

## ◆特邀栏目◆

广西城镇体系结构时空分异规律研究<sup>\*</sup>

张军民, 荣 城

(广西师范大学环境与资源学院, 广西桂林 541000)

**摘要:**优化城镇体系地域结构和功能是解决区域协调发展和空间不经济的有效途径。本研究基于首位度及位序-规模法则、地统计方法和空间分析方法,从规模形态、功能结构和时空格局3个维度,系统分析了广西城镇体系演变规律,结果发现:①规模结构上,广西城镇化首位度低,空间集聚性弱,缺少大城镇和中心城镇,城镇体系结构离散性显著而聚集度不足;②功能结构上,广西城镇化发展缓慢,城镇体系分工协作弱,城镇集聚规模及其时空效益不显著;③空间结构上,广西城镇体系结构存在较弱的空间依赖性和离散性,第三产业对空间分异影响显著,但第二产业与城镇化发展关系密切,空间异质性显著。总的来说,广西需要通过优化城镇体系地域结构来集聚资源要素红利、把握发展机遇。

**关键词:**城镇体系 空间结构 城镇职能 时空分异 广西

中图分类号:K901 文献标识码:A 文章编号:1005-9164(2022)06-1178-10

DOI:10.13656/j.cnki.gxkx.20230110.018

城镇体系是城镇空间作用关系的载体,是城镇化发展的高级阶段(属性)和系统组织。在全球化和一体化加速发展的新时代,调整优化城镇体系结构是促进区域协调、城乡统筹、乡村振兴发展的重要维度<sup>[1,2]</sup>。传统的城镇体系研究主要围绕城镇规模等级、功能结构及时空格局展开,主要基于中心地理论和推拉动力模型<sup>[3]</sup>,用人口规模、经济增长、城镇化水平等<sup>[4]</sup>单因子指标来定量测度城镇等级层次及其相互作用关系,以此探索特定区域大、中、小城镇在不同发展阶段的规模位序及变化规律,揭示区域人地关系属性对城镇经济活动的时空影响特征,逐渐衍生出增

长极、位序规模、核心边缘、分形理论等多元分析体系。

中国在20世纪末期开始系统研究城镇体系理论及其实践模式。为配合国家制定和实施国民经济和社会发展规划和十年规划,指导改革开放初期大规模城镇化建设与试验,国内学者提出了重点开发、极化增长、均衡发展、网络布局等中国特色城镇空间结构理论,开发了点轴、T字型、多级核、组团式等多种地域模式<sup>[5]</sup>,如吴传钧<sup>[6]</sup>最早关注城镇体系地域结构、空间组织及其整体效应;陆大道<sup>[7]</sup>强调城镇地域系统整体优化、综合平衡等;方创琳等<sup>[8]</sup>深化城镇体

收稿日期:2021-09-16

修回日期:2022-01-20

<sup>\*</sup>国家自然科学基金项目(41761030)和广西社会科学基金项目(20FJY006,21FYJ057)资助。

## 【作者简介】

张军民(1964-),男,教授,博士,博士生导师,主要从事城镇化与区域发展研究,E-mail:zjm\_tea@163.com。

## 【引用本文】

张军民,荣城.广西城镇体系结构时空分异规律研究[J].广西科学,2022,29(6):1178-1187.

ZHANG J M,RONG C. Study on Spatial-temporal Differentiation Law of Urban Systems in Guangxi [J]. Guangxi Sciences, 2022, 29(6): 1178-1187.

系交互作用和协调耦合研究范式,系统探索城镇地域关系耦合理论原理、技术方法及调控机理等;樊杰<sup>[9,10]</sup>提出主体功能区划创新城镇空间结构理论,构建国土综合开发和均衡治理新型城镇化模式。伴随全球化、信息化的快速推进和区域共生发展的不断深入,城镇群日益成为支配资源配置、产业分工及要素流动的核心力量<sup>[11]</sup>,城镇研究由中心地理论转向网络结构范式,城镇功能从地方空间、位置空间转向流动空间、关系空间<sup>[12]</sup>,网络空间<sup>[13]</sup>逐渐成为研究热点。

国内研究在数据分析、网络构建、分析方法上取得进展,关注中国特色城镇化面临的现实问题,聚焦城镇体系与动力机制、城镇空间结构、城镇群可持续发展、地域差异与空间效率等,但对边疆新型城镇化地域特征关注不够,缺少对落后地区城镇化空间发展制约因素及地域模式的实证成果,城镇体系结构及功能的综合研究相对薄弱。本研究基于人口、经济、社会综合城镇化视域,从规模、功能、时空3个维度,实证研究广西城镇体系地域结构及功能特征,透视城镇化均衡协调发展水平及制约因素,探索城镇体系时空分异规律及驱动机理,为优化广西城镇体系结构与功能、加快融入“一带一路”,大湾区快速发展轨道提供空间一体化解决思路。

## 1 材料与方法

### 1.1 研究区概况

广西占据靠海、临边、沿江的开放区位,拥有“面向东南亚,紧邻港珠澳,眺望海南岛,背靠中南、西南”

表1 城镇化水平评价指标体系

Table 1 Evaluation index system of urbanization level

指标层 Index layer	属性层 Attribute layer	计算 Calculation	权重 Weights
Urbanization rate	X1 urbanization rate	Urban population/city area population (%)	0.201 27
Economic growth	X2 GDP per capita	GDP/population (100 million yuan)	0.202 80
	X3 GDP growth rate per capita	GDP/(population · year) (%)	0.131 16
Industry-city integration	X4 output value of secondary and tertiary industries	100 million yuan	0.111 18
	X5 proportion of the output value of the secondary and tertiary industries	Secondary and tertiary industry output value/GDP (%)	0.111 36
Social development	X6 per capita disposable income of urban residents	Yuan	0.130 98
	X7 per capita disposable income of rural residents	Yuan	0.111 25

