

不同规模城市土地利用效率的时空演变及收敛性研究

彭开丽, 徐引婷

(华中农业大学 公共管理学院, 湖北 武汉 430070)

摘要: 针对不同规模城市在经济发展过程中的土地利用情况及发展差距问题, 运用 Super-SBM 模型、空间自相关及空间收敛性方法, 对 2008—2019 年不同规模城市土地利用效率及其收敛性开展研究。结果表明: (1) 全国、大城市和小城市土地利用效率呈现出上升的趋势, 特大城市和中等城市出现小幅度的下降, 且土地利用效率并不存在严格的规模等级递增效应; (2) 空间相关性结果表明, 研究区域土地利用效率的空间集聚效应在增强; (3) 各规模城市土地利用效率均表现出较明显的 β 收敛, 考虑空间因素及政府干预、经济发展等控制变量有利于促进收敛速度的提高。研究结果可为制定差异化的土地利用调控政策提供参考, 以缩小经济发展差距, 实现共同富裕。

关键词: 不同规模; 土地利用效率; 时空演变; 差异; 空间收敛性

中图分类号: F293.2 **文献标志码:** A **文章编号:** 1009-4210-(2024)01-046-13

On Spatial-Temporal Evolution and Convergence of Land Use Efficiency of Cities in Different Scales

PENG Kaili, XU Yinting

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

Abstract: Aiming at the problems of land use and development gap in the process of economic development of cities of different sizes, this paper used Super-SBM model, spatial autocorrelation method and spatial convergence method to study the land use efficiency and convergence of these cities from 2008 to 2019. The results indicated that: (1) The land use efficiency of big cities and small cities showed an upward trend, while the Megalopolis and medium-sized cities saw a small decrease in this aspect. At the same time, the efficiency wouldn't be increased as the scale of the city was enlarged; (2) The spatial correlation results showed that the spatial agglomeration effect of land use efficiency was increasing in the study area; (3) The urban land use efficiency of cities varying in scale displayed obvious β convergence. Considering the spatial factors, government intervention, economic development and other control variables could accelerate the speed of convergence. As such, the results can be used as a reference for formulating differentiated land use regulation policies to narrow the economic development gap and achieve common prosperity.

Key words: different scales; land use efficiency; spatio-temporal evolution; difference; spatial convergence

收稿日期: 2023-09-02

基金项目: 国家自然科学基金面上项目(71973050); 中央高校基本科研业务费项目(2662023GGPY003)

作者简介: 彭开丽(1975—), 女, 博士生导师, 从事土地资源经济与管理研究。E-mail: klpeng@mail.hzau.edu.cn

城市土地是城市社会经济活动的空间载体^[1], 而城市的土地利用效率是衡量城市土地产出能力和区域经济发展水平的重要指标^[2], 直接影响城市社会、经济的发展及生态环境的改善^[3]。改革开放以来, 城镇化进程加快, 城市用地的快速无序扩张造成土地低效粗放利用, 有限土地资源对城市可持续发展的约束已初见端倪^[4]。受资源和环境的约束, 提高土地利用效率刻不容缓。党的十九大报告中首次提出了要提高全要素生产率, 党的二十大报告中再次指出要着力提高全要素生产率, “着力”一词更加强调了新时期要致力于提高土地资源的利用效率。“全面提高资源利用效率”已经上升为国民经济和社会发展的第十四个五年规划和 2035 年远景目标的国家战略要求, 因此, 有必要对城市土地利用效率问题展开研究。同时, “十四五”规划纲要中提到要“促进大中小城市协调联动”, 基于此, 本文将聚焦不同规模城市的土地利用效率问题, 并揭示其区域差异, 对不同规模城市土地利用效率的时空变化及空间收敛性开展研究, 为新时期不同规模城市土地利用效率协同提升提供理论及实践借鉴。

纵观国内外有关土地利用效率的研究, 学者们主要围绕指标评价体系、评价方法、时空演变及收敛性、影响因素等方面从不同尺度进行探究。在指标评价体系上, 由单一的只关注经济效益的指标向经济、社会、生态综合效益指标转变, 指标体系逐渐完善^[5-6]。在土地利用效率值的评价方法上, 国外研究主要运用多标准分析法(MCA)、层次分析法(AHP)^[7]、主成分分析法(PCA)^[8]。此外, 也有学者以土地消耗率与人口增长率之比及城市密度来反映城市的土地利用效率^[9-12]。国内研究多采用 C-D 生产函数模型^[13]、SFA 模型^[14]、DEA 数据包络分析^[15]、Super-SBM 模型^[16]、脱钩理论模型^[17]等对武汉城市圈^[13]、长江经济带^[14]、江苏^[15]、西南地区^[16]、云南^[17]等地区土地利用效率进行测度。基于土地利用效率值, 已有研究通过基尼系数^[18]、空间自相关分析^[3, 19]、核密度估计^[20-21]等方法衡量土地利用效率的时空变化。同时, 为了反映效率的敛散情况, 部分学者将 ArcGIS 可视化分析与一般收敛模型相结合, 对不同城市土地利用效率的差异及收敛性进行研究^[4, 22], 但由于一般收敛模型并未考虑空间因素对土地利用效率收敛状况的影响, 陈丹玲等^[2]、薛建春等^[3]学者进一步考虑空间效应, 采用空间收敛模型深入研究了长江中游城市群、黄河流域等区域土地利用效率的动态变化及其空间差异的敛散情况。Masini 等^[8]、Marco 等^[23]利用线性回归和非参数 Spearman 秩相关法分析了城市土地利用效率的空间收敛性。在影响因素方面, 已有研究主要聚焦经济、社会、生态等方面, 选取多个因素对土地利用效率的影响因素进行研究, 从而提出促进其提高的对策, 例如经济发展水平^[24]、产业结构^[25]、土地管理政策^[9, 23]、城市行政结构^[26]、城市扩张^[9, 27-28]、生态环境^[29]等, 鲜有学者对不同区域效率差异变化的影响因素展开探讨。

综上所述, 国内外对土地利用效率的研究都在不断深化和拓展, 形成了很多较成熟的研究成果, 对本文具有重要的参考意义。通过对国内外文献的梳理, 发现在土地利用效率的收敛性研究上, 多采用传统一般收敛模型, 较少考虑空间因素, 难以真正解释土地利用效率的时空演变规律; 在影响因素的研究上, 大部分学者都是对效率的影响因素开展研究, 较少考虑收敛性的影响因素; 在研究尺度上, 多数研究所选的研究区域都是城市群、省级行政区或是单一的城市, 在全国范围内开展的研究较少。然而, 随着我国城市化的进一步发展, 全国范围内的城市土地利用问题非常值得关注, 且虽有文献对城市规模与土地利用效率之间的关系进行了研究^[30], 但缺少对效率敛散性的检验。从不同规模视角出发, 理清城市土地利用效率的时空变化及敛散情况是了解城

