

# 区域一体化背景下城市土地利用效率的 空间关联及其解释

——以长江中游城市群为例

陈丹玲<sup>1</sup>, 卢新海<sup>1,2</sup>, 张超正<sup>3</sup>



(1. 华中科技大学 公共管理学院, 湖北 武汉 430074; 2. 华中师范大学 公共管理学院, 湖北 武汉 430079;  
3. 华中农业大学 公共管理学院, 湖北 武汉 430070)

**摘要** 从理论层面揭示区域一体化影响城市土地利用效率(ULUE)的内在机理, 构建区域一体化背景下“规模+结构+集聚”的 ULUE 测度体系, 并综合利用小波神经网络、空间分异模型和空间回归分析探索 2003—2015 年长江中游城市群 ULUE 的空间关联特征及其影响因素。结果发现:①区域一体化背景下长江中游城市群 ULUE 从 2003 年的 0.561 4 增长至 2015 年的 0.811 1, 且呈现出明显的区域差异。②ULUE 并非随机分布, 而是具有空间上的关联特征和集群趋势。且由于不同集聚区内扩散效应在空间上渗透不均衡, 其关联性主要表现为空间依赖性和空间异质性。③区域一体化背景下长江中游城市群 ULUE 在空间关联上具有“近水楼台先得月”和“门当户对”的特征, 地理位置的空间相邻、投资消费结构和产业结构的相似是其空间关联的主要成因。

**关键词** 区域一体化; 城市土地利用效率; 空间关联; 长江中游城市群

**中图分类号:** F 293.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1008-3456(2019)04-0151-09

**DOI 编码:** 10.13300/j.cnki.hnwkxb.2019.04.017

区域一体化是现阶段我国加速推进新型城市化的高层次表现形式, 也是土地管理学、经济地理学、区域经济学等学科研究的焦点话题<sup>[1-2]</sup>。城市土地是区域一体化过程和结果的直接载体和客观见证<sup>[3]</sup>, 区域一体化在影响区域空间结构、组织形式及经济景观的同时<sup>[4]</sup>, 也会改变城市土地利用系统内外部要素的交流路径、交换频率与转换机制, 并最终影响到城市土地利用格局、程度及效率<sup>[5-6]</sup>。理论上而言, 区域一体化能够产生集聚效应, 替代效应和均衡效应, 进而提高城市土地利用效率水平<sup>[6]</sup>。然而值得关注的是, 在区域一体化的战略地位及城市间的空间作用日益凸显的时代背景下, 土地资源低效和粗放利用现象仍屡见不鲜, 并已成为制约区域一体化进程和社会经济可持续发展的主要因素<sup>[7]</sup>。在这一现实条件下, 如何优化资源配置结构以提高城市土地利用效率(urban land utilization efficiency, ULUE)成为理论界关注的热点。

目前直接有关区域一体化与 ULUE 的研究并不多见, 学者们主要围绕区域一体化的外在表现形式——城市群的 ULUE 展开了大量思考与探究。研究内容主要聚焦于以下三个方面:一是特定城市群 ULUE 测度指标体系设计, 较具代表性的如“经济+社会+环境”<sup>[8]</sup>、“利用结构+利用强度+效益+科技”<sup>[9]</sup>、“投入+产出”<sup>[10]</sup>等效率评价框架与体系。二是城市群 ULUE 测算方法的选取, 多采用 AHP+GIS 法<sup>[11]</sup>、DEA+GIS 法<sup>[12]</sup>等对 ULUE 空间异质性进行描述和分析。三是以提高城市土地配置水平为目的的 ULUE 变化驱动机制研究, 学者们主要通过面板数据回归模型<sup>[13]</sup>、Tobit 分析法<sup>[14]</sup>等探究经济增长、产业发展、人口流动及政府调控等因素对 ULUE 基本格局演变的影响。随着

收稿日期: 2018-12-13

基金项目: 国家自然科学基金面上项目“藏粮于地理念下耕地轮作休耕对象确定、模式选择与实现路径研究”(71673096)。

作者简介: 陈丹玲(1993-), 女, 博士研究生; 研究方向: 土地利用与管理。

研究视角趋于多元,部分学者开始注意到 ULUE 的空间溢出效应,并展开了实证探索<sup>[8,14-15]</sup>,主要通过描述 ULUE 的非均衡现象、空间集聚——扩散形态和分化趋势等来揭示其空间格局的形成与演变。上述研究为探索区域一体化背景下不同地区 ULUE 的空间变化规律具有一定参考意义,但应该看到,现有的城市群 ULUE 测算体系也适用于任何发展阶段和宏观经济背景下单个城市的 ULUE 测度,并未考虑到区域一体化这一特殊空间地域演进形态下城市土地在整体功能、空间配置上与单个城市的差异,也忽视了城市集聚状态下不同空间单元间要素的相互作用过程。而且,传统的 GIS 可视化分析和面板回归模型虽能对 ULUE 的空间变化特征和机理进行有效整合,但没有对 ULUE 空间关联的成因提供实证层面的解释。那么,如何构建出适用于区域一体化背景下 ULUE 测算指标体系?区域一体化背景下 ULUE 的空间关联将会呈现何种特征?这一空间关联的背后是何种因素在驱动?基于此,本文以长江中游城市群为实证样本,首先在揭示区域一体化对 ULUE 影响机制的基础上,尝试构建区域一体化背景下 ULUE 的“规模+结构+集聚”测算指标体系,并通过小波神经网络法进行测度,进而采用空间分异测算模型和空间回归模型探索 ULUE 的空间关联特征及其影响因素。

