

长三角区域一体化对城市土地利用效率 动态演化的影响因素分析

杨清可^{1, 2} 谷娇³ 王磊⁴ 王雅竹⁴ 李颖¹ 朱高立¹¹

(1. 南京财经大学 公共管理学院, 江苏 南京 210023;

2. 自然资源部海岸带开发与保护重点实验室, 江苏 南京 210017;

3. 太原师范学院 地理科学学院, 山西 晋中 030619;

4. 中国科学院南京地理与湖泊研究所, 江苏 南京 210008)

【摘要】: 通过构建效率测算与影响因素指标体系, 运用超效率 SBM、空间自相关和空间杜宾模型, 探讨长三角区域一体化对城市土地利用效率动态演化的影响因素, 为制定差异化的土地利用提升政策提供参考。结果表明: (1) 时序演化上, 2000~2018 年长三角城市土地利用效率均值为 1.003, 历经“增长-下降-平稳”三阶段变化过程。全局 Moran' sI 指数大于 0, 正向相关性显著, 溢出效应与集聚特征明显。(2) 空间演化上, 中心城市经济发展快, 集聚人口能力强, 盘活建成区存量用地, 提高土地集约利用水平, 效率较高。外围城市囿于土地政策不完善和城市格局的约束, 效率亟需提升。(3) 区域一体化中要素空间集聚、规模变化和产业结构调整影响效率变化, 且不同因素的作用强度差异明显。经济发展与产业活动集聚具有涟漪效应, 先进的生产技术、发展机遇等优先向邻近城市扩散, 促进本城市和相邻城市土地利用效率的提升。因此, 长三角区域一体化下, 单纯增加建设用地和资本要素的投入规模, 对土地效率的提升作用有限。只有盘活城市内外发展要素, 促进用地结构调整和产业升级, 才能有效提高城市土地利用效率。

【关键词】: 区域一体化 城市土地利用效率 影响机理 空间杜宾模型 长三角城市群

【中图分类号】: F127 **【文献标识码】:** A **【文章编号】:** 1004-8227 (2022) 07-1455-12

“区域一体化”是流动的生产要素按照市场动力、制度安排与功能合理配置, 形成有效率的集聚规模和分工合作, 进而提升区域整体竞争力, 表明区域城市化与工业化发展到较高层级^[1]。城市土地作为人类生产、生活活动的空间载体, 成为区域一体化的“直接作用客体”和“间接见证者”。区域一体化的规模、速度、程度等通过改变城市发展所需人口、资本、土地等生产要素

作者简介: 杨清可(1986~), 男, 讲师, 主要研究方向为区域规划与土地利用. E-mail: yangqingke66@163.com; 王磊 E-mail: wanglei@niglas.ac.cn;

基金项目: 江苏省优秀青年基金项目(BK20200109); 江苏高校哲学社会科学研究项目(2022SJYB0287); 江苏高校哲学社会科学研究项目(19KJB170015); 山西省高等学校哲学社会科学研究项目(2019W136); 自然资源部海岸带开发与保护重点实验室开放基金(2021CZEPK05)

的交流路径，作用于土地利用系统内部能量传递和外部物质循环，改变城市土地利用的强度、限度与广度^[2]。在当前新型城镇化与高质量发展背景下，把握区域一体化对城市土地利用效率的影响，已成为土地资源管理和可持续发展等学科的研究焦点。

学界对区域一体化背景下不同尺度城市土地利用效率的测算、时空演化及影响因素等开展研究。主要内容为：(1)指标体系建构上，历经单因素评价到多因素判断的发展过程，从土地开发强度、土地经济密度等单一衡量指标过渡到通过设计“经济+社会+环境”^[3]、“投入+生产+生活+生态可持续”^[4]、“投入+期望产出+非期望产出”^[5]等指标来测算，评价体系不断完善。(2)测度方法选取上，从早期定性描述土地政策、分析土地利用形势，后又随着“3S”与空间技术的发展引入定量模型，其中数据包络分析(Data Envelopment Analysis, DEA)最为经典，运用线性规划方法确定有效前沿面，无需主观赋权和明确函数关系，通过数学过程测算决策单元效率^[6]。(3)时空特征与影响因素研究，泰尔指数^[7]、变异系数^[8]、空间数据分析^[9]等方法较为常见，定量刻画单一城市群内部或多个城市群间的效率演化特征，基于 BP 神经网络、Tobit、空间回归等模型解析影响因素^[10, 11, 12]。关注城市集聚和产业结构等因素对土地利用效率提升的推动作用^[13]。不同地区的影响因素差异较大，如吴长彦以长三角城市群为研究样本，发现浙江北部地区的效率变化对外商直接投资和第三产业发展等因素较为敏感，而江苏中部和南部则受全球化和劳动密集型制造业的影响较多^[14]。

上述研究为区域一体化与城市土地利用的协调发展提供支撑。然而，评价体系适用于任何发展阶段的单个城市土地利用效率测度，缺乏区域一体化推进策略变化、要素配置格局与资源开发模式差异对利用效率产生何种作用的考虑，没有揭示区域一体化过程对城市土地利用效率的内在影响。因此，总结已有成果，产生以下问题：如何准确评价城市土地利用效率的动态演化？区域一体化又是如何影响城市土地利用效率？为解决上述问题，本文以长三角城市群为例，构建效率评价与影响因素指标体系，解析区域一体化对城市土地利用效率演化的影响，探索长三角城市群土地资源可持续利用与区域均衡发展的优化路径。