的地缘优势,承担着国际大通道、战略支点和海陆衔接门户三大空间职能,在国家“一带一路”倡议,以及大湾区、北部湾城镇群、海南自贸区、中国-东盟自贸区等战略规划中地位重要、职能独特。在传统发展模式主导下,广西等沿边少数民族省区工业化、城镇化发展长期滞后,城镇体系组织水平低下、功能结构薄弱,城镇经济发展和城镇群建设普遍落后。如何避免边疆落后地域城镇化普遍存在的区位边缘化、产业空心化、生态弱势化问题,成为广西新型城镇化着力解决的突出问题。

### 1.2 数据处理及研究方法

#### 1.2.1 数据分析与处理

##### ①分析单元及数据指标。

地级市是中国省级行政区划序列中相对稳定、地位重要的区划单位,从20世纪末开始以“市管县”模式加快城镇化建设,21世纪初以城镇群为主体推动现代化进程,使地级市成为组织管理城乡经济发展和贯彻落实国家发展战略的主要行政单元,也是各地城镇化的主体,以市辖区为分析单元,可减少行政区域调整和城乡人口流动带来的不确定性。以广西14个地级市为分析单元,以2008-2018年面板数据为时间序列,用人口城镇化率代表城镇化水平,人均GDP及其变化反映城镇经济增长,第二、第三产业产值及其占比变化表征产城融合及产业结构调整,城镇居民人均可支配收入及其变化代表社会发展程度,综合研究广西城镇体系结构特征及其演进规律。城镇化水平评价指标体系见表1。

## ②数据来源与处理。

本研究所涉及社会经济统计数据均来源于历年《中国统计年鉴》《中国县(市)统计年鉴》《中国城镇统计年鉴》《广西统计年鉴》及相关调查普查、专题统计数据等,用熵值法对原始数据进行标准化和无量纲处理后用于指数计算。栅格、矢量、数字高程模型(DEM)等数据来自资源环境科学与数据中心(<http://www.resdc.cn>)、地理空间数据云(<http://www.gscloud.cn>)等数据库,基于 ArcGIS + 平台进行空间分析;用地统计方法对广西城镇体系结构指标进行描述性统计分析,利用 ArcGIS 10.6 对统计分析结果进行空间分析及可视化表达。

### 1.2.2 方法

#### ①城镇体系规模结构。

采用熵值法计算各指标权重,并用综合加权法计算城镇化水平及规模结构;用首位度模型、位序-规模法则、信息熵等方法分析城镇体系等级结构;用反距离权重、空间自组织等测度城镇体系等级类型及时空分异;用皮尔逊非参数相关系数检验城镇化与各影响因子的关系,综合分析城镇体系时空分异及动态演变规律。

#### a. 熵值法计算权重。

用极值法消除各指标量纲及属性差异,再计算其占比得到标准化指标。

$$X_{ij} = \frac{X_{ij} - M_{\min}}{M_{\max} - M_{\min}},$$

$$P_{ij} = \frac{X_{ij}}{\sum_{i=1}^n X_{ij}},$$

式中,  $X_{ij}$  为第  $i$  个地市  $j$  个指标的无量纲化值,  $M_{\max}$  为  $x_{ij}$  的最大值,  $M_{\min}$  为  $x_{ij}$  的最小值,  $P_{ij}$  为其标准化值。

熵值法是一种相对客观的多指标赋权法,适合对多元指标进行综合赋权。用熵值计算各指标信息熵并确定指标权重,某项指标信息熵越小,其变异性或离散性越大,该指标作用就越大。

第  $i$  项指标的熵值:

$$e_i = -k \times \sum_{i=1}^n P_{ij} \ln P_{ij},$$

式中,  $k = 1/\ln n$ ,  $0 < e_i \leq 1$ ,  $n$  为评价指标个数。

则第  $i$  项指标的信息熵:  $g_i = 1 - e_i$ ,

$$\text{第 } i \text{ 项指标的权重: } W_i = \frac{g_i}{\sum_{i=1}^n g_i}.$$

#### b. 综合城镇化水平。

采用加权综合指标法计算城镇化各维度及综合发展水平,并以此评价时空结构。

第  $j$  个城镇  $t$  时间的城镇化综合水平得分:

$$S_{ij} = \sum_{i=1}^n X_{ij} W_i, \quad (1)$$

式中,  $W_i$  为第  $i$  项指标的权重。

#### c. 增长强度。

用城镇化水平增长强度模型计算城镇体系结构动态变化,以表征各类城镇变化的活跃程度:

$$P = \frac{X_{(a+1)} - X_a}{X_a \times T} \times 100\%, \quad (2)$$

式中,  $P$  为某类景观变化的扩张度,  $X_{(a+1)}$ 、 $X_a$  分别表示末期、初期城镇化水平,  $T$  为研究时段。该式用以表示城镇化水平年变化率,反映各城镇体系结构的变化强度及方向差异。

#### ②城镇体系等级结构。

传统研究多偏向用人口数量或经济总量(人均 GDP)来测度城镇规模。随着城镇化发展不断推进和城镇功能的不断完善,现主要采用人口、经济、土地或第二、第三产业产值等综合指标反映城镇规模<sup>[14]</sup>。根据新型城镇化内涵及广西城镇化发展特征,本文用城镇化综合水平(式 1)表征城镇规模。