市间发展差距,实现协同高质量发展及共同富裕的关键。因此,本文以 2008—2019 年为研究时段,选取全国 276 个城市,在一般收敛模型的基础上引入空间因素,运用空间计量方法测算不同规模城市土地利用效率的收敛性,以期认识各规模城市土地利用效率的发展状况,识别影响土地利用效率收敛性的关键因素,促进效率高值和低值区整体向好发展。

一 研究设计

(一)研究区域概况

根据经济发展状况及地理位置,考虑数据可获性,整体上本文将我国除港、澳、台以外地区划分为东、中、西三大区域,东部地区包括 12 个省(区、市),分别是北京、天津、河北、辽宁、上海、江苏、浙江、福建、山东、广东、广西、海南;中部地区包括 9 个省(区),分别是山西、内蒙古、吉林、黑龙江、安徽、江西、河南、湖北、湖南;西部地区包括 10 个省(区、市),分别是四川、重庆、贵州、云南、西藏、陕西、甘肃、宁夏、青海、新疆。

2019 年我国除港、澳、台以外地区共有 297 个地级及以上城市,考虑数据的可得性及一致性,本文未将三亚、三沙、漳州、毕节等^① 21 个城市列入研究范围,最终选取全国 276 个地级及以上城市为研究对象,占全国地级及以上城市总数的 92.9%。同时,参考已有研究^[22],根据 2019 年城市建设用地面积 A (单位: km^2)将选取城市分为特大城市($A > 300$)、大城市($100 \leq A \leq 300$)、中等城市($50 \leq A < 100$)和小城市($A < 50$)。

(二)研究方法

1. Super-SBM 模型

在土地利用效率的测度中, Super-SBM 模型既能处理非期望产出,又允许效率值大于 1,解决了决策单元同为 1 时的排序问题,使得效率评价更加地准确和实用。假设有 n 个城市土地决策单元,每个决策单元有 m 种投入, S_1 种期望产出和 S_2 种非期望产出,考虑非期望产出的 SBM 模型如式(1)所示^[16]。

$$\min \delta = \begin{cases} \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m (\bar{x}/x_{ik}) \\ \frac{1}{S_1+S_2} \left[\sum_{r=1}^{S_1} \bar{y}^d/y_{rk}^d + \sum_{q=1}^{S_2} \bar{y}^u/y_{qk}^u \right] \\ \bar{x} \geq \sum_{j=1, j \neq k}^n x_{ij} \lambda_j; \quad \bar{y}^d \leq \sum_{j=1, j \neq k}^n y_{rj}^d \lambda_j \\ \bar{y}^u \geq \sum_{j=1, j \neq k}^n y_{qj}^u \lambda_j; \quad \bar{x} \geq x_k \\ \bar{y}^d \leq y_k^d; \quad \bar{y}^u \geq y_k^u \\ \lambda_j \geq 0, \quad i=1,2,\dots,m; \quad j=1,2,\dots,n \\ r=1,2,\dots,S_1; \quad q=1,2,\dots,S_2 \end{cases} \quad (1)$$

式中: δ 为效率值; x 为投入矩阵中的元素; \bar{x} 、 \bar{y}^d 、 \bar{y}^u 分别表示投入、期望产出和非期望产出的松弛

^① 三亚、三沙、儋州、毕节、铜仁、通辽、上海、金华、亳州、漳州、肇庆、揭阳、拉萨、日喀则、昌都、林芝、山南、那曲、海东、吐鲁番、哈密 21 个城市数据缺失较多,故未纳入研究对象范围。

变量; x_{ik} 指第 k 个决策单元的第 i 个投入; y^d 为期望产出矩阵中的元素; y_{rk}^d 指第 k 个决策单元的第 r 个期望产出; y^u 为非期望产出矩阵中的元素; y_{qk}^u 指第 k 个决策单元的第 q 个非期望产出; x_{ij} 表示第 j 个决策单元的第 i 个投入; y_{rj}^d 表示第 j 个决策单元的第 r 个期望产出; y_{qj}^u 表示第 j 个决策单元的第 q 个非期望产出; λ_j 表示权重。

2. 空间相关性分析

在进行空间收敛性分析之前,要考虑数据是否存在空间相关性。本文借助 Stata16.0 软件,采用全局空间自相关和局部空间自相关对城市土地利用效率整体和局部空间自相关程度进行分析,全局空间自相关采用 Global Moran' s I 指数来表示,局部空间自相关用 Local Moran' s I 统计量绘制 Moran 散点图来表示。

3. 收敛性分析

本文采用空间绝对及条件 β 收敛性分析方法对研究区域土地利用效率的收敛性进行检验,揭示不同规模城市间及各规模城市内土地利用效率的差异是扩大还是缩小。空间 β 收敛的模型主要有空间误差模型(SEM)和空间滞后模型(SLM),分别对应式(2)、式(3)。式(2)~(3)表示空间绝对 β 收敛,在式(2)~(3)的基础上加入控制变量,表示空间条件 β 收敛,式(4)表示收敛速度。

$$\ln L_{i,t+1} - \ln L_{i,t} = \alpha + \beta \ln L_{i,t} + \rho W(\ln L_{i,t+1} - \ln L_{i,t}) + \varepsilon_{i,t} \quad (2)$$

$$\ln L_{i,t+1} - \ln L_{i,t} = \alpha + \beta \ln L_{i,t} + \lambda W\phi_{i,t} + \mu_{i,t} \quad (3)$$

$$\theta = -\frac{\ln(1+\beta)}{t} \quad (4)$$

式中: $\ln L_{i,t}$, $\ln L_{i,t+1}$ 分别为第 t 年、 $t+1$ 年第 i 个城市的土地利用效率; α 为常数项; β 为收敛系数,无论是绝对 β 收敛还是条件 β 收敛,当 β 为负且显著时,城市土地利用效率呈现出收敛的趋势,反之则发散; $\varepsilon_{i,t}$ 和 $\mu_{i,t}$ 为随机扰动项; n 为城市数量; W 为空间权重矩阵,本文采用邻接权重矩阵; ρ 和 λ 分别为空间溢出方向和程度的空间效应系数; $\phi_{i,t}$ 为空间自相关的误差项; θ 为收敛速度。

