市群的高值异质中心,只出现在2011和2022年的潜江市,表明潜江市城市吸引力较高,且远高于其周边城市,潜江市生态资源较为丰富,公共服务体系较为健全;低-高聚类属于城市群低值异质中心,2011、2022年低-高聚类的城市为黄冈市,2015年低-高聚类的城市为宜春市,黄冈市与武汉、鄂州和黄石市相邻,但与这些城市差距显著,由于产业发展水平、公共服务供给能力以及基础设施建设程度等方面的差异导致其成为城市群中的低值异质中心,在局部区域内形成了明显的吸引力落差。低-低聚类的城市出现在2011、2015和2019年,且集中于城市群的西北部,2011年为荆门市,2015年为荆门市、潜江市、荆州市,2019年增加了常德市,表明"十二五"至"十三五"期间,这些城市与周边地区的吸引力均处于较低的状态,至2022年这些地区均转为不显著区域,说明从2019—2022年这些地区吸引力水平进一步提高,可能得益于区域协同发展政策的推进、基础设施的改善等因素。

总体而言,2011—2022年间长江中游城市群低-低聚类区域分布较为广泛,反映出区域间在协同提升吸引力方面机制尚不完善,尚缺乏有效的区域合作与协调发展模式。对于荆门市、潜江市等城市而言,应积极与周边具有较高吸引力的城市开展合作,通过资源共享、服务协同以及产业协同发展等方式,促进区域内要素的自由流动与优化配置,进而共同提升城市群的整体竞争力,推动长江中游城市群向更加均衡的方向发展。

4 结 论

研究依据舒适物理论,从自然生态环境、经济发展水平、社会文化环境、公共服务水平和城市创新活力5个方面构建城市吸引力评价指标,深入剖析2011—2022年长江中游城市群城市吸引力的时空演变特征及空间分异格局。研究不仅揭示出城市群内城市吸引力的动态发展趋势,还为优化区域发展政策、推动城市群协调发展提供了理论依据和实践参考,具有较强的政策导向价值与现实意义。

(1)2011—2022年长江中游城市群吸引力水平呈现出显著的提升态势,在2015—2019年期间吸引力提升速度最快。然而各城市吸引力提升幅度存在差异,区域均衡发展仍需推进。在空间分布上,城市群整体逐渐形成东部高于西部、南部高于北部的分布格局,空间集聚效应不明显,且暂未形成明显的空间集聚态势。

(2)2011—2022年长江中游城市群吸引力进入多中心协同发展的阶段。武汉、长沙和南昌市作为核心城市主导地位突出,吸引力水平持续占据优势地位,且在多个时期均保持较高的增长速度。湘潭、益阳和九江等城市表现出较大的增长潜力,在城市群一体化和协同发展中崭露头角,成为推动区域吸引力提高的新兴力量。未来应进一步强化中小城市的战略地位,激活内部协同动能,推动城市群吸引力的整体跃升。

(3)武汉市对周边城市的辐射带动作用尚未完全显现,如天门、孝感和黄冈等市之间的差距仍较大。未来需强化核心城市的资源溢出效应,推动优质公共服务资源辐射,缩小区域差距,增强周边城市吸引力,推动武汉城市圈乃至整个长江中游城市群吸引力向更高水平、更均衡的方向发展。

本研究结合舒适物理论构建城市吸引力综合评价指标体系,系统评估了长江中游城市群城市吸引力的时空异质性演化特征。本文兼顾城市群整体与城市尺度的双重分析视角,同时在分析维度上关注时间序列演变与空间分布差异,为城市吸引力的定量研究提供了新的视角,对理解区域城市吸引力的动态演进机制提供了更为扎实的实证基础。

与现有文献相比,已有研究多集中于全国或省域尺度下的吸引力综合测度,或以经济指标为核心构建评价体系,针对长江中游城市群的研究,较少从舒适物理论视角出发构建城市吸引力指标。本研究的指标构建突出舒适物对城市吸引力的本质联系,不仅拓展了舒适物理论在中国城市研究中的应用,也为相关区域开展吸引力评价提供了具有可迁移性的分析框架。

除此之外,本研究还存在一些不足之处,研究区域的尺度止步于城市层面,在今后的研究中可进一步细化到县域乃至乡镇级别,对长江中游城市群的吸引力演化做更精细、更全面的分析,从而为城市群的协同发展与优化升级提供更为精准、有效的决策依据与理论支撑,助力长江中游城市群实现高质量、可持续的发展目标。

©The editorial department of Journal of Capital Normal

University（Natural Science Edition）2025. This is an open access article under the CC BY-NC-ND 4.0 license（https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/）.