1 研究方法 with 数据来源

1.1 研究方法

1.1.1 超效率 SBM 模型

超效率 SBM 模型是在 DEA 模型基础上，将其生产前沿面进行推移计算，克服普通 DEA 模型无法对多个决策单元做出评价的缺陷，区分 DEA 有效单元之间的差异，能对决策单元进行有效排序，在决策中使结果更加符合实际^[15]。因此，选用超效率 SBM 模型测算城市土地利用效率。原理为：假设生产系统有 n 个决策单元，每个决策单元包括投入、期望产出和非期望产出三个向量，使用 m 的投入，产生 S_1 的期望产出和 S_2 的非期望产出，由 $x \in R^m, y^g \in R^{S_1}, y^b \in R^{S_2}$ 来表示。矩阵 X 、 Y^g 、 Y^b 的定义为： $X=[x_1, x_2, \dots, x_n] \in R^{m \times n}, Y^g=[y_1g, y_2g, \dots, y_ng] \in R^{S_1 \times n}, Y^b=[y_1b, y_2b, \dots, y_nb] \in R^{S_2 \times n}$ 假设 $X>0, Y^g>0, Y^b>0$, 生产可能性集定义为：

$$P = \{ (x, y^g, y^b) / x \geq X\theta, y^g \geq Y^g\theta, y^b \leq Y^b\theta, \theta \geq 0 \} \quad (1)$$

上式将非期望产出纳入评价决策单元 (x_0, y_0g, y_0b) 的 SBM 模型为：

$$\rho = \min \frac{1 - \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \frac{S_i^-}{x_{i0}}}{1 + \frac{1}{S_1 + S_2} \left(\sum_{r=1}^{S_1} \frac{S_r^g}{y_{r0}^g} + \sum_{r=1}^{S_2} \frac{S_r^b}{y_{r0}^b} \right)}, \quad (2)$$

$$s. \ t. \begin{cases} x_0 = X\theta + S^- \\ y_0^g = Y^g\theta - S^g \\ y_0^b = Y^b\theta - S^b \\ S^- \geq 0, S^g \geq 0, S^b \geq 0, \theta \geq 0 \end{cases}$$

式中：S=(S, S^g, S^b)表示投入冗余量、正产出不足量和副产出超标量，ρ 为目标函数，取值范围为[0, 1]。当且仅当 ρ=1, 单元有效；当 0<ρ<1, 单元低效。在效率评价中，决策单元多会出现 100%的“效率状态”，因此需要区分决策单元和影响因素，保证效率值接近真实水平，模型为：

$$\rho^* = \min \frac{\frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \frac{\bar{x}_i}{x_{i0}}}{\frac{1}{S_1 + S_2} \left(\sum_{r=1}^{S_1} \frac{\bar{y}_r^g}{y_{r0}^g} + \sum_{r=1}^{S_2} \frac{\bar{y}_r^b}{y_{r0}^b} \right)}, \quad (3)$$

$$s. \ t. \begin{cases} \bar{x} \geq \sum_{j=1, j \neq k}^n \theta_j x_j \\ \bar{y}^g \leq \sum_{j=1, j \neq k}^n \theta_j y_j^g \\ \bar{y}^b \geq \sum_{j=1, j \neq k}^n \theta_j y_j^b \\ \bar{x} \geq x_0, \bar{y}^g \leq y_0^g, \bar{y}^b \geq y_0^b, \theta \geq 0 \end{cases}$$

式中：ρ*表示决策单元的效率值，可以超过 1, 其他变量定义与式(2) 相同。

1.1.2 空间自相关性模型

研究表明，相邻地区的土地利用活动相互影响，多会表现出地理上的空间关联性特征^[16]。为分析土地利用效率的自相关性，选用全域和局域自相关来研究其空间异质性。全域空间自相关(Global Spatial Autocorrelation)Moran' sI 模型为：

$$\text{Moran's } I = \frac{\left[n \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij} (y_{it} - \bar{y}_t)^2 (y_{jt} - \bar{y}_t) \right]}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij} \sum_{i=1}^n (y_{it} - \bar{y}_t)^2} \quad (4)$$

式中：\$y_{it}\$ 为 \$i\$ 城市第 \$t\$ 年数值；\$y_{jt}\$ 为 \$j\$ 城市第 \$t\$ 年数值；\$n\$ 为城市数量；\$\bar{y}_t\$ 为第 \$t\$ 年所有城市数值的均值；\$W_{ij}\$ 为二进制空

间权重矩阵，经标准化处理后为一阶地理邻近矩阵，\$W_{ij} = \frac{w_{ij}}{\sum_{j=1}^n w_{ij}}\$，其中 \$w_{ij}\$ 的设置标准为地理空间上相邻的城市设置为 1，不相邻的城市设置为 0，对角线元素为 0。

全域空间自相关检验容易忽略局部城市土地利用效率的非典型分布特征，局域空间自相关(Local Indicators of Spatial Association, LISA) 检验能克服这一不足，模型为：

$$\text{Local Moran's } I = \frac{(y_{it} - \bar{y}_t) / \sum_{i=1}^n (y_{it} - \bar{y}_t)^2}{\sum_{j=1}^n (y_{jt} - \bar{y}_t)} \quad (5)$$

1.1.3 空间杜宾模型

空间杜宾模型(Spatial Durbin Model, SDM)同时包含自变量和因变量的空间依赖效应，考察评价结果的关联特征，是相较于空间误差模型(Spatial Lag Model, SLM)和空间滞后模型(Spatial Error Model, SEM)更为一般的形式^[17]。本文选用其探索城市土地利用效率演化的空间依赖效应，模型为：

$$y_{ij} = \rho \sum_{j=1}^n w_{ij} y_{ij} + \beta x_{ij} + \phi \sum_{j=1}^n w_{ij} x_{ij} + \mu_i + v_t + \varepsilon_{it} \quad (6)$$