(三) 指标选取及数据来源

1. 效率测度

对全国 276 个地级及以上城市土地利用效率评价指标体系的构建主要参考已有研究,遵循科学性、精简性、可得性等原则,综合考虑要素的投入、期望产出和非期望产出。投入指标分为土地投入,劳动力投入,资本投入;对应用城市建设用地面积^[27],第二、三产业从业人员数^[18,27],固定资产投资总额^[18,27]表征。期望产出主要包括经济、社会和生态效益;对应用第二、三产业增加值^[1],城镇居民人均可支配收入^[2],建成区绿化覆盖率^[27,31]表征。非期望产出主要是指经济活动中产生的生态负效益,用工业废水排放量来表征^[27]。指标选取具体见表 1。

表 1 土地利用效率评价指标体系

评价角度	指标类型	指标表征	单位	评价角度	指标类型	指标表征	单位
投入	土地投入	城市建设用地面积	km ²	期望产出	经济效益	第二、三产业增加值	万元
	劳动力投入	第二、三产业从业人员数	万人		社会效益	城镇居民人均可支配收入	万元
	资本投入	固定资产投资总额	万元		生态效益	建成区绿化覆盖率	%
				非期望产出	生态负效益	工业废水排放量	10 ⁴ m ³

2. 控制变量

控制变量主要从宏观、中观、微观层面选取。宏观层面选取地方财政一般公共预算支出表征政府干预(G)^[32],其对土地利用效率趋同的影响主要体现在两方面。一方面,政府鼓励知识、技术、创新等要素向欠发达地区集聚的政策措施,有利于提高欠发达地区城市土地利用水平^[33],减小土地利用效率的区域差异;另一方面,为促进地区经济整体高质量增长,政府通过加大对城市基础设施和公共服务设施的财政投入满足城市居民的需求,提高城市居民的幸福感和获得感,将促进不同区域城市土地的协同绿色高效利用^[18,34],实现土地利用效率的收敛。

中观层面选取人均 GDP 表征经济发展水平(E)^[35-36]。一个国家或地区的经济中心向周边地区的辐射带动效应将促进区域间经济的趋同发展,由此产生的经济集聚效应将为城市间信息传递、服务设施共享、产业关联等提供便利,大大降低了土地利用者在开发、管理、营销等方面的成本^[25],从而有利于土地资源的优化配置。

微观层面主要考虑科技投入水平(T)和人力资本(P),分别选取科技支出及人口密度来表征^[36]。相邻城市在地理空间上的接近容易促进知识和技术的外溢^[37],促进相邻空间单元城市土地利用效率的共同提升。同时,欠发达地区通过人力资本流动和管理经验的交流,更容易以较低的成本获得发达地区的技术外溢^[38],实现城市土地的高效利用,缩小不同城市土地利用效率的差异。

3. 数据来源

以上指标数据来源于 2008—2019 年《中国城市统计年鉴》及各市统计年鉴,部分年份缺失数据本文利用平均增长率和线性插补的方法来填补,并以 2008 年为基期,利用 GDP 平减指数对经济数据进行修正^[32]。

二 结果与分析

(一) 土地利用效率的时空演变

基于上述指标,本文采用 Super-SBM 模型,借助 Matlab 软件,对全国 276 个城市的土地利用效率进行了测度,得出 2008—2019 年城市的土地利用效率值。

1. 时间异质性分析

图 1 展示了 2008—2019 年间全国及各规模城市土地利用效率的变化。如图所示,全国城市土地利用效率在研究时段内呈现出上升的态势,特大城市和中等城市土地利用效率有小幅度的下降,大城市和小城市土地利用效率则表现出上升的趋势。原因可能在于特大城市作为全国重要的经济和文化中心,在城市建设方面要考虑树立良好的城市形象,加之中心城区受人口政策、容积率控制、交通格局等因素的影响,在一定程度上难以兼顾效率^[30,39],例如北京。此外,部分城市在发展过程中存在城市规模快速扩张的现象,忽略了城市化质量,对城市化发展并未产生积极影响,导致资源得不到最优配置^[40],例如重庆。而中等城市由于正处于向大城市发展的过渡时期,缺乏高新技术的投入,城市经济发展以中小型企业为主,生产效率不高,难以形成规模效应,导致城市土地利用效率不够稳定。

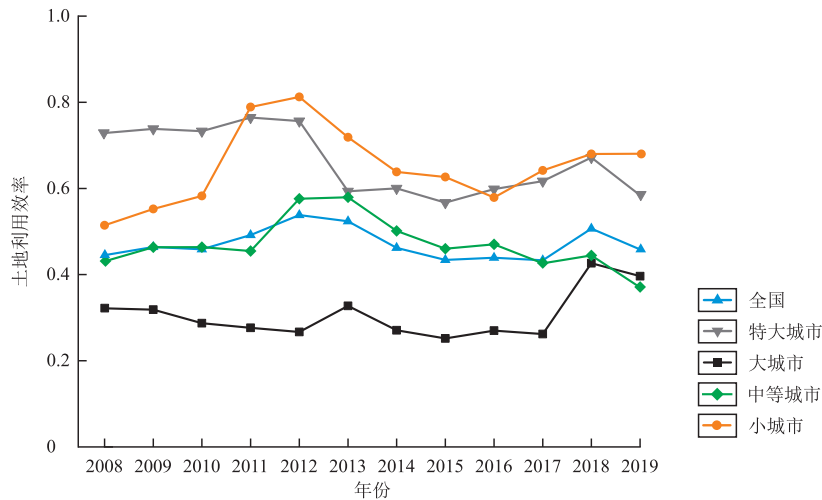


图 1 2008—2019 不同规模城市土地利用效率值

表 2 对 2008—2019 年间城市土地利用效率的分布及城市规模之间的关系进行了描述。总体上并不呈现严格的规模等级递增效应,特大城市和小城市的土地利用效率总体高于大城市和中等城市。原因可能在于特大城市具有强大的规模效益和集聚效应,土地集约利用水平往往较高,而小城市通常是建立在当地特色产业发展较好、具有一定竞争优势的城镇的基础上发展起来的^[41],在发展经济的过程中,土地需求的增大迫使其不断提高土地利用效率。表中还反映出同一规模城市处于不同区域,土地利用效率具有一定的差异,东部地区除大城市和小城市外,各规模城市土地利用集约水平适中;中部地区由于正处于城市化的探索阶段,城市化发展还不成熟,容易出现城市土地低效利用的问题,除特大城市外,其他规模城市土地利用效率都低于西部地区;西部地区虽然发展相对落后,但土地资源丰富,城市化还处于较低的阶段,不容易出现土地利用效率问题,土地利用效率处于中等水平。可见,东部大城市和小城市、中部大城市土地利用效率有待提高。