#### a. 城市首位度。

国际上普遍采用首位度即首位城镇人口规模与第二位城镇人口规模的比值来度量人口在城镇中的集中程度及首位城镇在城镇体系中的重要性。实证研究过程中补充的 4 指数、11 指数与 2 指数没有本质区别,因此本研究仍采用 2 指数<sup>[15]</sup>:

$$F = P_1 \div P_2, \quad (3)$$

式中,  $F$  为城镇首位度指数,  $P_1$  表示首位城镇人口规模,  $P_2$  表示第二位城镇人口规模。理想状态下,首位度指数为 1 时表示城镇体系分布均衡或均衡发展,大于 1 或小于 1 表示分布不均衡或发展不平衡,值越大表示首位度越高、城镇空间分异越大,大于 3 为典型首位城镇(体系)。

#### b. 位序-规模法则。

经典的位序-规模法则或齐夫指数<sup>[15]</sup>揭示在一体化城镇体系中城镇规模分布与位序存在特定关系:

$$\ln(R_{it}) = \ln(A_t) - a \ln(G_{it}), \quad (4)$$

式中,  $R_{it}$  表示城镇  $i$  在  $t$  时期的位序,  $A_t$  表示  $t$  时期最大城镇规模(常数),  $G_{it}$  为  $i$  城镇在  $t$  时期的规模,  $a$  为帕累托指数(Zipf 指数)。当  $a = 1$  时,说明城镇

体系位序-规模符合齐夫规律,即首位城镇规模是城镇规模与其位序的乘积;当 $a > 1$ 时,表明首位度较低,较小规模城镇占优,城镇体系规模位序呈次位分布;当 $a < 1$ 时,呈首位分布。因此, $a$ 更能从动态变化角度解析城镇体系结构演化趋势,当 $a$ 增大时,表明较小规模城镇增长较快,各级各类城镇空间差异减小;当 $a$ 减小时,表明大城镇增长较快,城镇体系结构时空分异不断增大。

### c. 信息熵法。

用信息熵<sup>[15]</sup>可以判断某一城镇规模的离散或均衡程度。

$$e = -\frac{1}{\ln(n)}, \quad (5)$$

式中, $e$ 为城镇规模的信息熵值(0-1)。 $e$ 值越大城镇规模分布越均衡,系统内部差异越小;反之则越离散或不均衡。

### ③城镇体系时空分异。

反距离权重插值分析(IDW)是根据空间单元的距离来估算空间点群平滑值的一种方法,待插值点的取值可用周围若干距离内样点值的加权来估算,其权重与两点间距离成反比。空间任一点 $p$ 的插值的计算公式定义为

$$P = \frac{\sum_i Z_i W_i}{\sum_i W_i}, \quad (6)$$

式中, $P$ 为待插值点 $p$ 的取值, $Z_i$ 为 $p$ 点周围点的属性值, $W_i$ 为周围点对 $p$ 点的权重值, $i = 1, 2, 3, \dots, n$ 为点群样本数。用ArcGIS空间分析中的反距离权重插值分析,分别选择感兴趣属性为计算字段求得权重,输出栅格大小为1 km,将IDW的幂值设定为缺省值2,选择搜索半径最大点数为6,用自然断点法将城镇化水平分为高、中、低3种类型;再用空间自相关方法检验空间依赖性<sup>[16]</sup>。

全局莫兰指数(Global Moran's Index)

$$I = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{S^2 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij}}, \quad (7)$$

式中, $W_{ij}$ 为 $i$ 要素相当于 $j$ 的权重, $S^2$ 为所有要素权重的集合, $x_i, x_j$ 是要素 $i, j$ 的属性值。 $I$ 即全局莫兰指数,是具有空间依赖的一组地理要素在研究区域内表现出的整体空间集聚、分散模式。

## 2 结果与分析

作为区域社会经济发展和空间治理中心,城镇化是人口、要素及产业在特定地域空间的系统组织建构和系统功能择优的过程,城镇体系的形成与发育首先是地域性和差别化的,既要体现社会经济发展条件、水平及潜力的地域差异,也要反映城镇类型数量及规模结构在地域空间上的变化。丰富多样的城镇数量、规模及科学合理的比例关系是城镇体系不断发展完善的基础条件。随着城镇数量规模和等级层次的不断提高,城镇体系的本质属性——格局形态、结构功能及组织水平不断丰富和完善,城镇化在更高层次上产生自组织优化的一体化功能,推进区域人口、要素及产业系统层次和综合水平不断自主创新发展。

### 2.1 城镇化水平低,城镇经济发展缓慢

2019年广西总人口4 960万人,城镇总人口2 534.06万人,城镇化率仅51.09%(按城镇常住人口计算,按市辖区和城区常住人口计算的城镇化率均值则分别为36.96%、36.09%),城镇化率与全国平均值相差9.35个百分点。近19年(2000-2018年)城镇化率较全国平均相差9.21个百分点(图1)。尽管广西城镇化年均增长率3.16%,高于全国0.48个百分点,但由于基础差、底子薄,广西城镇化水平与全国特别是发达地区相比仍有较大差距。

