

生态文明建设目标下的广东省城市 土地集约利用时空演变分析

张 姣, 张光宏

(中南财经政法大学 工商管理学院, 湖北 武汉 430073)

摘 要: [目的] 探究生态文明建设目标下广东省城市土地集约利用水平的时空格局特点, 促进土地可持续及集约利用。[方法] 利用熵值法确定权重测度土地集约利用水平指数, 然后利用核密度估计和空间自相关分析方法分析其时空格局分布特点。[结果] ①时序方面, 根据最佳自然断裂点方法将广东省土地集约利用水平值划分为 I, II, III, IV 4 个级别。在 2012—2019 年期间, 该区土地集约利用水平值呈现上升趋势。广东省各地级市城市之间土地集约利用水平具有一定差距, 但差距在缩小。②空间方面, 土地集约利用水平具有集聚的特点, 在空间上的集聚态势分别为低—低、低—高、高—高 3 种类型的区域。高值区域主要分布于珠三角部分区域, 低值区分布在粤北等区域, 存在明显的空间正自相关性。同时区域间的相关性表现出整体减弱的特点。③广东省各城市土地集约利用水平在时序上存在差距, 但城市土地集约利用水平得到提升。部分城市土地集约利用水平在空间上具有集聚的特点且存在关联性。[结论] 广东省各城市应朝着因地制宜的方向发展。珠三角区域应继续优化产业结构, 而粤西、粤北等地区则要在政府政策的帮扶下加强区域间的联系, 进而缩小区域差距。

关键词: 生态文明建设; 土地集约利用; 核密度估计; 空间自相关; 广东省

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2022)03-0233-06

中图分类号: P301.24

文献参数: 张姣, 张光宏. 生态文明建设目标下的广东省城市土地集约利用时空演变分析[J]. 水土保持通报, 2022, 42(3): 233-238. DOI: 10.13961/j.cnki.stbctb.20220322.001; Zhang Jiao, Zhang Guanghong. Spatiotemporal evolution of urban land intensive utilization in Guangdong Province aiming at ecological civilization construction [J]. Bulletin of Soil and Water Conservation, 2022, 42(3): 233-238.

Spatiotemporal Evolution of Urban Land Intensive Utilization in Guangdong Province Aiming at Ecological Civilization Construction

Zhang Jiao, Zhang Guanghong

(School of Business Administration, Zhongnan University of Economics and Law, Wuhan, Hubei 430073, China)

Abstract: [Objective] Spatial and temporal patterns of intensive urban land use in Guangdong Province were studied in order to promote sustainable and intensive land use to facilitate the goal of ecological civilization construction. [Methods] An index of intensive land use was determined by using the entropy method. Spatial and temporal patterns were then analyzed by kernel density estimation and spatial autocorrelation analysis. [Results] ① In terms of time series, based on the best natural breaking point method, the intensive land use level was divided into four levels: I, II, III, and IV, respectively, indicating increasing levels of intensive land use during 2012—2019. A definite gap in the level of intensive land use among cities in Guangdong Province was observed, but the gap was narrowing. ② In the spatial aspect, the intensive land use level had the characteristics of agglomeration. The spatial agglomeration situation was respectively low-low, low-high, and high-high type regions. High value areas were mainly located in parts of the Pearl River delta, and low value areas were located in the north of Guangdong Province. ③ The level of intensive urban land use differed over time, but the level of intensive urban land use was improved. In space, the level of intensive urban land use had the characteristics of agglomeration and correlation. [Conclusion] Cities should develop in accordance

收稿日期: 2021-09-17

修回日期: 2021-12-16

资助项目: 国家社科基金项目“人口—土地—产业城镇化协调发展机制与优化路径”(16BGL154)

第一作者: 张姣(1997—), 女(汉族), 湖北省随州市人, 硕士研究生, 研究方向为土地利用与管理。Email: zhangjiao@stu.zuel.edu.cn.

