

广西城市土地集约利用与生态文明建设耦合时空分异

林树高¹, 陆汝成¹, 叶宗达², 包博建¹, 韦千桃¹

(1. 南宁师范大学 自然资源与测绘学院, 南宁 530001; 2. 广西壮族自治区自然资源生态修复中心, 南宁 530022)

摘要: 为了分析广西城市土地集约利用与生态文明建设耦合协调程度及其时空规律, 以广西为研究对象, 采用 TOPSIS 模型开展 2008—2017 年城市土地集约利用与生态文明建设综合评分, 并利用耦合协调模型测度了两者耦合协调水平。结果表明: (1) 广西城市土地集约利用水平与生态文明建设成效综合评分呈波动式上升趋势, 城市之间差异明显; (2) 广西城市土地集约利用与生态文明建设耦合协调性逐渐提高, 各市由中低度协调发展转向中高度协调发展并以中度协调发展为主, 协调类型呈现由片状分布向线性排列的空间演变特征; (3) 广西各市城市土地集约利用与生态文明建设之间以同步发展型为主, 部分城市两个子系统之间发展差异呈逐步缩小态势; (4) 广西城市间的协调性呈弱相似随机分布状态, 空间集聚效应不断减弱, 空间分异愈加突出, 桂林市和梧州市成为区域极化两翼。协同推进城市土地集约利用和自然生态修复工作是实现城市土地集约利用与生态文明建设高水平耦合协调发展的重要路径。

关键词: 土地集约利用; 生态文明; 耦合协调; 时空分异; 广西

中图分类号: F301.2; X171.4

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2021)02-0301-08

Spatiotemporal Differentiation of Coupling the Intensive Use of Urban Land and the Construction of Ecological Civilization in Guangxi

LIN Shugao¹, LU Rucheng¹, YE Zongda², BAO Bojian¹, WEI Qiantao¹

(1. School of Natural Resources and Surveying and Mapping, Nanning Normal University, Nanning 530001, China; 2. Guangxi Zhuang Autonomous Region Natural Resources Ecological Restoration Center, Nanning 530022, China)

Abstract: In order to analyze the degree of coupling and coordination between the intensive use of urban land and the construction of ecological civilization in Guangxi and its spatiotemporal law, we took Guangxi as the research sample, TOPSIS model was used to evaluate the relationship between the two from 2008 to 2017, and coupling coordination model was used to measure their coupling coordination level. The results show that: (1) a fluctuating upward trend was shown in the comprehensive scores of urban land intensive use and ecological civilization construction with obvious differences among cities; (2) the coupling degrees of cities was mainly moderate coordination changing from low-level coordination to medium-highly coordinated development, with the characteristics of spatial evolution from sheet distribution to linear arrangement; (3) the intensive use of urban land and the construction of ecological civilization in the cities of Guangxi, in which the differences between the two subsystems were gradually narrowing, were mainly the synchronous development type; (4) the coordination showed a somewhat similar random distribution state, the spatial agglomeration effect was weakening, and the spatial differentiation become more prominent, Guilin City and Wuzhou City became the wings of regional polarization. Collaborative promotion of urban land intensive use and natural ecological restoration are important ways to achieve high-level coupling and coordinated development of urban land intensive use and ecological civilization construction in Guangxi.

Keywords: land intensive use; ecological civilization; coupling and coordination; spatial and temporal differentiation; Guangxi

收稿日期: 2020-05-13

修回日期: 2020-06-01

资助项目: 国家自然科学基金“跨国界土地利用变化与疆土安全研究——以中越陆地国界广西段为例”(41661109)

第一作者: 林树高(1993—), 男, 广西北海人, 硕士研究生, 研究方向为土地规划与区域发展。E-mail: lsgao613@163.com

通信作者: 陆汝成(1972—), 男, 广西临桂人, 教授, 硕士生导师, 博士, 主要从事土地利用、土地规划与区域发展研究。E-mail: 710912213@qq.com

土地资源是社会经济活动的载体,伴随传统工业化和城镇化的发展出现了城市土地利用结构失衡、利用效率偏低和城市生态环境破坏等系列问题,土地利用集约化未能与城镇化过程同步发展,而且追求精明增长的发展目标也尚未实现^[1],随着国家新型城市化规划的各项措施纷纷落地,中国城市土地开发利用由传统外延式扩张转向内涵式挖潜提升阶段^[2]。然而,生态文明建设作为破解城市开发建设引发系列生态环境问题的重要抓手,党的十八大以来,中国社会经济发展牢固树立生态文明理念,把大力推进生态文明建设上升到国家层面并列入国家相关发展规划^[3],党的十九大之后,把建立国土空间规划体系并监督实施作为统筹推进国土空间开发和生态文明建设的重要举措。因此,促进土地集约利用与生态文明建设协同发展对发挥土地利用乘数效应和建设资源节约型、环境友好型的城市社会尤其重要。在建设美丽中国的时代背景下,区域城市土地集约利用与生态文明建设的关系是城市地理学、城市生态学和现代城市问题研究的重点。目前,学者对城市土地集约利用和生态文明建设进行了较为广泛的研究。在国外,注重城市化与生态环境之间的耦合研究^[4],主要基于可持续发展理论探讨了城市土地集约利用的途径和评价指标体系,并结合“精明型增长”、“紧凑型发展”和“内填型开发”的城市开发建设模式开展了深入研究^[5-6]。在中国,对于城市土地集约利用与生态环境耦合的已有研究多聚焦于探究两者的相互作用机理和效益评价^[7]、城市土地集约利用与新型城镇化发展^[8-9]、城市土地集约利用与生态效率^[10-11]及人口、土地和产业^[12]之间的耦合水平和时空演变规律,研究对象涉及市域^[13]、城市群^[14]和省域^[15]。总体来看,基于省域的相关文献多以下辖市全域为例,并侧重时间维度下的截面分析,缺乏连续定量和动态空间尺度上的探讨,而在生态文明理念指导和新型城市化发展对土地要素开发利用的要求下,建立城市土地集约利用与生态文明建设评价指标体系,分析两者的耦合协调性和相对发展状态方面的研究鲜有涉足。鉴于此,拟通过构建广西城市土地集约利用和生态文明建设评价指标体系,基于TOPSIS模型测度两个子系统发展水平,采用耦合协调度模型及地理信息技术分析两者之间的耦合协调水平、发展状态和时空分异特征,以期探究“壮美广西”可持续发展路径提供借鉴。

