

# 产业一体化与城市土地利用效率的交互影响研究

## ——基于长江中游城市群 2006—2018 年 27 个地级市相关数据的实证研究

葛 堃<sup>1</sup>, 邹 珊<sup>1</sup>, 卢新海<sup>2,3</sup>, 陈丹玲<sup>4</sup>, 匡 兵<sup>3</sup>

(1. 江西师范大学 城市建设学院/不动产研究所, 江西 南昌 330022;

2. 华中科技大学 公共管理学院, 湖北 武汉 430074; 3. 华中师范大学 公共管理学院, 湖北 武汉 430079;

4. 华中农业大学 公共管理学院, 湖北 武汉 430070)

**摘要:**从理论上架构产业一体化与城市土地利用效率(ULUE)交互影响的逻辑框架,在运用SVR算法测度产业一体化水平和ULUE的基础上,采用协整检验、面板误差修正模型(PVEM)以及面板向量自回归模型(PVAR)对产业一体化与ULUE之间的交互影响效应进行实证分析。结果显示:2006—2018年,长江中游城市群产业一体化水平与ULUE均呈逐步提高的态势,且二者空间格局具有集聚演化趋势的协调性,基本呈现出“一带一点”的空间格局。长江中游城市群产业一体化和ULUE之间存在长期均衡关系,且二者在短期内受到彼此波动冲击后能通过反向误差修正机制达到修正偏离的效果。产业一体化与ULUE之间存在双向因果关系,二者互为驱动,且长期内ULUE对产业一体化的影响程度要大于产业一体化对ULUE的影响程度。方差分解结果印证了这一结论。研究认为:因地制宜制定城市产业发展战略,发挥产业一体化对ULUE的促进作用,以实现高质量产城融合。采取长期策略,整体上推进区域产业一体化发展的深度与广度,制定科学合理的土地利用总体规划,推动城市土地向高效率、集约化方向发展。

**关键词:**产业一体化;ULUE;交互影响;PVEM模型;PVAR模型

**中图分类号:**F299.23 **文献标识码:**A **文章编号:**2095-0098(2021)05-0043-13

### 一、引言

产业一体化是各产业主体在区位选择的基础上进行产业空间重构,实现要素自由流动和组合配置的长期动态变化过程(卢新海等,2018a)<sup>[1]</sup>。城市土地作为产业一体化经济价值实现的作用客体,二者交互影响。一方面,产业一体化发展程度和规模发生变化,区域内生产要素的路径选择、交流频率和配比关系随之改变,并最终体现在城市土地开发利用格局上。另一方面,城市土地利用效率(ULUE)是产业一体化的运行载体与实质表现(马涛,2008)<sup>[2]</sup>。在产业一体化背景下,加快提升ULUE水平以及改善区域生态环境绩效,对于实现中国经济可持续发展和区域均衡发展等多重目标至关重要(Chen & Golley, 2014; Elsadig, 2012; Fare et al, 2007; 陈诗一, 2009; 钟成林等, 2019; 黄磊和吴传清, 2018)<sup>[3-8]</sup>。如何实现两者协调发展,更是区域经济学、土地管理学及经济地理学等学科研究的焦点话题。目前,学者们对产业一体化背景下ULUE的时空差异和影响因素等方面进行了大量研究。在时空差异上,龙开胜和李敏(2018)<sup>[9]</sup>运用数据包络分析法探讨了长三角城市群ULUE的特征。李璐等(2018)<sup>[10]</sup>分析了长江经济带ULUE的空间分异特征。在影响因素方面,既有研究认为政策、城市化、规模、社会、结构和环境因素是导致ULUE区域差异的主要原因(胡碧

**收稿日期:**2020-05-07

**基金项目:**国家自然科学基金青年项目(41901256);江西省教育厅科学技术研究项目(GJJ191710)

**作者简介:**葛 堃(1986-),男,江西奉新人,博士,讲师,研究方向为宏观经济管理与可持续发展;邹珊(通信作者)。

霞等,2018)<sup>[11]</sup>。聂雷等(2019)<sup>[12]</sup>认为城市类型、建设用地利用结构指标、地价、土地市场与经济发展水平也会对 ULUE 产生显著影响。总体来看,已有研究对于促进产业一体化发展,实现区域内土地集约利用发挥了一定的积极作用,但大多数研究仅仅将产业一体化作为宏观背景,没有系统揭示出产业一体化与 ULUE 的内在作用机理,且在研究区域的选择上多集中在经济相对发达的京津冀、长三角和珠三角等地,而忽略了其他区域。

本文在理论上构建产业一体化与 ULUE 交互影响的逻辑框架,以长江中游城市群 2006—2018 年相关数据为基础,利用 SVR 算法分别对其产业一体化水平和 ULUE 进行测度,并采用面板动态计量经济模型考察两者之间的整体关系和协同交互影响效应。最后结合 PVAR(面板向量自回归模型)对两者的交互影响关系进行进一步验证,旨在为长江中游城市群区域发展转型提供参考。

## 二、理论框架

### (一) 产业一体化对城市土地利用效率的作用机理

产业一体化是从以区域间空间联系为主的产业布局一体化到区域内产业要素流动一体化的长期纵向发展过程(马涛,2008;范剑勇,2004a;汤放华等,2018)<sup>[2,13-14]</sup>。其中要素一体化是产业布局一体化物质循环和能量交换的基础,产业布局一体化是要素一体化直接表现和主要见证的客体(卢新海等,2018a)<sup>[1]</sup>。土地作为产业一体化发展的运行载体,产业空间重构和要素转移会影响到城市土地利用效率(图 1)。具体而言:

第一,产业布局层面。产业布局一体化是指采取经济合作等手段引导各产业主体在趋利动机下实现逐步整合的过程。在这一过程中,产业规模效应、集聚效应、替代效应会显著改变城市土地利用效率。一方面,产业的合理规模、专业分工和结构优化能够促使产业不断向外延伸扩展,从而激发产业市场潜力(魏后凯,2007;韩峰和赖明勇,2016)<sup>[15-16]</sup>,凸显土地利用规模效应。同时,产业的集聚性会对周围地区产生一定的空间辐射效应(范剑勇,2004b)<sup>[17]</sup>,结合产业自身的空间溢出效应(陈国亮和陈建军,2012)<sup>[18]</sup>,两种效应的叠加作用将影响城市土地利用强度。此外,产业布局一体化能够增强产业部门内和不同产业间的关联性与协同性,促进产业与城市土地的耦合(Saavedra et al.,2018)<sup>[19]</sup>。最后,产业布局一体化有助于产业链重组和要素整合,促进产业结构合理化,推动城市土地向高效率、集约化方向发展(赵丹丹和胡业翠,2016)<sup>[20]</sup>。

第二,产业要素流动层面。首先,要素流动的速度、规模和路径不同,产业空间结构与城市土地利用格局也会存在差异。劳动力、资本等要素在区域空间内自由流动将提高配置组合效率,从而使产业作为系统性整体在区域上具有功能优化,以此要素转移形成的资源整合是推动产业一体化进程的必要因素(阎世平等,2010)<sup>[21]</sup>。要素流动也会具有空间关联性,高新技术能通过要素的空间溢出效应传递给周围地域,形成技术扩散,从而提高邻近城市的土地利用水平。其次,产业要素一体化进程中技术进步和效率改进也会对城市土地利用产生影响。一方面,要素在产业内和产业间自由转移,能够强化市场机制和资源配置功能(李善同等,2004)<sup>[22]</sup>,缓解生产要素市场扭曲状态并提高要素使用价格,这有利于企业技术创新效率提升,挤出落后企业以及降低地方环境污染,从而提高土地投入产出效率。另一方面,要素流动产生的集聚效应和关联效应会促进劳动力、资本等要素对土地等自然资源的替代作用,减少产业经济增长对传统土地利用方式的路径依赖,从而提高城市土地利用强度(谢贤君,2019)<sup>[23]</sup>。

### (二) 提高城市土地利用效率对产业一体化的正反馈

城市土地利用效率是检验产业一体化发展的试金石,也会作用于产业一体化(丁成日等,2018)<sup>[24]</sup>。城市土地作为产业结构布局、要素环境的空间约束和资源载体(周征帆和黄小勇,2014;吴永娇等,2019)<sup>[25-26]</sup>,其利用效率不仅可以反映产业发展的经济效益(李璐等,2018)<sup>[10]</sup>,也直接关系到产业一体化发展的进程,城市土地利用效率对产业一体化的影响集中表征在市场机制下的竞争效应、成本机制下的规模效应及政策手段下的协同效应(卢新海等,2018a)<sup>[1]</sup>。