通信作者: 张光宏(1962—), 男(汉族), 湖北省钟祥市人, 教授, 博士生导师, 主要从事土地经济与管理研究。Email: zgh62@aliyun.com.

with local conditions. The Pearl River delta region should continue to optimize its industrial structure, while the Western and Northern Guangdong regions should, with the help of government policies, strengthen inter-regional linkages in order to narrow regional gaps.

Keywords: construction of ecological civilization; intensive land use; kernel density estimation; spatial autocorrelation analysis; Guangdong Province

中国人多地少,耕地资源短缺的国情决定了在快速城市化进程中必须走土地节约和集约化道路^[1]。生态文明建设被视为现阶段实现可持续发展的必由之路和解决中国严峻的资源和环境问题的关键战略。在生态文明建设目标下,土地作为生态文明建设的空间载体^[2],其集约高效利用正是生态文明建设在空间上的一种呈现形式。高效集约的土地利用方式是城市经济可持续发展和科学利用土地的客观要求^[3]。在生态文明建设的背景下,不仅更关注土地投入与产出以及利用程度,同时需要更注重土地利用过程中的低碳发展、绿色发展以及循环发展能力。随着城市化发展速度加快,耕地资源紧缺和土地利用低效的现象日渐明显,同时大量农用地被占用,生态环境也受到威胁,严重影响土地的可持续利用。

当前关于城市土地集约利用的研究主要包含以下 7 类:①对城市土地集约利用内涵概念的研究^[4];②在可持续发展理论以及城市规划理念的基础上研究城市土地集约利用,如“精明增长”“紧凑式发展”^[5-6]等;③探讨土地这一稀缺资源如何合理配置问题以及持续利用的理论方法^[7-8];④对城市土地集约利用评价的实证研究。在研究区域方面,学者的研究大部分关注单一城市^[9]、开发区^[10]、省域^[11]、城市群和经济带^[12]、全国^[13]等尺度的区域。常用确定权重的方法有 AHP^[14]、熵值法^[15]、TOPSIS^[16]、主成分分析法^[17]、多权重综合评价^[18]等;⑤关于时空格局^[17]的研究;⑥对障碍因子^[19]和潜力分析^[20]的研究;⑦城市土地集约利用和其他系统的耦合协调关系^[21]。

当前关于土地集约利用方面的研究已经取得丰富成果,但仍存在不足。在研究视角方面,现有研究多从低碳经济^[22]等视角进行研究,而以生态文明建设为背景的研究较少。此外,当前对土地集约利用水平差异的空间格局集聚以及相关性的研究报道较少。基于此,本研究采用熵值法确定这些指标权重,计算广东省城市土地集约利用水平并对其进行评价。为了协调好广东省经济快速增长与人口、资源与环境之间的关系,本文从生态文明建设视角出发,对该省城市土地集约高效利用、生态环境质量以及循环发展能力进行研究。利用空间自相关方法和核密度估计方法分析其时空格局及演进规律,旨在为该区土地可持续利用提供依据。

1 研究区概况

广东省位于中国南部,根据地理位置和方位可分为珠三角、粤东、粤西和粤北 4 个区域。珠三角包括广州、深圳、佛山、东莞、惠州、中山、珠海、江门、肇庆 9 市,粤东包括汕头、揭阳、潮州、汕尾 4 市,粤西包括阳江、湛江、茂名、云浮 4 市。粤北包括清远、韶关、河源、梅州 4 市,共有 21 个地级市(图 1)。近年来,广东省在经济社会发展方面取得了巨大的成就。2019 年 GDP 总量达到 1.08×10^{13} 元,位居中国省份第一名。常住人口数量 1.15×10^8 人,继续居全国首位。土地总面积为 $179\,725\text{ km}^2$,城市建成区面积为 $6\,397\text{ km}^2$,占总面积的 3.5%。森林覆盖率为 53.52%。在生态文明建设方面,广东省积极推进产业结构转型,提升资源集约节约利用水平,推广绿色生活方式。但是,该省的环境与经济社会发展之间也存在一些矛盾。因此从生态文明建设视角下出发,对土地集约高效地利用,注重生态环境质量以及循环发展的能力很有必要。