城市土地集约利用与生态文明建设耦合协调发展是指具有相互促进、相互制约和相互影响的动态耦合关系的土地集约利用与生态文明建设两个子系统之间通过相互作用实现协同、均衡发展,从而达到城

市社会生产高效、生活适宜、生态文明和可持续发展的最优效果^[14]。首先,在适度的人力、资本和资源要素投入下,提高土地利用程度,提升土地利用效率,实现城市土地集约利用,促进经济增长,为生态文明建设提供经济基础,从而加大对生态环境治理投入,提高生态承载力,减少生态压力,推动生态文明建设;生态文明建设水平越高,越有利于吸引投资要素,增加城市资本,促进土地集约利用水平。其次,当片面强调土地集约利用时,大量人口和投资要素向城市集聚,将迫使城市支撑能力、环境承载能力和公共服务供给能力受到严峻挑战,直接导致人口拥挤、交通拥堵和生态环境恶化等城市问题,制约生态文明建设;反之,若仅关注生态文明建设,忽视土地开发利用,也将出现城市人均建设用地面积居高不下、资源浪费和土地投入产出效率失衡等问题,抑制城市土地集约利用^[14]。因此,推进土地集约利用和生态文明建设伴随着城市化进程的两大基本子系统耦合协调发展,是提高区域可持续发展水平,实现新型城市化发展的关键措施。

1 研究区概况

广西属于典型的喀斯特地区,是西部生态脆弱省份之一,位于东经 $104^{\circ}26'$ — $112^{\circ}04'$,北纬 $20^{\circ}54'$ — $26^{\circ}24'$,与广东、湖南、云南和贵州省交界,邻北部湾与海南省隔海相望,与越南接壤,是中国延边沿海省份之一。广西下辖南宁、桂林等14个地级市,国土总面积达23.76万 km^2 ,管辖北部湾海域面积约4万 km^2 ,陆域面积中,山地、丘陵、石山和台地占76.01%,平原占20.63%,水域占3.36%,素有“八山一水一分田”之称。2017年末,广西总人口约5600万人,城镇化率为49.21%。近年来,广西经济社会快速发展,2008—2017年,GDP年均增长率为12.31%;一二三产业结构占比连年优化,由20.65:43.34:36.01调整为10.28:45.58:44.14;城市建设用地面积年均增幅达5.91%;区域生态环境日益受到重视,森林覆盖率提高了8.11%。

2 数据来源与研究方法

2.1 数据来源

本文所用的社会经济发展数据来源于广西统计局发布的2009—2018年《广西统计年鉴》,城市用地面积源自同期住房和城乡建设部发布的《城市建设统计年鉴》,生态环境数据摘自同期国家统计局和生态环境部发布的《中国环境统计年鉴》,对于缺失的个别年份数据通过相关城市的《统计公报》和《政府工作报告》补充或利用等比法进行补齐。

2.2 研究方法

2.2.1 评价指标体系及权重确定 构建符合地方实际和具有代表性的评价指标体系是正确分析耦合协调水平的前提。目前,学者多从土地投入、产出和效率等^[16]方面分析土地集约利用状况,生态文明建设则从生态环境本底、生态破坏程度和生态环境保护等方面开展评价^[17]。当前,国家出台指导地方城市建设的意见和政策,均把建成区人口密度、城市发展和经济规模、产业结构、城市居民生活水平以及公共基础设施密度作为测评城市土地集约利用情况的主要指标,把水土资源开发、环境保护投入和应对气候变化等指标纳入生态环境保护绩效考核。因此,立足于系统相互关系,遵循系统性、代表性和可得性原则,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,结合广西城市土地利用状况和自然生态本底特征,分别以土地集约利用和生态文明建设两个系统

层构建耦合评价指标体系,各系统层包括 3 个准则层和 12 个指标层。其中,土地集约利用系统层中,选取人口密度、地均投资情况等复合指标表征土地投入水平,选取人均建设用地面积和公共设施密度等指标表示土地利用程度,选取城市居民生活收入水平和地均经济效益等指标反映土地利用效率;生态文明建设系统层中,选取能源投入产出效率和城市生态环境设施等复合指标表征生态文明要素,选取资源消耗和工业生产排放量等指标表示生态文明建设面临的压力,选取生态建设投入和成效等指标反映生态文明治理情况。

科学确定评价指标权重是准确测度耦合协调水平的关键。目前,学者主要采用主客观的方法确定指标权重,为避免人为因素和单一方法确定权重的偶然性对耦合协调水平测度带来的影响,对数据进行标准化后同时采用客观方法中的熵权法、均方差法和变异系数法综合确定评价指标权重,结果见表 1。