竞争效应层面。在城市土地资源稀缺的条件下,城市土地利用效率的提高必然要求土地供给者借助市场竞争效应对产业进行筛选。为达到产业经济和环境效益最大化,土地供给者在理性思维驱动下会选择低投入高产出的行业(聂雷和邵子南,2019)<sup>[27]</sup>,从而实现同构性产业的优胜劣汰和对高污染、低效益企业的置换替代。此外,土地要素的结构配置会影响到产业的空间布局(杨忍等,2016)<sup>[28]</sup>。在竞争效应下,产业主体会根据土地价格变化和预期效益,灵活调整要素投入组合。一方面,当土地价格提高时,土地使用者会通

过提高土地利用效率来强化其他要素对土地资源的替代作用,从而推动产业结构优化和布局合理化,加速产业集群的崛起,促进产业一体化进程。另一方面,土地利用效率的提升能够通过配要素、调结构和优功能促进土地流转(陈坤秋等,2019)<sup>[29]</sup>,激发土地要素活力,实现土地稳预期效应,进而刺激产业用地集聚化发展,加速产业一体化进程。

规模效应层面。城市土地利用效率的提高首先体现在土地的节约集约利用,这有利于降低运输和交易成本,促进产业空间高效紧凑发展。在空间约束作用下,产业用地配置通过引导产业布局调整,促进产业规模化(张雯熹等,2019)<sup>[30]</sup>;其次,土地单位面积产出率的提高倒逼产业提升科技创新能力、丰富业态、加强产业间合作交流,从而促进产业结构优化和布局合理化;再者,城市土地利用效率的提升能够通过调节土地资源的经济供给对人流、物流及信息流产生吸纳效应(刘永旺等,2019;吴永娇等,2019)<sup>[31,26]</sup>,进而改变产业发展的方向、结构和布局,并最终影响到产业一体化发展的规模和速度(王庭东,2013)<sup>[32]</sup>。

协同效应层面。提高城市土地利用效率将进一步规范政府供地行为,通过调节产业用地总量与供应结构,借助价格机制与竞争机制,促进产业规模化与高质量发展(吴永娇等,2019)<sup>[26]</sup>。土地财政是政府推动产业经济发展的主要依赖(陈坤秋等,2019)<sup>[29]</sup>,土地用途管制能够有效遏制产业用地盲目扩张与粗放利用,实现产业高附加值和高产出发展。在土地财政和土地用途管制的政策工具协同作用下,地方政府通过创造良好的制度环境,吸纳人口、资本、信息向产业群集中,进而促进产业一体化发展。

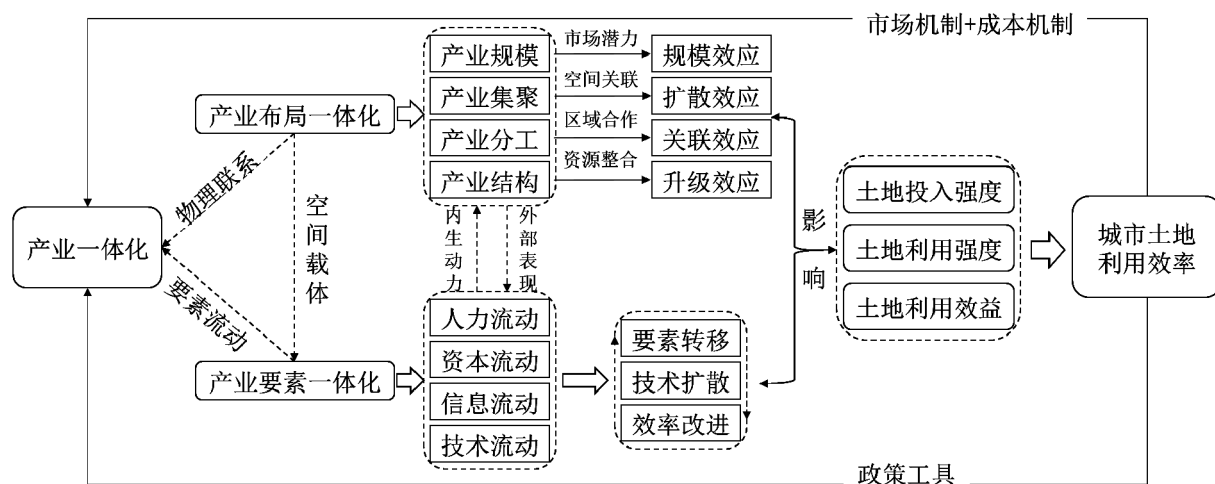


图1 产业一体化与 ULUE 的交互影响关系

### 三、实证研究

#### (一) 区域概况

长江中游城市群是以武汉城市圈、环鄱阳湖城市群以及环长株潭城市群为主的“三群合一”共同体,是中国重要的战略性区域(卢新海等,2018a)<sup>[1]</sup>。伴随着“一带一路”倡议的深入推进,长江中游城市群迎来了产业一体化发展的重要契机并切实取得了实质性进展,但是仍然存在其区域产业投入产出效率低下、协作机制不健全等问题,并最终导致了土地利用模式粗放(卢新海等,2018b)<sup>[33]</sup>。在产业发展与城市土地供需矛盾日益尖锐的现实背景下,如何实现产业一体化与 ULUE 的协同提升,已成为长江中游城市群亟需解决的重要问题。

#### (二) 实证模型

首先构建产业一体化和 ULUE 的测度体系,利用 SVR 算法刻画产业一体化水平与 ULUE 的整体格局;其次设计面板动态计量经济模型,以验证二者的交互影响关系。

1. SVR 算法。支持向量机(Support Vector Machine,简称 SVM)是平衡小样本回归模型精度和计算复杂度最为理想的方法,能够成功地避免指标维度缺陷和权重主观化问题,降低结构风险或经验风险,尤其适用于时间序列数据挖掘,与神经网络和多因素综合评价相比具有良好的泛化性能(陈莉等,2016)<sup>[34]</sup>。该算法的基本思想是利用核函数将低维数据映射到高维特征空间中,在高维空间里求解最优化函数(陈旭等,



2020)<sup>[35]</sup>。运用 SVM 算法构建产业一体化水平和 ULUE 预测模型,操作软件为 Matlab2015a。具体步骤如下:(1)标准化处理各评价指标数据,依据陈莉等(2016)<sup>[34]</sup>等提供的开源代码,确定指标最优分类函数;(2)SVM 模型预测精度受 RBF 核函数  $\sigma$ ,不敏感损失函数系数  $\varepsilon$  和惩罚因子 C 等隐形参数影响较大,其中,参数  $\sigma$  关系函数的径向作用范围,参数  $\varepsilon$  控制不敏感区域,参数 C 决定误差宽容度,借助最优分类函数设定内部参数( $\sigma, \varepsilon, C$ )。(3)量化评价预测值  $a_i$  与目标值  $y$  之间的关系,经过反复迭代,获得各指标的最合理权重  $w_i$  和关联函数  $f$ ;(4)利用  $y = \sum_{i=1}^n a_i w_i + \frac{f(a_i)}{V/C}$  公式测算产业一体化水平(II)和城市土地利用效率(ULUE)指数。

2. 长期均衡关系模型和面板误差修正模型。本文构建面板误差修正模型,进一步判断二者之间的交互影响关系,包括交互影响关系的方向和长、短期类型。操作环境为 Stata16.0,首先构建如下长期均衡分析模型:

$$\begin{cases} \ln ULUE_{i,t} = a_i^{b \rightarrow a} + \beta_i^{b \rightarrow a} \ln II_{i,t} + \xi_{i,t}^{b \rightarrow a} \\ \ln II_{i,t} = a_i^{a \rightarrow b} + \beta_i^{a \rightarrow b} \ln ULUE_{i,t} + \xi_{i,t}^{a \rightarrow b} \end{cases} \quad (1)$$

其中,  $i=1,2,3,\dots,N$  代表不同的地区;  $t$  代表样本年度;  $a, b$  分别代表 ULUE 和产业一体化,箭头“ $\rightarrow$ ”代表方向,即  $a \rightarrow b$  表示 ULUE 对产业一体化的影响方向,  $b \rightarrow a$  表示产业一体化对 ULUE 的影响方向;  $a_i$  表示各面板单位的协整关系中存在不同的固定效应;  $\beta_i$  表示各面板单位的协整系数;  $\xi_{i,t}$  表示残差项。