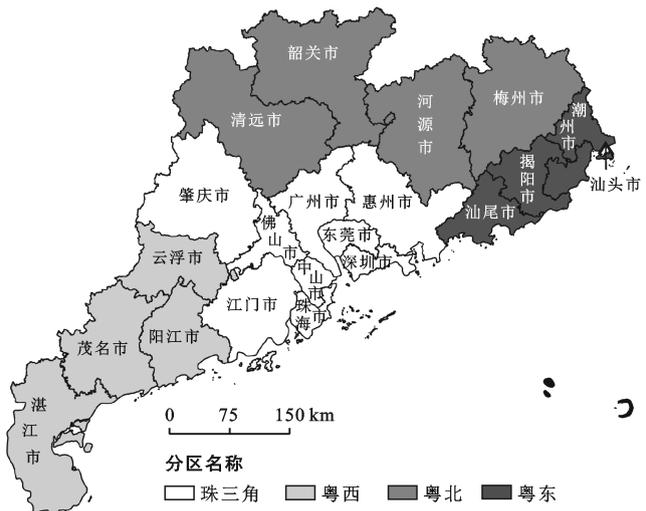


图 1 广东省地理分区及各市区位置

2 研究方法

本研究对象各指标的数据来源于《广东统计年鉴(2013—2020 年)》,其中部分缺失数据来源于地级市国民经济和社会发展统计公报或采用相邻年份数据推算所得。

2.1 指标体系构建

关于城市土地集约利用评价的研究已经取得较多成果。基于已有研究成果^[12,17],本文在筛选国内学者相关研究中使用频度较高的评价指标基础上,结合广东省城市土地利用状况和生态环境特点,从生态文明建设的和谐共生、良性循环、全面发展三大宗旨出发,除了考虑土地集约利用的投入、产出等经济和社会因素外,更加注重考察土地低碳发展能力、土地绿色发展能力以及土地生态循环发展能力,据此构建土地集约利用评价指标体系(表1)。

表1 广东省城市土地集约利用评价指标体系

准则层	指标层(熵值法权重)	性质
土地利用投入	C ₁ 地均固定资产投资额(0.15)	+
	C ₂ 地均二、三产业从业人数(0.22)	+
土地利用产出	C ₃ 地均社会消费品零售总额(0.19)	+
	C ₄ 地均地区生产总值(0.27)	+
土地低碳发展能力	C ₅ 单位GDP能耗(0.02)	-
	C ₆ 地均废气排放量(0.03)	-
土地绿色发展能力	C ₇ 建成区绿化覆盖率(0.04)	+
	C ₈ 人均公园绿地面积(0.06)	+
土地生态循环发展能力	C ₉ 生活垃圾无害化处理率(0.01)	+
	C ₁₀ 污水集中处理率(0.01)	+

2.2 熵值法

熵值法是确定权重较为客观的方法,其优势是在确定权重时,能够有效避免主观因素的干扰^[23]。熵值法的计算具体步骤如下。

(1) 指标标准化。由于各项指标数据正负向皆有,需对原始数据以无量纲化的方式处理。本文运用极值标准化法进行处理。

$$\text{正向指标: } Y_{ij} = \frac{X_{ij} - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}} \quad (1)$$

$$\text{负向指标: } Y_{ij} = \frac{X_{\max} - X_{ij}}{X_{\max} - X_{\min}}$$

式中: i 为年份; j 为指标排列顺序; Y_{ij} 为第 i 年第 j 项指标的标准化值; X_{ij} 为第 i 年第 j 项指标值; X_{\max} 为第 j 项指标的极大值; X_{\min} 为第 j 项指标的极小值。