参 考 文 献

[1] HAO F，ZHANG J，WANG S. A literature review of urban amenity and its research prospects[J]. Progress in Geography，2022，41(12)：2396-2409. DOI：10.18306/dlkxjz.2022.12.016.

[2] DU R，LIU K，ZHAO D R，et al. Urban amenity and urban economic resilience：evidence from China[J]. Frontiers in Public Health，2024，12：1392908. DOI：10.3389/fpubh.2024.1392908.

[3] LYU L，YU Y，LUAN H. The relationship between urban amenity，difference and innovation ability in Beijing[J]. Scientia Geographica Sinica，2022，42(1)：115-125. DOI：10.13249/j.cnki.sgs.2022.01.011.

[4] DAI L，ZHOU G，HE L. Rural attraction：concept and formation mechanism[J]. Economic Geography，2019，39(8)：177-184. DOI：10.15957/j.cnki.jjdl.2019.08.021.

[5] WEN T，LIN J，CAI J，et al. Urban amenity：a new perspective and empirical testimony on China's City competitiveness assessment[J]. Geographical Research，2016，35(2)：214-226. DOI：10.11821/dlyj201602002.

[6] MA L，LI L，ZHU H. The construction of urban amenities index in China：an empirical research based on a statistical analysis of 26 Chinese major cities[J]. Acta Geographica Sinica，2018，73(4)：755-770. DOI：10.11821/dlxb201804012.

[7] 扈爽，朱启贵. 城市人才吸引力提升路径研究：基于舒适物视角[J]. 管理现代化，2021，41(3)：80-82. DOI：10.19634/j.cnki.11-1403/c.2021.03.017.
HU S，ZHU Q G. Research on the path of improvement in urban attractiveness to talents：based on the perspective of amenities [J]. Modernization of Management，2021，41(3)：80-82.

[8] ULLMAN E L. Amenities as a factor in regional growth [J]. Geographical Review，1954，44：119-132. DOI：10.2307/211789.

[9] WU J，WANG T，ZHENG H. Amenities-oriented model of urban development：a new paradigm for international urban research [J]. Urban Planning International，2024，39(3)：75-81. DOI：10.19830/j.upi.2021.695.

[10] SMITH D L. Amenity and urban planning[C]. London：Crosby Lockwood Staples，1974：42-67.

[11] CLARK T N. Urban amenities：lakes，opera，and juice bars：do they drive development? [J]. Research in Urban Policy，2003，9(3)：103-140. DOI：10.1016/S1479-3520(03)09003-2.

[12] 王宁. 城市舒适物与消费型资本：从消费社会学视角看城市产业升级[J]. 兰州大学学报(社会科学版)，2014，42(1)：1-7. DOI：10.13885/j. issn. 1000-2804.2014.01.025.
WANG N. Urban amenities and the consumption-oriented capital：upgrading of urban industries from the perspective of the sociology of consumption[J]. Journal of Lanzhou University(Social Sciences)，2014，42(1)：1-7.

[13] 叶晓倩，陈伟. 我国城市对科技创新人才的综合吸引力研究：基于舒适物理论的评价指标体系构建与实证[J]. 科学学研究，2019，37(8)：1375-1384. DOI：10.16192/j.cnki.1003-2053.2019.08.004.
YE X Q，CHEN W. Research on the city attraction for science and technology innovation talents ：construction of evaluation indicator system and empirical analysis based on amenities theory[J]. Studies in Science of Science，2019，37(8)：1375-1384.

[14] YU Z，TANG Y，ZHANG H，et al. Spatial pattern and driving factors of Chinese urban amenities [J]. Geographical Research，2016，35(9)：1783-1798. DOI：10.11821/dlyj201609015.

[15] 李东晔，周永博，贾文通，等. 基于文化舒适物空间格局的新型城河共生模式研究：以大运河国家文化公园为例[J]. 旅游学刊，2023，38(9)：142-155. DOI：10.19765/j.cnki.1002-5006.2023.09.013.
LI D Y，ZHOU Y B，JIA W T，et al. Research on a new City-River symbiosis model based on the spatial pattern of cultural amenities：a case study of the Grand Canal National Cultural Park 2023 [J]. Tourism Tribune，2023，38(9)：142-155.

[16] 刘怡，蔡晓薇，张杨，等. 安徽省城市人才吸引力组合评价及影响因素分析[J]. 上海工程技术大学学报，2019，33(2)：179-184. DOI：10.3969/j. issn. 1009-444X.2019.02.015.
LIU Y，CAI X W，ZHANG Y，et al. Combination evaluation of urban talent attraction and analysis of influence factors in Anhui Province [J]. Journal of Shanghai University of Engineering Science，2019，33(2)：179-184.