## 一、研究区域概况

长江中游城市群主要包括武汉城市群、环长株潭城市群、环鄱阳湖城市群及江淮城市群,涉及湖北、湖南、江西及安徽四省共 38 个城市,是长江经济带三大跨区域城市群连接的重要枢纽,也是全方位深化改革和推进新型城镇化的重点区域(图 1)。在全国经济增速放缓的情况下,长江中游城市群凭借雄厚的工业基础及农业产业优势,经济增长态势良好,发展潜力巨大。伴随“一带一路”和“长江经济带”战略的深入推进,该区域积极响应国家政策号召积极推进其区域一体化进程,但与此同时传统土地粗放式利用的弊端逐步显化,城市土地供需矛盾进一步激化<sup>[6,8]</sup>。在这一现实背景下,如何顺应区域一体化进程,实现城市群内土地利用水平的协同提高迫在眉睫。

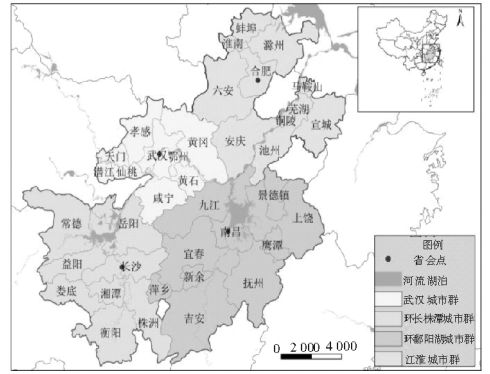


图 1 长江中游城市群的空间范围

## 二、理论框架与实证模型

### 1. 理论框架

区域一体化与 ULUE 间的相互作用关系是以要素一体化为桥梁和纽带而形成的,要素一体化是区域一体化的关键落脚点,而提高 ULUE 是要素一体化的重要目标。基于对以往研究的系统梳理和归纳总结,发现区域一体化对 ULUE 的影响集中表现在由要素规模变化、产业结构调整 and 空间集聚后所产生的直接、间接及综合效应上<sup>[2,6,16]</sup>。

①规模维度。规模维度直接表现在土地投入规模和资本投入规模两方面<sup>[17]</sup>。从土地投入规模方面来看,区域一体化通过降低跨界贸易成本,提升城市边缘地区市场潜力改变了土地要素的相对区位及空间配置状态,在推动城市范围扩张和空间结构重组的同时进一步显化土地利用的规模效应<sup>[13]</sup>。从资本投入规模方面来看,贸易一体化的投资扩张带来的乘数效应是造成单位土地报酬增加的最直接原因<sup>[6]</sup>。结合现有研究成果<sup>[17]</sup>选择建成区面积作为规模效应衡量指标;乘数效应的本质是衡量土地生产过程中要素依赖引起 ULUE 变化的连锁反应程度,而引起乘数效应最关键的变量是资金要素。参考闫卫阳等<sup>[18]</sup>在测度城市关联度时采用的方法,以地均固定资产投资关联度来衡量乘数效应。

②结构维度。区域一体化可以通过改变城市土地利用结构和产业结构直接或间接作用于 ULUE。区域一体化产生的升级效应、协同效应、竞争效应和转移效应等会影响土地利用形态、产业整合及产业演变路径<sup>[7,19]</sup>,从而增加土地收益。需要特别指出的是,产业结构调整在体现产业结构本身动态变化的同时,也是城市土地利用系统内部各用地类型间“博弈均衡”的结果<sup>[3]</sup>,因此本研究从产业结构视角进行结构维度的指标甄选。具体来看,产业结构变迁囊括合理化和高级化两个维度,前者从内在层面表示产业间的聚合质量,后者从外在层面反映产业结构的演变趋势。参考于斌斌<sup>[20]</sup>和干春辉等<sup>[21]</sup>的研究,计算产业合理化指数和产业高级化指数衡量土地利用的结构效率。

③集聚维度。人口集聚和产业集聚是区域一体化的重要特征。就人口集聚而言,主要从消费、需求及供给三个层面影响各生产生活服务业发展、城市基础设施建设及公共领域投资等,推动 ULUE 的提高<sup>[22]</sup>。就产业集聚而言,主要通过成本效应和扩散效应对 ULUE 产生影响。前者通过地理邻近性大大降低了交易、生产及管理成本,实现土地利用的“开源节流”,后者主要以互补或替代产业形成相互关联、相互促进的产业共同体,促进区域内部技术、知识及信息的沟通,从而产生 ULUE 溢出效应的循环<sup>[5,23]</sup>。具体指标选择上,参照张云飞<sup>[24]</sup>和许科研等<sup>[25]</sup>的研究,分别计算人口集中指数和产业集聚指数来表征人口集聚效率和产业集聚效率。

### 2. 指标体系设计

基于上文的理论分析框架,本文基于规模、结构及效率三个维度构建区域一体化背景下 ULUE 的指标体系,数据均来源于 2003—2015 年《中国城市建设统计年鉴》,2004—2016 年《中国城市统计年鉴》及各省对应年份统计年鉴。具体指标选取及计算方法详见表 1。