(2) 指标比重(Z_{ij})计算:

$$Z_{ij} = Y_{ij} / \sum_i Y_{ij} \quad (2)$$

(3) 熵值(E_j)计算:

$$E_j = -k \sum_{i=1}^m (Y_{ij} \ln Y_{ij}) \quad (k=1/\ln m) \quad (3)$$

(4) 计算信息冗余度(P_j):

$$P_j = 1 - E_j \quad (4)$$

(5) 指标权重(W_j)计算:

$$W_j = P_j / \sum_{j=1}^n P_j \quad (5)$$

(6) 土地集约利用水平指数(Q_i)计算:

$$Q_i = \sum_{j=1}^{21} W_j \times Y_{ij} \quad (6)$$

式中: m 为研究年份; n 为研究样本数。由此计算各项指标权重与土地集约利用水平。

2.3 核密度估计

核密度估计是利用连续密度曲线估计随机变量的概率密度,描述随机变量分布规律的一种方法^[24]。依据核密度估计的曲线图,可以研究城市土地集约利用水平分布格局、位置、峰值和扩展情况的变化。然后再描述土地集约利用水平分布的动态演化特征。

2.4 空间自相关分析

空间自相关分析是通过测量空间相关性或异质性数据的相关程度来描述目标的空间聚集或分化,并解释其空间相互作用机制的一种方法^[25]。该方法主要包括全局空间自相关和局部空间自相关。本文采用全局 Moran's I 指数来度量城市土地集约利用水平全局空间相关性。此外,考虑到可信度的问题,对研究对象进行显著性水平的 P 值检验,其中 Z 值表示标准差的倍数。同时选取局部 Moran's I 指数来度量城市土地集约利用水平局部空间相关性。

3 结果与分析

本文通过 MATLAB 软件利用熵值法计算出土地集约利用水平值,并利用 ArcGIS 10.5 软件将广东省主要年份的土地集约利用水平数值可视化(图2),通过 ArcGIS 10.5 软件根据 Jenks 最佳自然断裂点方法选取 2016 年作为标准年份并取整,再根据数据的实际分布情况将数值分为 4 类:Ⅰ类(0,0.15],Ⅱ类(0.15,0.20],Ⅲ类(0.20,0.30],Ⅳ类(0.30,1]。

从整体分析,广东省城市土地集约利用水平不断提高。2012 年,广东省城市土地集约利用水平普遍较低,城市类型主要集中在Ⅰ和Ⅱ类。在 2016 年,Ⅳ类城市数量明显增加,土地集约利用水平值也有所提升。在 2019 年,Ⅲ类、Ⅳ类城市为主要类型,土地集约利用水平继续上升。从图 2 可以看出,土地集约利用水平高值与低值区域主要分布于珠三角部分区域与粤北区域。

3.1 时序分析

图 3 为广东省土地集约利用水平值在主要年份的核密度演进曲线。在形状上,研究期间年核密度估计曲线呈现出陡峭的尖峰和平缓的多峰构成,这说明广东省整体城市土地集约利用水平值偏低,并且城市之间存在差距,各城市的土地集约利用水平值存在极

化现象。在位置上,研究期间核密度估计曲线整体不断向右移动,土地集约利用水平值的变化范围扩大,说明广东省各地级市土地集约利用水平值整体呈上升趋势。在峰度上,2012—2016 年期间核密度估计曲线主峰高度急剧下降,核密度估计曲线主峰也呈现下降趋势,说明广东省城市土地集约利用水平值差距在逐步缩小。

3.2 空间分析

3.2.1 全局空间分析 Moran's I 为研究区域 2012—2019 年城市土地集约利用水平的全局指数值。Moran's I 值在 $(-1,1)$ 区间变化,当 Moran's $I > 0$ 时,表示区域存在正相关性,其值越大,空间相关性便越显著。当 Moran's $I < 0$ 时,表明区域存在负相关性,其值越小,空间相关性越弱。否则,Moran's I 等于零时,区域相关性为随机。由表 2 可以看出,2012—2019 年广东省 Moran's I 指数均为正值,且 P 值通过 10% 的显著性检验。这说明各地级市间的土地集约利用水平存在明显的正相关性,也表明随着经济社会的发展,各城市土地集约利用水平在逐年提高。从演变角度分析,2012—2015 年广东省各地级市的 Moran's I 指数呈现大幅下降趋势,2015—2019 年 Moran's I 指数表现为上升态势。这说明区域之间的关联性整体表现出波动式下降的特点。