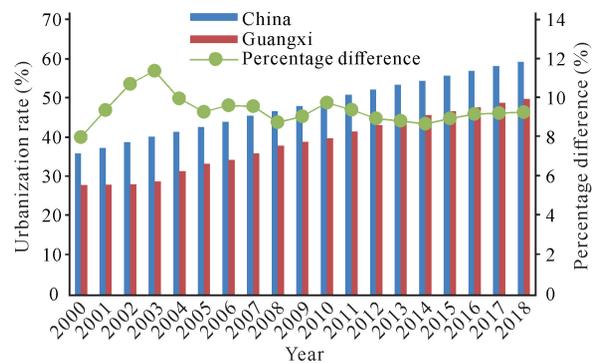


图1 广西与中国城镇化率比较

Fig. 1 Comparison of urbanization rate between Guangxi and China

城镇化发展滞后同样表现在城镇经济发展、人均GDP(图2)及人均收入水平(图3)上。2019年广西人均GDP为42 964元,仅相当于全国平均值70 892元的60.6%,居民人均可支配收入仅23 328.21元,相当于全国平均值的77%,其中城镇、农村居民分别相当于全国平均水平的89%、76%。进一步分析可以发现,尽管近19年(2000-2018年)广西人均GDP

年均增长率为 22%, 高于全国平均水平的 12%, 但与全国平均水平的差异呈扩大趋势, 2019 年达到最大值 27 928 元, 年均相差 11 453 元; 居民人均可支配收入差距分别由 2013 年的 4 228 元, 扩大到 2019 年的 7 404.64 元, 城镇、农村居民人均可支配收入差距由 2000 年的 2 046 元、1 376 元, 扩大到 2019 年的 7 613.93 元、2 344.94 元。截至 2019 年年底, 广西仍有 660 个贫困村、8 个极度贫困县约 24 万贫困人口未脱贫, 是全国脱贫攻坚的主战场。

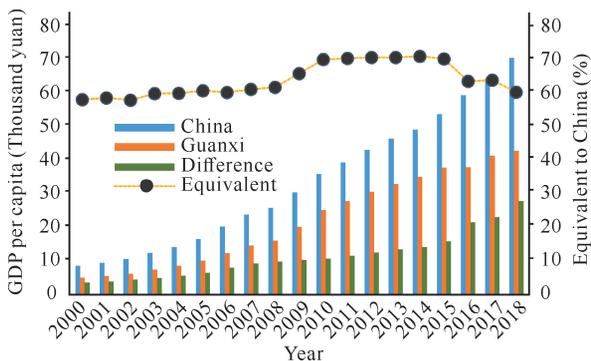


图 2 广西与中国人均 GDP 比较

Fig. 2 Comparison of GDP per capita between Guangxi and China

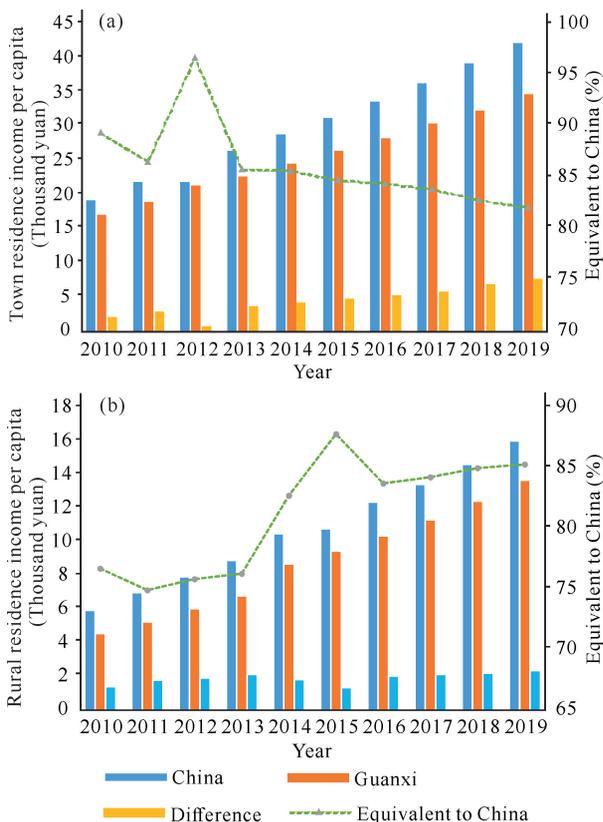


图 3 广西与中国城镇(a)、农村(b)居民人均收入比较

Fig. 3 Comparison of per capita income of urban residents (a) and rural residents (b) between China and Guangxi

从三次产业结构水平(图 4)看, 广西三次产业结构由 2006 年的 11 : 54 : 35 变化为 2019 年的 16 : 33 : 51, 其中第一产业对 GDP 的贡献率由 11% 上升到 16%, 而第二产业对 GDP 的贡献率下降了 21 个百分点, 第三产业贡献率提高了 16 个百分点; 而同期中国三次产业结构由 4 : 50 : 46 提高到 2019 年的 4 : 37 : 59, 第一产业对 GDP 的贡献率维持在 4% 以内, 第二产业对 GDP 的贡献率下降了 13 个百分点, 而第三产业提高了 13 个百分点。广西产业结构转型方向与全国的主要差异表现在第一产业比重高达 16%, 远远高于全国 12 个百分点, 而第二、第三产业占比分别较全国平均水平低 4.8 个百分点, 反映了广西农业的基础地位不稳, 工农业现代化及城镇化进程缓慢, 第三产业增长迅速、贡献较大, 但产城融合、转型升级缓慢, 需要大力培育新产业、新业态、新动能、新组织来创新驱动新型城镇化发展。