表 1 区域一体化背景下 ULUE 评价指标体系

一级指标	二级指标	计算依据	说明
规模效率	规模效应	$R_{ij} = \frac{\sqrt{P_i V_i} \times \sqrt{P_j V_j}}{D_{ij}}$	$P、V$ 分别表示各城市地均固定资产投资总额和地均第三产业从业人员数, $D$ 表示两城市间的实际距离(根据 GIS 矢量图上两点坐标计算所得)
	乘数效应	$F_{ij} = \frac{R_{ij}}{\sum_{j=1}^n R_{ij}}$	
结构效率	产业合理化	$RAT = \sum_i \left  \frac{Y_i/Y}{L_i/L} - 1 \right  \quad (i=1,2,3)$	$Y$ 和 $L$ 分别表示某一产业产值及其相对应从业人员, $i$ 取 1~3,表示第一、二、三产业
	产业高级化	第三产业产值/第二产业产值	——
集聚效率	人口集聚	$C = \frac{P_i/A_i}{P_n/A_n}$	$P_i、P_n$ 分别表示 $i$ 城市和其相对应的城市群的总人口, $A_i$ 和 $A_n$ 分别表示 $i$ 城市和其相对应城市群的土地总面积
	产业集聚	$Gini = \sum_i (s_i - x_i)^2$	$s_i$ 为 $i$ 城市某一产业从业人员数占该产业从业人员总数的比重, $x_i$ 为 $i$ 城市从业人员总数占其相对应城市群从业人员总数的比重

### 3. 实证模型

(1)小波神经网络。小波神经网络(wavelet neural network, WNN)是将离散小波变化和平移因子引入神经网络而形成的一种综合时间、样本与变量的人工神经网络方法,目前在土地利用和管理领域的多指标综合评价问题中已有涉及<sup>[15-16]</sup>。基于上述指标体系,本文尝试借助 Matlab2015a 构建 ULUE 测算的小波神经网络结构(图 2),过程如下:

①根据所建立的 ULUE 测算指标体系,对样本序

列 $(s_{k1}, s_{k2}, s_{k3}, s_{k4}, s_{k5}, s_{k6})$ 进行预处理,设定该三层反馈网络输入向量维度为 6,隐藏节点个数为 6,

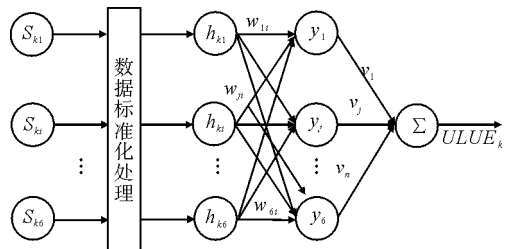


图 2 ULUE 测算的小波神经网络结构

输出向量为 1, 分别表示为  $(h_{k1}, h_{k2}, h_{k3}, h_{k4}, h_{k5}, h_{k6})$ 、 $(y_1, y_2, y_3, y_4, y_5, y_6)$  和  $ULUE_k$ , 训练精度为 0.001。

②对网络参数进行初始化, 根据训练结果将  $w_{ji}$  和  $v_j$  作为网络连接权值, 则第  $j$  个小波神经元的输入为  $I_{kj} = \sum_i^m w_{ji} h_{ki} i = 1, 2, \dots, 6$ ; 最后根据文献[16]中的开源代码, 得到该小波神经网络的 ULUE 指数为:  $ULUE_k = \sum_{j=1}^m v_j y_j \left( \frac{I_k(j) - b_j}{a_j} \right)$ , 其中,  $a_j$  和  $b_j$  分别为伸缩因子和平移因子。

(2)空间分异模型。探索性空间数据分析(exploratory spatial data analysis, ESDA)是通过对空间上具有依赖性 or 异质性的研究数据进行关联度测算并对其空间作用机制进行解译的一种科学手段<sup>[8,15]</sup>。常用的 ESDA 主要包括全局空间自相关(Global Spatial Autocorrelation)和局部空间自相关(Local Spatial Autocorrelation)。全局自相关用于探索 ULUE 区域整体空间关联及差异特征, 常用 Moran's  $I$  统计量表示, 公式为:

$$Moran's I_{全局} = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j \neq i}^n w_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{\sigma^2 \sum_{i=1}^n \sum_{j \neq i}^n w_{ij}} = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j \neq i}^n w_{ij} (x_i - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i)(x_j - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i)}{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i)^2 \sum_{i=1}^n \sum_{j \neq i}^n w_{ij}} \quad (1)$$

式(1)中:  $x_i, x_j$  分别表示空间地域单元  $i$  和  $j$  ULUE 指数, 且  $i \neq j$ ;  $w_{ij}$  表示空间权重矩阵;  $\bar{x}$  表示各地区 ULUE 平均值;  $\sigma^2$  表示 ULUE 方差;  $(x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})$  表示空间单元  $i$  和  $j$  ULUE 的相似性;  $n$  表示空间单元数量, 在本文中取 38。

局部空间自相关是为了进一步解释区域局部单元 ULUE 的空间非平稳和异质性特征, 常以 Local Morans'  $I$  统计量表示。在测算 ULUE 局部莫兰指数基础上, 绘制 Moran 散点图或 LISA 聚集图来探索区域一体化背景下 ULUE 的局部关联机制。