3.2.2 局部空间分析 本文选择 2012,2016,2019 年为主要年份,利用 ArcGIS 与 GeoDa 软件对广东省 21 个地级市局部 Moran's I 进行可视化处理(图 4),并利用 LISA(local indicators of spatial association)图进行分析。其中集聚性不显著区域表示该地区城市土地集约利用水平无明显的集聚情况。据其集聚特点将其划分为 3 类:分别为低—低、低—高、高—高集聚类型城市。据此进一步分析其区域集聚特点。

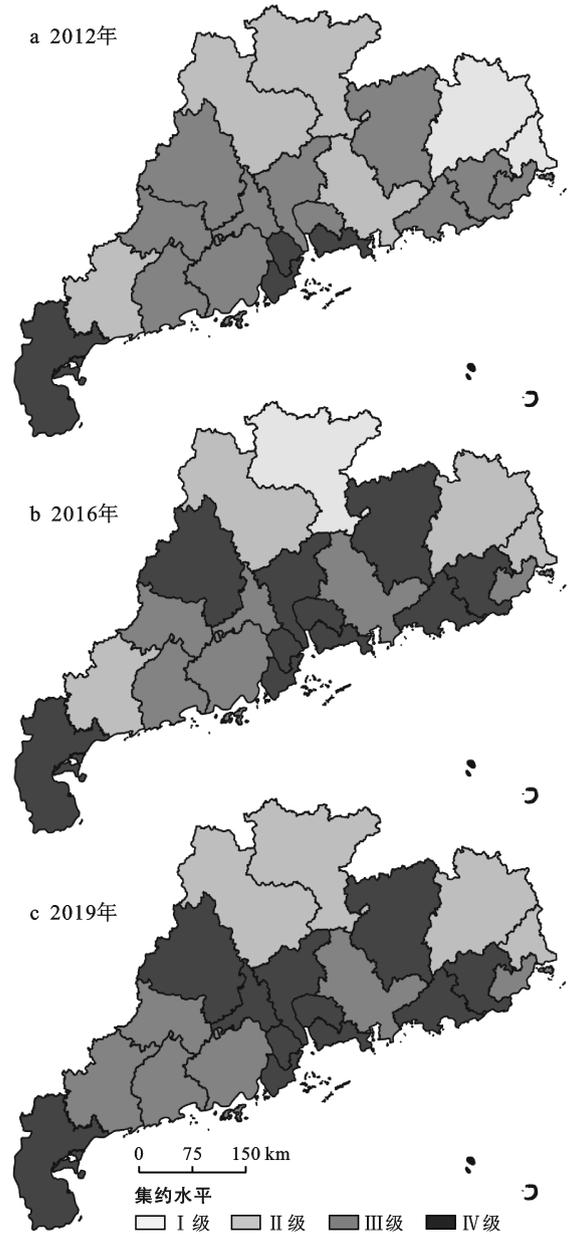


图 2 2012,2016,2019 年广东省土地集约利用水平

表 2 广东省各地级市(2012—2019 年)Moran's I 指数

年份	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Moran's I	0.187	0.158	0.133	0.129	0.155	0.164	0.16	0.17
Z 值	1.604	1.643	1.366	1.326	1.361	1.421	1.394	1.509
P 值	0.07	0.064	0.084	0.099	0.096	0.09	0.092	0.077

(1) 低—低集聚类型区域。城市的空间差距不明显,在空间上具有正相关性。该类型城市呈现出土地集约利用水平值与周围城市都较低的特点。在 2019 年首次出现该类区域,分布于粤北的韶关市。该类区域城市土地集约利用水平较低,人口大量向外流失,地形为山区,城市建设用地利用效率低下,且距珠三角地区较远,经济发展水平较低,对城市土地的投入与产出不足。此外,由于在土地利用过程中忽略

了对城市土地生态环境的保护,导致该地区呈现出低水平态势。

(2) 低—高集聚类型区域。城市的空间差距较为明显,在空间上具有负相关性。该类型城市呈现出土地集约利用水平值较低而周围城市较高的特点。在主要年份都存在该种类型区域,其数量与空间分布无变化。主要分布于珠三角的佛山市和广州市,及相对邻近的东莞市和深圳市。土地集约利用水平较低,