式中：\$y_{ij}\$、\$x_{ij}\$ 为第 \$t\$ 年城市 \$i\$、\$j\$ 的因变量和自变量的数值；\$\beta\$ 为自变量系数；\$\rho\$ 为因变量的空间滞后系数；\$\phi\$ 为自变量的空间回归系数；\$\mu_i\$、\$v_t\$ 分别为空间效应和时间效应；\$\varepsilon_{it}\$ 为随机误差项。当 \$\phi + \rho\beta = 0\$ 时，公式(6)为 SEM 模型；当 \$\phi = 0\$、\$\rho \neq 0\$ 时，公式(6)为 SLM 模型。

1.2 指标选取

1.2.1 效率评价的指标选取

城市土地利用效率的测算应考虑经济、社会与生态环境的综合效益，反思“高投入低产出、高消耗低收益、高速度低质量的传统经济增长方式”，避免出现改革开放初期的“粗放式发展模式”^[18]。因此，参考生产函数等相关理论与研究基础，将环境负效益纳入评价范畴^[19,20]，构建完善的城市土地利用效率指标体系(表 1)。其中：投入指标分别为土地、资本和劳动力，对应城市建设用地面积、固定资产投资和二、三产业从业人数。产出分为期望产出与非期望产出等两组指标：期望产出反映城市在一定时期内生产经营活动和服务活动的最终成果，主要包括经济、社会与环境效益，分别用第二、三产业增加值、职工平均工资与建成区绿化覆盖率等来表征；非期望产出中将三废排放作为城市经济社会活动对环境产生负外部性的直接体现，选取工业废水排放量、工业 \$SO_2\$ 排放量、工业烟尘排放量等来表征经济发展过程中产生的环境负效益。

表 1 城市土地利用效率评价指标体系

目标层	准则层	指标层	
城市土地利用效率	投入指标	土地投入	城市建设用地面积
		资本投入	固定资产投资额
		劳动力投入	二、三产业从业人员数
	期望产出指标	经济效益	二、三产业增加值
		社会效益	职工平均工资
		环境效益	建成区绿化覆盖率
	非期望产出指标	环境负效益	工业废水排放量
			工业 SO ₂ 排放量
			工业烟尘排放量

1.2.2 影响机理的指标选取

本文从要素集聚、规模变化和产业结构等三个方面解析区域一体化对城市土地利用效率动态演化的影响。

(1) 集聚驱动：

经济集聚、人口集聚和产业集聚是区域一体化的重要表征。其中：①对于经济集聚，经济活动在特定地区集中而产生效益，是城市存在和发展的基础，推动土地的集约利用和高效开发。经济集聚达到门槛规模时，会对邻近地区产生辐射效应，并通过成本效应和扩散效应对城市土地利用效率产生影响^[21]。②对于人口集聚，在城市“增长极”的引领下，通过市场规模扩大与消费层次提高，从消费、需求、供给等不同环节影响基础设施建设、公共领域投资和生产性服务业发展，作用于城市土地利用效率的变化^[22]。③对于产业集聚，区域一体化带动范围经济的形成，驱动替代性或互补性产业的空间集聚，实现区域内知识、信息和技术的联通，产生溢出效应的正向循环，影响土地利用效率的变化^[14]。因此，参考已有研究^[23, 24]，选取经济集聚、人口集中和产业集聚指数来说明作为社会经济活动、外来人口迁移重要载体的城市土地的利用情况。

(2) 规模带动：

区域一体化对城市土地利用效率的影响主要通过土地和资源等要素的规模利用来带动。其中：①区域一体化中，城市土地面积变化为城市内部各功能用地数量配置与结构调整提供潜力，增强城市外围地区的市场潜力，是发挥规模效益的基础，凸显土地要素的规模效应^[25]。②由于土地资源的不可再生和稀缺性，区域一体化将推动资本要素向城市土地承载的优势空间集聚，资本投入规模增大产生乘数效应，并通过多种传导路径刺激土地资源要素向投资回报率高的生产领域流动^[26]。因此，选取土地开发利用广度来测度土地扩张的规模效应^[27]；参考闫卫阳等测度城市关联度时的方法，用实际利用外资强度衡量乘数效应^[28]。

(3) 结构拉动：

区域一体化过程改变土地利用结构和产业结构，通过直接或间接作用拉动城市土地利用效率的提升。其中：①区域一体化使服务、信息的流动便捷，第三产业服务化趋势明显，经市场选择“脱颖而出”，“经济服务化”的产业结构拉动城市土地的结构

优化和高效利用^[29]。②区域一体化拓宽资本、人力、技术的流动空间，城市通过“腾笼换鸟”“退二进三”等途径置换弱竞争力的产业，产业结构为获得最优外部性而不断升级，其合理化趋向愈发显著，进而促进城市土地利用效率的提升^[30]。因此，借鉴于斌斌^[31]的研究，选用城市用地结构强度表征土地利用结构，选用产业结构偏离度和产业高级化指数衡量产业发展结构。

具体的指标选取、测算方法和英文缩写见表 2。

表 2 影响因素分析的指标体系

准则层	指标层	测算方法	英文缩写
集聚驱动	经济集聚程度	城市 GDP/城市群 GDP	EAD
	人口集中程度	$C = \frac{1}{2} \times \sum_{i=1}^n X_i - Y_i $	PAD
	产业集聚程度	$Gini = \sum_k (s_{ik} - x_i)^2$	IAD
规模带动	土地开发利用广度	城市建设用地面积/城市土地总面积	LB
	实际利用外资强度	实际利用外资额/城市建设用地面积	FDI
结构拉动	城市用地结构强度	$Ls = \sum_i (A_i \times C_i)$	ULS
	产业结构偏离度	$Rs = \sum_i \left \frac{Y_i/Y}{L_i/L} - 1 \right $	IR
	产业高级化指数	Iu=TV/SV	IA