(3)空间回归分析。本文以 ULUE 的空间关联网络(权重矩阵形式)作为被解释变量, 通过构建如下空间计量模型定量考察区域一体化背景下 ULUE 空间关联的成因。

$$y = \rho W y + X \beta + \varepsilon \quad (2)$$

$$y = X \beta + (1 - \lambda W) \varepsilon \quad (3)$$

式(2)和式(3)分别为空间滞后模型(spatial lag model, SLM)和空间误差模型(spatial error model, SEM);  $y$  为被解释变量矩阵,  $X$  为解释变量矩阵; 参数  $\beta$  为各解释变量的估计系数;  $\rho$  为空间滞后变量的回归系数;  $\lambda$  为空间误差系数。

### 三、实证分析

#### 1. 空间关联格局

基于小波神经网络的基本原理, 借助 Matlab2015a 得到 2003—2015 年长江中游城市群 38 个城市的 ULUE 指数后, 运用 Arcgis 10.2 的 Jenks 最佳自然断裂法对其进行聚类 and 空间可视化(图 3)。长江中游城市群 ULUE 均值在考察期内呈波动上升态势, 效率指数在 2003—2015 年从 0.561 4 增长至 0.811 1, 年均增长 0.020 8。同时, 各子城市群及各城市效率指数在研究期内也都表现出不同幅度的增长趋势。空间格局上, ULUE 表现出显著的空间不均衡特征。从各子城市群来看, 总体表现出“南高北低”的空间格局。从各城市来看, 同一聚类区间内 ULUE 既以集聚形态出现于武汉城市群、环长株潭城市群和江淮城市群空间范围内, 又呈现以滁州、宜春等市为典型的离散分布。为进一步求证这种空间关系的存在, 本文采用空间分异模型对长江中游城市群 ULUE 的空间相关性展开进一步分析。

(1)全局空间关联。根据 Global Moran's  $I$  公式, 借助 GeoDa095i 软件计算出 2003—2015 年长江中游城市群 ULUE 空间全局自相关 Moran's  $I$  指数值(表 2)。Z 统计量检验结果显示, 除 2007 和 2009 年外, 其余时期 ULUE 的 Moran's  $I$  指数在 5% 检验水平下存在着显著的全局空间集聚效

应。这意味着长江中游城市群各城市之间存在临近效应,即某市的 ULUE 水平依赖于临近城市的 ULUE 水平。但是,这种空间集聚效应在 12 年间有减弱趋势( $Z$  统计检验值从 2001 年的 3.808 2 下降至 2015 年的 1.783 1)。且这种集聚程度的减弱趋势具有波动性。2003—2006 年, Moran's  $I$  指数由 0.526 0 减少为 0.101 8,降幅高达 80.64%。ULUE 空间差异不断扩大,由随机成分引起的空间集聚不断弱化。2008—2011 年间,集聚程度缓慢增加,2011 年后 ULUE 集聚程度增加速度有所加快, Moran's  $I$  指数由 2011 年的 0.152 8 增加至 2015 年的 0.226 3,但仍低于初期水平。

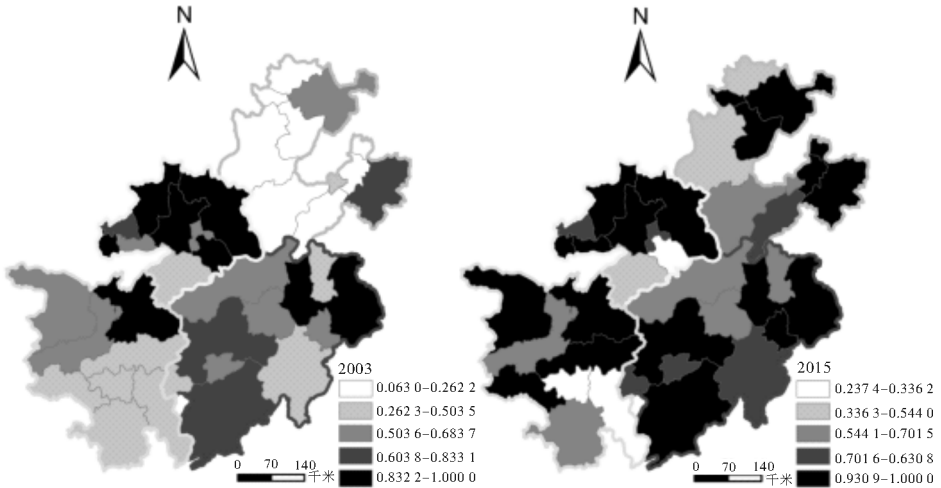


图 3 2003—2015 年长江中游城市群 ULUE 空间格局

表 2 2003—2015 年长江中游城市群 ULUE 全局 Moran's  $I$  指数

年份	2003	2005	2007	2009	2011	2013	2015
Moran's $I$	0.526 0	0.187 1	-0.030 7	-0.064 1	0.152 8	0.231 3	0.226 3
$E(I)$	-0.027 0	-0.027 0	-0.027 0	-0.027 0	-0.027 0	-0.027 0	-0.027 0