但是与广东省北部城市相比要高,受到深圳等城市的辐射影响较小,因此土地集约利用水平相对较低。

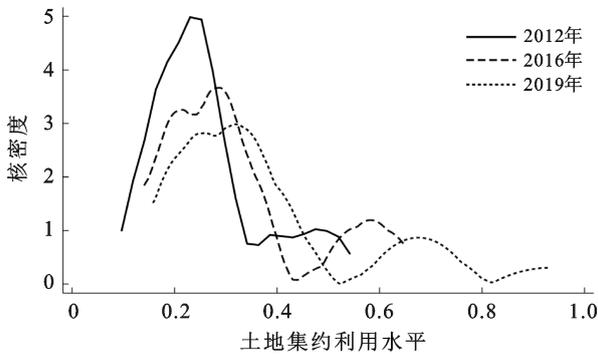


图3 2012,2016,2019年广东省土地集约利用水平时序变化

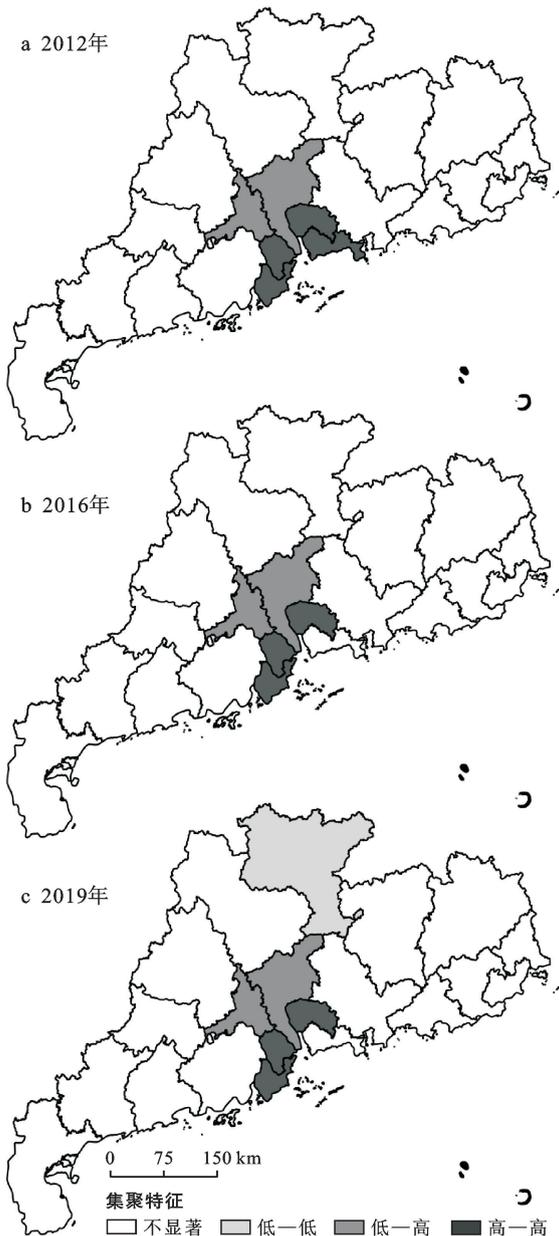


图4 2012,2016,2019年广东省各地级市LISA集聚特征

(3) 高一高集聚类型区域。城市的空间差距不明显,在空间上具有正相关性。该类型城市呈现出土地集约利用水平值比周围城市都较高的特点。在主要年份该种类型城市数量与空间上变化幅度较小。此类区域主要分布于广东省较为发达的城市。例如,经济特区深圳市以及相邻的东莞等城市。地理位置的优势促进了周边地区的集约发展,大量的资金、人才和交通资源为该区域土地集约利用的高水平提供了保障。此外,在政策因素的影响下,该区域各城市间保持着密切的联系,在驱动周边城市发展方面发挥了重要作用,使得周边城市的土地利用集约水平也得到提升。