注：① X_i 表示城市 i 总人口占其所在城市群总人口的比重， Y_i 为城市 i 土地面积占其所在城市群行政区土地总面积的比重；②产业集聚度计算中， s_{ik} 为第 i 城市第 k 产业就业人数占该产业就业人数的比重，k 取 2~3。 x_i 为第 i 城市就业人数占该城市群就业人数的比重；③城市用地结构强度计算中， A_i 与 C_i 分别为第 i 类土地利用分级指数和面积百分比^[31]；④产业结构偏离度计算中，Y 和 L 分别表示产值和该产业对应从业人员，i 取 1~3，表示第一、二、三产业；⑤产业高级化指数计算中，SV 和 TV 分别表示城市第二产业和第三产业产值。

1.3 研究区与数据来源

本文选取长三角城市群为研究区，处在上海市、江苏省、浙江省、安徽省范围内，由以上海为核心、联系紧密的多个城市组成，分布在国家“两横三纵”城市化格局的优化开发和重点开发区域。空间范围包括：上海，江苏省的南京、无锡、常州、苏州、南通、盐城、扬州、镇江、泰州，浙江省的杭州、宁波、嘉兴、湖州、绍兴、金华、舟山、台州，安徽省的合肥、芜湖、马鞍山、铜陵、安庆、滁州、池州、宣城等 26 市。作为“一带一路”与长江经济带两大国家战略的衔接地带，长三角城市群是中国参与国际竞争的关键平台和经济社会发展的重要引擎，在国家现代化建设大局和开放格局中具有举足轻重的地位。

鉴于数据的可获取性和完整性，本文将研究时段确定为 2000~2018 年。城市建设用地面积、资本存量、非农从业人口、三次产业产值与结构、固定资产投资、实际利用外资等数据来自 2001~2019 年间的《中国城市统计年鉴》《中国国土资源统计年

鉴》和长三角城市群各市的统计年鉴,以及相应年份的国民经济和社会发展统计公报。其中,城市建设用地指城市、近郊区的城镇用地总和。资本存量拟采用永续盘存法(Perpetual Inventory Method,PIM)来估算。劳动力为非农从业人口,指单位从业人员、私营和个体从业人员之和。城市非农产值获取方式通过查询统计年鉴,运用 GDP 指数法将数据平减至 2000 年水平。处理实际利用外资数据时,按当年美元/人民币的汇率换算成以人民币为单位的金额。

2 结果分析

2.1 城市土地利用效率的动态演化

2.1.1 时序演化特征

2000~2018 年,长三角城市土地利用效率均值为 1.003,2007 年达到最高为 1.063(图 1)。研究期内,城市土地利用效率波动明显,时序变化分为 3 个阶段:(1)2000~2007 年,利用效率较高,呈现上升趋势,从 2000 年的 0.987 升至 2007 年的 1.063。随着中国加入 WTO,长三角凭借优越的地理区位和自然本底优势,成为吸引外资、发展外向型经济的前沿地区,各类高新区、经开区、保税区等遍地开花,经济发展速度加快,建设用地高效利用。(2)2008~2011 年,土地利用效率降低,至 2009 年,出现断崖式下降,效率值仅有 0.975。受 2008 年世界经济危机的影响,长三角城市群外向型经济已不可持续,亟需转变发展方式和提高产业层级。同时,在基本农田保护政策的限制下,城市土地利用从“增量扩张到存量挖潜”转变,以提升集约利用程度。(3)2012~2018 年,全球贸易保护主义抬头,国内经济发展下行压力大,政府加强对建设用地的管控力度,集中开发建成区周边用地,尤其是城郊闲置用地,使得土地效率变化不大,均值为 0.998。因此,随着新城区建设步伐加快,人口和产业郊区化程度的提高,应协调好土地城镇化与人口城镇化之间的关系,增强集聚经济活动和外来人口的能力,使得城市土地利用效率保持在高位水平。

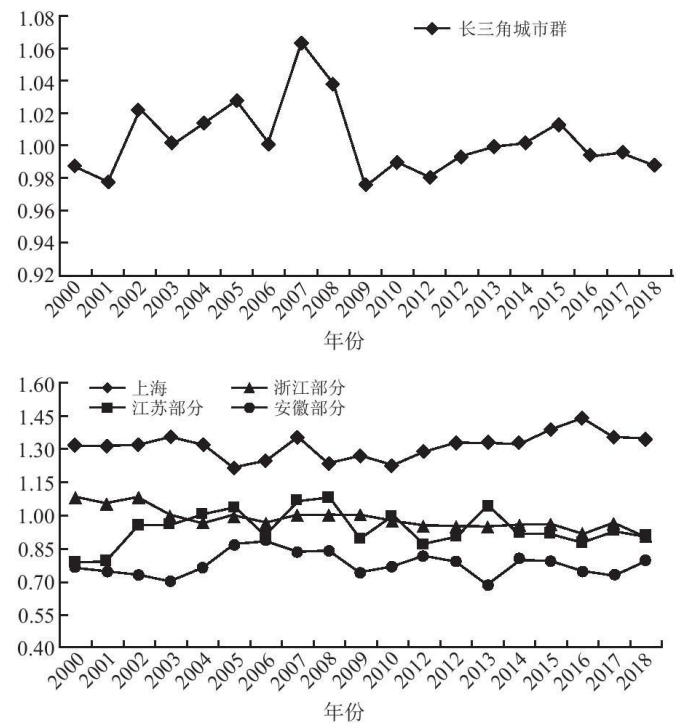


图 1 2000~2018 年长三角城市群城市土地利用效率的时序变化

研究期内, 全域 Moran' sI 指数值均大于 0, 通过 0.05 水平下的显著性检验, 说明城市土地利用效率正向自相关性显著, 溢出效应明显(表 3)。其中, 2000~2005 年 Moran' sI 指数波动下降, 但指数值超过 0.3, 正向自相关性强; 2006~2013 年保持在 0.231~0.296, 指数变化不大, 但仍为正向自相关性; 2014~2018 年 Moran' sI 指数呈上升趋势, 在 2018 年达到 0.456, 城市土地利用效率的集聚态势愈发明显。因此, 长三角城市土地利用效率的集聚特征显著, 空间溢出效应强度呈“U”型变化趋势。