(2)局部空间关联。全局自相关反映的是 ULUE 的不同关联强度在地区间强弱相抵后的整体状态。为了进一步识别不同区域 ULUE 的聚集类型和位置,本文选用 Moran 散点图(图 4)和 LISA 集聚图(图 5)描述 2003—2015 年长江中游城市群 ULUE 的局部空间关联特征。

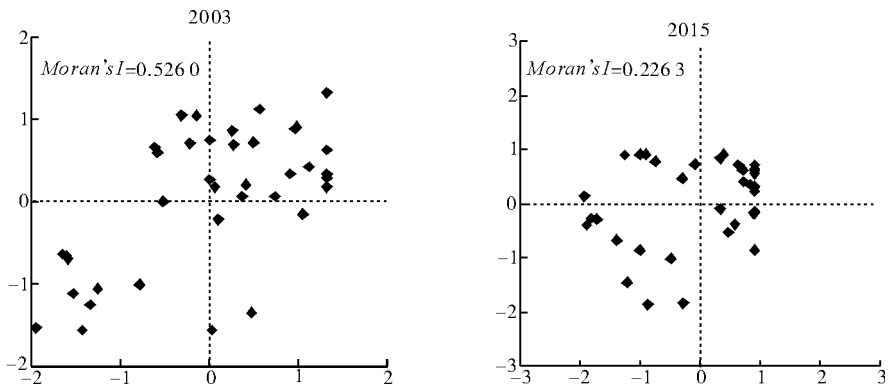


图 4 2003—2015 年长江中游城市群 ULUE 局部 Moran 散点分布

第一,从 Moran 散点数量情况来看:ULUE 呈正空间相关性的城市占比从 2003 年的 71.05% 下降为 2015 年的 63.16%。位于第一象限(High-High)的城市略有减少,第二象限(Low-High)的城市数量不断增加,这表明 ULUE 在地理空间上呈凝聚分布,且随着时间推移,ULUE 高值区持续增加,低值区不断减少,而第三象限(Low-Low)的城市则不断减少,表明大部分原低值区域正向高值区域

逐步过渡,第四象限(High-Low)城市数量不断增加,表示 ULUE 的空间异质性进一步增强。

第二,从 Moran 散点分布情况来看,研究期间,位于第三、四象限的城市倾向于向第一、二象限迁移。具体而言,第一、二和四象限内各点分布状态由分散向聚集过渡,各城市的局域 Moran's  $I$  值差距逐步减小,表明随着空间分布位置的聚集即区域一体化程度的提高,ULUE 的正相关性愈发显著,这些城市主要位于武汉城市群和环鄱阳湖城市群。而第三象限城市的分布状态从集聚趋向分散。

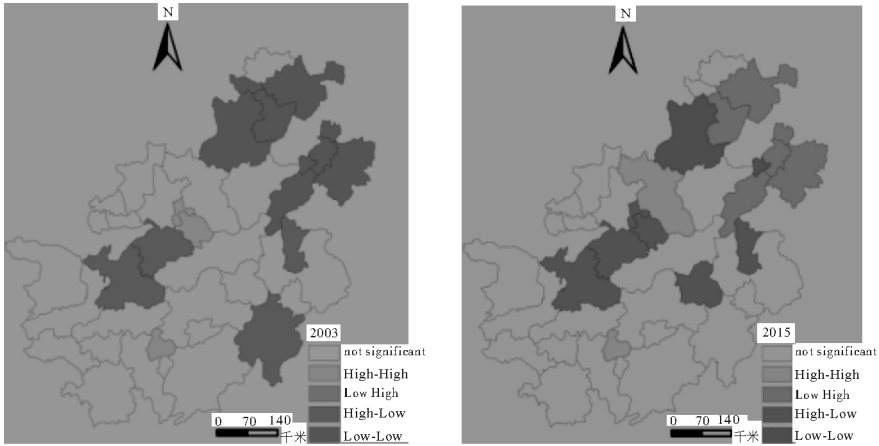


图 5 2003—2015 年长江中游城市群 ULUE 的 LISA 聚类

第三,从 LISA 聚类图来看,ULUE 的空间分布不均衡。整体来看,2003 年以来 ULUE 存在显著局部自相关的城市数量总体呈现上升趋势,比重由研究初期 36.84% 提高至末期的 44.74%。具体而言,各集聚类型的分布情况为:

①High-High 集聚区。该集聚区城市数量逐渐减少。除 2007 和 2009 年外,各个时期 High-High 集聚现象均为显著,形成了 ULUE 高值“热点区”,且 12 年间 High-High 集聚区在空间上的转移特征逐年显化。

②Low-High 孤立区。考察期间 Low-High 孤立区的城市数量及空间格局保持稳定,主要聚集于江淮城市群。2003 年后 L-H 异质区的数量开始增加,滁州、淮南、合肥、马鞍山等市退出 Low-Low 集聚区,新列入 Low-High 孤立区。但这类集聚区内 ULUE 与武汉、萍乡等“热点”城市的差距却不断扩大,应构建各种要素的内部联动机制和外部共享机制,拓宽高值集聚区空间溢出效应的扩散渠道,实现城市土地的有序开发、利用与管理。

③High-Low 孤立区。该区域主要集中于武汉城市群和环鄱阳湖城市群,考察期间这一孤立区在空间上基本保持连续且存在扩散趋势。2003 年后,High-Low 孤立区城市数量不断增加,抚州退出该孤立区的空间范围,南昌、鄂州及黄石成为 High-Low 孤立区。然而由于该区域临近 ULUE 高的黄冈等市,具有“被扩散”的地理优势,弱化了 High-Low 孤立区 ULUE 不断下降的趋势。