4 结论

在时序方面,广东省城市土地集约利用水平值初期整体较低,但在发展中得到了提升。同时各城市之间土地集约利用水平存在两极分化情况,但极化现象在逐渐减弱。广东省在后续发展中要注意缩小城市发展的差距。在空间方面,广东省部分城市土地集约利用水平具有集聚的特征,其集聚特点可以分别划分为低-低、低-高、高一高三种区域。高值区域主要分布于珠三角部分区域,低值区域分布在粤北等地区。此外,各城市土地集约利用水平存在明显的空间正自相关性,但区域间的相关性表现出整体波动式下降的特点。

为了提升广东省城市土地集约利用水平,建议各城市要因地制宜地选择发展方向。①对于土地集约利用水平较高的珠三角地区,土地投入和土地产出已经较高,后续发展应以区域产业结构优化调整作为主要方向,提高城市土地利用效率。②对于土地集约利用水平较低的粤西、粤北等地区,地形为山地发展的主要限制因素,政府应出台相关政策对当地特色企业与产业进行帮扶,注重土地利用过程中的生态环境问题。此外还要加强区域之间的联系。例如,粤北区域与珠三角区域的联系不够紧密,若利用珠三角区域较高的土地集约利用水平辐射带动,实现区域内经济的融合,城市的竞争能力与辐射影响范围也会强化,最终缩小区域城市土地集约水平的差距。

[参 考 文 献]

- [1] 秦鹏,陈健飞.香港与深圳土地集约利用对比研究[J].地理研究,2011,30(6):1129-1136.
- [2] 刘彦随,邓旭升,甘红.我国城市土地利用态势及优化对策[J].重庆建筑大学学报,2005,27(3):1-4.
- [3] 李明月,张梦婕.基于空间自相关分析的广东省土地集约利用水平空间差异研究[J].国土资源科技管理,2019,36(1):34-47.

- [4] 帅文波,杜新波.土地节约集约利用内涵及机制研究[J].生态经济,2013,29(4):52-57.
- [5] Gill S E, Handley J F, Ennos A R, et al. Characterising the urban environment of UK cities and towns: A template for landscape planning [J]. Landscape and Urban Planning, 2008,87(3):210-222.
- [6] Kottmeier C, Biegert C, Corsmeier U. Effects of urban land use on surface temperature in Berlin: Case study [J]. Journal of Urban Planning and Development, 2007, 133(2):128-137.
- [7] Kok K, Verburg P H, Veldkamp T. Integrated Assessment of the land system: The future of land use [J]. Land Use Policy, 2006,24(3):517-520.
- [8] Mitchell D, Clarke M, Baxter J. Evaluating land administration projects in developing countries [J]. Land Use Policy, 2008,25(4):464-473.
- [9] 孙小祥,秦艺娟.基于 PSR 模型的城市土地集约利用评价研究:以苏州市为例[J].西南大学学报(自然科学版),2021,43(4):100-108.
- [10] 屈二千,谷达华.重庆市开发区土地集约利用评价及潜力分析[J].中国人口·资源与环境,2016,26(S1):162-167.
- [11] 王成新,张本丽,姚士谋.山东省城市土地集约利用评价及其时空差异研究[J].中国人口·资源与环境,2012,22(7):109-113.
- [12] 赵会顺,陈超,高素芳.城市土地集约利用评价及驱动因子分析[J].西南大学学报(自然科学版),2019,41(5):112-119.
- [13] 朱庆莹,陈银蓉,胡伟艳,等.中国土地集约利用与区域生态效率耦合协调度时空格局[J].农业工程学报,2020,36(4):234-243.
- [14] 曲长祥,刘璐,冯翔迪.城市土地集约利用评价及其驱动因子分析:以绥化市为例[J].东北农业大学学报,2015,46(4):94-100.
- [15] 吴儒练,李洪义.基于 PSR 模型的全域旅游示范区土地集约利用评价研究:以上饶市为例[J].生态经济,2020,36(6):129-134.
- [16] 林树高,陆汝成,叶宗达,等.广西城市土地集约利用与生态文明建设耦合时空分异[J].水土保持研究,2021,28(2):301-308.
- [17] 周丽青,杨如军,詹长根.广西城市土地集约利用时空差异分析[J].水土保持研究,2017,24(2):272-277.
- [18] 史思琪,梁彦庆,黄志英,等.低碳理念下我国土地集约利用水平时空异质性及其障碍因子分析[J].湖南师范大学自然科学学报,2020,43(3):1-9.
- [19] 宋成舜,熊征,刘懿光.城市土地集约利用效益障碍因子研究:以咸宁市为例[J].水土保持研究,2016,23(2):327-332.
- [20] 魏宁宁,陈会广.开发区土地集约利用评价与潜力分析[J].城市发展研究,2017,24(4):66-72.
- [21] 郑惠,周兴,黄冬婷,等.2009—2018 年广西城市化与城市土地集约利用时空耦合协调发展[J].水土保持通报,2021,41(1):267-275.
- [22] 梁珍玮,李淑杰,马晓葳,等.低碳经济视角下长春市城市土地集约利用评价研究[J].东北师大学报(自然科学版),2016,48(3):156-161.
- [23] 郭显光.熵值法及其在综合评价中的应用[J].财贸研究,1994,5(6):56-60.
- [24] 李菁,胡碧霞,匡兵,等.中国城市土地利用效率测度及其动态演进特征[J].经济地理,2017,37(8):162-167.
- [25] 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.