本文应用 EG 两步法构建 PECM,模型如下:

$$\begin{cases} \Delta \ln ULUE_{i,t} = C_i^{b \rightarrow a} + \lambda_i^{b \rightarrow a} ECM_{i,t-1}^{b \rightarrow a} + \beta_i^{b \rightarrow a} \ln II_{i,t-1} + \sum_{j=1}^k \theta_{i,j}^{b \rightarrow a} \Delta \ln ULUE_{i,t-j} + \sum_{j=1}^k \gamma_{i,j}^{b \rightarrow a} \Delta \ln II_{i,t-j} + \zeta_{i,t}^{b \rightarrow a} \\ \Delta \ln II_{i,t} = C_i^{a \rightarrow b} + \lambda_i^{a \rightarrow b} ECM_{i,t-1}^{a \rightarrow b} + \beta_i^{a \rightarrow b} \ln ULUE_{i,t-1} + \sum_{j=1}^k \theta_{i,j}^{a \rightarrow b} \Delta \ln II_{i,t-j} + \sum_{j=1}^k \gamma_{i,j}^{a \rightarrow b} \Delta \ln ULUE_{i,t-j} + \zeta_{i,t}^{a \rightarrow b} \end{cases} \quad (2)$$

其中,  $\Delta$  表示一阶差分;  $\lambda_i ECM_{i,t-1}$  为 PECM 的误差修正项,  $ECM_{i,t-1}$  为非误差均衡,它与式(1)中的残差项存在如下关系:  $ECM_{i,t-1}^{b \rightarrow a} = \xi_{i,t}^{b \rightarrow a}$ 、 $ECM_{i,t-1}^{a \rightarrow b} = \xi_{i,t}^{a \rightarrow b}$ ;  $\lambda_i$ 、 $\beta_i$ 、 $\theta_{i,j}$ 、 $\gamma_{i,j}$  是需要估计的系数,其中  $\lambda_i$  和  $\beta_i$  是长期影响关系系数,  $\theta_{i,j}$  和  $\gamma_{i,j}$  是短期影响关系系数;  $k$  是依据 AIC 和 BIC 最小准则所确定的最优滞后阶数;  $\zeta_{i,t}$  表示残差项。

变量之间影响关系类型能通过 PECM 确定:①若式(2)中  $\gamma_{i,j}^{b \rightarrow a}$  和  $\gamma_{i,j}^{a \rightarrow b}$  均显著不为零,则产业一体化与 ULUE 存在短期双向的因果关系;如果  $\gamma_{i,j}^{b \rightarrow a}$  显著不为零且  $\gamma_{i,j}^{a \rightarrow b}$  显著为零,则产业一体化对 ULUE 存在短期单向的因果关系;若  $\gamma_{i,j}^{b \rightarrow a}$  显著为零且  $\gamma_{i,j}^{a \rightarrow b}$  显著不为零,则 ULUE 对产业一体化存在短期单向的因果关系;如果  $\gamma_{i,j}^{b \rightarrow a}$  和  $\gamma_{i,j}^{a \rightarrow b}$  均显著为零,则两者相互独立。②长期影响关系可以由  $\lambda_i$  和  $\beta_i$  的显著性来检验。 $\lambda_i$  代表非均衡的偏离误差影响,  $\beta_i$  代表变量之间的影响效应。先看  $\lambda_i$ ,当  $\lambda_i = 0$  时,说明变量之间不存在长期协整关系;当  $\lambda_i \neq 0$  时,说明变量之间存在长期稳定的协整关系。具体来看:若  $\lambda_i < 0$  并且显著,则说明存在反向修正机制,这是因为  $ECM_{i,t-1}$  是上一期变量对均衡状态的偏离,如果  $ECM_{i,t-1} > 0$ ,表明上一期变量向上偏离均衡,由于此时  $\lambda_i ECM_{i,t-1} < 0$ ,意味着  $\lambda_i$  将变量向下拉动,使之趋于均衡;如果  $ECM_{i,t-1} < 0$ ,表明上一期变量向下偏离均衡,由于此时  $\lambda_i ECM_{i,t-1} > 0$ ,意味着  $\lambda_i$  将迫使变量上升,使之恢复均衡。同时,  $\lambda_i$  的绝对值体现了变量收敛到其长期均衡速度的快慢。再看  $\beta_i$ ,  $\beta_i^{b \rightarrow a}$  和  $\beta_i^{a \rightarrow b}$  分别描述了产业一体化对 ULUE 的长期效应和 ULUE 对产业一体化的长期效应,若  $\beta_i > 0$  并且显著,则说明变量之间存在约束效应、互为因果;如果  $\beta_i < 0$  并且显著,则说明某一变量的变动会带来其他变量的反方向运动;若  $\beta_i$  不显著,则说明变量之间没有因果关系。

3. PVAR 估计。本文构造面板向量自回归(PVAR)模型进一步考察产业一体化和 ULUE 的互动影响关系,操作环境为 Stata16。PVAR 估计分三个步骤:首先进行动态面板广义矩估计,然后构建脉冲响应函数,最后是方差分解(杨友才等,2019)<sup>[36]</sup>。由于长期均衡模型和面板误差修正模型能够充分论证产业一体化和 ULUE 之间的动态回归关系,因此此处内容的重点在于后两部分。

### (三) 指标体系

1. 产业一体化(II)测度。产业布局一体化表现在产业扩张、产业集群、产业分工与产业升级(卢新海等,2018a)<sup>[1]</sup>。区域内劳动力、资金、信息和技术等要素的路径选择、交流频率和配比关系发生变化,产业发展模式和形态也会随之改变,从而影响产业一体化进程。从产业布局一体化和要素一体化两个方面选择 8 个

指标建立 II 评价指标体系(汤放华,2018)<sup>[14]</sup>。

2. 城市土地利用效率(ULUE)测度。以投入-过程-产出的角度,从土地的投入强度、利用强度和利用效益三个方面确定 6 个指标,建立 ULUE 评价指标体系(刘浩等,2011)<sup>[37]</sup>,如表 1 所示。

表 1 测算指标体系

目标层	指标层	计算依据
II	A—布局一体化	—
	A <sub>1</sub> —产业扩张	规模以上工业企业个数
	A <sub>2</sub> —产业集群(产业集聚度)	$Gini = \sum (s_i - x_i)^2$ (i 取 2-3)
	A <sub>3</sub> —产业分工(产业结构相似度)	$S_{ij} = \frac{\sum (x_{ik} \times x_{jk})}{\sqrt{(\sum x_{ik} \times \sum x_{jk})}}$ (k 取 2-3)
	A <sub>4</sub> —产业升级(产业高级化指数)	IQ = 地区第三产业/第二产业产值
	B—要素一体化	—
	B <sub>1</sub> —人口流动	客运总量/总人口
	B <sub>2</sub> —资金流动	实际利用外资额
	B <sub>3</sub> —信息流动	邮电业务总量
	B <sub>4</sub> —技术流动	科技人员总数
	I—土地投入强度	—
	I <sub>1</sub> —单位面积固定资产投资额	固定资产总投资额/占地面积
	I <sub>2</sub> —单位面积二、三产业从业人口数	二、三产业总从业人口数/占地面积
	M—土地利用强度	—
	M <sub>1</sub> —人均建设用地面积	建设用地面积/总人口
	M <sub>2</sub> —工业用地占比	工业用地面积/建设用地面积
	N—土地利用效率	—
	N <sub>1</sub> —单位面积二、三产业产值	二、三产业产值/占地面积
ULUE	N <sub>2</sub> —园林绿地覆盖面积比重	园林绿地覆盖面积/占地面积

注:  $S_i$  = 第 i 产业中 i 地区就业人数/该产业总就业人数。  $x_i$  = 地区就业人数/该城市群总就业人数;  $x_{ik}$  和  $x_{jk}$  分别表示 i 地区和其所在的城市群 j 第 k 产业产值。

本研究使用的面板数据覆盖了环鄱阳湖城市群(上饶、抚州、宜春、景德镇、吉安、鹰潭、新余、九江、萍乡、南昌),环长株潭城市群(娄底、益阳、常德、岳阳、衡阳、湘潭、株洲、长沙)和武汉城市圈(天门、潜江、仙桃、咸宁、孝感、黄冈、鄂州、黄石、武汉)的 27 个地级市,时间跨度从 2006 年到 2018 年,数据均来源于《中国城市统计年鉴》及各省统计年鉴,个别缺失值采用平均值法填补,并采用标准化法进行处理。