[17] 杜明军. 省会城市人口吸引力的支撑因素识别与政策启示[J]. 区域经济评论，2021(1)：64-78. DOI：10.14017/j.cnki.2095-5766.2021.0010.
DU M J. Identification of supporting factors and policy inspiration on provincial capital population attraction

[J]. Regional Economic Review, 2021, 2021(1):64-78.

[18] 侯娇娜. 基于马斯洛需求理论构建城市吸引力评价模型:以太原市为例[J]. 生产力研究, 2024(3):31-35. DOI:10.19374/j.cnki.14-1145/f.2024.03.007.
HOU J N. Constructing an urban attractiveness evaluation model based on maslow's demand theory: taking Taiyuan City as an example [J]. Productivity Research, 2024, (3):31-35.

[19] ZHANG C, XIONG M M, WEI X H. Influence of accessibility to urban service amenities on housing prices: evidence from Beijing [J]. Journal of Urban Planning and Development, 2022, 148(1): 05021063. DOI:10.1061/(ASCE)UP.1943-5444.0000795.

[20] 李梦程, 王成新, 刘海猛, 等. 黄河流域城市发展质量评价与空间联系网络特征[J]. 经济地理, 2021, 41(12):84-93. DOI:10.15957/j.cnki.jjdl.2021.12.009.
LI M C, WANG C X, LIU H M, et al. Evaluation of urban development quality and characteristics of spatial connection network in the Yellow River Basin [J]. Economic Geography, 2021, 41(12):84-93.

[21] 王少剑, 谢紫寒, 王泽宏. 中国县域碳排放的时空演变及影响因素[J]. 地理学报, 2021, 76(12):3103-3118. DOI:10.11821/dlxb202112016.
WANG S J, XIE Z H, WANG Z Z. The spatiotemporal pattern evolution and influencing factors of CO_2 emissions at the county level of China [J]. Acta Geographica Sinica, 2021, 76(12):3103-3118.

[22] 刘贺, 李雪铭, 宫一路, 等. 中小城市人居环境吸引力:综合测度、时空演化及障碍因子诊断:以中国东北地区为例[J]. 人文地理, 2023, 38(6):102-114. DOI:10.13959/j.issn.1003-2398.2023.06.012.
LIU H, LI X M, GONG Y L, et al. human settlements attractiveness in small and medium-sized cities: comprehensive measurement, spatio-temporal evolution and diagnosis of obstacle factors: a case study of northeast China[J]. Human Geography, 2023, 38(6): 102-114.

[23] 龚闪, 胡国建, 郑林, 等. 长江中游城市群新型城镇化与共同富裕耦合协调度的时空演化特征及影响因素研究[J]. 江西师范大学学报(自然科学版), 2024, 48(3): 319-330. DOI: 10.16357/j. cnki. issn1000-5862.2024.03.13.
GONG S, HU G J, ZHENG L, et al. The influencing factors of coupling coordination degree of new urbanization and common prosperity in the Yangtze River midstream urban agglomeration [J]. Journal of Jiangxi Normal University (Natural Science Edition), 2024, 48(3):319-330.

[24] 张志伟, 程云鹤. 中国共同富裕发展的时空演变特征及其影响因素[J]. 地域研究与开发, 2024, 43(4):15-20. DOI:10.3969/j.issn.1003-2363.2024.04.003.
ZHANG Z W, CHENG Y H. Spatiotemporal evolution characteristics and influencing factors of China's common prosperity and development[J]. Areal Research and Development, 2024, 43(4):15-20.

[25] 杨晴青, 陈佳, 李伯华, 等. 长江中游城市群城市人居环境演变及驱动力研究[J]. 地理科学, 2018, 38(2):195-205. DOI:10.13249/j.cnki.sgs.2018.02.005.
YANG Q Q, CHEN J, LI B H, et al. Evolutionand driving force detection of urban human settlement environment at urban agglomeration in the middle reaches of the Yangtze River[J]. Scientia Geographica Si-nica, 2018, 38(2):195-205.

[26] 李彦军, 马港, 宋舒雅. 长江中游城市群城市韧性的空间分异及演进[J]. 区域经济评论, 2022(2):88-96. DOI:10.14017/j.cnki.2095-5766.2022.0035.
LI Y J, MA G, SONG S Y. Spatio-temporal differentiation of urban resilience in the Mid-Yangtze River urban agglomerations [J]. Regional Economic Review, 2022, (2):88-96.

[27] 魏超, 张梦鑫, 吴洲, 等. 功能视角下长江中游城市群城乡协调发展特征及障碍因素诊断[J]. 长江流域资源与环境, 2023, 32(10): 2032-2044. DOI: 10.11870/cjlyzyyhj202310004.
WEI C, ZHANG M X, WU Z, et al. Characteristics and obstacles of coordinated urban-rural development in urban agglomeration in Mid-Yangtze River from a functional perspective [J]. Resources and Environment in the Yangtze basin, 2023, 32(10):2032-2044.