表 3 2000~2018 年全域空间相关性检验结果

年份	Moran' sI	Z(I)	P 值
2000	0.404	3.784	0.005
2001	0.353	3.191	0.017
2002	0.314	2.728	0.040
2003	0.312	2.837	0.050
2004	0.348	3.168	0.006
2005	0.311	2.795	0.014
2006	0.252	3.260	0.008
2007	0.256	3.567	0.006
2008	0.289	1.314	0.031
2009	0.296	4.036	0.000
2010	0.231	4.795	0.000
2011	0.236	3.846	0.003
2012	0.275	3.497	0.004
2013	0.233	2.820	0.013
2014	0.306	2.846	0.012
2015	0.316	2.365	0.018
2016	0.344	2.545	0.011
2017	0.404	2.930	0.003
2018	0.456	3.266	0.001

2.2.2 空间演化特征

空间演化上, 长三角城市土地利用效率在不同城市间差异大、原因复杂(图 2)。上海土地利用效率远高于其他城市, 均值高达 1.312。究其原因: (1)在政府引导下对低效土地进行再利用。例如, 上海对工业园区的废弃用地进行整治后再开发, 提高土

地利用效率。(2)政府的用地管理水平。上海采取适宜的土地利用管理模式来调控用地的无序扩张，避免效率低下问题。南京、杭州、合肥等中心城市的土地利用效率水平较高，由于集聚外来人口能力强，盘活建成区内存量用地，控制新增建设用地总量，提高土地开发投资强度，保障城市土地的高效利用。与之对应，长三角外围城市，如盐城、铜陵、宣城等，土地利用效率亟需提升。原因有二：(1)铜陵、宣城等城市的土地可持续利用政策不完善；(2)城市“从核心到边缘”的扩张模式使得建设用地无序扩张与粗放利用，致使效率较为低下。因此，长三角地区不同城市的效率值分化明显，空间集聚态势增强，“核心-外围”特征显著，基本上与经济发展水平相一致，也符合已有研究结果^[14, 18]。