表 1 广西城市土地集约利用与生态文明建设耦合协调评价指标及权重

目标层	系统层	准则层	指标层	性质	指标权重			综合权重
					熵权法	均方差法	变异系数法	
城市 土地 集约 利用 与生 态文 明建 设协 调水 平	土地集约利用	投入水平	人口密度	+	0.047	0.043	0.045	0.045
			地均固定资产投资额	+	0.035	0.041	0.038	0.038
			地均二三产业从业人员	+	0.041	0.046	0.037	0.041
			建成区比例	+	0.133	0.037	0.112	0.094
		利用程度	人均公共设用地	+	0.049	0.052	0.036	0.046
			人均住房建设面积	-	0.055	0.035	0.064	0.051
			人均交通用地面积	+	0.024	0.036	0.036	0.032
			人均建设用地面积	+	0.062	0.045	0.036	0.048
		利用效率	地均二三产业增加值	+	0.028	0.038	0.037	0.034
			地均 GDP	+	0.038	0.044	0.038	0.040
			居民可支配收入	+	0.043	0.042	0.042	0.042
			地均公共预算收入	+	0.037	0.048	0.035	0.040
	生态文明建设	生态要素	单位电耗 GDP 产值	+	0.032	0.041	0.038	0.037
			人均公园绿地面积	+	0.025	0.038	0.035	0.033
			建成区绿化覆盖率	+	0.029	0.042	0.034	0.035
			建成区排水管道密度	+	0.017	0.035	0.030	0.027
		生态压力	人均生活用水量	-	0.053	0.045	0.042	0.047
			工业废水排放量	-	0.034	0.042	0.037	0.038
			工业二氧化硫排放量	-	0.045	0.044	0.041	0.043
			工业粉尘排放量	-	0.024	0.035	0.037	0.032
生态治理	地均生态保护投入	+	0.057	0.043	0.048	0.049		
	污水处理率	+	0.038	0.046	0.035	0.040		
	生活垃圾无害化处理率	+	0.025	0.041	0.032	0.033		
	工业固体废物综合利用率	+	0.029	0.041	0.035	0.035		

注:“+”表示正向指标,其值越大对系统作用越强;“-”表示负向指标,其值越大对系统作用越弱。

2.2.2 TOPSIS 模型 TOPSIS 模型是一种基于多目标的综合评价方法,被广泛应用于区域经济、资源与环境的研究中^[18],利用 TOPSIS 模型测度研究区

各地级市的城市土地集约利用与生态文明建设综合评分。为消除不同性质评价指标之间差异,采用极差法对原始数据作归一化处理,计算公式如下:

$$\text{正向指标: } U_{ij}^+ = \frac{x_{ij} - x_{ij\min}}{x_{ij\max} - x_{ij\min}} \quad (1)$$

$$\text{负向指标: } U_{ij}^- = \frac{X_{ij\max} - x_{ij}}{x_{ij\max} - x_{ij\min}} \quad (2)$$

式中: x_{ij} , $x_{ij\max}$ 与 $x_{ij\min}$ 分别为原始数据及其同项指标数据中的最大值和最小值; U_{ij} 为标准化后数据, $U_{ij} \in [0, 1]$ 。基于归一化数据, 计算各指标距离正负理想的加权距离和各城市评价结果与最优方案的贴近度, 计算公式如下:

$$Y_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^m [\omega_j (U_{ij} - U_{ij}^+)]^2} \quad (3)$$

$(i=1, 2, \dots, n; j=1, 2, \dots, m)$

$$Y_j^- = \sqrt{\sum_{i=1}^n [\omega_j (U_{ij} - U_{ij}^-)]^2} \quad (4)$$

$(i=1, 2, \dots, n; j=1, 2, \dots, m)$

$$H_j = Y_j^- / (Y_j^+ + Y_j^-) \quad (5)$$

式中: Y_j^+ , Y_j^- 分别为指标 j 距离正理想解 U_{ij}^+ 的加权距离和距离负理想解 U_{ij}^- 的加权距离; ω_j 为指标权重; n, m 分别为年份数和指标个数; H_j 为两个子系统综合评分, 分别用 $f(x)$ 和 $g(x)$ 表示, 其中, $f(x)$ 为土地集约利用综合评分, $g(x)$ 为生态文明建设综合评分。

2.2.3 耦合协调度模型 鉴于两个子系统既相互独立又彼此影响, 为避免两者发展差异出现“双低”而耦合度却较高的现象, 通过构建两者耦合协调度模型, 用于分析两者之间的耦合协调水平, 计算公式如下:

$$C = \sqrt{[f(x)g(x)]/[f(x)+g(x)]^2} \quad (6)$$

$$T = \alpha f(x) + \beta g(x) \quad (7)$$

$$D = \sqrt{CT} \quad (8)$$

式中: C 为系统耦合度, $C \in [0, 1]$, C 值越接近于 1 表示系统耦合度越高; T 为系统协调指数; D 为系统协调度, $D \in [0, 1]$, D 值越高表示系统协调水平越好; α, β 为待定系数, $\alpha + \beta = 1$, 用于表示土地集约利用与生态文明建设对于广西城市发展的重要程度, 基于可持续发展理念, 本研究认为两者对广西城市发展同等重要, 故 α 和 β 取值均为 0.5。参照已有研究成果^[19-20], 结合研究区实际, 将系统协调度分为严重失调 ($0 \leq D < 0.2$)、轻度失调 ($0.2 \leq D < 0.4$)、低度协调 ($0.4 \leq D < 0.6$)、中度协调 ($0.6 \leq D < 0.8$) 和高度协调 ($0.8 \leq D < 1.0$) 5 个等级。

2.2.4 相对发展度模型 为探究系统协调发展制约因素提供依据, 引入相对发展度模型 (E_i) 分析两个子系统相对发展状态, 计算公式如下:

$$E_i = f(x)/g(x) \quad (9)$$

式中: E_i 为相对发展度, 当 $E_i = 1$ 时, 表明两个子系统达到最高水平的同步发展。参照已有研究成

果^[14], 结合地方实际, 依据相对发展度大小, 将两个子系统划分为土地集约利用滞后于生态文明建设发展 ($E_i < 0.9$)、土地集约利用与生态文明建设同步发展 ($0.9 \leq E_i \leq 1.1$) 和土地集约利用超前于生态文明建设发展 ($E_i > 1.1$) 3 种状态。

2.2.5 空间自相关分析 基于耦合协调度计算结果, 采用 Arc-GIS 空间统计工具中的全局莫兰指数 (Moran's I) 分析研究区各市之间城市土地集约利用与生态文明建设协调性的空间关联性和差异特征^[21], 计算公式如下:

$$I = n \frac{\sum_i \sum_j \omega_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{\sum_i \sum_j \omega_{ij} (x_i - \bar{x})^2} \quad (10)$$