## 四、实证结果与分析

### (一) 产业一体化与 ULUE 的时空演变

测算产业一体化指数与 ULUE 后,以 2006 年、2012 年和 2018 年为时间节点,采用 Arcgis10.6 方法对测算结果进行空间化展示(图 3)。

从产业一体化与 ULUE 的时序变化来看,长江中游城市群产业一体化水平和 ULUE 均呈逐年提升的态势,且比初期水平有相当大幅度的提高。其中产业一体化平均值由 0.3154 增长至 0.6207,年均增长率为 5.8%。其原因可能是区域内一直在积极构建产业共同体,优化空间结构,畅通要素流动渠道,建立合作交流机制。ULUE 平均值由 0.3042 增长至 0.6238,年均增长 6.2%。这主要是因为“十一五”规划明确要求严守

耕地数量和质量红线,不能随意改变土地用途,减少产业经济增长对传统土地利用方式的路径依赖,注重存量土地质量和内涵的开发,推动城市土地向节约集约方向发展。从空间分异特征来看,2006 年产业一体化水平呈现较为分散的空间格局,除武汉、长沙、吉安等处于产业一体化发展最前沿外,大部分地区处于中低水平,而到 2012 年产业化水平出现极其明显的分层集聚现象,基本呈现出“一带一点”的空间架构。即以环长株潭带的长沙市、鄱阳湖城市带的抚州市、武汉城市带的孝感市为高水平集聚地,与规划文件提出的区域产业发展战略具有高度一致性。ULUE 的空间分布格局与产业一体化类似,具有空间集聚性。由图 2 可知,产业一体化与 ULUE 平均值的线性趋势保持高度一致,初步判断两者之间可能存在一定联系。因此,在对产业一体化和 ULUE 进行时空演变分析的基础上,将进一步基于产业一体化与 ULUE 的交互影响关系,对二者之间的内在机理进行实证分析。

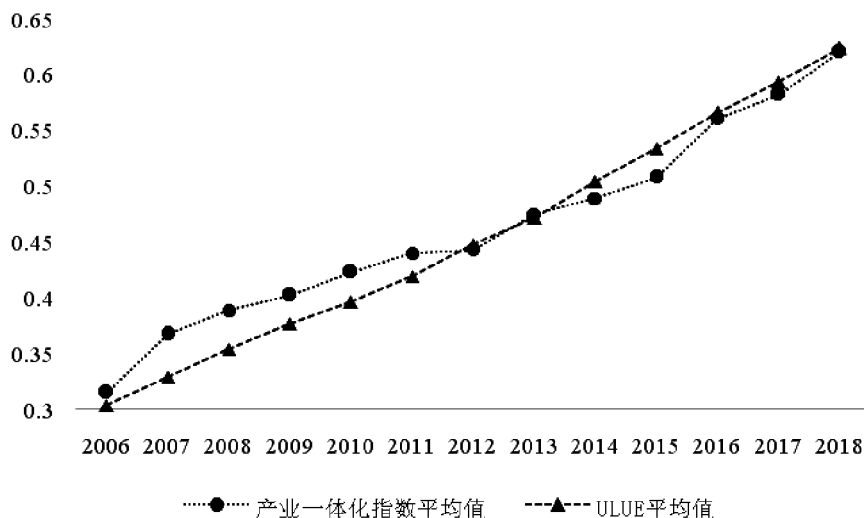


图 2 产业一体化与 ULUE 的时序变化

## (二) 产业一体化与 ULUE 的交互影响

1. 面板单位根检验。为避免非平稳时间序列在建模时出现的“伪回归”问题,同时面板协整检验的数据序列要求是同阶单整,因此,单位根检验是面板模型回归分析的必要步骤(陈海燕,2019)<sup>[38]</sup>。鉴于目前研究主要有以 LLC 为主的同根检验和以 IPS、ADF - Fisher、PP - Fisher 为主的异根检验(刘永旺等,2019)<sup>[31]</sup>,考虑到单一方法可能产生偏差,为提高检验功效,同时采用 LLC、IPS、ADF - Fisher 和 PP - Fisher 四种方法对研究区域产业一体化与 ULUE 的面板数据进行平稳性检验。从表 2 可知,环鄱阳湖城市群和长江中游城市群产业一体化与 ULUE 的水平值均全部通过显著性检验,而武汉城市圈和环长株潭城市群的产业一体化与 ULUE 单位根检验结果不是太好。但是四大城市群的一阶差分序列均显著拒绝原假设,即差分序列为一阶单整,说明产业一体化与 ULUE 存在长期有效协整关系,满足进行协整检验条件。

表 2 面板单位根检验结果

统计量	长江中游城市群		环鄱阳湖城市群		武汉城市圈		环长株潭城市群	
	lnulue	lnii	lnulue	lnii	lnulue	lnii	lnulue	lnii
水平值	LLC	-9.535 ***	-5.013 ***	-8.026 ***	-3.665 ***	-4.661 ***	-2.726 ***	-2.649 ***
	IPS	-1.799 **	-2.208 **	-1.860 **	-3.367 ***	-1.122	-0.384	0.136
	ADF - Fisher	76.337 **	83.603 ***	37.739 ***	48.824 ***	23.25	19.166	15.349
	PP - Fisher	93.614 ***	101.384 ***	45.772 ***	71.278 ***	28.938 **	19.349	18.904
一阶 差分	LLC	-12.274 ***	-16.643 ***	-8.376 ***	-12.465 ***	-6.471 ***	-7.908 ***	-6.220 ***
	IPS	-6.619 ***	-8.489 ***	-5.292 ***	-7.831 ***	-3.064 ***	-3.959 ***	-2.944 ***
	ADF - Fisher	134.874 ***	157.235 ***	62.022 ***	75.540 ***	38.224 ***	48.040 ***	34.629 ***
	PP - Fisher	231.317 ***	258.593 ***	100.179 ***	100.019 ***	71.220 ***	108.077 ***	59.919 ***