④Low-Low 集聚区。考察期间该集聚区的城市数量逐年减少,形成“集群—分散”的分布格局。区域发展基础较弱、资源禀赋较差,区位不优越等原因在一定程度上限制其 ULUE 快速增加,应加强对这一集聚区的技术支持以及要素投入强度,避免低值集聚现象持续出现。

通过上述研究发现,区域一体化下长江中游城市群 ULUE 间存在较强空间相互作用。

## 2. ULUE 空间关联的影响因素

(1)模型选择。在构建 ULUE 空间效应影响因素的空间面板模型的基础上,进一步运用 LM 与 R-LM 检验法对空间滞后模型(SLM)和空间误差模型(SEM)进行选择。如表 3 所示:2003、2015 年 Moran's  $I$  各为 0.194 0 和 0.106 4,分别在 5% 和 10% 的水平下显著;SLM 的 LM 检验及 Robust LM 不显著,表明该模型在 ULUE 空间效应中的解释能力较差。而 SEM 的 LM 检验和 Robust LM 分别通过了 10% 和 5% 的显著性水平检验,说明 ULUE 的空间关联性更侧重体现在空间误差上,因此,选

择空间误差模型(SEM)进行 ULUE 空间关联的影响因素分析。

(2)理论假设。从 ULUE 空间关联的结果来看,区域一体化背景下区域 ULUE 的空间关联性与地理因素相关,相邻地市间更有可能形成区域共同体,进而具有更显著的 ULUE 关联关系和空间溢出效应。另外,各城市间 ULUE 具有明显的空间分异特征,省会城市对周围地区并不直接产生 ULUE 的溢出效应,而且在研究期间,四个省会城市的 ULUE 呈现联动增长趋势。由此可以提出如下假设:第一,区域 ULUE 的空间关联特征可能与城市地理位置的邻近密切相关。第二,经济发展水平、发展阶段及发展方式相近城市的 ULUE 可能具有更为明显的空间关联特征,而发展方式差异大的各地市的 ULUE 可能并不直接相关联。在本研究中,用投资消费结构、经济开放度、产业结构和从业人员结构等指标的差异性来间接刻画各地区不同的发展水平和方式。这些指标的差异性为解释长江中游城市群 ULUE 空间关联和空间异质关系提供了重要的信息。基于以上假设可以得出,ULUE 的空间关联可能主要受五个因素的影响,分别是地理位置关系  $G$ 、固定资产投资总额占地区生产总值比重的差异  $KC$ 、进出口贸易额占地区生产总值比重的差异  $EO$ 、第三产业产值占地区生产总值比重的差异  $IS$  和城镇从业人员占地区总从业人员比重的差异  $ES$ 。在具体指标的设定和计算上,在 ULUE 地理位置关系矩阵中,若地理位置相邻则取 1,否则取 0。其余四个指标的值采用以下方法获得:首先计算 2003—2015 年间长江中游城市群及各子城市群对应指标的平均值,然后求取各市对应指标与平均值的绝对差异。数据均来源于相应年份的《中国城市统计年鉴》。

表 3 空间关联性检验

TEST	MI/DF		Value		Prob.	
	2003	2015	2003	2015	2003	2015
Moran's $I$ (error)	0.194 0	0.106 4	5.683 9	6.050 5	0.030 4	0.059 6
LM(lag)	1	1	0.312 1	0.486 0	0.576 4	0.485 7
Robust LM(lag)	1	1	0.080 1	0.048 3	0.368 1	0.826 1
LM(error)	1	1	12.247 7	9.458 3	0.008 7	0.004 1
Robust LM(error)	1	1	9.745 7	7.020 6	0.038 2	0.045 8

(3)假设验证。表 4 反映了 2003—2015 年间长江中游城市群 ULUE 空间关联性影响因素的估计结果。从整体来看,长江中游城市群地理位置相邻矩阵  $G$  的影响系数在 1% 的统计水平上显著为正,说明各城市之间地理位置的邻接性对 ULUE 空间关联和空间溢出存在正向影响,也从侧面反映出当前长江中游城市群的区域一体化主要是依托于城市间的地理上的地域集中,生产要素间更深层次的空间作用尚未显现。研究期间,ULUE 空间关联矩阵与反映城市发展状况的四个变量的相关系数均为负,说明发展方式的相近性是产生空间关联和空间溢出的重要影响因素。这一发现验证了本文关于 ULUE 空间关联影响因素的理论假设。其中,经济开放度  $EO$  对 ULUE 空间关联的影响最为深刻且显著。空间关联矩阵与投资消费结构差异  $KC$  和从业人员结构差异  $ES$  对 ULUE 空间联动的影响逐步凸显。2015 年长江中游城市群地区固定资产投资总额占地区生产总值比重达 0.528 4,比研究初期增加了 0.8 倍,资本的投入与保障是 ULUE 共同提升的根本动力之一。然而长江中游城市群一体化尚处初级发展阶段,资本主要以单向流动为主,区域间资本投入所形成的乘数效应仍不显著。而且,区域间合作机制和统一规划的缺失阻塞了乘数效应的空间传递渠道,成为 ULUE 空间关联水平进一步提高的障碍。分区域来看,在四个子城市群内,各指标对 ULUE 空间关联关系的影响程度存在明显差异。如城市间地理位置的邻近  $G$  和经济开放度  $EO$  及其交互作用是影响武汉城市群 ULUE 空间关联特征的主导因素。而对环鄱阳湖城市群而言,投资消费结构  $KC$  和产业结构  $IS$  相似的城市间更容易建立空间关联机制,并最终收敛于同一 ULUE 稳态水平。从各指标的估计结果来看, $G$ 、 $KC$  和  $IS$  三个因素的共同架构了地理位置和发展方式影响 ULUE 空间关联的主要内容框架,这一结果也显示了 ULUE 的空间关联具有“近水楼台先得月”和“门当户对”的特征。