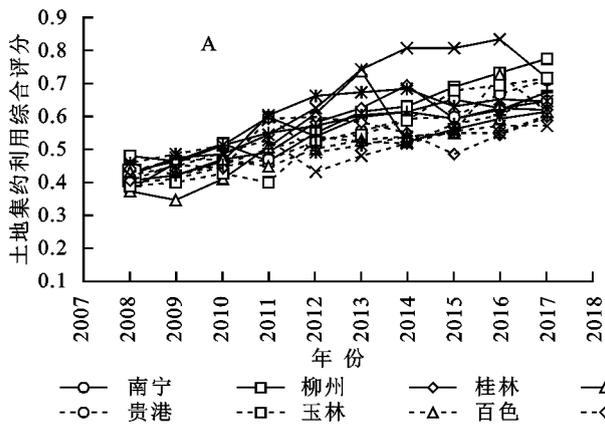
式中: I 为莫兰指数; n 为研究区单元数; ω_{ij} 为空间权重矩阵; x_i 和 x_j 为样本属性值; \bar{x} 为样本平均值。 $I \in [-1, 1]$, 若 I 为负值表示协调度与周边空间单元趋于分散分布, 空间发展失衡; I 为正值则表示协调度相似区域出现规模集聚效应; 当 $I = 0$ 时表示协调度在空间上呈随机分布。

3 结果与分析

3.1 综合发展水平分析

2008—2017 年, 广西各市城市土地集约利用综合评分总体呈上升趋势, 近年来, 广西在《国家新型城镇化规划》和《广西壮族自治区主体功能区规划》以及土地节约集约利用政策指导下, 通过土地资源领域供给侧结构性改革, 优化城市用地布局、规范城市土地供应和盘活闲置城市土地等措施, 控制城市发展规模, 提高土地投入产出比, 降低土地消耗程度, 促进各市城市土地集约利用。由图 1A 可知, 广西各市城市土地集约利用综合评分波动明显, 市际差异先扩大后逐渐收窄, 从各市土地集约利用综合评分来看, 柳州、北海和玉林市综合评分较高, 主体功能区规划将以上 3 市列为国家层面和自治区层面上的重点开发区域, 在产业发展和空间环境等方面占有较大优势, 是城市投资要素集聚区, 土地集约利用水平较其他城市高; 河池和百色两市是广西喀斯特地貌出露面积最大的城市, 普遍存在建设用地与耕地保护、产业转型与土地供给多种用地矛盾问题, 土地集约利用水平较低; 此外, 就城市土地集约利用综合评分增长速度来看, 玉林市增长速度最快, 年均增速为 8.70%, 尤以 2011—2015 年期间增长最为明显, 主要是因该市地均二三产业增加值、地均 GDP 和地均公共预算收入大幅提升, 使得土地集约利用水平迅速提高, 贵港和北海次之, 而增长速度最慢是来宾市,

年均增速仅有 3.80%，在 2014—2016 年由于地均二三产业增加值等单项指标值不高一度出现增长停滞



现象,提高城市土地利用效率是该市实现可持续发展的艰巨任务。

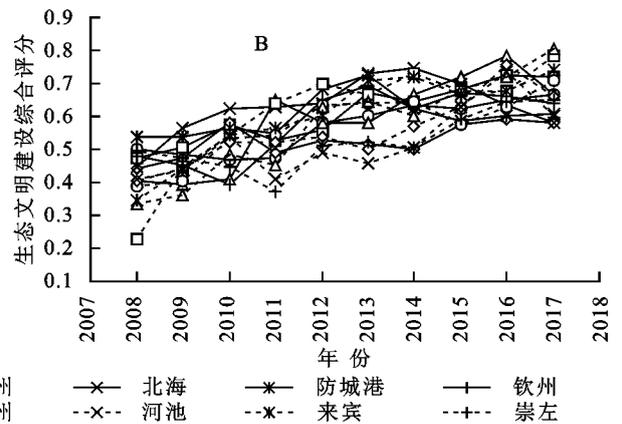


图1 广西各市城市土地集约利用和生态文明建设综合评分

研究期内,广西各市生态文明建设综合评分均呈波动式上升,近年来,广西以建设生态文明示范区为契机,推进生态文明体制改革,转变以环境换经济的传统发展方式,把“生态立区,绿色发展”理念贯穿经济社会发展各个领域,生态文明建设水平明显提高。由图1B可知,由于前期经济刺激政策效应影响,广西各市生态文明建设综合评分在2010—2014年出现集体性的上升或下降。2017年,生态文明建设综合评分最高是贺州市,达到0.796,较2008年提高了0.529,贺州市以打造世界长寿之乡为契机,着力提高建成区绿化覆盖率,人居环境大幅改善,城市生态文明建设成绩显著;生态文明建设综合评分最低是北海市,为0.540,研究期内北海市综合评分在2014年达到峰值,之后出现倒退,原因是近年北海市重点发展临港工业,导致区域工业废水和工业粉尘排放量增加,城市生态环境恶化。从生态文明综合评分增速来看,玉林市增长速度最快,年均达20.38%,防城港市综合评分增速最低,年均仅为1.60%;按区域来看,以发展现代农业和外向型经济为重点的桂东地区生态环境恢复较快,生态文明建设综合评分快速提高,以发展港口经济、海洋产业为重点的桂南地区评分较低且增速慢,表明该地区个别城市在加强土地集约利用的同时未与生态文明建设实现协调发展,保障生态可持续发展压力较其他地区更大,今后仍需加大企业污染物排放管控、治理和自然生态修复工作力度。

3.2 耦合协调发展分析

从耦合协调度的变化时序上看,研究期内广西城市土地集约利用与生态文明建设耦合协调度显著提高,选取4个截面年份的耦合协调度均值分别为0.596,0.686,0.756,0.795(表2),耦合协调发展水平呈优化趋势。近年来,广西坚守“生态与发展”底线,加大石漠化地区生态环境治理和生态基础设施建设,