注:\*\*\*、\*\*、\* 分别表示在 1%、5% 和 10% 的显著性水平下拒绝原假设。下同。

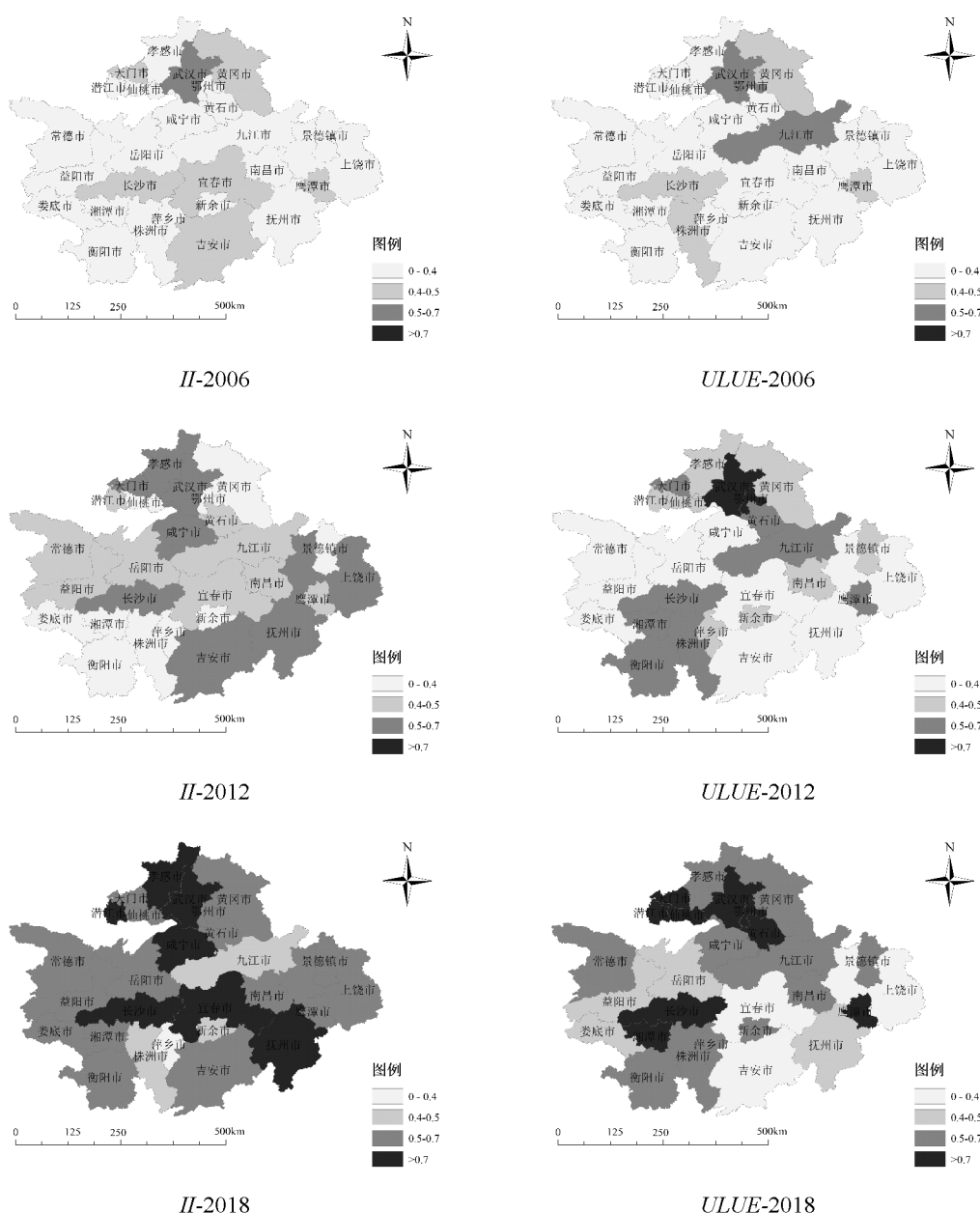


图3 产业一体化与 ULUE 的空间分区

2. 面板协整检验。针对异质面板数据的协整检验, Pedroni 在 EG 两步法回归残差的基础上提出 7 个统计量, 其中 4 个组内统计量, 3 个组间统计量。组内统计量和组间统计量原假设均为不存在协整关系, 但各自的备择假设有所不同, 组内统计量的备择假设允许横截面单元的协整关系系数一致, 而组间统计量则要求协整关系系数不同(刘舜佳, 2008)<sup>[39]</sup>。为了避免由于设置的备择假设不同而影响结论, 且为了在不同程度上提高协整检验效果和预测准确性, 本文同时使用这 7 个统计量考察产业一体化与 ULUE 之间是否存在协整关系。如表 3 所示, 组内统计量的 Panel - rho、Panel - pp、Panel - ADF 和组间统计量的 Group - rho、Group - pp、Group - ADF 均通过了显著性检验, 只有 Panel - v 没有通过。但 Pedroni 指出在小样本数据中, Panel - ADF 和 Group - ADF 统计量性质最好, Panel - v 和 Group - rho 统计量性质最差, 而本研究四大城市群的 Panel - ADF 和 Group - ADF 统计量均通过 1% 显著性水平, 这说明 Panel - v 统计量没通过显著性检验并不影响最终研究结论, 即在长期内, 产业一体化与 ULUE 存在着显著的长期均衡关系。



表 3 面板协整检验结果

Panel 统计量	长江中游城市群	环鄱阳湖城市群	武汉城市圈	环长株潭城市群	Group 统计量	长江中游城市群	环鄱阳湖城市群	武汉城市圈	环长株潭城市群
v	-0.713	1.300 *	-0.781	-0.325	rho	-2.553 ***	-3.042 ***	-1.581 *	-1.324 *
rho	-5.892 ***	-5.245 ***	-2.835 ***	-3.680 ***	PP	-8.473 ***	-14.884 ***	-4.236 **	-3.953 ***
PP	-6.281 ***	-7.013 ***	-3.121 ***	-3.778 ***	ADF	-7.035 ***	-12.088 ***	-3.839 ***	-3.617 ***
ADF	-5.653 ***	-6.449 ***	-2.890 ***	-3.539 ***					

注:除 Panel v 为右尾检验外,其余检验统计量均为左尾检验。

3. 交互影响关系分析。(1)长期交互影响关系分析。由表 4 和表 5 的估计结果可知,误差修正系数  $\lambda_i$  均显著为负,且产业一体化与 ULUE 的长期影响系数  $\beta_i$  均显著为正,说明产业一体化和 ULUE 之间存在互为因果的长期关系和作用方向相同的交互调整效应。具体地,对长江中游城市群整体来说,产业一体化对 ULUE 的  $\lambda_i$  在 5% 的水平上显著为负,说明存在反向误差修正机制,如果上一年度的 ULUE 低于长期均衡值,此时出现负误差  $ECM_{i,t-1} < 0$ ,则误差修正项  $\lambda_i ECM_{i,t-1}$  为正,这使得本年度 ULUE 将增加,并向长期均衡趋近;如果上一年度的 ULUE 高于均衡值,此时存在正误差  $ECM_{i,t-1} > 0$ ,则误差修正项  $\lambda_i ECM_{i,t-1}$  为负,促使本年度 ULUE 逐步减少,直到恢复均衡。ULUE 对产业一体化的  $\lambda_i$  在 1% 的水平上显著为负,说明存在反向修正作用。在面板误差修正模型中,变量的波动涵盖两部分内容:一是非均衡的偏离误差影响,二是其他变量的影响。从非均衡的偏离误差影响来看,在短期内,产业一体化和 ULUE 之间的关系可能偏离长期均衡状态,但  $\lambda_i$  的绝对值相对较大,表明由短期偏离调整到长期均衡水平的反应速度较快。此外,误差修正项系数  $\lambda_i^{b \rightarrow a} < \lambda_i^{a \rightarrow b}$ ,说明产业一体化由短期偏离收敛到长期均衡关系的速度要明显快于 ULUE 回归均衡关系的速度。从其他变量的影响效应来看,产业一体化影响 ULUE 的长期效应(0.0649)为正,ULUE 影响产业一体化的长期效应(0.4206)也为正,意味着产业一体化与 ULUE 之间互为驱动、相互促进。

分区域来看,三个城市群的产业一体化和 ULUE 之间均存在反向修正机制,进一步验证了两者之间长期稳定的协整关系,即使产业一体化与 ULUE 出现短暂偏离,也会快速恢复到均衡状态。同时,从偏离误差影响程度来看,产业一体化由短期偏离收敛恢复到长期均衡关系的速度要明显快于 ULUE。在产业一体化和 ULUE 之间的长期影响关系方面,产业一体化与 ULUE 的长期影响系数均显著为正,这意味着产业一体化与 ULUE 之间存在互为因果的长期关系和作用方向相同的交互调整效应,这一点与长江中游城市群的情况一致。并且通过比较系数大小( $\beta_i^{b \rightarrow a} < \beta_i^{a \rightarrow b}$ ),可知 ULUE 对产业一体化的影响程度要大于产业一体化对 ULUE 的影响程度。

(2)短期交互影响关系分析。对长江中游城市群来说, $\gamma_{i,j}^{b \rightarrow a}$  (0.1069)和  $\gamma_{i,j}^{a \rightarrow b}$  (0.1810)均显著拒绝零假设,表明产业一体化与 ULUE 存在短期双向因果关系,即产业一体化的短期变化会引起 ULUE 的短期变化,反之同理。同时, $\gamma_{i,j}^{a \rightarrow b}$  在滞后一期(0.2257)和滞后二期(0.1371)均显著拒绝零假设,这说明 ULUE 对产业一体化的短期影响还具有一定的持续性。

分区域来看,环鄱阳湖城市群  $\gamma_{i,j}^{b \rightarrow a}$  (0.2573)和其滞后二期值(0.1162)均显著拒绝零假设, $\gamma_{i,j}^{a \rightarrow b}$  在滞后二期(0.3152)显著拒绝零假设,表明产业一体化与 ULUE 存在短期双向因果关系;并且产业一体化对 ULUE 的短期影响具有一定持续性,而 ULUE 对产业一体化的短期影响具有一定的滞后性。武汉城市圈  $\gamma_{i,j}^{b \rightarrow a}$  在滞后二期(0.0768)显著拒绝零假设,但  $\gamma_{i,j}^{a \rightarrow b}$  却不显著,同样地,环长株潭城市群  $\gamma_{i,j}^{b \rightarrow a}$  在滞后四期(0.5147)显著拒绝零假设, $\gamma_{i,j}^{a \rightarrow b}$  不显著,这说明环长株潭城市群和武汉城市圈均存在产业一体化对 ULUE 的单向因果关系,并且此单向影响存在滞后性。

表 4 面板误差修正模型回归结果(产业一体化对 ULUE 的影响)