(上接第 224 页)

- [14] 李文卓,谢永生,李晓,等.吴起县退耕后农户生产经营与粮食供需状况[J].水土保持通报,2010,30(4):209-213.
- [15] 梁磊磊,姜志德,王继军,等.吴起县农业生态经济结构耦合发展模式及耦合效应研究[J].水土保持研究,2010,17(2):70-74.
- [16] 苏鑫,王继军.吴起县农业生态经济系统耦合态势演变的驱动力[J].水土保持研究,2010,17(3):126-129.
- [17] 马亚亚,刘国彬,张超,等.陕北安塞县生态与经济系统耦合协调发展[J].生态学报,2019,39(18):6840-6849.
- [18] 赵晓翠,王继军,乔梅,等.水土保持技术对农业产业—资源系统的耦合路径分析[J].生态学报,2019,39(16):5820-5828.
- [19] 李亮.评价中权系数理论与方法比较[D].上海:上海交通大学,2009.
- [20] 焦峰,温仲明,石辉,等.黄土丘陵沟壑区安塞县土地结构[J].山地学报,2004,22(4):406-410.
- [21] 许振宇,贺建林.湖南省生态经济系统耦合状态分析[J].资源科学,2008,30(2):185-191.
- [22] 李双江,胡亚妮,崔建升,等.石家庄经济与人居环境耦合协调演化分析[J].干旱区资源与环境,2013,27(4):8-15.
- [23] 黄金川,方创琳.城市化与生态环境交互耦合机制与规律性分析[J].地理研究,2003,22(2):211-220.
- [24] 张丽君,刘佳骏.内蒙古自治区社会、资源、生态与经济协调发展研究[J].中央民族大学学报(哲学社会科学版),2009,36(1):61-67.
- [25] 樊祖洪,熊康宁,李亮,等.喀斯特生态脆弱区农业生态经济系统耦合协调发展研究:以贵州省为例[J/OL].长江流域资源与环境:1-12[2022-03-15].
- [26] 熊建新,陈端吕,彭保发,等.洞庭湖区生态承载力系统耦合协调度时空分异[J].地理科学,2014,34(9):1108-1116.
- [27] 李文军,郝明德,牛育华.黄土高原沟壑区王东沟流域农业生态经济系统演变过程[J].水土保持通报,2016,36(1):298-302.
- [28] 魏媛,王晓颖,吴长勇,等.喀斯特山区经济发展与生态环境耦合协调性评价:以贵州省为例[J].生态经济,2018,34(10):69-75.