积极发展生态经济,拓宽生态建设与经济发展同步推进的可持续发展之路,促进城市土地集约利用与生态文明建设协同发展。各市耦合协调度提升幅度差异明显,可分为以下3个梯度: $\Delta D > 0.3$,玉林市,耦合协调度增幅最高,年均达6.96%,表明其耦合协调发展水平优化最明显; $0.2 < \Delta D \leq 0.3$,包括柳州、梧州、贵港、来宾和贺州市; $\Delta D \leq 0.2$,包含南宁、桂林、北海、防城港、钦州、百色、河池和崇左市,其中防城港市最小,为0.126,年均增速仅有2.01%,桂林市是国际旅游胜地,生态环境基础较好,加上近年来社会经济平稳发展,故其耦合协调度变化不明显,百色和河池两市是深度贫困人口聚集区,随着异地扶贫搬迁安置工作持续发力,大量农村人口涌向城市地区,社会经济发展空前繁荣,土地集约利用水平显著提高,但城市在快速发展过程中,因受制于生态资源本底和未能充分顾及生态环境建设,导致城市生态基础设施建设滞后,生态环境承载压力持续加大,生态文明建设成效较土地集约利用水平低,两者耦合协调性优化程度不高,其余各市是北部湾经济区主要城市,在《广西北部湾经济区发展规划》批复实施后,一直处于密集的开发建设中,以牺牲一定生态环境为代价的城市土地集约利用水平得到提升,区域自然生态环境的先天优越性不再显著,加快推进生态文明建设被摆在更加突出的位置。

从耦合协调类型的空间演变上看,2008年,百色、河池、来宾、贵港、梧州、贺州和玉林等市处于低度协调发展阶段,主要是因该时期以上各市土地利用相对粗放,生态环境治理成效较低,导致土地集约利用水平和生态文明建设综合评分出现“双低”,耦合协调程度处于较低水平,其余各市均为中度协调发展型,两种类型城市各占地级市总数的50.00%;2017年,南宁、桂林、梧州、北海、防城港、钦州、河池、百色和崇

左等市属于中度协调发展阶段,占地级市总数的64.28%,柳州、来宾、贵港、玉林和贺州市为高度协调发展类型,占地级市总数的35.72%。研究期内,广西两个子系统由低度协调发展迈向中度协调发展,各市由中低度协调发展转向中高度协调发展,同时,各市的协调发展水平地域层次性差异显著:2008年北部湾经济区和桂北部的协调发展水平相对较高,桂西和

桂东部协调发展水平较低,耦合协调类型呈典型的“X”型地域分布特征;2017年整体上以“桂北—桂东”为中心的协调发展度“高值区”明显高于其他地区,耦合协调类型呈近似“Ⅲ”型分布。耦合协调类型的空间格局演变是由各市土地集约利用水平和生态文明建设成效之间的差距所致,与各地区实施的经济发

表2 广西各市耦合协调度与相对发展度测度结果

城市	2008年		2011年		2014年		2017年		ΔD	ΔE_i
	D	E_i	D	E_i	D	E_i	D	E_i		
南宁	0.613	0.687	0.698	1.337	0.769	0.963	0.792	0.966	0.179	0.279
柳州	0.652	1.013	0.665	0.847	0.778	0.971	0.852	1.087	0.201	0.074
桂林	0.603	0.887	0.662	1.005	0.742	1.485	0.751	1.074	0.148	0.187
梧州	0.57	0.901	0.73	0.735	0.742	0.742	0.779	0.911	0.209	0.01
北海	0.615	0.922	0.741	0.840	0.872	1.094	0.783	1.287	0.168	0.365
防城港	0.643	0.696	0.732	1.122	0.789	1.117	0.769	1.07	0.126	0.374
钦州	0.63	0.873	0.698	1.084	0.764	0.972	0.792	1.056	0.161	0.183
贵港	0.575	1.026	0.674	0.827	0.764	0.904	0.827	0.999	0.252	0.027
玉林	0.466	2.255	0.673	0.551	0.79	0.778	0.854	0.9	0.388	1.335
百色	0.586	1.012	0.716	1.168	0.719	0.946	0.771	0.88	0.186	0.132
河池	0.598	1.037	0.641	1.389	0.681	1.026	0.741	0.936	0.142	0.102
来宾	0.58	1.455	0.736	1.069	0.768	0.705	0.801	0.783	0.221	0.671
贺州	0.562	1.397	0.628	0.974	0.728	0.872	0.823	0.726	0.261	0.671
崇左	0.651	0.903	0.61	1.489	0.683	1.024	0.797	1.054	0.146	0.151
均值	0.596	1.076	0.686	1.031	0.756	0.971	0.795	0.981	0.199	0.326