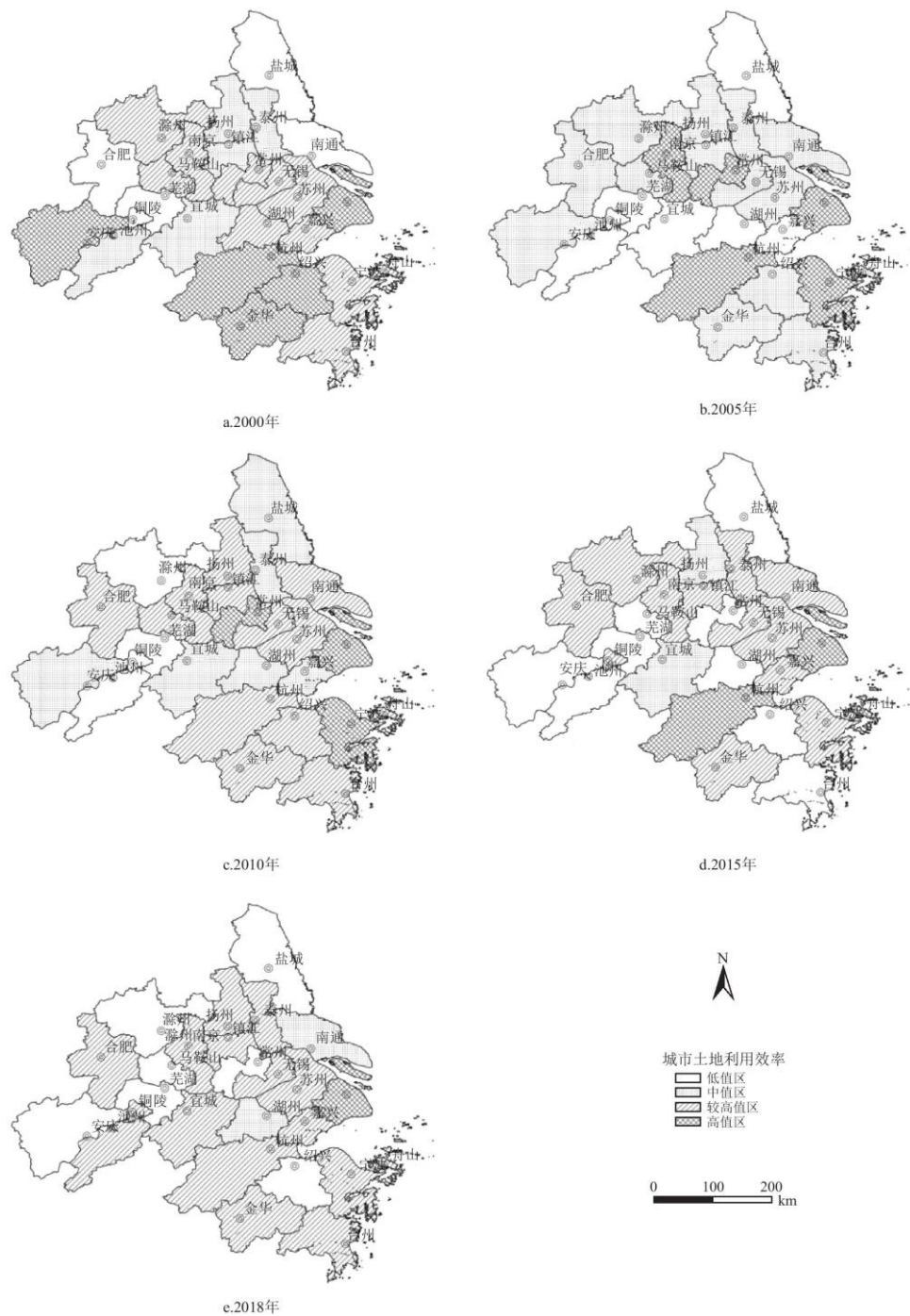


图2 长三角城市群城市土地利用效率的空间格局

根据 LISA 指数结果(图 3),2000 年 H-H(High-High)区集中在上海和浙江片区,这些地区土地开发管控严格,建设用地投资强度较高,提升了土地的集约利用水平。同时,H-L(High-Low)区和 L-H(Low-High)区呈圈层结构依次向外扩展。至 2010 年范围扩大至周边芜湖、安庆等市,2015 年又集中在滁州、马鞍山和南京等市,具有局域空间集聚特征。2018 年 H-H(High-High)和 L-L(Low-Low)区成为主导,H-H 区分布在上海都市圈,区域一体化水平高,人才、信息与技术等要素流动便捷,土地利用效率较高。相应的,L-L 区分布在安庆、池州和铜陵等市,经济发展层次有限,土地利用水平较低,其集聚格局具有一定的稳定性与依赖性,印证了已有研究成果的正确性^[24,32]。此类城市位于长三角区域一体化发展的外围地区,以内生型经济为主,工矿企业散点布局,对建设用地盲目占用、低效利用现象突出,利用效率亟需提升。因此,长三角地区城市土地利用效率空间集聚格局具有较强的稳定性与空间依赖特征。

2.2 城市土地利用效率影响因素分析

2.2.1 估计模型确定

根据上文 Moran' sI 指数结果,长三角城市土地利用效率的正向溢出效应显著。因此,研究区域一体化对城市土地利用效率格局演化的影响时需考虑地理空间因素与交互项作用,SLM、SEM 和 SDM 模型均可用于结果估计。但需要依照检验结果和判定规则来选用合适的模型,如表 4:(1)SLM 与 SEM 选择:SEM 的 LM-error、R-LMerror 和 SLM 的 R-LMlag 统计量均在 0.01 水平上显著,但 SLM 的 LM-Lag 未通过显著性检验,说明区域一体化对土地利用效率的影响模型 SEM 优于 SLM;(2)SDM 能否简化:通过 Wald 和 LR 统计量检验,在 0.01 水平上显著,即拒绝原有将 SDM 简化为 SLM 或 SEM 的假设,表明区域一体化对效率影响分析中应选用 SDM 模型,较 SLM 或 SEM 的估计结果准确;(3)固定与随机效应检验:选用 SDM 模型后,再对固定效应与随机效应进行适用性检验。Hausman 统计量为 18.682,通过 0.01 水平显著性检验,即拒绝随机效应模型,选用含有固定效应的 SDM 模型。

2.2.2 模型结果分析

本文分别对无固定效应 SDM、时间固定效应 SDM、空间固定效应 SDM 和双向固定效应 SDM 进行估计,根据含有不同交互效应的模型结果,选择 LogL 值、 R^2 判断合适的 SDM 模型。最终,空间固定效应 SDM 模型 LogL 和拟合优度 R^2 最大,故选用此模型。

(1) 空间集聚驱动的影响。

经济集聚程度(EAD)和产业集聚程度(IAD)的直接影响系数与空间滞后系数为正,说明该城市与邻近城市的要素空间集聚利于效率提升。原因在于经济活动集聚越强,单位面积用地的生产能力就越高,推动效率上升。同时,经济发展和产业集聚存在“涟漪效应”,经济发展水平高,生产技术、发展机遇将优先向邻近城市等级扩散,提高邻近城市土地利用效率。对于人口集聚程度(PAD),直接影响系数与空间滞后系数为正值,但效率值增幅不大,表明人口集聚虽也能创造价值,但贡献度低于以产业发展为代表的生产活动扩张所带来的效率升高。

(2) 要素规模带动的影响。

土地利用广度(LB)对效率的直接影响系数与空间滞后系数为负,表明长三角地区建设用地扩张速度快,利用粗放,抑制了本市和邻近城市土地的高效利用。与之对应,实际利用外资强度(FDI)的直接影响系数与空间滞后系数为正,但系数值较小,表明外商投资虽也能促进城市发展,但效率提升的幅度有限。因此,实现效率提升应从依靠增加投资规模,向提高用地强度、挖掘存量用地和调整用地结构的方式转变。