表 4 ULUE 空间关联性影响因素的空间计量结果

回归系数	长江中游城市群		武汉城市群		环长株潭城市群		环鄱阳湖城市群		江淮城市群	
	OLS1	SEM1	OLS2	SEM2	OLS3	SEM3	OLS4	SEM4	OLS5	SEM5
G	0.487 0 (1.032 7)	0.705 3*** (4.277 6)	0.942 2 (1.591 0)	0.627 0*** (5.923 2)	0.441 3 (1.543 3)	0.221 5** (2.350 4)	0.123 1*** (3.095 4)	0.104 1*** (3.079 4)	0.197 0** (2.227 5)	0.213 6*** (3.010 4)
KC	-0.452 7 (-1.162 8)	-0.360 4** (-2.243 2)	-0.205 3 (-1.462 9)	-0.169 5*** (-3.375 6)	-0.210 9 (-1.171 7)	-0.017 5* (-1.934 2)	-0.114 2* (-1.775 3)	-0.194 9* (-1.849 6)	-0.242 7*** (-3.086 7)	-0.154 9 (-1.140 7)
EO	-0.744 9*** (-3.051 4)	-0.793 6*** (-6.051 4)	-0.882 0* (-1.933 8)	-0.484 1*** (-3.262 7)	-0.317 8 (-1.443 6)	-0.213 5 (-1.353 5)	-0.162 4** (-2.024 3)	-0.103 3* (-1.859 0)	-0.149 6* (-1.904 4)	-0.169 5*** (-2.976 9)
IS	-0.012 0 (-0.864 0)	-0.043 5 (-1.427 1)	-0.062 9 (-0.753 7)	-0.341 9** (-2.357 1)	-0.017 6 (-0.753 7)	-0.227 6*** (-2.775 9)	-0.065 3 (-0.974 6)	-0.174 3*** (-2.643 8)	-0.241 8*** (-3.904 8)	-0.210 4** (-2.042 2)
ES	-0.312 6* (-1.755 2)	-0.221 4* (-1.746 9)	0.142 4** (-1.991 3)	0.078 5 (-0.084 4)	-0.096 5* (-1.694 3)	-0.116 3 (-0.799 6)	-0.202 3 (-0.799 6)	-0.153 6 (-0.855 8)	-0.149 6 (-0.097 6)	0.034 8 (-0.027 7)

注：\*、\*\*、\*\*\* 分别表示在 10%、5%、1% 的水平上显著，括号内为  $t$  统计量值。

## 四、结论与启示

在揭示区域一体化与 ULUE 变化的作用机理后设计出区域一体化背景下 ULUE 测算指标体系，并将这一指标体系运用于 2003—2015 年长江中游城市群 ULUE 的测度中，同时在考虑空间效应的基础上，探索了区域一体化背景下 ULUE 的空间关联模式及其影响机理。研究表明：①2003—2015 年长江中游城市群及其各子城市群的 ULUE 整体呈上升趋势，但表现出显著的空间非均衡格局。②长江中游城市群 ULUE 并非随机分布，而是具有空间上的关联特征和集群趋势。且由于不同集聚区内扩散效应在空间上渗透不均衡，其关联性主要表现为空间依赖性和空间异质性。③长江中游城市群 ULUE 间的空间效应更多体现在空间误差项上。从 SEM 的估计结果中可以看出，作用于 ULUE 空间关联演化的驱动力主要是地理位置邻近、投资消费结构差异和产业结构差异。

基于上述结论，可以得出以下几点政策启示：第一，地方政府既有必要将空间关联作为区域 ULUE 协调提升的决策着力点，又应当创造更多的空间溢出条件作为重要决策目标。在此基础上，充分考虑区域间的空间关联性，努力构建四大城市群的内部联动机制和外部共享机制，形成各城市群产业错位、优势互补、联动发展、分工明晰的区域协同共进格局，依托区域相对优势实现城市土地利用水平的共同提升。第二，要针对长江中游城市群内不同城市在区域发展中的不同地位和作用以及在区域 ULUE 增长板块中的不同集聚模式，系统、有针对性地制定区域土地利用政策，通过“全局调控”和“精准调控”相结合来提升城市群整体和各子城市群内 ULUE 增长的空间协同性。具体而言，High-High 集聚区应创新发展，率先崛起，进一步激发空间溢出效应的“动力源”，在进一步增强 High-Low 和 Low-High 两类集聚区内 ULUE 传导功能的同时，还要为低效集聚区构建并优化接收高效集聚区 ULUE 空间溢出的接收平台。第三，地理位置相邻和发展条件相似的地区间更容易产生 ULUE 空间溢出效应，即 ULUE 的空间关联既具有“近水楼台先得月”的地理特征又兼具“门当户对”的空间效应。因此，积极推进区域一体化进程，转变落后地区的发展方式、促进区域之间经济发展水平的收敛，对进一步放大 ULUE 增长的空间溢出效应意义重大。