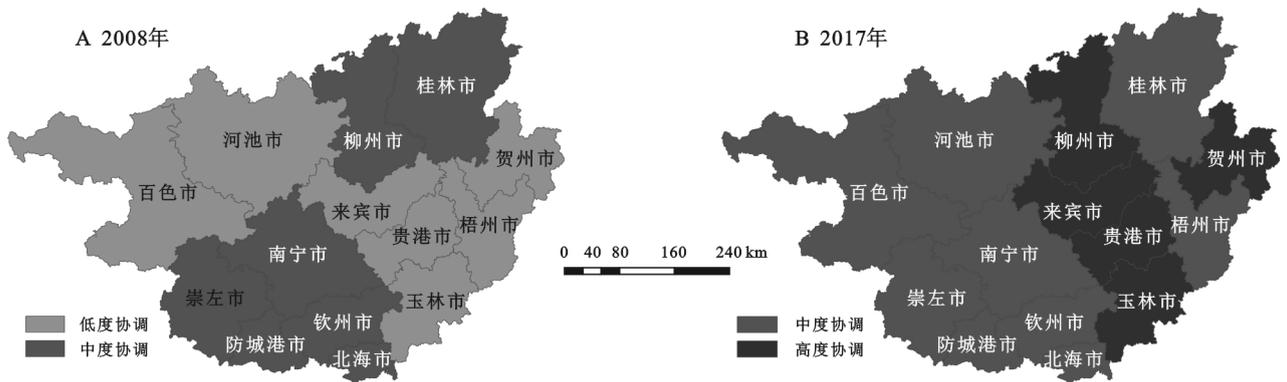


图2 广西各市耦合协调发展类型空间分布

3.3 相对发展类型分析

城市土地集约利用与生态文明建设相对发展度可描述两个子系统在耦合协调发展过程中的相对发展状态,是子系统协调发展优化程度的具体表现,反映各市在土地利用效益和生态环境保护成效之间的差异,对于诊断城市问题和精准制定调控措施有参考意义。从时间上看,广西城市土地集约利用与生态文明建设相对发展呈现逐步均衡趋势,2008年、2011年、2014年和2017年相对发展度平均值分别为1.076,1.031,0.971,0.981,逐渐接近于1,表明广西在提升城市土地集约利用水平的同时,注重生态文明建

设,区域生态环境质量总体提高(表2)。研究期内各市相对发展度变化显著、差异突出,可划分为3个梯度: $\Delta E_i > 1.0$,包括玉林市,2008年玉林市相对发展度最高,达到2.255,2017年为0.990,年均降幅达9.70%; $0.5 < \Delta E_i \leq 1.0$,包括来宾和贺州市,相对发展度变化量均为0.671; $0.5 \leq \Delta E_i$,包括南宁、柳州、桂林、梧州、北海、防城港、钦州、贵港、百色、河池和崇左市,其中梧州市变化值最小,仅为0.01。研究期内,大部分地区相对发展度变化幅度较低,表明广西在动态调控两者发展中逐渐缩减发展差距,城市土地集约利用与生态文明建设同步发展成为主流趋势。

从相对发展类型的空间分异来看,广西城市土地集约利用与生态文明建设由濒临土地集约利用超前于生态文明建设发展转向两者高水平同步发展。2008年南宁、桂林、防城港和钦州市属于土地集约利用滞后于生态文明建设发展型,占地级市总数的 28.57%,表明以上 4 市土地集约利用水平与生态文明建设成效存在“一低一高”现象,南宁以“绿城”著称,桂林“山水甲天下”享誉中外,防城港和钦州市同属滨海城市,具有较好的生态资源本底和生态系统建设条件,加上此时期南宁、防城港和钦州市正处快速发展起步阶段,尚无大型工业污染企业,而桂林市一直致力于旅游业发展,土地集约利用水平变化不显著;柳州、梧州、北海、贵港、百色、河池和崇左市属于土地集约利用与生态文明建设同步发展型,占地级市总数的 50.00%;玉林、来宾和贺州等市属于土地集约利用超前于生态文明建设发展型,占地级市总数的 21.43%。过去 10 a 间,大部分城市实现了土地集约利用与生态文明建设优化升级发展,2017 年,南宁、柳州、桂林、梧州、防

城港、钦州、贵港、玉林、河池和崇左市属于土地集约利用和生态文明建设同步发展型,占地级市总数的 71.43%,相较 2008 年提升了 21.43%,表明在以主体功能区规划为代表的规划引导和土地集约利用与生态文明建设政策驱动下,广西土地集约利用与生态文明建设取得重大突破,进一步厚实区域可持续发展基础;百色、来宾和贺州市属于土地集约利用滞后于生态文明建设发展型,占地级市总数的 21.43%,以上 3 市下一步仍需强化城市内部土地开发,着力加大地均固定资产投资,加强公共设施建设,优化城市开发建设布局,促进两个子系统同步发展,增强新型城市化水平;北海市属于土地集约利用超前于生态文明建设发展型,占地级市总数的 7.14%,近年来北海市经济快速发展,GDP 增速多年位列全区前三,土地利用强度不断提升,研究期内北海市城市土地集约利用相比于生态文明建设先后经历了“同步—滞后—同步—超前”4 个发展阶段,今后需加大生态文明建设力度,实现两者同步发展(图 3)。

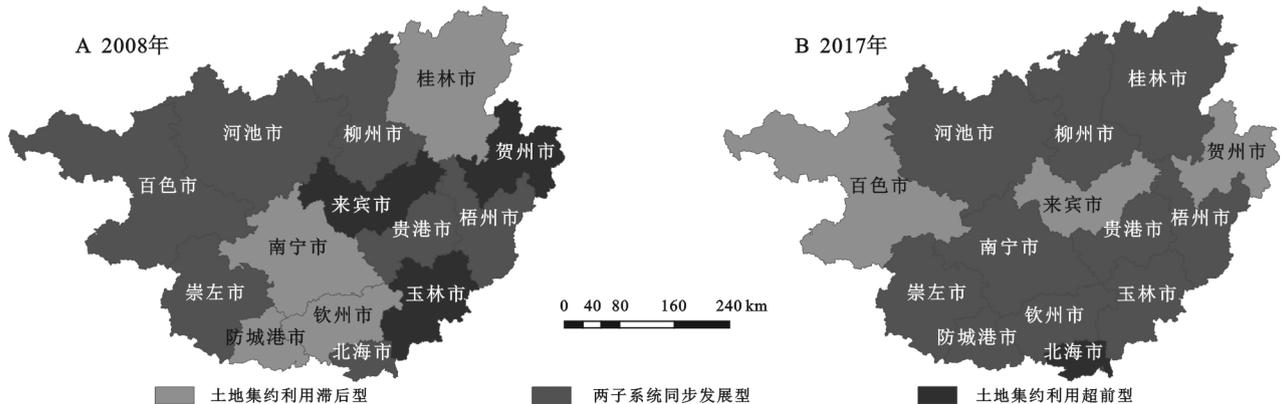


图 3 广西各市相对发展状态空间分布

3.4 空间自相关分析

通过 ArcGIS 10.5 软件计算 2008 年、2011 年、2014 年和 2017 年各市耦合协调度的 Z 值(表 3)均未通过显著性检验(基于 5% 显著性水平, $Z_{5\%} = 1.960$),表示系统耦合协调度处于弱相似性随机分布状态, Moran's I 由正值转为负值且逐渐减小,说明耦合协调度空间分布由集聚演变为趋异,相邻城市差异不断扩大,表明广西在平衡区域城市土地集约利用与生态文明建设发展,协同提高城市可持续水平等方面仍面临巨大压力。