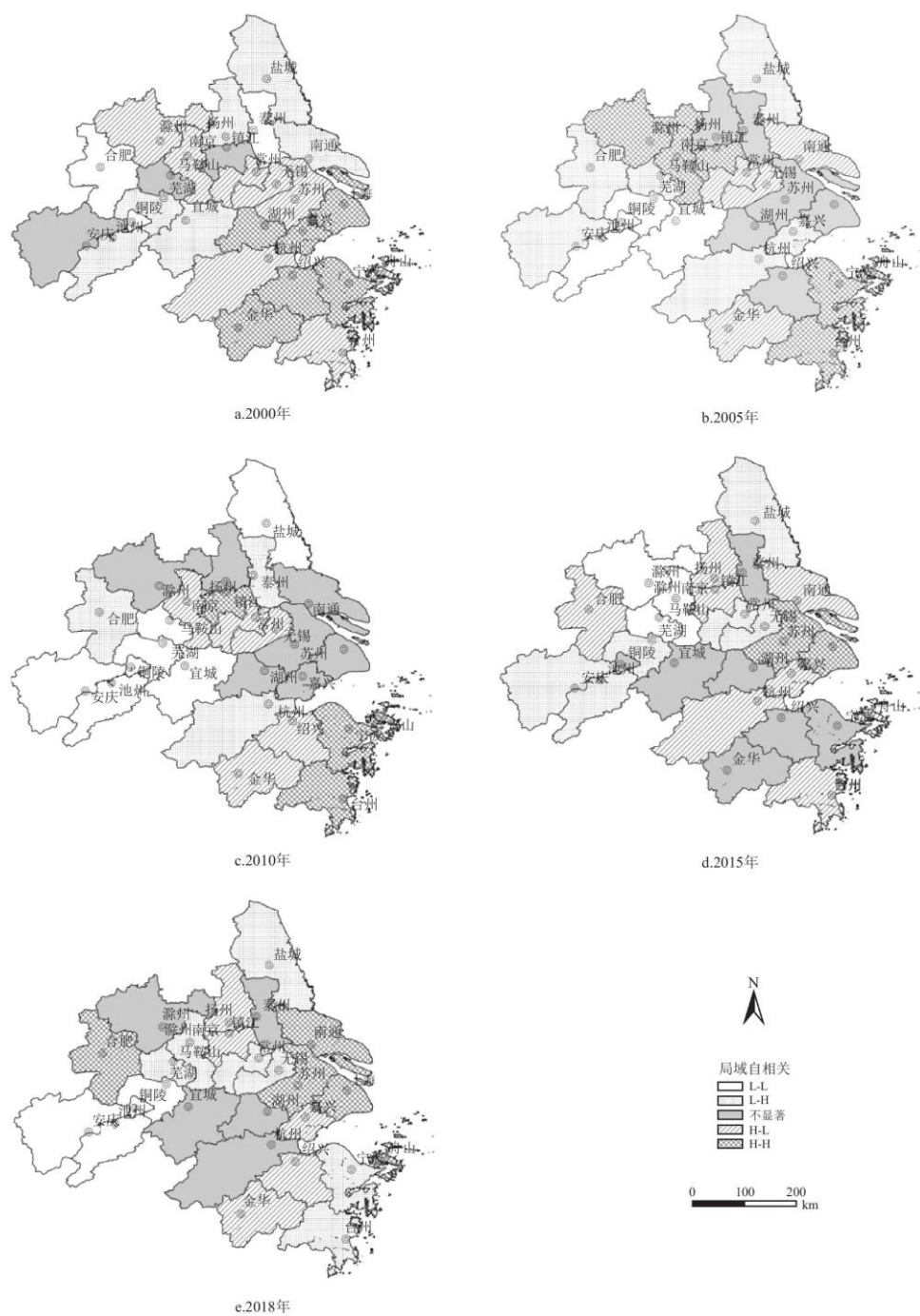


图 3 局部空间集聚格局演化

表 4 空间计量模型的相关检验结果

模型	检验方法	结果	t 值	p 值
SLM 与 SEM 选择	LM-Lag	1.820	1.005	0.177
	R-LMlag	5.539	2.365	0.004

	LM-Error	5.818	3.321	0.002
	R-LMerror	9.537	3.384	0.002
SDM 能否简化	Wald-Lag	52.665	4.518	0.000
	LR-Lag	39.070	5.345	0.000
	Wald-Error	46.528	4.053	0.000
	LR-Error	42.490	5.825	0.000
固定与随机效应检验	Hausman	18.682	6.528	0.000

(3)产业结构拉动的影响。

城市用地结构强度(ULS)的直接影响系数为正,表明随着用地结构强度的提高,应逐步挖掘用地潜力,盘活存量用地,高效开发建设用地。产业结构偏离度(IR)和高级化指数(IA)对土地利用效率的直接影响系数显著为正,说明在自然本底条件和资源禀赋难以改变的情况下,产业结构层次越高,越能通过区域一体化调动城市内外生产要素,刺激土地利用效率的提高。但上述指标的滞后系数未通过显著性检验,表明城市产业结构调整与转型升级多是跃迁式扩散,而不是等级邻近转移。

3 结论与讨论

本文通过构建效率测算与影响因素指标体系,探究长三角区域一体化对城市土地利用效率动态演化的影响。结论如下:(1)研究期内长三角城市土地利用平均效率为1.003,历经“增长-下降-平稳”的三阶段变化过程。全局Moran's I指数大于0,溢出效应与集聚特征明显。上海、南京和杭州等中心城市,经济发展快、集聚外来人口能力强,控制新增建设用地总量,提高用地投资强度,效率较高。囿于土地可持续利用政策的不完善和经济发展水平的约束,盐城、铜陵、嘉兴等城市土地效率亟需提升。(2)选用空间固定效应SDM模型对结果进行模拟。区域一体化中要素空间集聚、规模变化和产业结构调整均会对土地效率产生影响。经济集聚和产业集聚能有效提升土地效率,且作用强度高于人口集聚。经济发展和产业集聚存在“涟漪效应”,生产技术、发展机遇等优先向邻近城市等级扩散。单纯增加建设用地和资本等要素的投入规模,对效率提升的作用不大。

借助空间计量方法探究城市土地利用效率的时空格局特征,实证分析区域一体化对土地利用效率动态演化的影响因素,为促进城市土地高效、合理利用提供科学支撑。但仍存在以下不足:(1)本文在投入产出指标选取上多为目前学术界常用的可获得的核心变量,但对政府管控效率政策落实程度等难以量化的指标并未涉及,还可参考一些研究成果^[33],着重讨论碳排放、新型城镇化等因素对城市土地利用效率的影响,这也是后续研究效率测算体系的重点。(2)今后还需细化产业结构的研究,尤其是注重产业结构服务化、合理化和高级化对城市土地利用效率的影响,以及彼此之间的交互响应机制^[34]。(3)研究发现城市土地利用效率存在空间邻近效应和溢出效应,而本文运用的SDM模型以地理空间邻近关系来生成权重矩阵,缺少对经济距离和时间可达性等因素的考虑。因此,未来还应对空间权重矩阵的判别开展深入研究,针对提升城市土地利用效率来探索切实可行的空间优化路径。