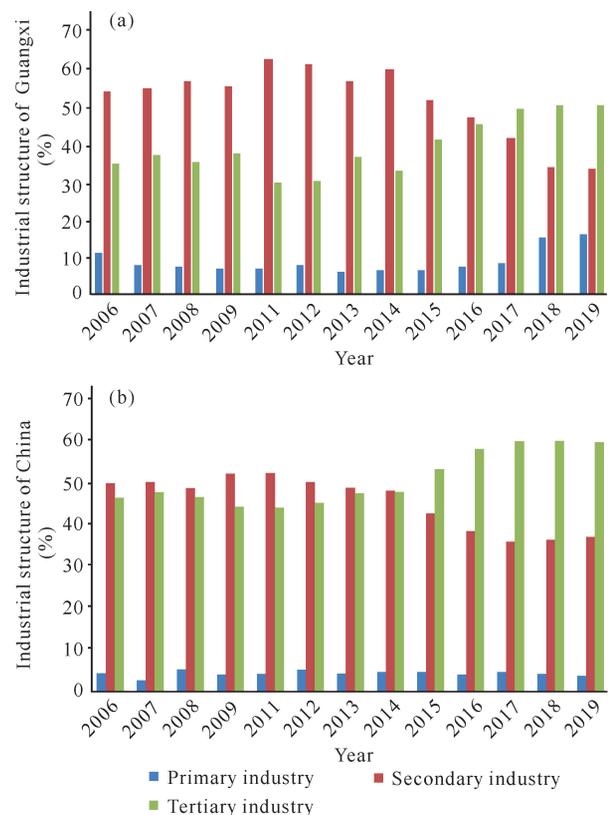


图 4 广西(a)与中国(b)三次产业结构比较

Fig. 4 Comparison between China (a) and Guangxi (b) tertiary industrial structure

## 2.2 城镇规模小, 城镇体系不发育

按市辖区常住人口(城镇人口)规模计算, 2018 年广西有南宁市、柳州市、桂林市等 7 个百万人以上的大城镇, 最大城镇南宁市人口 442 万人, 其余均小于 200 万人; 有防城港市、百色市、北海市等 3 个人

口在 50-100 万人的中等城镇, 崇左市人口最少, 仅 38 万人, 城镇人口规模均值为 127 万人, 缺失 500 万以上的大城镇。

首位度指数能直观反映城镇体系规模结构及其比例关系, 既可测度各级各类城镇的数量关系及分布结构, 也可表征大城镇或中心城镇在城镇体系中的地位作用和集散程度。用综合城镇化指标计算广西城镇体系首位度得到表 2。

表 2 2008-2018 年广西城镇体系  $\alpha$  值、首位度及  $e$  值变化情况

Table 2 Changes of  $\alpha$  value, primacy and  $e$  value of Guangxi urban system from 2008 to 2018

年份 Year	$\alpha$ 值 $\alpha$ value	首位度 Primacy	$e$ 值 $e$ value
2008	0.92	1.07	0.91
2009	0.92	1.23	0.91
2010	0.93	1.18	0.93
2011	0.93	1.22	0.92
2012	1.00	1.25	0.92
2013	0.94	1.19	0.92
2014	0.94	1.14	0.92
2015	0.93	1.17	0.92
2016	0.94	1.19	0.92
2017	0.93	1.19	0.92
2018	0.93	1.20	0.93
Mean	0.94	1.18	0.92

由表 2 可以看出, 广西 2018 年城镇首位度为 1.20, 近 11 年城镇首位度均值仅为 1.18, 略大于 1, 最大值为 2012 年的 1.25, 最小值为 2008 年的 1.07,

标准差仅 0.046, 大、中、小城镇人口比例基本稳定在 6:6:2, 大、中、小城镇规模比例基本保持在 6:5:3。表明广西城镇首位度不明显, 大城镇及中心城镇数量少、功能弱, 城镇体系规模结构的离散性明显而集中度不足, 城镇体系缺少空间集聚及规模效益。

帕累托指数  $a$  值、信息熵值  $e$  及其变化验证了广西城镇体系组织不发育、结构不完善, 各要素结构相对均衡、各维度变化相对稳定的基本特征(表 2)。

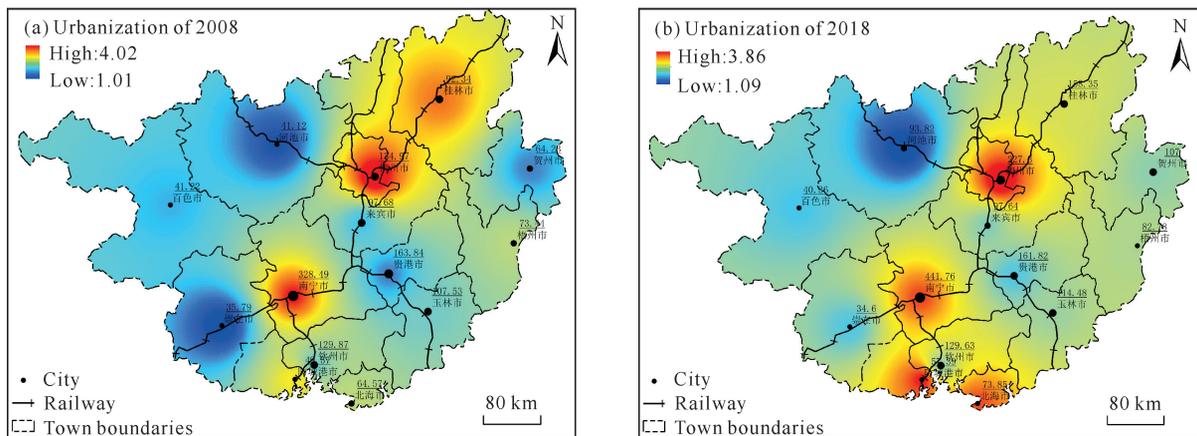
近 11 年广西城镇体系  $a$  值均值为 0.94, 标准差为 0.021, 最大值为 1 (2012 年), 最小值为 0.92 (2008 年、2009 年), 年均增长率为 0.074, 众数为 0.93,  $a$  值变化不大且高度接近 1; 城镇体系结构的信息熵值  $e$  与  $a$  值高度一致, 表明广西城镇体系结构离散, 大城镇发育不足、极化增长乏力, 时空分异不明显, 各级各类城镇呈并行增长态势, 城镇体系的极化增长、集聚扩张、辐射带动等空间效应不显著。