表 2 2008—2019 年不同规模城市土地利用效率的差异

城市规模	东部		西部		中部		全国	
	城市个数	效率值	城市个数	效率值	城市个数	效率值	城市个数	效率值
特大城市	16	0.6911	8	0.5459	8	0.7228	32	0.6627
大城市	52	0.2874	11	0.4373	27	0.2894	90	0.3063
中等城市	20	0.4600	30	0.4897	55	0.4633	105	0.4702
小城市	7	0.3908	26	0.7233	16	0.6483	49	0.6513
总计							276	0.4712

2. 空间异质性分析

为了更加直观地研究城市土地利用效率的空间特征,本文借助 ArcGIS10.2 软件的自然断点法,将土地利用效率分为 3 个等级:高效率、中等效率、低效率,对 2008 年和 2019 年 2 个年份城市的土地利用效率进行分类。如表 3 所示,土地利用效率总体上呈现出“中心低边缘高”的空间

分异特征。具体来看,2008—2019 年处于高效率的城市个数由 64 个减少为 52 个,分布较为分散,主要集中在东北和西部地区,说明土地利用效率的提高是一个长期的过程,在促进城市土地集约利用的过程中,不能只注重一时的成果,应该着眼于长远的发展;中等效率的城市由 2008 年的 51 个增加为 2019 年的 74 个,主要分布在中部、西部及东北地区;低效率的城市从 163 个减少到 150 个,主要分布在中部和东南部地区。

表 3 2008 年和 2019 年不同规模城市土地利用效率值分布特征

等级及区间	2008 年	2019 年
高效率 (0.7099, 2.7125]	太原市、大连市、哈尔滨市、大庆市、合肥市、厦门市、南昌市、青岛市、深圳市、珠海市、东莞市、南宁市、贵阳市、兰州市、赤峰市、鄂尔多斯市、盘锦市、德州市、十堰市、潮州市、海口市、嘉峪关市、阳泉市、呼伦贝尔市、乌兰察布市、阜新市、朝阳市、四平市、松原市、鸡西市、双鸭山市、伊春市、佳木斯市、七台河市、舟山市、铜陵市、黄山市、娄底市、梅州市、贺州市、来宾市、广安市、安顺市、汉中市、天水市、石嘴山市、吴忠市、鹤岗市、黑河市、池州市、鹰潭市、防城港市、崇左市、玉溪市、保山市、丽江市、临沧市、铜川市、商洛市、金昌市、定西市、陇南市、固原市、中卫市(64)	太原市、沈阳市、大连市、哈尔滨市、大庆市、合肥市、长沙市、广州市、深圳市、乌鲁木齐市、赤峰市、鄂尔多斯市、鞍山市、抚顺市、锦州市、营口市、辽阳市、盘锦市、东营市、常德市、韶关市、潮州市、嘉峪关市、本溪市、丹东市、阜新市、松原市、双鸭山市、伊春市、七台河市、舟山市、黄山市、萍乡市、来宾市、石嘴山市、克拉玛依市、朔州市、乌海市、鹤岗市、黑河市、绥化市、张家界市、汕尾市、云浮市、防城港市、巴中市、丽江市、金昌市、庆阳市、陇南市、固原市、中卫市(52)
中等效率 (0.3184, 0.7099]	北京市、沈阳市、长春市、南京市、杭州市、济南市、郑州市、武汉市、长沙市、广州市、成都市、昆明市、西安市、兰州市、乌鲁木齐市、秦皇岛市、抚顺市、锦州市、安庆市、阜阳市、威海市、聊城市、株洲市、中山市、泸州市、南充市、遵义市、蚌埠市、晋中市、临汾市、巴彦淖尔市、葫芦岛市、通化市、牡丹江市、马鞍山市、宣城市、龙岩市、景德镇市、三门峡市、茂名市、梧州市、攀枝花市、乌海市、辽源市、绥化市、丽水市、宁德市、张家界市、庆阳市(51)	北京市、长春市、济南市、青岛市、珠海市、南宁市、贵阳市、昆明市、西安市、兰州市、秦皇岛市、邢台市、吉林市、齐齐哈尔市、镇江市、潮州市、淮南市、威海市、日照市、聊城市、焦作市、十堰市、岳阳市、佛山市、湛江市、中山市、桂林市、自贡市、曲靖市、湘潭市、阳泉市、长治市、临汾市、巴彦淖尔市、乌兰察布市、朝阳市、葫芦岛市、四平市、通化市、佳木斯市、牡丹江市、新余市、吉安市、怀化市、梅州市、贺州市、吴忠市、晋城市、忻州市、辽源市、白山市、池州市、鹰潭市、鄂州市、河源市、河池市、崇左市、雅安市、资阳市、玉溪市、保山市、昭通市、普洱市、临沧市、铜川市、延安市、安康市、商洛市、武威市、张掖市、平凉市、酒泉市、定西市(74)
低效率 (0, 0.3184]	天津市、苏州市、宁波市、重庆市、石家庄市、唐山市、邯郸市、邢台市、大同市、呼和浩特市、鞍山市、营口市、辽阳市、吉林市、齐齐哈尔市、常州市、盐城市、扬州市、镇江市、泰州市、温州市、嘉兴市、湖州市、芜湖市、淮南市、九江市、赣州市、枣庄市、东营市、烟台市、潍坊市、济宁市、泰安市、日照市、临沂市、滨州市、菏泽市、开封市、洛阳市、新乡市、焦作市、南阳市、宜昌市、襄阳市、衡阳市、岳阳市、常德市、韶关市、汕头市、佛山市、江门市、湛江市、惠州市、柳州市、桂林市、自贡市、泸州市、绵阳市、宜宾市、曲靖市、银川市、保定市、包头市、无锡市、徐州市、南通市、连云港市、淮安市、绍兴市、台州市、福州市、泉州市、湘潭市、张家口市、承德市、沧州市、廊坊市、衡水市、长治市、本溪市、丹东市、铁岭市、宿迁市、衢州市、淮北市、滁州市、宿州市、六安市、莆田市、萍乡市、新余市、吉安市、宜春市、抚州市、上饶市、平顶山市、安阳市、鹤壁市、濮阳市、许昌市、漯河市、商丘市、信阳市、周口店、驻马店市、黄石市、荆门市、孝感市、荆州市、黄冈市、咸宁市、随州市、邵阳市、益阳市、郴州市、永州市、怀化市、阳江市、清远市、北海市、钦州市、贵港市、玉林市、百色市、德阳市、广元市、遂宁市、内江市、乐山市、眉山市、六盘水市、宝鸡市、咸宁市、渭南市、榆林市、白银市、西宁市、晋城市、朔州市、运城市、忻州市、吕梁市、白山市、白城市、三明市、南平市、鄂州市、汕尾市、河源市、云浮市、河池市、雅安市、巴中市、资阳市、昭通市、普洱市、延安市、安康市、武威市、张掖市、平凉市、酒泉市(163)	天津市、南京市、苏州市、杭州市、宁波市、厦门市、南昌市、郑州市、武汉市、东莞市、重庆市、成都市、石家庄市、唐山市、邯郸市、大同市、呼和浩特市、常州市、盐城市、扬州市、泰州市、温州市、嘉兴市、芜湖市、安庆市、阜阳市、九江市、赣州市、淄博市、枣庄市、烟台市、潍坊市、济宁市、泰安市、临沂市、德州市、滨州市、菏泽市、开封市、洛阳市、新乡市、南阳市、宜昌市、襄阳市、株洲市、衡阳市、汕头市、江门市、惠州市、柳州市、海口市、泸州市、绵阳市、南充市、宜宾市、遵义市、银川市、保定市、包头市、无锡市、徐州市、南通市、连云港市、淮安市、绍兴市、台州市、蚌埠市、福州市、泉州市、张家口市、承德市、沧州市、廊坊市、衡水市、晋中市、呼伦贝尔市、铁岭市、鸡西市、宿迁市、衢州市、马鞍山市、淮北市、铜陵市、滁州市、宿州市、六安市、宣城市、莆田市、龙岩市、景德镇市、宜春市、抚州市、上饶市、平顶山市、安阳市、鹤壁市、濮阳市、许昌市、漯河市、三门峡市、商丘市、信阳市、周口店、驻马店市、黄石市、荆门市、孝感市、荆州市、黄冈市、咸宁市、随州市、邵阳市、益阳市、郴州市、永州市、娄底市、茂名市、阳江市、清远市、梧州市、北海市、钦州市、贵港市、玉林市、百色市、攀枝花市、德阳市、广元市、遂宁市、内江市、乐山市、眉山市、广安市、达州市、六盘水市、安顺市、宝鸡市、咸阳市、渭南市、汉中市、榆林市、白银市、天水市、西宁市、运城市、吕梁市、丽水市、三明市、南平市、宁德市(150)