[28] 魏超, 吴洲, 叶圣, 等. 三区视角下长江中游城市群国土空间格局演化及驱动力分析[J]. 长江流域资源与环境, 2024, 33(7):1489-1503. DOI: 10.11870/cjlyzyyhj202407010.
WEI C, WU Z, YE S, et al. Analysis of evolution and driving forces of land spatial patterns in the middle reaches of the Yangtze River urban agglomeration from a three-zone perspective[J]. Resources and Environment in the Yangtze Basin, 2024, 33(7):1489-1503.

[29] 李百灵. 长江中游城市群基本公共服务均等化水平测算与区域差异比较[J]. 统计与决策, 2022, 38(1):53-58. DOI:10.13546/j.cnki.tjyjc.2022.01.011.
LI B L. Calculation and regional difference comparison of the equalization level of basic public services in urban agglomerations in the middle reaches of the Yangtze River[J]. Statistics & Decision, 2022, 38(1):53-58.

[30] 贺小荣, 石彩霞, 彭坤杰. 长江中游城市群新型城镇

化与生态韧性的时空适配及互动响应[J].长江流域资源与环境,2024,33(4):699-714. DOI:10.11870/cjlyzyyhj202404003.
HE X R, SHI C X, PENG K J. Spatial-temporal adaptation and interactive response of new-type urbanization and ecological resilience in the middle reaches of the Yangtze River [J]. Resources and Environment in the Yangtze Basin, 2024, 33(4): 699-714.

[31] PHILLIS Y A, KOUIKOGLOU V S, VERDUGO C. Urban sustainability assessment and ranking of cities[J]. Computers, Environment and Urban Systems, 2017,64: 254-265. DOI: 10.1016/j.compenvurbsys.2017. 03.002.

[32] 陶洁怡,董平,陆玉麒.长三角地区生态韧性时空变化及影响因素分析[J].长江流域资源与环境,2022,31(9):1975-1987. DOI:10.11870/cjlyzyyhj202209010.
TAO J Y, DONG P, LU Y Q. Spatial-temporal analysis and influencing factors of ecological resilience in Yangtze River delta[J]. Resources and Environment in the Yangtze Basin, 2022, 31(9):1975-1987.

[33] LIU J, LIU T, CAO G. Amenity migration: an international review and inspiration [J]. Progress in Geography, 2023, 42(6): 1216-1228. DOI: 10.18306/dlkxjz.2023.06.016.

[34] 廖佩.萍乡市主城区住宅地价时空演变特征及影响因素研究[D].南昌:江西农业大学,2023.
LIAO P. Study on the spatial-temporal evolution characteristics and influencing factors of residential land prices in the main urban area of Pingxiang City [D]. Nanchang: Jiangxi Agricultural University, 2023.

[35] 何志浩,张学波,卢冰坤,等.中国城市群经济韧性时空演变及障碍因子分析[J].地理与地理信息科学,2023,39(6):125-133. DOI:10.3969/j. issn. 1672-0504.2023.06.016.
HE Z H, ZHANG X B, LU B K, et al. Spatio-temporal evolution and obstacle factor analysis of economic resilience of urban agglomerations in China [J]. Geography and Geo-Information Science, 2023, 39(6): 125-133.

[36] 李扬,郭成玉,王磊.中国城市公共服务供给水平的空间格局及其影响因素[J].科技导报,2023,41(16):145-156. DOI:10.3981/j.issn.1000-7857.2023.16.013.
LI Y, GUO C Y, WANG L. Spatial pattern analysis and influencing factors of urban public service supply level in China[J]. Science & Technology Review, 2023, 41(16):145-156.

[37] 郭郡郡,刘玉萍,郭方方.中国城市人口老龄化的时空演变与影响因素:基于全国人口普查数据的分析[J].地域研究与开发,2024,43(3):50-55. DOI:10.3969/j.issn.1003-2363.2024.03.008.
GUO J J, LIU Y P, GUO F F. Spatial-temporal evolution and influencing factors of urban population aging in China: based on national population census data [J]. Areal Research and Development, 2024, 43(3): 50-55.

[38] 杨梦勤,王艳慧,孙玥,等.河池市农村基本公共服务与多维贫困的耦合关系探析[J].首都师范大学学报(自然科学版),2024,45(5):40-48. DOI:10.19789/j.1004-9398.2024.05.005.
YANG M Q, WANG Y H, SUN Y, et al. Analysis of the coupling relationship between rural basic public services and multidimensional poverty in Hechi City[J]. Journal of Capital Normal University (Natural Science Edition), 2024,45(5):40-48.

(责任编辑:李拓宇)