本文在政策层面还有一些启示:(1)受发展政绩和经济利益的驱动,各地方政府在推进区域一体化中侧重于城市基础设施建设,忽视了公共服务供给,造成了城市土地资源的严重浪费。因此,应主动避免片面追求政绩,扩大市场生态和空间一体化进程对城市土地利用效率的影响,促进区域一体化进程对土地利用能级的提升。(2)新型城镇化背景下,随着城市化进程的快速发展,值得关注的是在城市产业结构调整与吸收外资方面,强调经济转型、产业结构升级的同时,还需注重创新市场一体化机制和规范管理措施,不可重复盲目投资、重量不重质的土地资源粗放利用的老路,强化政府在城市土地资源配置中的引导作用,从源头和

利用方式上提高城市建设用地利用效率。

参考文献:

- [1]陈雯, 孙伟. 长江三角洲区域一体化空间分工[J]. 城市规划学刊, 2020(1):37-40.
- [2]WU Y,ZHANG X,Skitmore M,et al.Industrial land price and its impact on urban growth:A Chinese case study[J].Land Use Policy,2014,36:199-209.
- [3]金贵, 邓祥征, 赵晓东, 等. 2005-2014 年长江经济带城市土地利用效率时空格局特征[J]. 地理学报, 2018, 73(7):1242-1252.
- [4]杨奎, 文琦, 钟太洋. 长江经济带城市土地利用效率评价[J]. 资源科学, 2018, 40(10):2048-2059.
- [5]张英浩, 陈江龙, 高金龙, 等. 经济转型视角下长三角城市土地利用效率影响机制[J]. 自然资源学报, 2019, 34(6):1157-1170.
- [6]匡兵, 卢新海, 周敏. 中国城市土地经济密度的分布动态演进[J]. 中国土地科学, 2016, 30(10):47-54.
- [7]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, 35(11):2105-2115.
- [8]高金龙, 陈雯. 转型期中国城市用地结构动态演变及其机理——基于长三角 51 个样本城市的实证研究[J]. 长江流域资源与环境, 2017, 26(4):540-551.
- [9]KOROSO N H,ZEVENBERGEN J A,LENGOIBONI M.Urban land use efficiency in Ethiopia:An assessment of urban land use sustainability in Addis Ababa[J].Land Use Policy,2020,99:105081.
- [10]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.
- [11]宋成舜, 谈兵, 韩冰华, 等. 基于变异系数 TOPSIS 法的土地利用效益测度研究——以武汉城市圈为例[J]. 水土保持研究, 2015, 22(1):286-291.
- [12]DU J,THILL J,PEISER R B.Land pricing and its impact on land use efficiency in post-land-reform China:A case study of Beijing[J].Cities,2016,50:68-74.
- [13]周志武. 长株潭城市群建设用地扩张的特征及合理性评估研究[D]. 长沙: 湖南大学, 2012.
- [14]WU C,WEI Y D,HUANG X,et al.Economic transition,spatial development and urban land use efficiency in the Yangtze River Delta,China[J].Habitat International,2017,63:67-78.
- [15]TONE K.A slacks-based measure of efficiency in data envelopment analysis[J].European Journal of Operational Research,2001,130(3):498-509.

-
- [16]ANSELIN L,BONGIOVANNI R,LOWENBERG-DEBOER J.A spatial econometric approach to the economics of site-specific nitrogen management in Corn Productio[J].American Journal of Agricultural Economics,2004,86(3):675-687.
- [17]ELHORST J.Specification and estimation of spatial panel data models[J].International Regional Science Review,2003,26(3):244-268.
- [18]ZHAO Z,BAI Y,WANG G,et al.Land eco-efficiency for new-type urbanization in the Beijing-Tianjin-Hebei Region[J].Technological Forecasting and Social Change,2018,137:19-26.
- [19]LU X,KUANG B,LI J.Regional difference decomposition and policy implications of China's urban land use efficiency under the environmental restriction[J].Habitat International,2018,77:32-39.
- [20]王德起,庞晓庆.京津冀城市群绿色土地利用效率研究[J].中国人口·资源与环境,2019,29(4):68-76.
- [21]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,2018,32(9):66-73.
- [22]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,2011,46(5):4-16.
- [23]BARBOSA J,BRAGANÇA L,MATEUS R.Assessment of land use efficiency using BSA tools:Development of a new index[J].Journal of Urban Planning and Development,2014,141:1-9.
- [24]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.
- [25]YU J,ZHOU K,YANG S.Land use efficiency and influencing factors of urban agglomerations in China[J].Land Use Policy,2019,88:104143.
- [26]SUN Y,MA A,SU H,et al.Does the establishment of development zones really improve industrial land use efficiency?Implications for China's high-quality development policy[J].Land Use Policy,2020,90:104265.
- [27]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.
- [28]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.
- [29]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,2019,29(11):100-110.
- [30]唐永超,王成新,王瑞莉,等.基于精明发展的城市扩张与土地利用效益的耦合研究——以济南市主城区为例[J].人文地理,2020,35(4):91-98.
- [31]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,2017,43(1):86-97.

[32] 胡雪萍, 钟成林. 区域生产要素一体化对城市建设利用效率的影响研究——以长江中游城市群为例[J]. 暨南学报(哲学社会科学版), 2017, 39(6): 14-21.

[33] 姬志恒, 张鹏. 环境约束下中国城市土地利用效率空间差异及驱动机制——基于 285 个地级及以上城市的研究[J]. 中国土地科学, 2020, 34(8): 72-79.

[34] 何好俊, 彭冲. 城市产业结构与土地利用效率的时空演变及交互影响[J]. 地理研究, 2017, 36(7): 1271-1282.