注:表中“()”内数值为相应的城市数量。

(二) 土地利用效率的空间相关性分析

为揭示土地利用效率的空间相关性,运用 Stata16.0 软件测算得到全国 2008—2019 年城市土地利用效率的全局莫兰指数(表 4)。从表 4 中可以看出,2008—2019 年全球莫兰指数均为正值,且各年份莫兰指数都通过了 1% 或 5% 的显著性检验,说明在研究时段内土地利用效率存在显著的空间正相关性,即各城市土地利用效率会受到邻近城市土地利用效率的影响。从变化趋势来看,2008—2019 年土地利用效率的全局莫兰指数呈现出“强—弱—强”的波动上升趋势,即土地利用效率存在波动增强的空间依赖性。

表 4 2008—2019 年土地利用效率的全局莫兰指数

年份	Moran's I	z	P-value	年份	Moran's I	z	P-value
2008 年	0.1560	3.8890	0	2014 年	0.1810	4.4810	0
2009 年	0.1350	3.3800	0	2015 年	0.2300	5.6850	0
2010 年	0.0960	2.4320	0	2016 年	0.2770	6.8280	0
2011 年	0.1660	4.1190	0	2017 年	0.2940	7.2400	0
2012 年	0.1550	3.8440	0	2018 年	0.2500	6.2140	0
2013 年	0.1510	3.7480	0	2019 年	0.3170	7.8860	0