需要指出的是，虽然小波神经网络及空间分异测算模型可以更准确地揭示区域一体化背景下 ULUE 的空间关联和集聚特征，但小波神经训练样本、小波基函数、网络初始化参数等的选取都还有待改进与优化。同时本文并没有探讨区域一体化背景下 ULUE 空间关联的动态演变路径及未来发展趋势，也没有对区域一体化进行分解进而分析和比较不同维度区域一体化对 ULUE 的影响，这些都是本文后续研究的重要方向。



## 参 考 文 献

- [1] 杨爱平. 论区域一体化下的区域间政府合作——动因、模式及展望[J]. 政治学研究, 2007(3):77-86.
- [2] 王珏, 陈雯. 全球化视角的区域主义与区域一体化理论阐释[J]. 地理科学进展, 2013, 32(7):1082-1091.
- [3] WU C, WEI Y D, HUANG X, et al. Economic transition, spatial development and urban land utilization efficiency in the Yangtze River Delta, China [J]. Habitat international, 2017(63):67-78.
- [4] AROURI M, TEULON F, RAULT C. Equity risk premium and regional integration[J]. International review of financial analysis, 2013, 28(327):79-85.
- [5] DING C, LICHTENBER E. Land and urban economic growth in China[J]. Journal of regional science, 2011, 51(2):299-317.
- [6] 卢新海, 陈丹玲, 匡兵. 区域一体化对城市土地利用效率的影响——以武汉城市群为例[J]. 城市问题, 2018(3):19-26.
- [7] 陈丹玲, 卢新海, 匡兵. 长江中游城市群城市土地利用效率的动态演进及空间收敛[J]. 中国人口·资源与环境, 2018, 28(12):106-114.
- [8] 张雅杰, 金海. 长江中游地区城市建设用地利用效率及驱动机理研究[J]. 资源科学, 2015, 37(7):1384-1393.
- [9] 林雄斌, 马学广, 李贵才. 珠三角城市群土地集约利用评价及时空特征分析[J]. 中国人口·资源与环境, 2013(S2):134-137.
- [10] 杨清可, 段学军, 叶磊, 等. 基于 SBM-Undesirable 模型的城市土地利用效率评价——以长三角地区 16 城市为例[J]. 资源科学, 2014, 36(4):712-721.
- [11] 任秀金, 盖艾鸿. GIS 辅助下的城市土地集约利用评价——以黄三角城市群为例[J]. 中国农学通报, 2014(11):179-185.
- [12] 卢新海, 匡兵, 周敏. 城市建设用地利用效率的空间非均衡及影响因素[J]. 中国人口·资源与环境, 2016, 26(11):45-52.
- [13] 赵可, 张安录, 徐卫涛. 中国城市建设用地扩张驱动力的时空差异分析[J]. 资源科学, 2011, 33(5):935-941.
- [14] 狄乾斌, 孟雪. 基于非期望产出的城市发展效率时空差异探讨——以中国东部沿海地区城市为例[J]. 地理科学, 2017, 37(6):807-816.
- [15] 陈丹玲, 李菁, 胡碧霞. 长江中游城市群城市土地利用效率的空间关联特征[J]. 城市问题, 2018(9):55-64.
- [16] 卢新海, 陈丹玲, 匡兵. 区域一体化背景下城市土地利用效率指标体系设计及区域差异——以长江中游城市群为例[J]. 中国人口·资源与环境, 2018, 28(7):102-110.
- [17] 李立华. 区域乘数效应与中国区域协调发展机制的安排[J]. 经济评论, 2007(6):125-132.
- [18] 闫卫阳, 王发曾, 秦耀辰. 城市空间相互作用理论模型的演进与机理[J]. 地理科学进展, 2009, 28(4):511-518.
- [19] 孙大斌. 由产业发展趋势探讨我国区域经济一体化动力机制[J]. 国际经贸探索, 2003, 19(6):71-74.
- [20] 于斌斌. 产业结构调整如何提高地区能源效率? ——基于幅度与质量双维度的实证考察[J]. 财经研究, 2017(1):86-97.
- [21] 干春晖, 郑若谷, 余典范. 中国产业结构变迁对经济增长和波动的影响[J]. 经济研究, 2011(5):4-16, 31.
- [22] 梁流清, 翟彬, 樊鹏飞. 经济集聚与产业结构对城市土地利用效率的影响[J]. 地域研究与开发, 2017, 36(3):113-117.
- [23] 李郁, 殷江滨. 国外区域一体化对产业影响研究综述[J]. 城市规划, 2012, 36(5):91-96.
- [24] 张云飞. 城市群内产业集聚与经济增长关系的实证研究——基于面板数据的分析[J]. 经济地理, 2014, 34(1):108-113.
- [25] 许科研, 方一平. 近 56 年果洛州人口集中度变化及原因分析[J]. 世界科技研究与发展, 2009, 31(6):1159-1161.

(责任编辑:金会平)