### 2.3 城镇体系时空分异不显著

城镇体系结构是城镇化功能和属性空间自组织过程的形态表征, 城镇化地域功能的发展完善推动着城镇体系组织、结构、功能向系统化、有序性、有效性方向自组织升级。因此, 城镇体系结构可以用空间分析方法加以度量及检验。

#### 2.3.1 空间差异较小

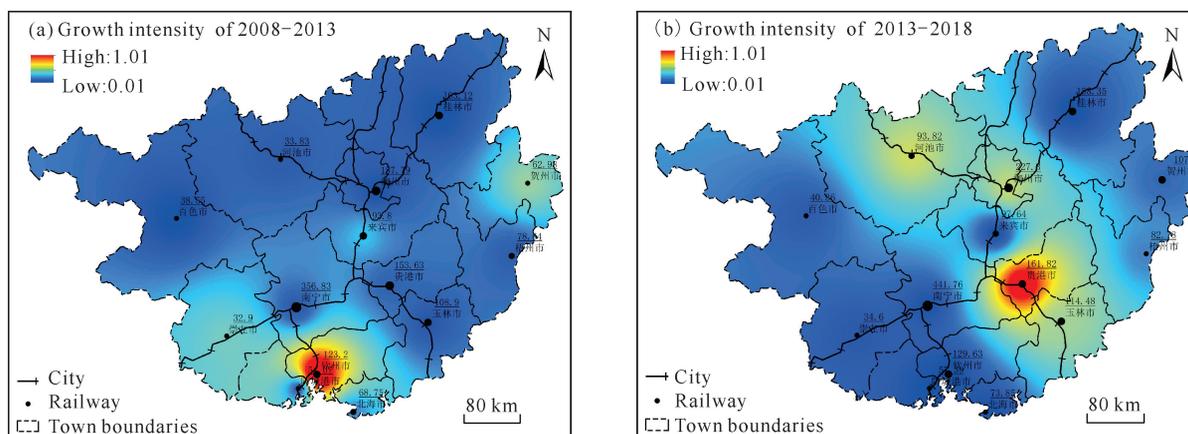
为精确识别城镇体系空间分异格局, 用反距离权重插值分析对 2008 年、2018 年城镇化水平, 2008-2013 年、2013-2018 年城镇化增长强度进行空间插值估算, 得到图 5、图 6。



The number above the name of city is the population of the city (unit: ten thousand people)

图 5 广西城镇化 IDW 空间插值

Fig. 5 IDW spatial interpolation of urbanization in Guangxi



The number above the name of city is the population of the city (unit: ten thousand people)

图6 广西城镇化增长强度 IDW 空间插值

Fig. 6 IDW spatial difference of the growth intensity of urbanization in Guangxi

分析图 5 可以得出,广西城镇体系高值中心始终位于首府南宁市及大城市柳州市,2008 年城镇体系低值广布,在中部的南宁市、柳州市、桂林市形成高值中心,西部的崇左市、河池市、百色市低值连片;2018 年高值区范围扩大到北部湾的防城港市、北海市,而低值中心仅剩河池市,西部城市中低值区连片,东部城市中值区连片,北部湾港口城镇增长显著,北部湾和大湾区建设对广西城镇体系时空分异产生了显著影响。

用地统计方法分析城镇体系空间差异得到表 3。由表 3 可知,2008 年城镇化空间差异标准偏差小于 0.31,方差小于 0.10;2018 年标准偏差小于 0.36,方差小于 0.21。2008 年和 2018 年偏度标准误差都为 0.597,其中综合城镇化差值最小,第三产业占比差值最大,表明广西城镇体系空间差异较小,其中第三产业占比对空间差异影响最大;近 10 年变化不大但趋于缓慢增长。

表 3 城镇化空间差异统计分析

Table 3 Statistical analysis of spatial differences in the urbanization system

参数 Parameter	2008		2018	
	标准偏差 Standard deviation	方差 Variance	标准偏差 Standard deviation	方差 Variance
Comprehensive	0.065 7	0.021 6	0.160 8	0.129 4
Urbanization rate	0.277 7	0.077 0	0.305 5	0.093 0
GDP per capita	0.275 7	0.076 0	0.315 3	0.099 0
Proportion of secondary industry	0.298 9	0.089 0	0.323 7	0.105 0
Proportion of tertiary industry	0.303 4	0.092 0	0.311 6	0.097 0
Per capita income	0.233 6	0.087 2	0.289 1	0.084 0
Mean	0.284 3	0.051 0	0.359 2	0.205 0

分析图 6 可以得出,2008 - 2013 年间城镇化增长强度以低值分布为主,高值中心仅分布在钦州市,其他城镇低值连片,城镇体系发展缓慢;2013 - 2018 年仍以低值为主,增长高值中心转移到贵港市,中值区范围有所扩大,表明北部湾、大湾区经济区建设未

对城镇体系规模增长产生显著影响。

地统计分析(表 4)可以得出,广西城镇化增长强度均较小,其中综合城镇化空间差异最小,第二产业占比差异最大;但城镇化水平及各要素增长强度空间差异都明显大于城镇化水平空间分异,表明近 10 年