表 3 广西各市耦合协调度 Moran's I 指数

项目	2008 年	2011 年	2014 年	2017 年
Moran's I	0.194	-0.301	-0.047	-0.261
Z -Score	1.864	-1.333	0.179	-1.112
p -Value	0.062	0.182	0.858	0.266

进一步运用空间自相关方法,分析 2008 年和 2017 年各市耦合协调发展的空间分布聚类格局。由图 4 可

知,各类型空间分布格局存在不稳定性,具体来看,2008 年各市的耦合协调度呈现较为明显的空间分布差异,防城港市属于“H—H”型,其自身和周边地级市的协调度都较高;贵港市和梧州市属于“L—L”型,其自身和周边地级市的协调度都较低;两种类型城市占地级市总数的 21.43%,呈现较弱的空间自相关性,空间上表现为组团分布,其余 78.57% 的区域为“N—S”型,在空间上随机分布。相较于研究基期,2017 年贵港市退出“L—L”型,转变为“N—S”型,梧州和桂林市分别由“L—L”型和“N—S”型转为“L—H”型,表现为空间负相关,其自身协调度较低而周边城市协调度较高,85.71% 的城市属于“N—S”型,没有明显集聚特征,空间差异增强。下一步,应制定差异化的城市土地集约利用和生态文明建设政策,统筹推进两者发展,缩小中度协调发展型与高度协调发展型城市之间的地域差异,激发正向集聚效应,达到全面高度协调发展。

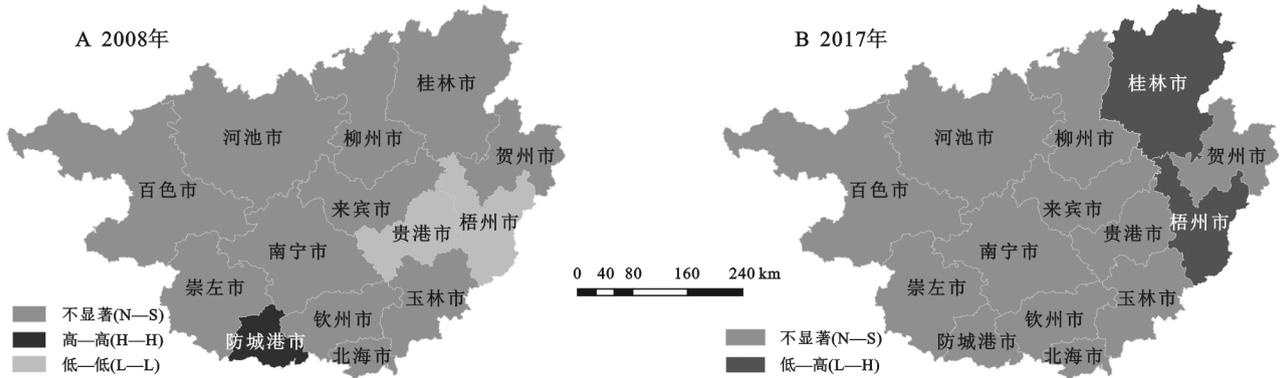


图4 广西各市协调度空间集聚格局

4 结论

(1) 广西城市土地集约利用和生态文明建设综合评分逐渐提高,但部分城市在推进两者发展中仍有差异。广西各市间土地集约利用效益较生态文明建设成效的差异更为显著,发展速度较快的桂东南和发展速度相对较慢的桂西北城市分别面临着城市用地污染严重的土地利用转型和用地结构不合理问题;同时,71.43%的地级市实现了土地集约利用与生态文明建设同步发展,但北海、百色、来宾和贺州仍存在土地集约利用水平相对超前或生态文明建设不足等问题,两者的不平衡发展具有加重趋势。统筹推进城市低效用地整治再开发和自然生态修复工作是实现城市土地集约利用与生态文明建设高水平协调发展的重要路径。

(2) 广西城市土地集约利用与生态文明建设耦合协调程度由中低水平迈向中高水平,并以中度协调发展型为主,高度协调发展型城市数量逐渐增多,两个子系统耦合水平持续上升。耦合协调类型城市空间分布由“X”型转向近似“III”型,耦合协调度相对较高的城市由片状分布走向线性排列的空间演变特征,以“桂北—桂东”为中心的耦合协调度“高值区”高于其他地区,发展速度较快的北部湾经济区和相对较慢的桂西部耦合协调水平总体偏低,且优化趋势不明显,其城市土地集约利用与生态文明建设的稳定性有待提高,正确处理城市发展过程中土地利用效益和生态环境保护的突出问题已是推进新型城市化和实现区域可持续发展的关键。

(3) 广西各市城市土地集约利用与生态文明建设耦合协调度 Moran's I 指数由正值转为负值并逐渐减小,协调度呈现弱相似随机分布状态,相邻城市间的差距逐渐扩大,空间集聚效应不断减弱。防城港和贵港市分别由“H—H”型和“L—L”型转为“N—S”型;梧州和桂林市则分别由“L—L”型和“N—S”型转

为“L—H”型,成为区域极化的“主战场”;大部分城市属于“N—S”型,即集聚或分异效应不明显。

参考文献:

- [1] 雷勋平, QIU Robin, 刘晨. 土地集约利用与城镇化协调发展评价及障碍因子诊断[J]. 农业机械学报, 2020, 51(6): 138-151.
- [2] 林坚, 付雅洁, 马俊青, 等. 2017年土地科学研究重点进展评述及2017年展望: 土地资源、利用与规划分报告[J]. 中国土地科学, 2017, 31(3): 61-69.
- [3] 李泽红, 柏永青, 孙九林, 等. 西部生态脆弱贫困区生态文明建设战略研究[J]. 中国工程科学, 2019, 21(5): 80-86.
- [4] Kates R, Clark W, Corell R, et al. Environment and development: Sustainability science[J]. Science, 2001, 292(5517): 641-642.
- [5] Susannah G 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 & Development, 2007, 133(2): 128-137.
- [7] 樊鹏飞, 梁涛涛, 陈常优, 等. 城市土地集约利用评价及障碍因子诊断: 基于生态健康与低碳发展视角[J]. 水土保持通报, 2016, 36(4): 273-279.
- [8] 李晓庆, 姜博, 米媛, 等. 长江中上游城市群土地集约利用及与新型城镇化耦合协调时空分异特征[J]. 水土保持研究, 2017, 24(5): 291-298.
- [9] 李晓玲, 修春亮, 孙平军. 新型城镇化下中国城市土地集约利用格局与机理研究[J]. 世界地理研究, 2015, 24(1): 60-67.
- [10] 郑华伟, 刘友兆, 丑建立. 中国城市土地集约利用与生态环境协调发展评价研究[J]. 水土保持通报, 2012, 32(1): 227-232.
- [11] 王振山, 张绍良, 陈浮, 等. 城市土地集约利用与生态利用灰色关联分析[J]. 地域研究与开发, 2017, 36(4): 121-124.

- 时空变化遥感监测[J].广东农业科学,2012,39(15):196-201.
- [14] 谢高地,肖玉,甄霖,等.我国粮食生产的生态服务价值研究[J].中国生态农业学报,2005,13(3):10-13.
- [15] 韩增林,孟琦琦,闫晓露,等.近 30 年辽东湾北部区土地利用强度与生态系统服务价值的时空关系[J].生态学报,2020,40(8):2555-2566.
- [16] 吴尚.近 30 年江苏省土地利用时空格局演变[J].资源开发与市场,2020,36(3):246-251.
- [17] 徐睿择,孙建国,韩惠,等.基于 MCE-Markov-CA 的郑州市土地利用时空变化模拟研究[J].地理与地理信息科学,2020,36(1):93-99.
- [18] 胡悦琴,马燕飞,张伟科.中国陆地区土地利用/覆被时空格局变化及驱动力分析[J].农学学报,2020,10(4):26-35.
- [19] 梁明,聂拼,陆胤昊,等.淮南市土地利用程度变化过程的时空演化特征[J].农业工程学报,2019,35(22):99-106.
- [20] 罗雅琴.临川区土地利用与生态系统服务价值时空变化研究[D].南昌:东华理工大学,2019.
- [21] 黄春波.基于生态系统服务的三峡库区森林景观调控研究[D].武汉:华中农业大学,2019.
- [22] 李聪聪.河北省土地利用变化对生态系统服务价值的影响研究[D].河北保定:河北大学,2019.
- [23] 朱治州,钟业喜.长江三角洲城市群土地利用及其生态系统服务价值时空演变研究[J].长江流域资源与环境,2019,28(7):1520-1530.
- [24] 白立敏.基于 ESV 系数分析土地利用对生态系统服务价值的影响[J].生态经济,2019,35(7):191-195.
- [25] 李佳鸣,冯长春.基于土地利用变化的生态系统服务价值及其改善效果研究:以内蒙古自治区为例[J].生态学报,2019,39(13):4741-4750.
- [26] 国洪磊,周启刚,焦欢,等.三峡库区土地利用变化特征研究[J].水土保持研究,2016,23(2):313-317,359.
- [27] 刘纪远,庄大方,张增祥,等.中国土地利用时空数据平台建设及其支持下的相关研究[J].地球信息科学,2002,4(3):3-7.
- [28] 谢高地,张彩霞,张雷明,等.基于单位面积价值当量因子的生态系统服务价值化方法改进[J].自然资源学报,2015,30(8):1243-1254.
- [29] 王大菊,卫海燕,贺敏,等.基于土地利用的三峡库区生态系统服务价值时空格局分析[J].长江流域资源与环境,2020,29(1):90-100.
- [30] 齐静,邓伟,周渝,罗旭.三峡库区生态系统服务价值时空演变及驱动力[J].人民长江,2020,51(1):113-119.

~~~~~

(上接第 308 页)

- [12] 孔雪松,谢世姣,朱思阳,等.湖北省人口—土地—产业城镇化的时空分异与动态耦合分析[J].经济地理,2019,39(4):93-100.
- [13] 王晓峰,刘宇,李龙梅.基于生态文明的西安市经济技术开发区土地集约利用合理性研究[J].水土保持通报,2012,32(5):66-70.
- [14] 朱乾隆,刘鹏凌,栾敬东,等.城市土地集约利用与生态文明建设的耦合关系[J].浙江农林大学学报,2019,36(5):999-1005.
- [15] 王秀,姚玲玲,李阳,等.新型城镇化与土地集约利用耦合协调性及其时空分异:以黑龙江省 12 个地级市为例[J].经济地理,2017,37(5):173-180.
- [16] 范胜龙,张莉,曾在森,等.不同经济发展水平地区开发区土地集约利用的影响因素研究:以福建省为例[J].中国土地科学,2017,31(6):51-58.
- [17] 张欢,成金华,冯银,等.特大型城市生态文明建设评价指标体系及应用:以武汉市为例[J].生态学报,2015,35(2):547-556.
- [18] 李灿,张凤荣,朱泰峰,等.基于熵权 TOPSIS 模型的土地利用绩效评价及关联分析[J].农业工程学报,2013,29(5):217-227.
- [19] 艾凤巍.呼伦贝尔地区耕地集约利用与生态安全协调发展研究[J].中国农业资源与区划,2018,39(4):193-199.
- [20] 李晓庆,姜博,初楠臣.山东省城市土地集约利用与城镇化协调发展研究[J].地域研究与开发,2017,36(3):136-141.
- [21] 陈超,马春光.中国大宗商品期货交割库空间布局及影响因素[J].地理科学,2017,37(1):125-129.