在分析土地利用效率全局莫兰指数的基础上,对土地利用效率的局部空间相关性特征进行分析。图 2 展示了局部莫兰指数散点图。

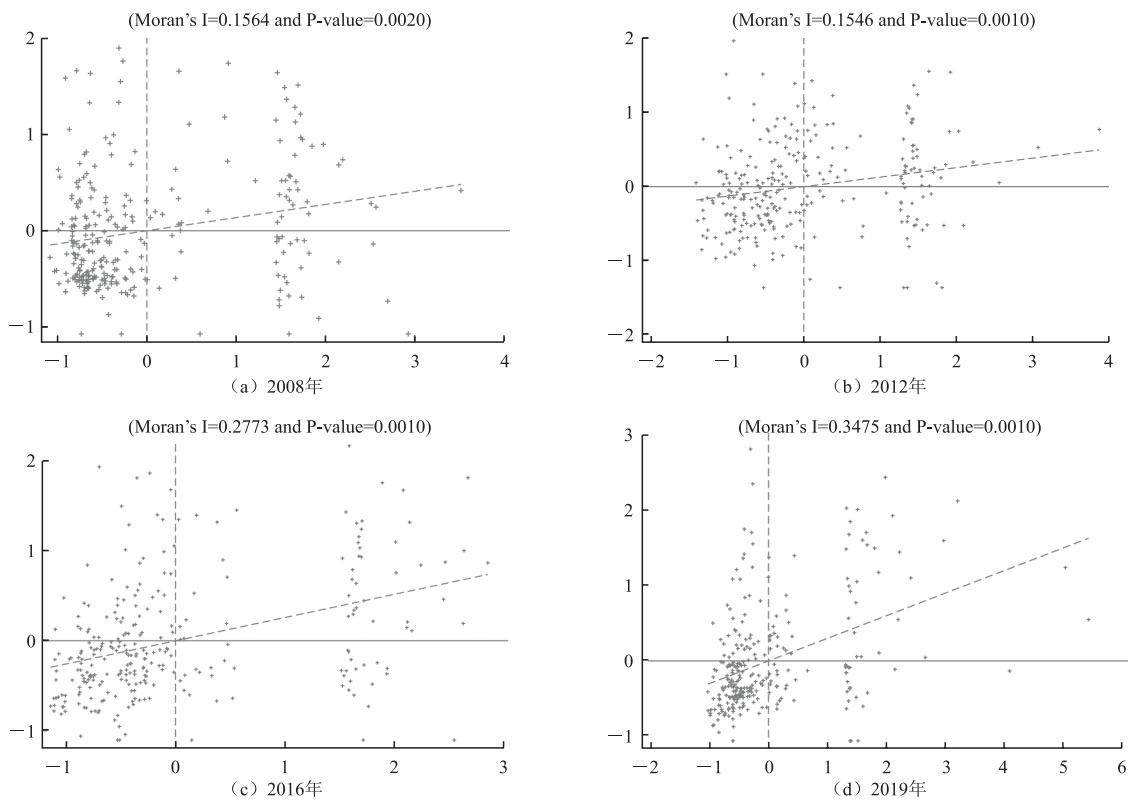


图 2 土地利用效率的局部莫兰散点分布

根据莫兰散点图,部分城市处于第一和第三象限,土地利用效率呈现出空间正相关性,即高一高集聚和低一低集聚;另有部分城市处于第二和第四象限,土地利用效率呈现空间负相关性,即高一低集聚和“低一高”集聚。在研究时段内,土地利用效率的局部空间正相关性在波动增强,即高一高集聚型和低一低集聚型城市在增加,这与全局莫兰指数的演变相一致。

(三)土地利用效率的空间收敛性分析

研究结果表明,在研究时段内,不同规模城市土地利用效率存在较大的差异,随着时间的推移,这种差异是变大、变小或者不变,是向相同水平还是各自的水平变化还不得而知,需要进行收敛性分析。同时,空间相关性分析表明城市土地利用效率存在空间相关性,且空间相关性在增强。因此,本文将对 2008—2019 年全国及不同规模城市土地利用效率进行空间收敛性检验。

在 β 收敛模型选取上,根据 LM 和 Robust LM 检验对空间误差模型(SEM)及空间滞后模型(SLM)进行选择^[31](表 5)。表中结果显示,在 LM 检验和 Robust LM 检验上,绝对 β 收敛空间误差和空间滞后模型均通过了 1% 的显著性检验,且 LM(error)及 Robust LM(error)的统计量均大于 LM(lag)及 Robust(lag)的统计量;条件 β 收敛模型检验中 Robust LM(lag)未通过显著性检验。因此,在进行空间绝对 β 和条件 β 收敛检验时,选择空间误差模型更为合适。同时,选择固定效应的 β 收敛模型对土地利用效率的收敛性进行分析。借助 Stata16.0 软件,对全国及不同规模城市土地利用效率的空间绝对、条件 β 收敛进行检验,估计结果如表 6、表 7 所示。

表 5 土地利用效率的空间相关性检验

检验类型	绝对 β 收敛		条件 β 收敛	
	Statistic	Prob.	Statistic	Prob.
LM(error)	158.63	0.0000	123.24	0.0000
Robust LM(error)	48.24	0.0000	7.05	0.0080
LM(lag)	128.36	0.0000	116.22	0.0000
Robust LM(lag)	17.97	0.0000	0.02	0.8760

为表明 β 收敛空间误差模型的稳健性和有效性,表 6 及表 7 中同时给出了 β 一般收敛和 β 空间收敛的测算结果^[32]。表中均显示 β 一般收敛和空间收敛检验结果中系数 β 均为负且显著,说明所选取的空间误差模型具有稳健性和有效性。

由表 6 城市土地利用效率的空间绝对 β 收敛结果可知,全国、特大城市、大城市、中等城市、小城市 β 绝对收敛系数分别为 - 0.417 7、- 0.260 9、- 0.491 8、- 0.427 5、- 0.382 9,且均通过 1% 的显著性检验,表明无论是全国还是各规模城市,土地利用效率均存在空间绝对 β 收敛,即不同规模城市土地利用效率会趋近于一个共同的稳态值。由于存在空间绝对 β 收敛,各规模城市土地利用效率虽然目前来看仍存有差异,但会在未来逐渐接近,说明效率值低的城市在发展过程中会越来越注重集约用地和高效配置土地资源,土地利用效率的增长速度不断提高,与效率值高的城市间表现出追逐效应,未来会接近效率值高的城市。从收敛速度来看,全国、特大城市、大城市、中等城市、小城市的收敛速度分别为 0.045 1、0.025 2、0.056 4、0.046 5、0.040 2,大城市收敛速度最快,特大城市收敛速度最慢。同时,与绝对 β 一般收敛相比,由于空间正向溢出效应的存在,空间收敛的速度在加快,周期在缩短。

表 6 2008—2019 年土地利用效率绝对 β 收敛结果

模型	全国		特大城市		大城市	
	一般收敛	SEM	一般收敛	SEM	一般收敛	SEM
系数 β	-0.1126*** (-13.70)	-0.4177*** (-28.81)	-0.0558** (-2.09)	-0.2609*** (-6.49)	-0.1257*** (-7.68)	-0.4918*** (-17.39)
σ^2		0.1075***(38.76)		0.1170***(13.27)		0.1267***(21.82)
R^2	0.0583	0.2124	0.0123	0.1074	0.0564	0.2335
空间回归系数 ρ		0.2471*** (10.89)		-0.0180 (-0.23)		0.3218*** (11.82)
θ (收敛速度)	0.0100	0.0451	0.0048	0.0252	0.0112	0.0564
τ (收敛周期)	69.6284	15.3814	144.8652	27.5129	61.9196	12.2884

模型	中等城市		小城市	
	一般收敛	SEM	一般收敛	SEM
系数 β	-0.1559*** (-10.19)	-0.4275*** (-18.01)	-0.2093*** (-10.74)	-0.3829*** (-14.47)
σ^2		0.0788*** (23.76)		0.0875*** (16.27)
R^2	0.0826	0.2057	0.1769	0.2788
空间回归系数 ρ		0.2538*** (8.98)		0.2190*** (5.4)
θ (收敛速度)	0.0141	0.0465	0.0196	0.0402
τ (收敛周期)	49.0769	14.9133	35.4194	17.2309