广西城镇化总体上增长缓慢,第二产业占比对空间差异贡献最大,增长强度空间差异显著大于城镇水平,

表 4 城镇化增长强度空间差异地统计分析

Table 4 Statistical analysis of spatial differences in urbanization growth intensity

参数 Parameter	2008			2018		
	标准差 Standard deviation	标准偏差 Standard deviation	方差 Variance	标准差 Standard deviation	标准偏差 Standard deviation	方差 Variance
Urbanization rate	4.688	17.54	30.770	41.800	15.64	24.46
GDP per capita	3.506	13.12	17.210	4.751	17.77	31.60
Proportion of secondary industry	33.370	42.48	15.590	81.970	30.67	94.06
Proportion of tertiary industry	10.550	39.47	15.540	38.070	14.24	20.00
Per capita income	1.069	4.00	16.005	0.728	2.72	7.432
Comprehensive	0.069	0.26	0.068	0.077	0.28	0.084

城镇化空间差异增大势头十分明显。

### 2.3.2 空间依赖性不显著

利用公式(7)对城镇体系作空间自相关分析检验得到表 5。从表 5 可知,2008 年城镇化水平和增长强度  $I$  值、 $Z$  值均为负数,表明广西城镇化呈负空间相关性,即城镇体系结构呈离散分布状态;2018 年城镇化水平和增长强度  $I$  值、 $Z$  值均变为正数,空间结构由离散趋向聚集状态分布。但  $P$  值都大于 0.05 置

表 5 广西城镇化水平和增长强度全局莫兰指数

Table 5 Global Moran's Index of Guangxi's urbanization level and growth intensity

项目 Item	2008			2018		
	$I$ value	$P$ value	$Z$ value	$I$ value	$P$ value	$Z$ value
Urbanization level	-0.207	0.074	-1.45	0.034	0.344	0.295
Growth intensity	-0.165	0.130	-1.126	0.10	0.180	0.926

信区间,表明广西城镇化存在较弱的空间异质性,空间结构由离散性转向聚集性分布,近 10 年空间自相关性变化不大。

### 2.3.3 相关性分析

为检验城镇化与各因子相互作用关系,用皮尔逊非参数相关性检验方法计算综合城镇化与各影响因子间的相关性(表 6)。

表 6 城镇化与各要素相关性检验

Table 6 Correlation test between urbanization and various factors

相关系数 Correlation coefficient	城镇化率 Urbanization rate	人均 GDP GDP per capita	第二产业占比 Proportion of secondary industry	第三产业占比 Proportion of tertiary industry	人均收入 Per capita income	综合 Comprehensive
Pearson correlation	0.638 *	0.806 * *	0.598 *	-0.267	0.846 * *	1
Sig. (2-tailed)	0.014	0	0.024	0.356	0	0
Sum of squares and cross products	2.038	2.658	2.022	-0.87	2.556	8.405
Covariance	0.157	0.204	0.156	-0.067	0.197	0.647

Note: \* indicates significant difference at 0.05 level (double tail), \* \* indicates significant difference at 0.01 level (double tail)

分析表 6 可以得出,广西城镇体系空间分异与人均 GDP、人均收入关系最密切( $P < 0.01$ ),与城镇化率、第二产业占比关系也较紧密( $P < 0.05$ ),但与第三产业占比关系不显著( $P > 0.05$ ),反映了广西城镇

体系结构具有典型的空间异质性,第三产业对城镇化规模水平、空间结构、时空分异贡献较大,但其对城镇体系结构变化的影响却较小。

### 3 讨论

广西城镇体系时空分异并未表现出初级阶段一般特性<sup>[3,4,14,15]</sup>,表现在缺少大城市的极化增长和空间依赖性驱动,也没有集聚规模发展和空间异质性控制的多样性、分层性趋势,而趋向发达地区城镇体系的同向性、均衡性特征(伪成熟)。因此,需要正视并解决传统理论或已有研究早已发现但长期忽视的命题——不同发展阶段的进入或变迁都有不易跨越的阈值门槛,正如大规模工业化、城镇化都要经历原始积累才能实现,跨越中等收入陷阱必须通过和谐社会和均衡发展构建,传统市场经济自身无法解决发展差异和贫富差别矛盾,边疆落后地区的快速工业化、城镇化和现代化进程必须积极寻找资源要素红利、跨越发展机遇,积极培育产业产能杠杆和功能结构链条,否则城镇或区域发展将可能长期陷入因果循环、路径锁定、空间失序等不良循环中。

因此,广西要承担“一带一路”国际大通道、战略支点和海陆衔接门户三大空间职能,把北部湾城市群建成面向东南亚的现代城市群,必须加快城镇体系综合能力建设,积极培育承担国家“一带一路”倡议和“大湾区”战略职能的国际化大城市,有序承接国内外先进适用产能,重点建设开放性、国际化、地缘性节点城市和增长极核,着力撬动城镇经济发展步入国内外循环快车道。

### 4 结论

用经典的城镇体系结构计量模型结合地统计方法和探索性空间分析方法研究都得出了较为一致的结论:

①广西城镇体系结构的时空依赖性和时空异性均不明显,大城镇首位度和首位性均不显著,时空结构呈离散性分布模式;各维度结构均呈较弱的负空间自相关性,城镇体系规模集聚及空间结构效益不明显;大城镇及周边有一定程度高低相伴和低高相随的冷热点异常,大、中、小城镇间的空间关系以抑制、竞争、掠夺为主,分工协作和空间一体化较弱。

②近10年广西城镇体系空间结构变化呈均衡性、均质化趋向,城镇化发展处于相对独立、彼此收敛和缺少系统开放、协同分工的初级发展阶段,大城镇驱动城镇化发展的作用并不明显,城镇体系规模结构