变量	长江中游城市群		环鄱阳湖城市群		武汉城市圈		环长株潭城市群	
	$\Delta \ln ULUE$	P 值	$\Delta \ln ULUE$	P 值	$\Delta \ln ULUE$	P 值	$\Delta \ln ULUE$	P 值
ECM(-1)	-0.1224 **	0.0110	-0.2540 **	0.0280	-0.0558 *	0.0990	-0.1267 *	0.0670
lnII(-1)	0.0649 *	0.0930	0.1845 **	0.0480	0.0011 *	0.0800	0.2203 **	0.0030
$\Delta \ln ULUE(-1)$	0.0345	0.6480	0.1006	0.3400	-0.2102 **	0.0460	0.1448	0.1670
$\Delta \ln ULUE(-2)$	-0.0384	0.4040	0.2434	0.1420	-0.1786 **	0.0180	-0.0803	0.3670
$\Delta \ln ULUE(-3)$	—	—	—	—	-0.1173 *	0.0830	—	—



变量	长江中游城市群		环鄱阳湖城市群		武汉城市圈		环长株潭城市群	
	$\Delta \ln ULUE$	P 值	$\Delta \ln ULUE$	P 值	$\Delta \ln ULUE$	P 值	$\Delta \ln ULUE$	P 值
$\Delta \ln II$	0.1069 *	0.0510	0.2573 ***	0.0050	0.0478	0.4040	0.0273	0.6520
$\Delta \ln II(-1)$	0.0061	0.8590	-0.0268	0.6210	0.0521	0.2800	-0.2001	0.2150
$\Delta \ln II(-2)$	0.0102	0.8190	0.1162 *	0.0530	0.0768 *	0.0940	-0.2985	0.1670
$\Delta \ln II(-3)$	0.0173	0.6840	-0.0181	0.7090	—	—	0.0574	0.8900
$\Delta \ln II(-4)$	-0.0433	0.1460	-0.0076	0.7720	—	—	0.5147 *	0.0440
_cons	0.0112	0.6740	-0.0564	0.1690	0.0464 **	0.0480	0.1936 *	0.0780
$R^2$	0.5787		0.7611		0.6487		0.6313	
obs	216		80		81		64	

表5 面板误差修正模型回归结果(ULUE对产业一体化的影响)

变量	长江中游城市群		环鄱阳湖城市群		武汉城市圈		环长株潭城市群	
	$\Delta \ln II$	P 值	$\Delta \ln II$	P 值	$\Delta \ln II$	P 值	$\Delta \ln II$	P 值
ECM(-1)	-0.5723 ***	0.0000	-0.8242 ***	0.0000	-0.5865 **	0.0300	-0.5219 **	0.0430
$\ln ULUE(-1)$	0.4206 ***	0.0000	0.6995 ***	0.0000	0.5632 **	0.0020	0.3641 **	0.0250
$\Delta \ln II(-1)$	-0.2035 **	0.0460	0.0415	0.7970	-0.3595 *	0.0790	0.2924 *	0.0590
$\Delta \ln II(-2)$	—	—	0.3178 **	0.0150	-0.2442 **	0.0260	0.0632	0.6820
$\Delta \ln II(-3)$	—	—	0.1749	0.1760	—	—	—	—
$\Delta \ln ULUE$	0.1810 *	0.0840	0.5609	0.1420	0.1368	0.5990	0.0029	0.9510
$\Delta \ln ULUE(-1)$	0.2257 **	0.0250	-0.2563	0.1370	-0.4308	0.2030	-0.2478	0.2030
$\Delta \ln ULUE(-2)$	0.1371 *	0.0760	0.3152 *	0.0980	-0.1254	0.6270	-0.2704	0.1330
$\Delta \ln ULUE(-3)$	-0.0429	0.5140	-0.0262	0.8700	-0.1045	0.6090	-0.1617	0.1500
$\Delta \ln ULUE(-4)$	—	—	-0.3195	0.2470	-0.0898	0.6690	-0.1594	0.3380
_cons	-0.0216	0.6210	0.0293	0.7000	0.0682	0.4060	0.0012	0.9860
$R^2$	0.4658		0.5923		0.5051		0.3469	
obs	243		80		72		64	

在参数估计之前,参考 Andrews & Lu(2001)提出的 AIC、BIC 和 HQIC 三个信息准则确定 PVAR 模型的最优滞后阶数,以此构造 PVAR 模型,并在此基础上通过了 PVAR 模型稳定性检验(图4)和 Granger 因果检验。

通过构造脉冲响应函数(图5)可知:对长江中游城市群整体而言,短期内,在受到产业一体化一个正向冲击后,ULUE 在第1期呈现出较为明显的正向响应趋势,但紧接着波动下行到负值,再上扬为正值,至第2期趋近平缓。这意味着产业一体化在较低水平时,其对 ULUE 的影响随着产业一体化水平的提升而增强,但当产业一体化发展水平较高时,其对 ULUE 的影响将降低。环鄱阳湖城市群在受到产业一体化一个正向冲击后,ULUE 的响应轨迹和长江中游城市群类似,但当环长株潭城市群和武汉城市圈在受到产业一体化一个正向冲击后,ULUE 在第1期呈现出较为微弱的负向响应趋势,但随后上扬为正值,直到第4期才趋于平缓,与前文分析的产业一体化对 ULUE 的影响具有一定滞后性这一结论相符。长江中游城市群、环长株潭城市群和武汉城市圈的 ULUE 在滞后期内的冲击效应为负,而后波动上行逐渐趋平;环鄱阳湖城市群的 ULUE 在滞后期内的冲击效应为正,到第3期趋于平缓。从响应程度(纵坐标)来看,产业一体化对 ULUE 的短期冲击效应总体上要小于 ULUE 对产业一体化的短期冲击效应,这也与表4和表5的估计结果相符。

为了更好刻画产业一体化和 ULUE 的相互影响,本文进一步比较第10期的方差分解结果,发现:产业一体化和 ULUE 对自身波动的贡献比率均在80%以上;产业一体化对 ULUE 的波动贡献比率在8%~10%之间,由大到小依次为环鄱阳湖城市群(9.54%),武汉城市圈(9.07%),环长株潭城市群(8.20%);ULUE 对产业一体化波动的贡献比率整体在15%~20%之间,由大到小依次为环鄱阳湖城市群(19.23%),武汉城市圈(17.45%),环长株潭城市群(15.11%)。

## 五、结论与启示

与已有研究相比,本文在构建产业一体化与 ULUE 交互影响的理论框架基础上,创新性地运用 SVR 算法测度了研究区域产业一体化水平和 ULUE,并结合面板动态计量经济模型证实了产业一体化与 ULUE 的