注:表中“*”“**”“***”分别表示 10%、5%、1% 的水平上显著;“()”内数值为 t 或 z 统计量值。下同。

表 7 2008—2019 年土地利用效率条件 β 收敛结果

模型	全国		特大城市		大城市	
	一般收敛	SEM	一般收敛	SEM	一般收敛	SEM
系数 β	-0.1453*** (-16.42)	-0.4190*** (-28.94)	-0.0595** (-2.08)	-0.3150*** (-7.68)	-0.1645*** (-8.50)	-0.4876*** (-17.13)
$\ln G$	-0.0095(-0.63)	-0.0505(-1.49)	0.0315(0.60)	0.0878(0.82)	0.0453(1.43)	0.0860(1.30)
$\ln E$	0.0324** (2.40)	0.0317(0.76)	-0.0291(-0.54)	-0.1610(-1.36)	0.1108*** (3.87)	0.0139(0.14)
$\ln T$	0.0363*** (-3.52)	-0.0233(-1.39)	-0.0274(-0.68)	-0.1429** (-2.20)	-0.0845*** (-3.78)	-0.0166(-0.49)
$\ln P$	0.0354*** (-4.03)	-0.5889(-0.89)	-0.0371(-0.86)	-0.1492(-0.92)	-0.0222(-1.06)	-0.0458(-0.29)
σ^2		0.1073*** (38.77)		0.1096*** (13.26)		0.1262*** (21.83)
R^2	0.0849	0.2174	0.0248	0.1614	0.0842	0.2408
空间回归系数 ρ		0.2387*** (10.39)		-0.0708(-0.85)		0.3170*** (11.57)
θ (收敛速度)	0.0131	0.0453	0.0051	0.0315	0.0150	0.0557
τ (收敛周期)	52.9778	15.3180	135.5930	21.9851	46.2805	12.4396

模型	中等城市		小城市	
	一般收敛	SEM	一般收敛	SEM
系数 β	-0.2320*** (-13.40)	-0.4251*** (-18.01)	-0.2256*** (-11.40)	-0.3728*** (-13.58)
$\ln G$	-0.0972*** (-4.54)	-0.1604*** (-3.71)	-0.0468 (-1.44)	-0.0688 (-0.81)
$\ln E$	0.0201(1.03)	0.0803*(1.73)	-0.0035(-0.14)	0.0409(0.35)
$\ln T$	-0.0470** (-3.46)	-0.0367*(-1.74)	-0.0618** (-2.50)	-0.0171(-0.51)
$\ln P$	-0.0520*** (4.35)	-0.0540(-0.65)	0.0134(-0.76)	-0.1232(-0.82)
σ^2		0.0767*** (23.81)		0.0872*** (16.28)
R^2	0.1543	0.2419	0.2113	0.2865
空间回归系数 ρ		0.2264*** (7.75)		0.2081*** (5.06)
θ (收敛速度)	0.0220	0.0461	0.0213	0.0389
τ (收敛周期)	31.5108	15.0260	32.5336	17.8305

在绝对 β 收敛检验的基础上,引入政府干预(G)、经济发展水平(E)、科技投入(T)、人力资本(P)4个控制变量,进行条件 β 收敛性检验。表7为条件 β 收敛性检验结果。表中显示,加入控制变量后,全国及各规模城市系数 β 仍为负且显著,即土地利用效率每提高1%,全国、特大城市、大城市、中等城市、小城市分别以4.53%、3.15%、5.57%、4.61%、3.89%的速度收敛于各自的稳态水平,且仍然是大城市收敛速度最快,特大城市收敛速度最慢,同时,全国、特大和大规模城市空间条件 β 收敛速度快于空间绝对 β 收敛。与一般收敛相比,各规模城市空间条件 β 收敛速度仍然更快,周期也更短。从各控制变量来看,政府干预仅对中等城市土地利用效率收敛有作用,且为反向作用,说明从中等城市内部来看,当前应充分发挥市场作用,减少政府干预,提高土地利用效率,缩小城市间效率的差异。经济发展水平对中等城市土地利用效率的收敛具有促进作用,对全国及其他规模城市土地利用效率收敛的影响虽暂时并未显现,但其对特大城市仍存在潜在的负向影响,因此,值得注意的是特大城市可能存在片面追求经济增长而忽视经济发展质量的问题,导致经济快速发展的同时土地利用效率并未得到改善。科技投入对特大及中等城市土地利用效率空间收敛的影响为负,这表明虽然理论上科技投入有利于促进城市土地利用效率的协同提升,但当前科技水平及土地集约利用总体水平不高仍是亟待解决的难题。人力资本对全国及各规模城市土地利用效率空间收敛的作用暂不明显。

三 结论与讨论

(一)结论

本文从时空变化及敛散情况两方面对不同规模城市土地利用效率展开研究,主要结论如下。

(1)在时间演变上,2008—2019年全国、大城市和小城市土地利用效率呈现出上升的趋势,特大城市和中等城市出现小幅度的下降;土地利用效率未随城市规模的增大而增大,同一规模城市土地利用效率表现出明显的区域差异。空间演变上,城市土地利用效率总体上呈现出“中心低边缘高”的空间分异特征,且中等效率和低效率的城市在增加。

(2)从空间相关性上看,全局莫兰指数表明,2008—2019年间城市的土地利用效率具有空间正相关性,且空间相关性表现出“强—弱—强”的特征。局部莫兰指数表明,土地利用效率的空间正集聚效应在增强。

(3)空间收敛性分析表明,全国及各规模城市土地利用效率存在显著的空间绝对 β 收敛和空间条件 β 收敛性,说明大部分城市还存在着土地粗放利用的现象,在未来不同规模城市土地利用效率不仅会收敛到一个共同的稳态水平,还将收敛于自身的稳态水平,大城市收敛速度最快,特大城市收敛速度最慢。引入空间因素和控制变量后,土地利用效率的空间 β 收敛较一般收敛速度更快,周期更短。此外,政府干预程度和经济发展水平是促进城市土地利用效率提升及缩小区域差异的重要驱动力,科技投入及人力资本对城市土地利用效率的促进作用尚不明显。

(二)讨论

本研究还存在以下不足:(1)测算土地利用效率时,考虑到数据的可获取性,仅选取了工业废水排放量表征生态负效益的非期望产出,不够全面;(2)由于本文选取的空间模型为空间误差模型,故并未将各控制变量所产生的空间溢出效应分为直接溢出和间接溢出出来讨论,今后将在指标选取及方法应用上做进一步优化。

参考文献:

- [1] 华吉庆, 叶长盛. 基于 DEA 的广东省城市土地利用效率及其时空分异特征 [J]. 水土保持研究, 2018, 25(4): 283-288.
- [2] 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.
- [3] 薛建春, 张安录. 土地利用效率分解、演化与收敛分析——基于黄河流域 69 个城市的实证 [J]. 技术经济与管理研究, 2022(1): 122-128.
- [4] 陈恩, 董捷, 徐磊. 长江经济带城市土地利用效率时空差异与收敛性分析 [J]. 资源开发与市场, 2018, 34(3): 316-321.
- [5] 宋戈, 高楠. 基于 DEA 方法的城市土地利用经济效益分析——以哈尔滨市为例 [J]. 地理科学, 2008, 28(2): 185-188.
- [6] 王文丽, 张安录, 刘蒙罢. 长江经济带城市土地利用效率与生态系统健康耦合时空格局分析 [J]. 水土保持研究, 2022, 29(6): 352-362.
- [7] Auzins A, Geipele I, Stamure I. Measuring Land-Use Efficiency in Land Management[J]. Advanced Materials Research, 2013, 804: 205-210.
- [8] Masini E, Tomao A, Barbati A, et al. Urban Growth, Land-use Efficiency and Local Socioeconomic Context: A Comparative Analysis of 417 Metropolitan Regions in Europe[J]. Journal of neurosurgical sciences, 2019(3): 63.
- [9] Koroso N H, Zevenbergen J A, Lengoibini 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] Koroso N H, Lengoiboni M, Zevenbergen J A. Urbanization and urban land use efficiency: Evidence from regional and Addis Ababa satellite cities, Ethiopia[J]. Habitat International, 2021, 117: 102437.
- [11] Kılıkış Ş. Urban emissions and land use efficiency scenarios towards effective climate mitigation in urban systems[J]. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2022, 167: 112733.
- [12] Chakraborty S, Maity I, Dadashpoor H, et al. Building in or out? Examining urban expansion patterns and land use efficiency across the global sample of 466 cities with million+ inhabitants[J]. Habitat International, 2022, 120: 102503.
- [13] 柯新利, 杨柏寒, 刘适, 等. 基于土地利用效率区域差异的建设用地区际优化配置——以武汉城市圈为例 [J]. 长江流域资源与环境, 2014, 23(11): 1502-1509.
- [14] 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.
- [15] 冯雨豪, 童文, 李子杰, 等. 高质量发展视角下江苏省城市土地绿色利用效率时空分异与影响因素研究 [J]. 水土保持通报, 2022, 42(6): 351-360.
- [16] 朱红波, 高乙嘉. 我国西南地区城市土地利用效率的时空格局研究——基于非期望产出超效率 SBM 模型的分析 [J]. 城市问题, 2022(9): 95-103.
- [17] 高重阳, 廖亚辉. 基于脱钩视角城市土地利用效率变化研究——以云南省为例 [J]. 国土与自然资源研究, 2021(6): 1-6.
- [18] 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.
- [19] 张诗嘉, 刘晓英, 杜书云. 中原城市群城市土地利用效率时空差异及影响因素研究 [J]. 长江流域资源与环境, 2021, 30(10): 2417-2429.
- [20] 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.

- [21] 卢新海, 杨喜, 陈泽秀. 中国城市土地绿色利用效率测度及其时空演变特征[J]. 中国人口·资源与环境, 2020, 30(8): 83-91.
- [22] 赵可, 徐唐奇, 李平, 等. 不同规模城市土地利用效率的差异及收敛性研究[J]. 干旱区资源与环境, 2015, 29(12): 1-6.
- [23] Marco Z, Carlatta F, Luigi P, et al. Long-Term Urban Growth and Land Use Efficiency in Southern Europe: Implications for Sustainable Land Management[J]. Sustainability, 2015, 7: 3359-3385.
- [24] 聂雷, 王圆圆, 邵子南, 等. 城市土地利用效率测度及其影响因素——基于中国十大城市群的实证分析[J]. 经济问题探索, 2022(2): 82-93.
- [25] 梁流涛, 翟彬, 樊鹏飞. 经济聚集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.
- [26] Guastella G, Pareglio S, Sckokai P. A Spatial Econometric Analysis of Land Use Efficiency in Large and Small Municipalities[J]. Land Use Policy, 2017, 63: 288-297.
- [27] 杨清可, 谷娇, 王磊, 等. 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[J]. 长江流域资源与环境, 2022, 31(7): 1455-1466.
- [28] Schiavina M, Melchiorri M, Freire S, et al. Land use efficiency of functional urban areas: Global pattern and evolution of development trajectories[J]. Habitat International, 2022, 123: 102543.
- [29] Onaindia M L D M. Land use efficiency through analysis of agrological capacity and ecosystem services in an industrialized region (Biscay, Spain)[J]. Land Use Policy, 2018, 78: 650-661.
- [30] 梁流涛, 赵庆良, 陈聪. 中国城市土地利用效率空间分异特征及优化路径分析——基于 287 个地级以上城市的实证研究[J]. 中国土地科学, 2013, 27(7): 48-54.
- [31] 葛堃, 邹珊, 卢新海, 等. 区域一体化背景下城市土地绿色利用效率空间收敛分析——以长江经济带为例[J]. 华东经济管理, 2021, 35(3): 31-41.
- [32] 贾卓, 赵锦瑶, 杨永春, 等. 黄河流域兰西城市群环境规制效率的空间格局及其空间收敛性[J]. 地理科学, 2022, 42(4): 568-578.
- [33] Chen Y, Chen Z G, Xu G L, et al. Built-up land efficiency in urban China: Insights from the General Land Use Plan (2006-2020) - ScienceDirect[J]. Habitat International, 2016, 51: 31-38.
- [34] 梁流涛, 雍雅君, 袁晨光. 城市土地绿色利用效率测度及其空间分异特征——基于 284 个地级以上城市的实证研究[J]. 中国土地科学, 2019, 33(6): 80-87.
- [35] 谢花林, 王伟, 姚冠荣, 等. 中国主要经济区城市工业用地效率的时空差异和收敛性分析[J]. 地理学报, 2015, 70(8): 1327-1338.
- [36] 宋洋, 贺灿飞, Godfrey Y, 等. 中国资源型城市产业结构升级对土地利用效率的影响[J]. 地理研究, 2023, 42(1): 86-105.
- [37] Maryann P, David B, et al. Innovation in cities: Science-based diversity, specialization and localized competition[J]. European Economic Review, 1999, 43: 409-429.
- [38] Ge K, Zou S, Chen D L, et al. Research on the Spatial Differences and Convergence Mechanism of Urban Land Use Efficiency under the Background of Regional Integration: A Case Study of the Yangtze River Economic Zone, China[J]. Land, 2021, 10(10): 1100.
- [39] 闫永涛, 冯长春. 北京市城市土地利用强度空间结构研究[J]. 中国土地科学, 2009, 23(3): 37-43.
- [40] 文枫, 鲁春阳, 杨庆媛, 等. 重庆城市土地利用变化及用地效益分析[J]. 西南师范大学学报(自然科学版), 2010, 35(2): 198-203.
- [41] 张占录. 基于用地效率分析的城市区域空间结构极化模型及空间发展战略[J]. 城市发展研究, 2011, 18(8): 46-52.