相对均衡、发展演变相对稳定,需要通过集中发展大城镇和集聚发展中心城镇,适度扩大城镇体系结构的时空依赖性和异质性分布来激活城镇化快速发展动能。

#### 参考文献

- [1] 陆大道,陈明星.关于“国家新型城镇化规划(2014-2020)”编制大背景的几点认识[J].地理学报,2015,70(2):179-185.
- [2] 陆大道.变化发展中的中国人文与经济地理学[J].地理科学,2017,37(5):641-650.
- [3] 方创琳,王振波,马海涛.中国城市群形成发育规律的理论认知与地理学贡献[J].地理学报,2018,73(4):651-665.
- [4] 顾朝林,张悦,翟炜,等.城市与区域定量研究进展[J].地理科学进展,2016,35(12):1433-1446.
- [5] 顾朝林,管卫华,刘合林.中国城镇化2050:SD模型与过程模拟[J].中国科学:地球科学,2017,47(7):818-832.
- [6] 吴传钧.人地关系与经济布局[M].北京:学苑出版社,2008.
- [7] 陆大道.关于地理学的“人-地系统”理论研究[J].地理研究,2002,21(2):135-145.
- [8] 方创琳,周成虎,顾朝林,等.特大城市群地区城镇化与生态环境交互耦合效应解析的理论框架及技术路径[J].地理学报,2016,71(4):531-550.
- [9] 樊杰.“人地关系地域系统”是综合研究地理格局形成与演变规律的理论基石[J].地理学报,2018,73(4):597-607.
- [10] 樊杰.地域功能-结构的组织途径——对国土空间规划实施主体功能区战略的讨论[J].地理研究,2019,38(10):2373-2387.
- [11] 潘峰华,方成,李仙德.中国城市网络研究评述与展望[J].地理科学,2019,39(7):1093-1101.
- [12] 胡国建,陈传明,金星星,等.中国城市体系网络化研究[J].地理学报,2019,74(4):681-693.
- [13] 张伟丽,叶信岳,李栋,等.网络关联、空间溢出效应与中国区域经济增长——基于腾讯位置大数据的研究[J].地理科学,2019,39(9):1371-1377.
- [14] 覃丽君,金晓斌,蒋宇超,等.近六百年来长江三角洲地区城镇空间与城镇体系格局演变分析[J].地理研究,2019,38(5):1045-1062.
- [15] 丁成日,张妍,朱永明.省级城市体系结构与经济发展[J].城镇发展研究,2020,27(3):24-35.
- [16] 王劲峰,徐成东.地理探测器:原理与展望[J].地理学报,2017,72(1):116-134.

## Study on Spatial-temporal Differentiation Law of Urban Systems in Guangxi

ZHANG Junmin, RONG Cheng

(College of Environment and Resources, Guangxi Normal University, Guilin, Guangxi, 541000, China)

**Abstract:** Optimizing the regional structure and function of urban system is an effective way to solve regional coordinated development and spatial diseconomy. Based on the primacy and size-ranking rule, geo-statistical method and spatial analysis method, the evolution law of urban system in Guangxi is systematically analyzed from three dimensions: Scale form, functional structure and spatial-temporal pattern. It is concluded that: ① In terms of scale and structure, the primacy of urbanization in Guangxi is low, the spatial agglomeration is weak, large towns and central towns are lacking, and the urban system structure has significant dispersion and insufficient agglomeration. ② In terms of functional structure, the development of urbanization in Guangxi is slow, the division of labor and cooperation of urban system is weak, and the scale of urban agglomeration and its temporal and spatial benefits are not significant. ③ In terms of spatial structure, the urban system structure in Guangxi has relatively weak spatial dependence and discreteness. The tertiary industry has a significant impact on spatial differentiation, but the secondary industry has a close relationship with urbanization development, and the spatial heterogeneity is distinct. It is necessary to optimize the regional structure of the urban system to gather the dividend of resource elements and leapfrog development opportunities.

**Key words:** urban system; spatial structure; town function; spatial-temporal differentiation; Guangxi

责任编辑:陆媛峰

(上接第 1177 页 Continued on page 1177)

## Research Progress on Preparation of Large-size Indium Tin Oxide (ITO) Targets

JIANG Feng<sup>1</sup>, TAN Zedan<sup>1,2</sup>, HUANG Shicheng<sup>2</sup>, LU Yingdong<sup>2</sup>, QIN Liren<sup>1</sup>, ZENG Jishu<sup>3</sup>, FANG Zhijie<sup>3\* \* \*</sup>

(1. School of Mechanical and Automotive Engineering, Guangxi University of Science and Technology, Liuzhou, Guangxi, 545616, China; 2. Guangxi Crystal Union Photoelectric Materials Co., Ltd., Liuzhou, Guangxi, 545036, China; 3. School of Microelectronics and Materials Engineering, Guangxi University of Science and Technology, Liuzhou, Guangxi, 545006, China)

**Abstract:** Indium Tin Oxide (ITO) target is one of the key raw materials in the fields of screen displays, photovoltaic cells, and functional glass. It has developed towards large size (at least 600 mm in length), high density, low resistivity, and high utilization. In this article, the technical characteristics of high-performance ITO targets are introduced, and the requirements and coating advantages of large-size ITO targets are analyzed. Meanwhile, the forming, sintering process of large-size ITO targets and its research and application status are summarized. Finally, the research directions for the preparation of large-size ITO targets are proposed.

**Key words:** Indium Tin Oxide (ITO); large-size target; preparation; forming process; sintering process

责任编辑:陆雁