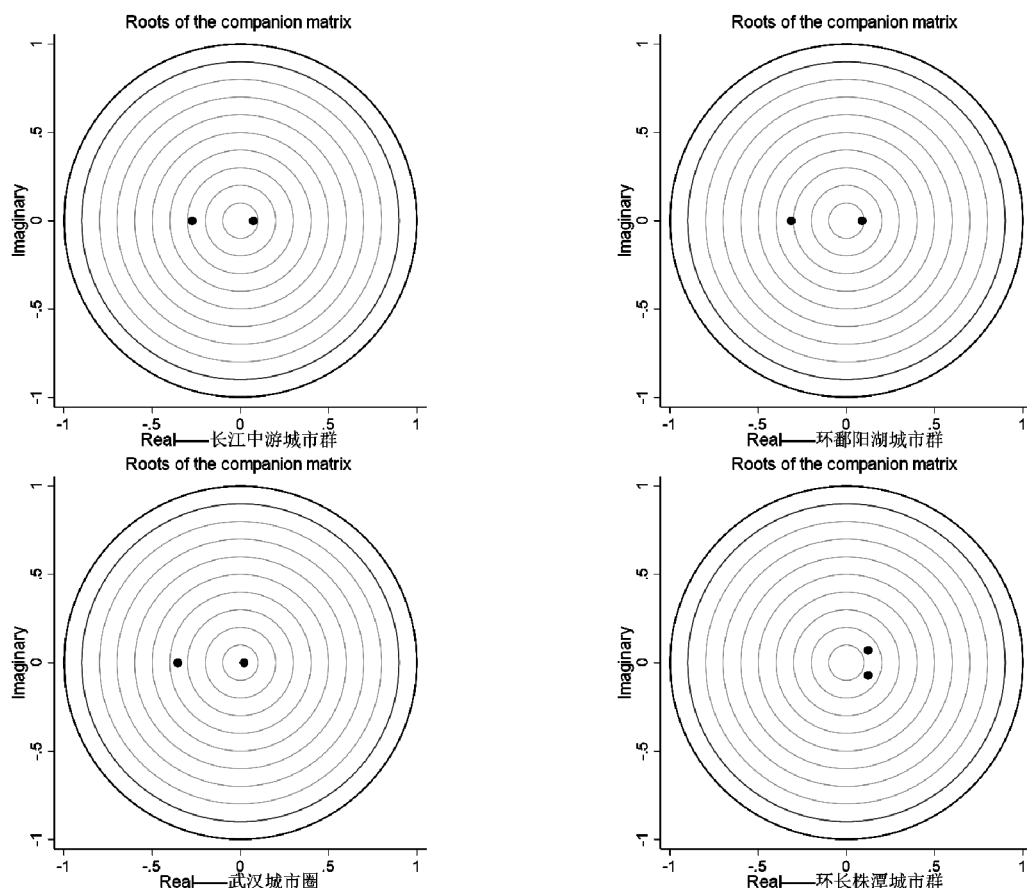


图4 PVAR模型稳定性检验

交互影响关系,研究内容和研究方法均是对既有“产业一体化—ULUE”研究范式的有益补充。

第一,2006—2018年,长江中游城市群产业一体化水平与ULUE均呈逐步提高的态势且二者空间格局具有集聚演化趋势的协调性,基本呈现出“一带一点”的空间格局。即以武汉城市带的孝感市、环长株潭带的长沙市、鄱阳湖城市带的抚州市为高水平集聚地,与发展规划文件中提出的区域产业布局战略和土地利用规划具有明显的契合度。这一结论不仅为长江中游城市群产业发展规划提供了战略方向,而且为研究未来城市土地利用方式提供了科学基础。

第二,面板动态计量经济模型估计结果表明:(1)长江中游城市群产业一体化和ULUE之间存在显著长期均衡关系,但短期内可能失衡,产业一体化短期偏离趋近长期均衡的调整幅度约18.1%,ULUE约10.69%。这意味着两者在短期内偏离长期均衡状态能通过反向误差修正机制达到修正偏离的效果。(2)产业一体化对ULUE的长期影响效应为0.0649,ULUE对产业一体化的长期影响效应为0.4206,说明ULUE对产业一体化的影响程度比产业一体化对ULUE的影响程度大。(3)无论在长期或短期,产业一体化与ULUE之间存在双向因果关系。这在一定程度上说明两者互为驱动,相互促进,方差分解结果也印证了这一结论。

基于上述结论,可以得出以下建议:第一,依托区域相对优势,因地制宜地制定差异化产业发展战略和土地利用管控策略,建立三大城市群内部联动、外部共享的合作交流机制,以实现产城高效融合与区域间协调均衡发展。一方面,发挥市场机制作用,通过优化供求关系促进各要素在城际间自由流动和组合配置,依托价值机制推动产业在转型升级中形成城市间功能互补、区域分工的共生关系,借助竞争机制实现对同构性产业的优胜劣汰和对高污染、低效益企业的置换替代,培育发展高新产业共同体,促进土地集约利用。另一方面,地方政府应打破利益固化的藩篱,加强城际间空间联动和交流合作,采取多元化政策工具为要素流动、产业转移、技术创新等创造条件,并引导产业一体化发展程度较高的中心城市,强化其对周边城市的带动作用。此外,尤其要注重发挥科技创新在产业一体化驱动ULUE发展中的引领作用,强化知识溢出、信息共享、劳动力和资本积累等,刺激长江中游城市群产业向高效率、集约化方向发展,最终实现以土地为依托的“产业—经济—社会—生态”的可持续。

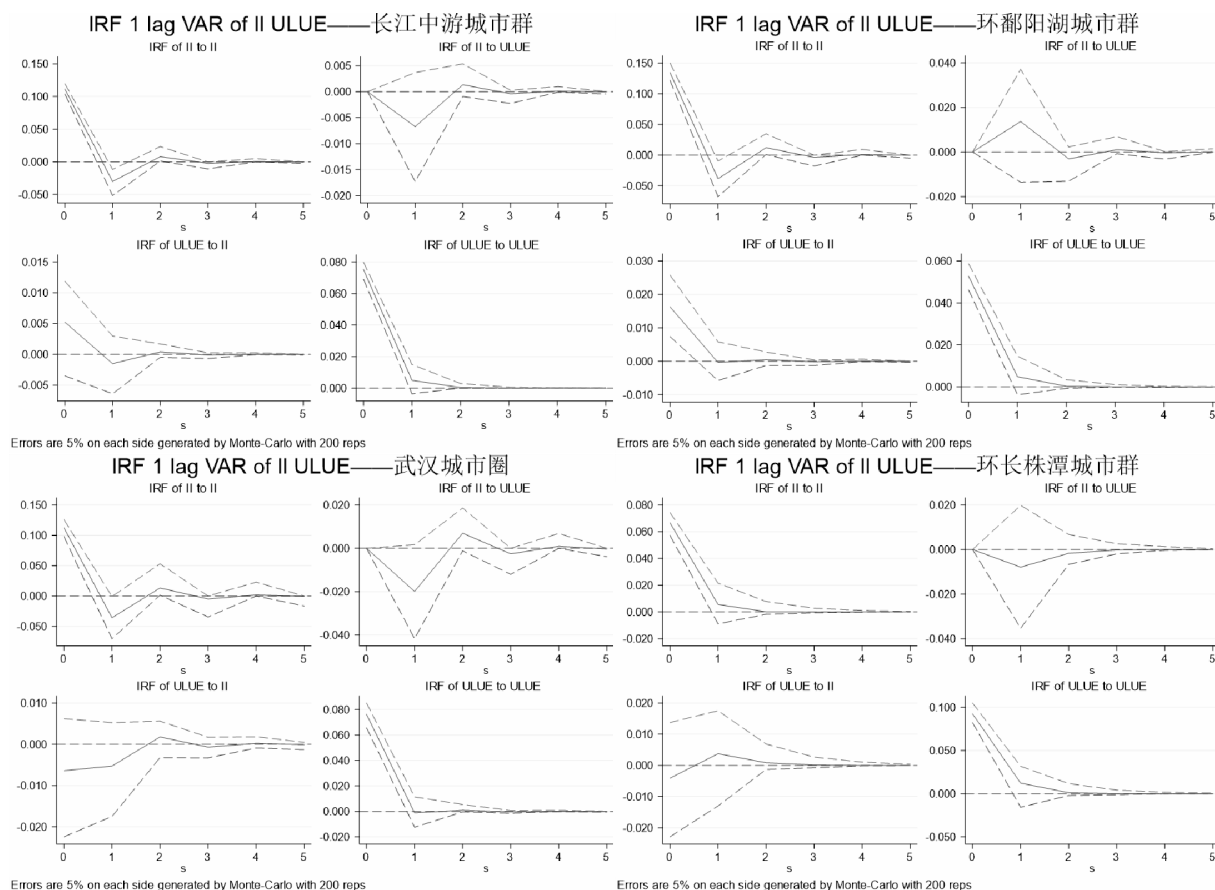


图5 脉冲响应函数

第二,为实现产业一体化与 ULUE 协同提升,应采取长期而非短期的策略,整体上推进区域产业一体化发展的深度和广度,制定科学合理的土地利用总体规划,促进产业和城市有效融合,推动城市土地向高效率、集约化方向发展。一方面,要防止土地规模“非理性”扩张导致产业低效率投入产出,减少产业经济增长对传统土地利用方式的路径依赖。另一方面,在产业一体化背景下注重城市土地内涵开发,强化各要素对土地资源的替代效应。

系统揭示产业一体化与 ULUE 的交互影响关系,是优化城市发展路径,推动经济高质量发展的前提。本文侧重从产业一体化发展的整体视角考察了其于 ULUE 之间的相互提升作用,但是产业一体化涉及产业规模、集聚、分工、结构等多个维度,本文尚未从多维视角测度产业一体化与 ULUE 的交互影响,也未能深入分析二者之间的耦合协调关系,这些都是后续研究的重要方向。

#### 参考文献:

- [1] 卢新海,陈丹玲,匡兵. 产业一体化与城市土地利用效率的时空耦合效应——以长江中游城市群为例[J]. 中国土地科学,2018(9):66-73.
- [2] 马涛. 产业规划:城市产业用地集约利用实现途径及其经济机理分析——基于土地空间特性的视角[J]. 上海交通大学学报(哲学社会科学版),2008(6):75-80+88.
- [3] Chen S, Golley J. Green Productivity Growth in China's Industrial Economy[J]. Energy Economics, 2014 (44):89-98.
- [4] Elsadig M. A. Green TFP Intensity Impact on Sustainable East Asian Productivity Growth[J]. Economic Analysis and Policy, 2012(1):67-78.
- [5] Fare R, Grosskopf S, Carl A. Environmental Production Functions and Environmental Directional Distance Functions[J]. Energy, 2007(7):1055-1066.
- [6] 陈诗一. 能源消耗、二氧化碳排放与中国工业的可持续发展[J]. 经济研究,2009(4):41-55.

- [7] 钟成林,周峰,邓新.农村土地确权强度对农业生产效率的影响研究——基于 30 省份“第二轮土地确权”数据的实证分析[J].金融教育研究,2019(3):3-14.
- [8] 黄磊,吴传清.长江经济带生态环境绩效评估及其提升方略[J].改革,2018(7):116-126.
- [9] 龙开胜,李敏.长三角城市土地稀缺与土地利用效率的交互影响[J].浙江国土资源,2018(11):33-34.
- [10] 李璐,董捷,张俊峰.长江经济带城市土地利用效率地区差异及形成机理[J].长江流域资源与环境,2018(8):1665-1675.
- [11] 胡碧霞,李菁,匡兵.绿色发展理念下城市土地利用效率差异的演进特征及影响因素[J].经济地理,2018(12):183-189.
- [12] 聂雷,郭忠兴,刘秀丽.土地利用结构和价格对城市土地利用效率的影响[J].城市问题,2019(7):30-36.
- [13] 范剑勇.长三角一体化、地区专业化与制造业空间转移[J].管理世界,2004(11):77-84+96.
- [14] 汤放华,吴平,周亮.长株潭城市群一体化程度测度与评价[J].经济地理,2018(2):59-65.
- [15] 魏后凯.大都市区新型产业分工与冲突管理——基于产业链分工的视角[J].中国工业经济,2007(2):28-34.
- [16] 韩峰,赖明勇.市场邻近、技术外溢与城市土地利用效率[J].世界经济,2016(1):123-151.
- [17] 范剑勇.市场一体化、地区专业化与产业集聚趋势——兼谈对地区差距的影响[J].中国社会科学,2004(6):39-51+204-205.
- [18] 陈国亮,陈建军.产业关联、空间地理与二三产业共同集聚——来自中国 212 个城市的经验考察[J].管理世界,2012(4):82-100.
- [19] Saavedra Y M B, Iritani D R, Pavan A L R, et al. Theoretical contribution of industrial ecology to circular economy[J]. Journal of Cleaner Production, 2018(1):1514-1522.
- [20] 赵丹丹,胡业翠.土地集约利用与城市化相互作用的定量研究——以中国三大城市群为例[J].地理研究,2016(11):2105-2115.
- [21] 阎世平,陆善勇,李欣广,等.宏观经济、区域经济一体化与区域发展——国际区域合作与产业发展论坛综述[J].经济研究,2010(7):152-156.
- [22] 李善同,侯永志,刘云中,等.中国国内地方保护问题的调查与分析[J].经济研究,2004(11):78-84+95.
- [23] 谢贤君.要素市场扭曲如何影响绿色全要素生产率——基于地级市经验数据研究[J].财贸研究,2019(6):36-46.
- [24] 丁成日,李智,何莲娜,等.城市经济产业与城市土地利用之间的关系——利用非调查方法估计[J].城市规划,2018(6):9-14+22.
- [25] 周征帆,黄小勇.县域经济产城融合共生演化的路径研究:以南昌县为例[J].金融教育研究,2014(4):67-74.
- [26] 吴永娇,郑建明,李珏.城市土地集约利用与产业结构竞争效应动态关系研究——以广西柳州为例[J].桂林理工大学学报,2019(2):492-499.
- [27] 聂雷,邵子南.基于资源场势的江苏省建设用地区域空间配置研究[J].河南农业大学学报,2019(3):434-440.
- [28] 杨忍,王洋,徐茜,等.中国城市土地利用集约水平空间特征及其优化战略决策解析[J].干旱区资源与环境,2016(10):53-58.
- [29] 陈坤秋,王良健,屠爽爽,等.效率与协调:土地市场助推城镇化发展的证据[J].经济地理,2019(3):37-47.
- [30] 张雯熹,吴群,王博,等.产业专业化、多样化集聚对城市土地利用效率影响的多维研究[J].中国人口·资源与环境,2019(11):100-110.
- [31] 刘永旺,马晓钰,杨瑞瑞.人口集聚、经济集聚与环境污染交互影响关系——基于面板协整和 PECM 模型的分析[J].人口研究,2019(3):90-101.
- [32] 王庭东.东亚产业链重构影响因素辨析:一个政治经济学视角[J].经济学家,2013(7):86-94.
- [33] 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(7):102-110.



- [34] 陈莉,李姣姣,肖曙露.支持向量机参数优化的土地集约利用评价与分析[J].系统仿真学报,2016(7): 1651-1660.
- [35] 陈旭,李典,张利华,等.基于改进支持向量机(SVM)模型的荆州港吞吐量预测[J].水运工程,2020(3): 38-42.
- [36] 杨友才,王希,孙亚男.金融资源配置效率、TFP增长与中国经济发展的演进——基于面板数据的PVAR研究[J].管理评论,2019(6):36-48
- [37] 刘浩,张毅,郑文升.城市土地集约利用与区域城市化的时空耦合协调发展评价——以环渤海地区城市为例[J].地理研究,2011(10):1805-1817.
- [38] 陈海燕.共同因子结构下非平稳面板数据检验的一致性研究[J].数理统计与管理,2019(3):460-472.
- [39] 刘舜佳.国际贸易、FDI和中国全要素生产率下降——基于1952~2006年面板数据的DEA和协整检验[J].数量经济技术经济研究,2008(11):28-39+55.

## Study on the Interaction between Industrial Integration and Urban Land Use Efficiency

——An Empirical Study based on the Data of 27 Prefecture-level Cities in the Middle Reaches of the Yangtze River from 2006 to 2018

GE Kun<sup>1</sup>, ZOU Shan<sup>1</sup>, LU Xinhai<sup>2,3</sup>, CHEN Danling<sup>4</sup>, KUANG Bing<sup>3</sup>

(1. School of Urban Construction/Institute of Real Estate, Jiangxi Normal University, Nanchang, Jiangxi 330022, China;

2. School of Public Management, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan, Hubei 430074, China;

3. School of Public Management, Huazhong Normal University, Wuhan, Hubei 430079, China;

4. College of Public Administration, Huazhong Agricultural University, Wuhan, Hubei 430070, China)

**Abstract:** This article theoretically constructs a logical framework for the interaction between industrial integration and urban land use efficiency (ULUE). Based on the SVR algorithm to measure the level of industrial integration and ULUE, it uses a co-integration test and a panel error correction model (PVEM). And panel vector autoregressive model (PVAR) is used to empirically analyze the interaction effect between industrial integration and ULUE. The results show that: (1) from 2006 to 2018, the industrial integration level and ULUE of the urban agglomeration in the middle reaches of the Yangtze River are gradually increasing, and the spatial pattern of the two is coordinated with the agglomeration and evolution trend, which basically shows the space of “one belt and one point” pattern. (2) There is a long-term equilibrium relationship between the industrial integration of the urban agglomeration in the middle reaches of the Yangtze River and ULUE, and the two can achieve the effect of correcting deviations through the reverse error correction mechanism after being impacted by fluctuations in the short term. (3) There is a two-way causal relationship between industrial integration and ULUE, both of which are driven by each other. In the long run, the impact of ULUE on industrial integration is greater than the impact of industrial integration on ULUE. The results of the variance decomposition also confirm this conclusion. This paper argues: (1) Formulate urban industry development strategies based on local conditions and give full play to the role of industrial integration in promoting ULUE in order to achieve high-quality production-city integration. (2) Adopt a long-term strategy to promote the depth and breadth of regional industrial integration development as a whole, formulate a scientific and reasonable overall land use plan, and promote the development of urban land toward high efficiency and intensiveness.

**Key words:** Industrial integration; ULUE; Interaction impact; PVEM model; PVAR model

(责任编辑:罗序斌)